

**VARIASI WAKTU IKLIM PERAIRAN UTARA PAPUA MENGGUNAKAN ANALISIS
EMPIRICAL ORTHOGONAL FUNCTION (EOF)**

**TIME VARIATION OF PAPUA'S NORTHERN WATER CLIMATE USING EMPIRICAL
ORTHOGONAL FUNCTION (EOF) ANALYSIS**

Fressan Patrick W¹, Budi Purwanto², Gentio Harsono², Kunarso¹, Kurnia Malik²

¹Fakultas Perikanan Ilmu Kelautan Universitas Diponegoro
Jl Imam Barjo SH Tembalang Semarang Jawa Tengah

²Dinas Oseanografi dan Meteorologi Pusat Hidro-Oseanografi TNI AL
Jl. Pantai Kuta V No. 1 Ancol Timur Jakarta 14430

ABSTRAK

Perairan khatulistiwa Pasifik Barat diketahui memiliki karakter oseanografi yang sangat dinamis. Perairan kawasan ini merupakan tempat berkumpulnya massa air yang berasal dari belahan bumi selatan dan belahan bumi utara Samudera Pasifik. Hal ini dipengaruhi langsung oleh beberapa fenomena iklim yang terjadi seperti ENSO, MJO, pola angin muson, dan lain sebagainya. Analisis EOF merupakan metode untuk menentukan pola dominan yang ditentukan oleh data dan berkembang dalam ruang dan waktu. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui fenomena yang terjadi di Perairan Utara Papua selama 10 tahun terakhir. Data angin diunduh dari situs web <https://www.ecmwf.int/en/forecasts/datasets> menggunakan citra satelit Sentinel 5. Data terkini diunduh dari situs web <https://resources.marine.copernicus.eu/> dengan resolusi spasial 0,25° x 0,25°. Data klorofil diunduh melalui website <https://resources.marine.copernicus.eu/> dengan resolusi 0,25° x 0,25°. Analisis EOF dilakukan terhadap parameter kondisi perairan Papua Utara dengan menggunakan bahasa pemrograman FERRET yang terbagi menjadi 3 jenis yaitu analisis EOF Space, EOF Stat, dan EOF Tfunc. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perairan utara Papua jika dilihat dari kondisi parameter perairan seperti angin, arus permukaan, dan klorofil, fenomena iklim yang terjadi adalah peristiwa ENSO, angin muson, dan fenomena MJO. Fenomena tersebut dapat mempengaruhi arus permukaan, angin, dan kadar klorofil di perairan utara Papua. Dengan adanya fenomena iklim tersebut, maka kondisi cuaca dan iklim di perairan utara Papua akan berbeda dengan cuaca di perairan lainnya.

Kata Kunci: Fenomena Iklim, Perairan Papua Bagian Utara, Fungsi Ortogonal Empiris, Suhu Permukaan, Laut, Osilasi Klorofil-1Madden Julian, Musiman

ABSTRACT

The equatorial waters of the Western Pacific are known to have a very dynamic oceanographic character. The waters of this region are a gathering place for water masses that come from the southern hemisphere and the northern hemisphere of the Pacific Ocean. This is directly influenced by several climatic phenomena that occur such as ENSO, MJO, monsoon wind patterns, and so on. EOF analysis is a method for determining dominant patterns determined by data and evolving in space and time. The purpose of this study was to find out the phenomena that occurred in the Northern Waters of Papua for 10 years. Wind data downloaded from website <https://www.ecmwf.int/en/forecasts/datasets> using Sentinel 5 satellite imagery. Current data downloaded from website <https://resources.marine.copernicus.eu/> with a spatial resolution of 0.25° x 0.25°. Chlorophyll data was downloaded via the website <https://resources.marine.copernicus.eu/> with a resolution of 0.25° x 0.25°. The EOF analysis was carried out on the parameters of the conditions of the North Papua waters using the FERRET programming language which is divided into 3 types, namely EOF Space analysis, EOF Stat, and EOF Tfunc. The results showed that the northern waters of Papua when viewed from the condition of the water parameters such as wind, surface currents, and chlorophyll, the climatic phenomena that occurred were

ENSO events, monsoon winds, and MJO phenomena. These phenomena can affect surface currents, winds, and chlorophyll levels in the northern waters of Papua. With this climatic phenomenon, the weather and climate conditions in the northern waters of Papua will be different from the weather in other waters.

Keywords: *Climate Phenomenon, Northern Papua Waters, Empirical Orthogonal Function, a Surface Temperature, Sea, Chlorophyll-1Madden Julian Oscillation, Seasonal*

1. PENDAHULUAN

Perairan Utara Papua merupakan wilayah perairan pasifik barat. Wilayah perairan ekuator Pasifik Barat dikenal mempunyai karakter oseanografi yang sangat dinamis. Perairan wilayah ini merupakan tempat berkumpulnya massa air yang datang dari bumi belahan selatan dan belahan utara Samudera Pasifik (Harsono, 2014). Perairan ini terletak di wilayah utara pulau papua dan perairan ini juga meliputi perairan Halmahera. Pola iklim pada wilayah Perairan Utara Papua ini memiliki pola iklim yang berbeda dengan perairan lainnya. Hal tersebut disebabkan karena berevolusi dalam ruang dan waktu. Dimana dengan analisis ini dapat menentukan pola-pola dominan pada wilayah perairan tersebut. Analisis EOF dapat dilakukan dengan menggunakan software Ferret yang dirancang untuk memenuhi kebutuhan ahli kelautan dan meteorologi yang menganalisis kumpulan data grid yang besar dan kompleks. Software ini disediakan oleh badan ilmiah Amerika Serikat yang berfokus pada kondisi samudera dan atmosfer (NOAA). Ferret menyediakan grafik, daftar data, atau ekstraksi data yang terdokumentasi sepenuhnya ke file dengan satu perintah. Pengolahan data pada software ini berbasis python. Dengan menggunakan data angin, arus, dan klorofil lalu dilakukan analisis EOF maka akan terlihat pola iklim apa yang sedang terjadi di wilayah tersebut. Pada penelitian ini, data angin, arus, dan klorofil menggunakan data dari website <https://marine.copernicus.eu/> selama 10 tahun, dimana data angin dan data arus yang digunakan merupakan data reanalysis, sedangkan data klorofil merupakan data analysis yang belum dikoreksi. Data seperti

perairan ini sangat dipengaruhi langsung oleh beberapa fenomena iklim yang terjadi seperti ENSO, MJO, pola angin monsoon, dan sebagainya. Fenomena-fenomena tersebut dapat membawa dampak yang buruk atau dampak yang baik. Fenomena iklim yang buruk salah satunya dapat menyebabkan Indonesia mengalami kekeringan sehingga para petani mengalami gagal panen.

Untuk mengetahui fenomena yang terjadi di wilayah tersebut dapat menggunakan analisis EOF. Analisis EOF merupakan suatu metode untuk menentukan pola-pola dominan yang ditentukan oleh data dan angin, arus, dan klorofil dinilai sangat dipengaruhi oleh iklim. Pola iklim seperti angin monsoon sangat mempengaruhi kecepatan dan arah angin yang ada di wilayah perairan Indonesia. Selain itu juga arus permukaan yang merupakan gerakan massa air yang disebabkan oleh angin yang berhembus di permukaan laut juga memiliki kecepatan dan arah yang bergantung pada iklim seperti adanya pengaruh ENSO atau pola angin monsonal. Gerakan dari arus laut tersebut akan berdampak secara langsung terhadap nutrient yang ada di laut salah satunya yaitu klorofil-a. Dengan pengolahan data menggunakan software ini diharapkan hasil dari penelitian ini dapat diketahui fenomena yang sedang terjadi di wilayah Perairan Utara Papua. Tujuan penelitian ini yaitu: mengetahui fenomena yang terjadi pada Perairan Utara Papua selama 10 tahun.

2. MATERI DAN METODE

2.1. Materi. Data angin diunduh pada website <https://www.ecmwf.int/en/forecasts/datasets>

dengan menggunakan citra satelit Sentinel-5. Data yang diunduh merupakan data angin dengan arah U dan V pada permukaan 10 meter. Hal tersebut dikarenakan angin permukaan 10 meter masih berpengaruh secara langsung terhadap laut. Angin permukaan merupakan salah satu faktor penyebab terjadinya arus permukaan laut. Data angin yang digunakan yaitu data reanalysis yang merupakan data hasil koreksi yang dilakukan oleh ECMWF. Data angin yang digunakan merupakan data angin selama 10 tahun mulai Januari 2009 – Januari 2019. Data angin yang diunduh disesuaikan dengan koordinat perairan yang ingin diteliti. Kemudian data angin tersebut diunduh dengan format data NetCDF.

Data arus diunduh melalui website <https://resources.marine.copernicus.eu/> dengan resolusi spasial $0.25^\circ \times 0.25^\circ$. Data yang digunakan merupakan data kecepatan arus arah U dan V. Data arus yang digunakan merupakan data reanalysis yang merupakan data hasil koreksi ECMWF. Data arus permukaan yang digunakan merupakan data arus pada kedalaman 0.5058 meter. Kemudian data arus tersebut diambil sesuai dengan koordinat perairan yang diinginkan. Data arus tersebut merupakan data arus monthly selama 10 tahun mulai dari Januari 2009 – Januari 2019. Kemudian data arus akan diunduh dengan format NetCDF.

Data klorofil diunduh melalui website <https://resources.marine.copernicus.eu/> dengan resolusi $0.25^\circ \times 0.25^\circ$. Data yang digunakan berasal dari data analisis nutrient yang belum dikoreksi, sehingga data tersebut merupakan data mentah yang belum diolah. Data klorofil merupakan salah satu parameter dari data nutrient. Data klorofil nantinya disesuaikan dengan koordinat perairan yang ingin diteliti. Data klorofil yang diambil sebaiknya berada pada lokasi case-1 yang berarti pada perairan terbuka yang dimana tidak ada gangguan data yang berasal dari daratan. Data klorofil yang digunakan merupakan data bulanan yang berada pada kedalaman 0.494 meter dengan rentang waktu 10 tahun. Data

tersebut akan diunduh dengan format data NetCDF.

2.2. Metode

2.2.1. Data Angin.

Data angin yang telah diunduh sebelumnya dibuka melalui FERRET yang terhubung pada folder tempat penyimpanan data. Kemudian data angin dibuka dengan menggunakan perintah “Use” pada FERRET dan kemudian data angin akan terbuka. Data angin yang dibuka kemudian akan dilakukan analisis EOF Space dengan menggunakan perintah “LET EOF_xyfcn = EOF_SVD_SPACE(U10[X=125.96E:145.04E ,Y=5.05S:15N])”. Nilai x dan y menunjukkan koordinat perairan yang ingin diteliti, dalam penelitian ini digunakan koordinat Perairan Utara Papua. Setelah itu data analisis EOF disimpan dengan menggunakan perintah “SAVE/CLOBBER/FILE=nama_files.cdf EOF_xyfcn”. Data yang telah disimpan tersebut kemudian akan diplotting dengan menggunakan perintah “fill/1/TITLE='eof 1` eof_xyfcn; go land”. Setelah itu data hasil analisis EOF disimpan dengan menggunakan perintah “FRAME FILE=nama_files.gif”. Metode tersebut dilakukan pada data angin dengan arah U dan V. Kemudian setelah dilakukan analisis EOF Space selanjutnya data angin akan dilakukan analisis EOF Stat pada FERRET. Data angin kembali dibuka dengan perintah yang sama lalu lakukan analisis EOF Stat pada data dengan arah U dan V menggunakan perintah “LET eofstat = EOF_SVD_STAT(U10[X=125.96E:145.04E,Y=5.05S:15N])”. Kemudian pada EOF Stat dipecah menjadi 3 modul yang memiliki fungsi berbeda beda. Terdapat modul 1 yang berfungsi untuk jumlah nilai EOF yang diolah, modul 2 berfungsi untuk menunjukkan persenan varian yang dominan pada setiap EOF, dan modul 3 berfungsi untuk menunjukkan nilai eigen pada setiap EOF. Untuk mengolah EOF Stat modul 1 dapat dilakukan dengan perintah “let nout = eofstat[i=1,j=1]”, lalu modul modul 2 dengan perintah “let pct = eofstat[i=1:`nout` ,j=2]”, dan modul 3 dengan perintah “let eigenv =

eofstat[j=1:`nout`,j=3]”. Setelah melakukan perintah tersebut, data modul 1, 2, dan 3 ditampilkan dengan menggunakan perintah “LIST” sehingga data hasil EOF akan tampil. Data yang ditampilkan merupakan dasar pada data analisis EOF Tfunc.

Data angin yang telah dilakukan analisis EOF Stat kemudian akan dianalisis EOF Tfunc, dimana dengan analisis EOF Tfunc akan menampilkan grafik hasil analisis EOF Stat untuk diamati. Untuk melakukan analisis EOF Tfunc digunakan perintah “LET eoftime = EOFSVD_TFUNC(U10[X=125.96E:145.04E,Y=5.05S:15N])”. Setelah itu data EOF Tfunc disimpan dengan menggunakan perintah “SAVE/CLOBBER/FILE=TFUNC_anginV10.cdf eoftime[j=1:`nout`]”. Kemudian data hasil EOF Tfunc diplot dengan menggunakan perintah “plot/color=blue/thick/l=1/TITLE=“time function 1”/VLIMITS=-2:2:0.5 eoftime”. Hasil plot EOF Tfunc disimpan “FRAME/FILE=nama_files.gif”. Metode ini dilakukan pada data angin pada arah U dan V.

2.2.2. Data Arus Permukaan.

Data arus permukaan yang telah diunduh sebelumnya dibuka melalui FERRET yang terhubung pada folder tempat penyimpanan data. Kemudian data arus permukaan dibuka dengan menggunakan perintah “Use” pada FERRET dan kemudian data arus tersebut akan terbuka. Data arus yang dibuka kemudian akan dilakukan analisis EOF Space dengan menggunakan perintah “LET EOF_xyfcn = EOFSVD_SPACE(UO_ORAS[X=129.88E:145.12E,Y=5.12S:10.1N])”. Nilai x dan y menunjukkan koordinat perairan yang ingin diteliti, dalam penelitian ini digunakan koordinat Perairan Utara Papua. Setelah itu data analisis EOF disimpan dengan menggunakan perintah “SAVE/CLOBBER/FILE=nama_files.cdf EOF_xyfcn”. Data yang telah disimpan tersebut kemudian akan diplotting dengan menggunakan perintah “fill/l=1/TITLE=`eof 1` eof_xyfcn; go land”. Setelah itu data hasil

analisis EOF disimpan dengan menggunakan perintah “FRAME/FILE=nama_files.gif”. Metode ini dilakukan pada data arus dengan arah U dan V.

Kemudian setelah dilakukan analisis EOF Space selanjutnya data arus permukaan dilakukan analisis EOF Stat pada FERRET. Data arus kembali dibuka dengan perintah yang sama lalu lakukan analisis EOF Stat pada data dengan arah U dan V menggunakan perintah “LET eofstat = EOFSVD_STAT(UO_ORAS [X=129.88E:145.12E,Y=5.12S:10.1N])”. Kemudian pada EOF Stat dipecah menjadi 3 modul yang memiliki fungsi berbeda beda. Terdapat modul 1 yang berfungsi untuk jumlah nilai EOF yang diolah, modul 2 berfungsi untuk menunjukkan persen varian yang dominan pada setiap EOF, dan modul 3 berfungsi untuk menunjukkan nilai eigen pada setiap EOF. Untuk mengolah EOF Stat modul 1 dapat dilakukan dengan perintah “let nout = eofstat[j=1,j=1]”, lalu modul modul 2 dengan perintah “let pct = eofstat[j=1:`nout`,j=2]”, dan modul 3 dengan perintah “let eigenv = eofstat[j=1:`nout`,j=3]”. Setelah melakukan perintah tersebut, data modul 1, 2, dan 3 ditampilkan dengan menggunakan perintah “LIST” sehingga data hasil EOF akan tampil. Data yang ditampilkan merupakan dasar pada data analisis EOF Tfunc.

Data arus yang telah dilakukan analisis EOF Stat kemudian akan dianalisis EOF Tfunc, dimana dengan analisis EOF Tfunc akan menampilkan grafik hasil analisis EOF Stat untuk diamati. Untuk melakukan analisis EOF Tfunc digunakan perintah “LET eoftime = EOFSVD_TFUNC(UO_ORAS[X=129.88E:145.12E,Y=5.12S:10.1N])”. Setelah itu data EOF Tfunc disimpan dengan menggunakan perintah “SAVE/CLOBBER/FILE=TFUNC_arusUO.cdf eoftime[j=1:`nout`]”. Kemudian data hasil EOF Tfunc diplot dengan menggunakan perintah “plot/color=blue/thick/l=1/TITLE=“time function 1”/VLIMITS=-2:2:0.5 eoftime”. Hasil plot EOF Tfunc disimpan

“FRAME/FILE=nama_files.gif”. Metode ini dilakukan pada data arus pada arah U dan V.

2.2.3. Data Klorofil-a

Data klorofil yang telah diunduh sebelumnya dibuka melalui FERRET yang terhubung pada folder tempat penyimpanan data. Kemudian data klorofil dibuka dengan menggunakan perintah “Use” pada FERRET dan kemudian data arus tersebut akan terbuka. Data klorofil yang dibuka kemudian akan dilakukan analisis EOF Space dengan menggunakan perintah “LET EOF_xyfcn = EOF_SVD_SPACE(CHL[X=129.88E:145.12E,Y=1.88S:15.1N])”. Nilai x dan y menunjukkan koordinat perairan yang ingin diteliti, dalam penelitian ini digunakan koordinat Perairan Utara Papua. Setelah itu data analisis EOF disimpan dengan menggunakan perintah “SAVE/CLOBBER/FILE=nama_files.cdf EOF_xyfcn”. Data yang telah disimpan tersebut kemudian akan diplotting dengan menggunakan perintah “fill/l=1/TITLE=`eof 1` eof_xyfcn; go land”. Setelah itu data hasil analisis EOF disimpan dengan menggunakan perintah “FRAME/FILE=nama_files.gif”.

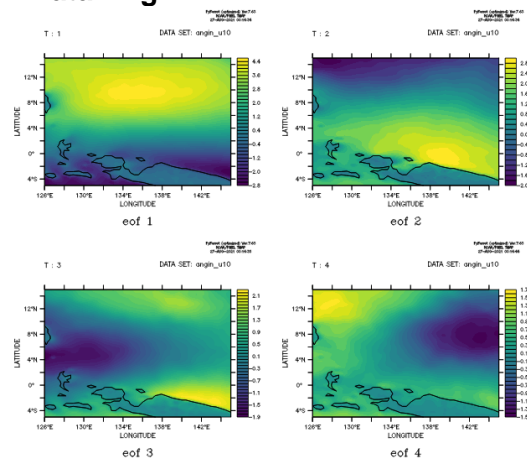
Kemudian setelah dilakukan analisis EOF Space selanjutnya data klorofil dilakukan analisis EOF Stat pada FERRET. Data klorofil kembali dibuka dengan perintah yang sama lalu lakukan analisis EOF Stat menggunakan perintah “LET eofstat = EOF_SVD_STAT(CHL[X=129.88E:145.12E,Y=1.88S:15.1N])”. Kemudian pada EOF Stat dipecah menjadi 3 modul yang memiliki fungsi berbeda beda. Terdapat modul 1 yang berfungsi untuk jumlah nilai EOF yang diolah, modul 2 berfungsi untuk menunjukkan persen varian yang dominan pada setiap EOF, dan modul 3 berfungsi untuk menunjukkan nilai eigen pada setiap EOF. Untuk mengolah EOF Stat modul 1 dapat dilakukan dengan perintah “let nout = eofstat[i=1,j=1]”, lalu modul modul 2 dengan perintah “let pct = eofstat[i=1:`nout` ,j=2]”, dan modul 3 dengan perintah “let eigenv =

eofstat[i=1:`nout` ,j=3]”. Setelah melakukan perintah tersebut, data modul 1, 2, dan 3 ditampilkan dengan menggunakan perintah “LIST” sehingga data hasil EOF akan tampil. Data yang ditampilkan merupakan dasar pada data analisis EOF Tfunc.

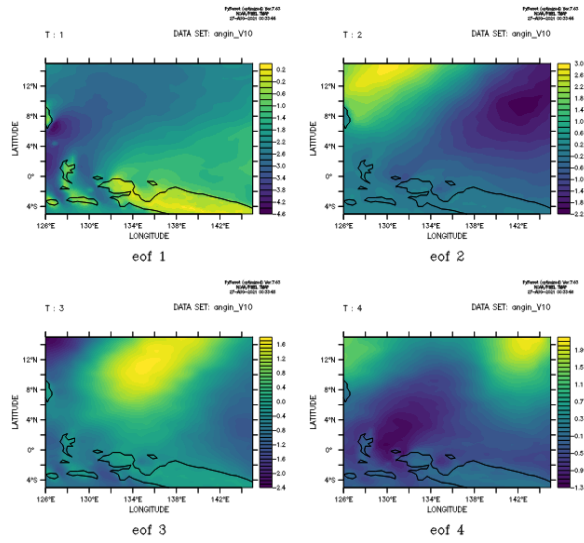
Data klorofil yang telah dilakukan analisis EOF Stat kemudian akan dianalisis EOF Tfunc, dimana dengan analisis EOF Tfunc akan menampilkan grafik hasil analisis EOF Stat untuk diamati. Untuk melakukan analisis EOF Tfunc digunakan perintah “LET eoftime = EOF_SVD_TFUNC(CHL[X=129.88E:145.12E,Y=1.88S:15.1N])”. Setelah itu data EOF Tfunc disimpan dengan menggunakan perintah “SAVE/CLOBBER/FILE=TFUNC_CHL.cdf eoftime[i=1:`nout`]”. Kemudian data hasil EOF Tfunc diplot dengan menggunakan perintah “plot/color=blue/thick/l=1/TITLE=`time function 1`/VLIMITS=-2:2:0.5 eoftime”. Hasil plot EOF Tfunc disimpan “FRAME/FILE=nama_files.gif”.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Data Angin

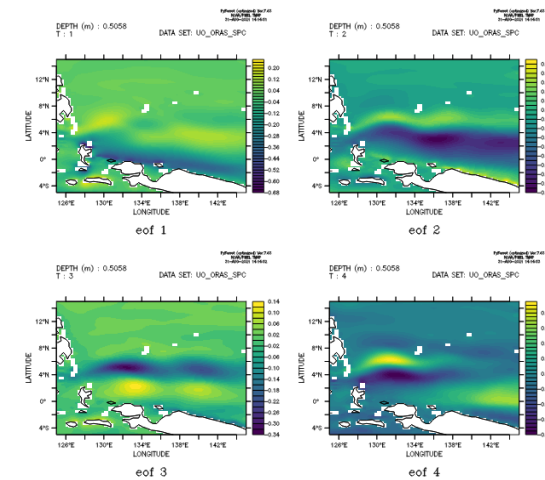


Gambar 1. Hasil Analisis EOF Space Data Angin U10

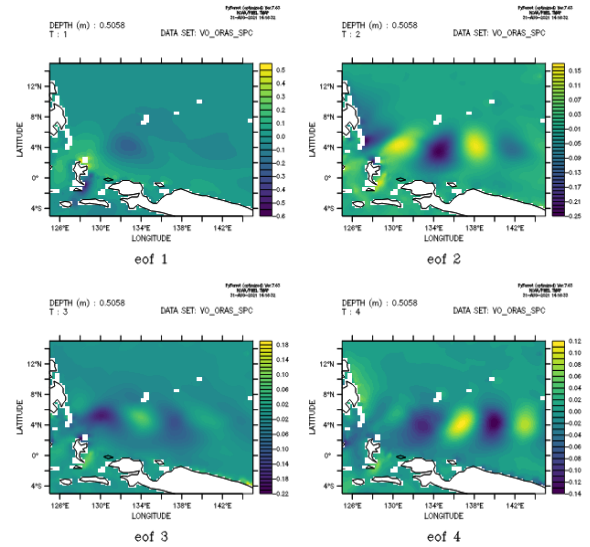


Gambar 2. Hasil Analisis EOF Space Data Angin V10

3.2. Data Arus Permukaan

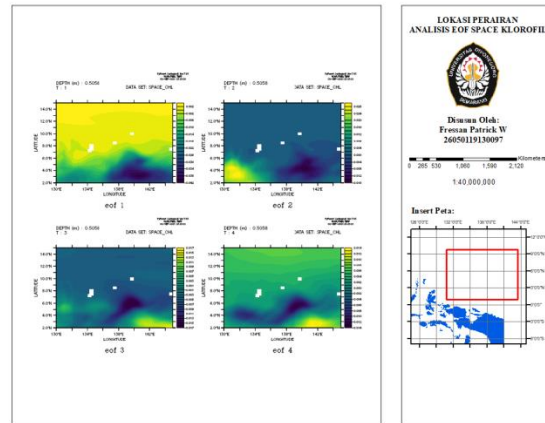


Gambar 3. Hasil Analisis EOF Space Data Arus Permukaan UO



Gambar 4. Hasil Analisis EOF Space Data Arus Permukaan VO

3.3. Data Klorofil



Gambar 5. Hasil Analisis EOF Space Data Klorofil

3.4. Hasil Analisis EOF Stat Data Angin

```
yes? LIST nout
      VARIABLE : EOFSTAT[I=1,J=1]
      FILENAME : cobaangin3.nc
      X         : 1
      Y         : 1
      6237.
yes? LIST/I=1:10 pcts
      VARIABLE : EOFSTAT[I=1:6237,J=2]
      FILENAME : cobaangin3.nc
      SUBSET   : 10 points (X)
      Y       : 2
      2
      2
1 / 1: 55.71
2 / 2: 14.96
3 / 3: 6.35
4 / 4: 4.09
5 / 5: 3.83
6 / 6: 1.98
7 / 7: 1.56
8 / 8: 1.18
9 / 9: 1.08
10 / 10: 0.80
```

```
yes? LIST/I=1:10 eigenv
      VARIABLE : EOFSTAT[I=1:6237,J=3]
      FILENAME : cobaangin3.nc
      SUBSET   : 10 points (X)
      Y       : 3
      3
      3
1 / 1: 48252.
2 / 2: 12959.
3 / 3: 5501.
4 / 4: 3538.
5 / 5: 3317.
6 / 6: 1712.
7 / 7: 1355.
8 / 8: 1025.
9 / 9: 935.
10 / 10: 690.
```

Gambar 6. Hasil Analisis EOF Stat Data Angin U10

```
yes? LIST nout
      VARIABLE : EOFSTAT[I=1,J=1]
      FILENAME : cobaangin3.nc
      X         : 1
      Y         : 1
      6237.
yes? LIST/I=1:10 pcts
      VARIABLE : EOFSTAT[I=1:6237,J=2]
      FILENAME : cobaangin3.nc
      SUBSET   : 10 points (X)
      Y       : 2
      2
      2
1 / 1: 50.81
2 / 2: 13.96
3 / 3: 7.22
4 / 4: 5.18
5 / 5: 3.60
6 / 6: 2.13
7 / 7: 1.82
8 / 8: 1.41
9 / 9: 1.20
10 / 10: 0.87
```

```
yes? LIST/I=1:10 eigenv
      VARIABLE : EOFSTAT[I=1:6237,J=3]
      FILENAME : cobaangin3.nc
      SUBSET   : 10 points (X)
      Y       : 3
      3
      3
1 / 1: 30502.
2 / 2: 8382.
3 / 3: 4336.
4 / 4: 3110.
5 / 5: 2161.
6 / 6: 1280.
7 / 7: 1092.
8 / 8: 848.
9 / 9: 720.
10 / 10: 520.
```

Gambar 7. Hasil Analisis EOF Stat Data Angin V10

3.5. Hasil Analisis EOF Stat Data Arus Permukaan

```
yes? LIST nout
      VARIABLE : EOFSTAT[I=1,J=1]
      DATA SET : Monthly mean fields for product GLOBAL_REANALYSIS_PHY_001_031
      FILENAME : cobaarus5.nc
      X         : 1
      Y         : 1
      DEPTH (m) : 0.5058
      3199.
yes? LIST/I=1:10 pcts
      VARIABLE : EOFSTAT[I=1:3199,J=2]
      DATA SET : Monthly mean fields for product GLOBAL_REANALYSIS_PHY_001_031
      FILENAME : cobaarus5.nc
      SUBSET   : 10 points (X)
      Y       : 2
      DEPTH (m) : 0.5058
      2
      2
1 / 1: 33.13
2 / 2: 20.54
3 / 3: 11.18
4 / 4: 5.10
5 / 5: 3.39
6 / 6: 2.95
7 / 7: 2.37
8 / 8: 1.53
9 / 9: 1.46
10 / 10: 1.25
```

```
yes? LIST/I=1:10 eigenv
      VARIABLE : EOFSTAT[I=1,J=3]
      DATA SET : Monthly mean fields for product GLOBAL_REANALYSIS_PHY_001_031
      FILENAME  : cobaarus5.nc
      SUBSET    : 10 points (X)
      Y        : 3
      DEPTH (m): 0.5058
      3
      3
1 / 1: 69.94
2 / 2: 56.03
3 / 3: 23.60
4 / 4: 10.76
5 / 5: 7.15
6 / 6: 6.24
7 / 7: 5.00
8 / 8: 3.22
9 / 9: 3.08
10 / 10: 2.65
```

Gambar 8. Hasil Analisis EOF Stat Data Arus Permukaan UO

3.6. Hasil Analisis EOF Stat Data Klorofil

```
yes? LIST nout
      VARIABLE : EOFSTAT[I=1,J=1]
      DATA SET : Monthly mean fields for product GLOBAL_REANALYSIS_BIO_001_029
      FILENAME  : cobach14.nc
      X        : 1
      Y        : 1
      DEPTH (m): 0.5058
      3226.
yes? LIST/I=1:10 pcts
      VARIABLE : EOFSTAT[I=1,J=2]
      DATA SET : Monthly mean fields for product GLOBAL_REANALYSIS_BIO_001_029
      FILENAME  : cobach14.nc
      SUBSET    : 10 points (X)
      Y        : 2
      DEPTH (m): 0.5058
      2
      2
1 / 1: 45.20
2 / 2: 13.79
3 / 3: 8.84
4 / 4: 7.80
5 / 5: 3.95
6 / 6: 2.89
7 / 7: 2.07
8 / 8: 2.06
9 / 9: 1.47
10 / 10: 1.38
```

```
yes? LIST/I=1:10 eigenv
      VARIABLE : EOFSTAT[I=1,J=3]
      DATA SET : Monthly mean fields for product GLOBAL_REANALYSIS_BIO_001_029
      FILENAME  : cobach14.nc
      SUBSET    : 10 points (X)
      Y        : 3
      DEPTH (m): 0.5058
      3
      3
1 / 1: 0.5111
2 / 2: 0.1559
3 / 3: 0.1000
4 / 4: 0.0881
5 / 5: 0.0446
6 / 6: 0.0327
7 / 7: 0.0234
8 / 8: 0.0233
9 / 9: 0.0166
10 / 10: 0.0156
```

Gambar 10. Hasil Analisis EOF Stat Data Klorofil

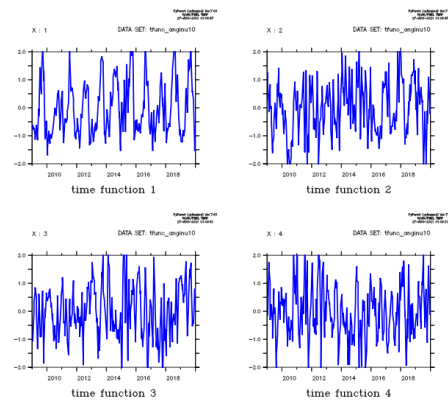
```
yes? LIST nout
      VARIABLE : EOFSTAT[I=1,J=1]
      DATA SET : Monthly mean fields for product GLOBAL_REANALYSIS_PHY_001_031
      FILENAME  : cobaarus5.nc
      X        : 1
      Y        : 1
      DEPTH (m): 0.5058
      3199.
yes? LIST/I=1:10 pcts
      VARIABLE : EOFSTAT[I=1,J=2]
      DATA SET : Monthly mean fields for product GLOBAL_REANALYSIS_PHY_001_031
      FILENAME  : cobaarus5.nc
      SUBSET    : 10 points (X)
      Y        : 2
      DEPTH (m): 0.5058
      2
      2
1 / 1: 24.37
2 / 2: 19.10
3 / 3: 9.68
4 / 4: 6.75
5 / 5: 5.04
6 / 6: 3.80
7 / 7: 3.65
8 / 8: 2.44
9 / 9: 2.29
10 / 10: 1.98
```

```
yes? LIST/I=1:10 eigenv
      VARIABLE : EOFSTAT[I=1,J=3]
      DATA SET : Monthly mean fields for product GLOBAL_REANALYSIS_PHY_001_031
      FILENAME  : cobaarus5.nc
      SUBSET    : 10 points (X)
      Y        : 3
      DEPTH (m): 0.5058
      3
      3
1 / 1: 13.60
2 / 2: 10.66
3 / 3: 5.40
4 / 4: 3.77
5 / 5: 3.26
6 / 6: 2.12
7 / 7: 2.04
8 / 8: 1.36
9 / 9: 1.28
10 / 10: 1.10
```

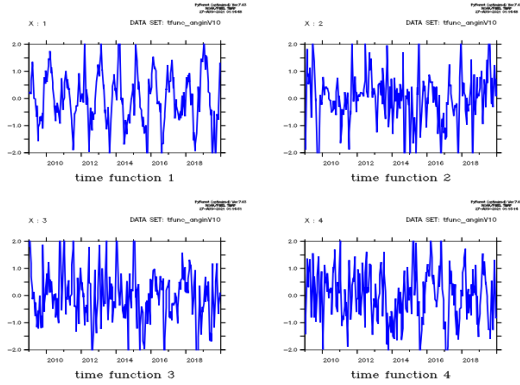
Gambar 9. Hasil Analisis EOF Stat Data Arus Permukaan VO

3.7. Analisis EOF Tfunc

3.7.1. Data Angin

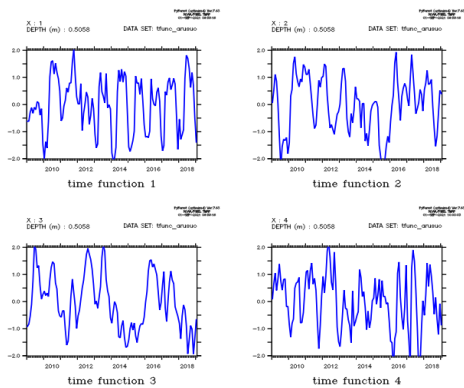


Gambar 11. Hasil Analisis EOF Tfunc Data Angin U10

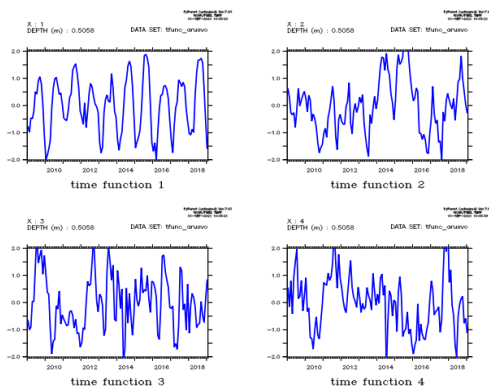


Gambar 12. Hasil Analisis EOF Tfunc Data Angin V10

3.7.2. Data Arus Permukaan

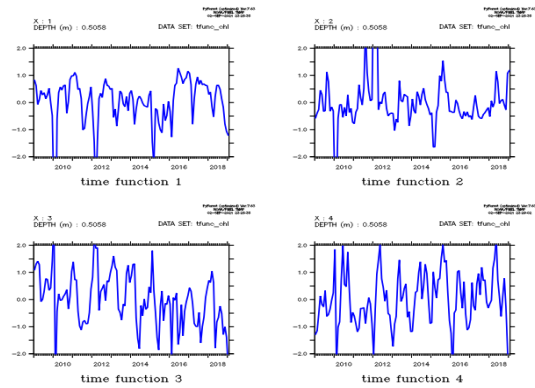


Gambar 13. Hasil Analisis EOF Tfunc Data Arus Permukaan UO



Gambar 14. Hasil Analisis EOF Tfunc Data Arus Permukaan VO

3.7.3. Tfunc Data Klorofil



Gambar 16. Hasil Analisis EOF Tfunc Data Klorofil

4. PEMBAHASAN

Pengolahan data pada penelitian ini menggunakan FERRET yang dimana merupakan salah satu bahasa pemrograman yang digunakan untuk mengolah data yang khususnya pada bidang kelautan dan meteorologi. FERRET biasa digunakan oleh NOAA untuk mengolah data-data kelautan atau meteorologi. Data parameter oseanografi tersebut nantinya akan diolah menggunakan analisis EOF. Analisis EOF sendiri dilakukan untuk menentukan pola dominan pada data-data oseanografi. Pola dominan yang dimaksud dalam hal ini merupakan pola fenomena iklim yang terjadi. Analisis EOF akan mereduksi data seperti angin, arus, dan klorofil menjadi beberapa mode EOF. Mode mode EOF terdiri dari 3 jenis yaitu, EOF Space, EOF Stat, dan EOF Tfunc. EOF Space digunakan untuk mengembalikan nilai vektor eigen EOF. EOF Space juga dapat disebut sebagai EOF spasial dalam bentuk x dan y dengan memiliki nilai unit yang sama dengan data yang digunakan. Selain itu EOF Stat digunakan untuk menampilkan statistik pada perhitungan EOF. EOF Stat terdiri dari 3 modul yaitu, modul 1 ($j=1$) yang digunakan untuk menampilkan jumlah EOF yang diskalkan, modul 2 ($j=2$) yang digunakan untuk menampilkan presentase varian yang dijelaskan pada setiap EOF,

dan modul 3 ($j=3$) yang digunakan untuk menampilkan nilai eigen dari setiap EOF. Dan EOF Tfunc digunakan untuk menampilkan fungsi amplitudo waktu EOF.

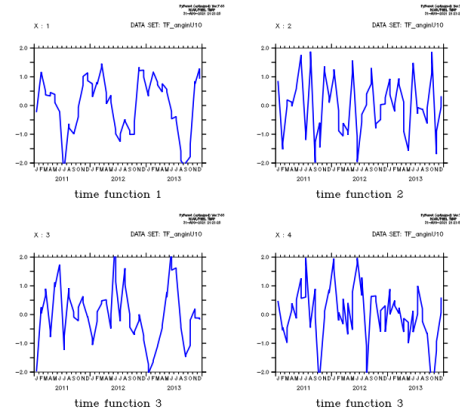
Data yang digunakan untuk menganalisis EOF harus berformat NetCDF. Data-data parameter yang digunakan untuk menentukan fenomena iklim yang terjadi minimal memiliki rentang waktu yang lebih panjang daripada rentang waktu terjadinya fenomena iklim tersebut. Pada penelitian ini data yang digunakan memiliki rentang waktu 10 tahun. Dari rentang waktu tersebut terdapat berbagai fenomena iklim yang dapat terjadi pada Perairan Utara Papua. Fenomena iklim yang terjadi dapat berupa fenomena interannual, intraseasonal, dan musiman. Fenomena interannual dapat juga disebut sebagai fenomena antar tahunan. Fenomena interannual terdiri dari peristiwa seperti ENSO dan IOD yang dimana terjadi pada periode waktu yang bertahun-tahun. Peristiwa ENSO dan IOD sangat berpengaruh secara langsung terhadap perairan Indonesia yang berada di ekuator Samudera Pasifik dan Hindia. Peristiwa ENSO mempengaruhi curah hujan di Indonesia dimana pada saat El-Nino curah hujan menurun dan suhu udara meningkat. Ketika terjadi El Nino tekanan udara di Barat Pasifik lebih tinggi dari tekanan udara di sisi Timur. Perbedaan tekanan ini mengakibatkan pelemahan angin pasat yang pada gilirannya akan berbalik berhembus ke arah Timur. Hembusan angin ini menyebabkan perpindahan kolam air hangat (*warm water pool*), dari posisi semula yang berada di sebelah Barat Samudera Pasifik di atas Pulau Papua bergeser ke tengah Samudera Pasifik (Rachman *et al.*, 2019). *Warm pool* akan membawa konsentrasi klorofil-a yang cukup tinggi sehingga dengan menggunakan data klorofil akan terlihat fenomena yang sedang terjadi pada perairan tersebut. Pada fenomena intraseasonal yang merupakan fenomena yang terjadi setiap 30 hingga 90 hari. Fenomena intraseasonal yang biasa terjadi yaitu fenomena *Madden Julian Oscillation* (MJO) dimana fenomena ini

mempengaruhi cuaca dan iklim global. Fenomena ini terkait langsung dengan pembentukan kolam panas di Samudra Hindia bagian timur dan Samudra Pasifik bagian barat sehingga pergerakan MJO ke arah timur bersama angin baratan (*westerly wind*) sepanjang ekuator selalu diikuti dengan konveksi awan kumulus tebal (Evana *et al.*, 2008). Awan kumulus yang tebal akan menyebabkan cuaca menjadi buruk karena jenis awan ini menghasilkan petir dan es yang menimbulkan adanya badai. Dengan adanya jenis awan kumulus ini akan menimbulkan fenomena siklon tropis. Selain itu juga fenomena musiman yang mempengaruhi iklim yaitu fenomena angin muson. Fenomena ini terjadi akibat adanya perbedaan pemanasan antara belahan bumi bagian utara dengan bumi bagian selatan. Secara umum, angin muson dibagi menjadi dua jenis yaitu, angin muson barat dan angin muson timur. Pada musim barat angin bertiup dari Benua Asia yang sedang berlangsung musim dingin menuju ke Benua Australia yang sedang berlangsung musim panas. Sedangkan pada musim timur angin bertiup dari Benua Australia yang sedang berlangsung musim dingin menuju ke Benua Asia yang sedang berlangsung musim panas. Angin muson yang terjadi terbagi menjadi musim barat, musim timur, musim peralihan 1, dan musim peralihan 2. Musim barat terjadi pada bulan Desember, Januari, dan Februari, sedangkan musim timur terjadi pada bulan Juni, Juli, dan Agustus. Pada musim peralihan 1 yang merupakan perpindahan dari musim barat menuju musim timur yang terjadi pada bulan Maret, April, dan Mei, sedangkan pada musim peralihan 2 yang merupakan perpindahan dari musim timur menuju musim barat yang terjadi pada bulan September, Oktober, dan November (Labania *et al.*, 2018).

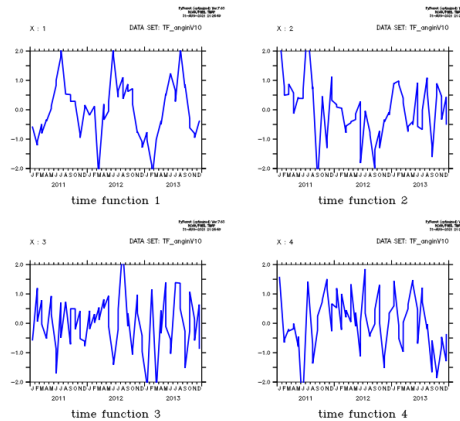
Berdasarkan hasil analisis EOF yang dilakukan pada data angin U10 yang merupakan data angin yang bergerak dari timur ke arah barat dan V10 yang merupakan data angin yang bergerak dari utara ke selatan, diperoleh hasil EOF Space, EOF Stat, dan EOF Tfunc. Hasil

analisis EOF Stat data angin U10 modul 2 menunjukkan presentase varian pada EOF 1 yaitu 55.71%, pada EOF 2 yaitu 14.96%, pada EOF 3 yaitu 6.45%, pada EOF 4 yaitu 4.09%, pada EOF 5 yaitu 3.83%, pada EOF 6 yaitu 1.98%, pada EOF 7 yaitu 1.56%, pada EOF 8 yaitu 1.18%, pada EOF 9 yaitu 1.08%, dan pada EOF 10 yaitu 0.8%. Pada data angin V10, analisis EOF Stat modul 2 menunjukkan presentase pada EOF 1 yaitu 50.81%, pada EOF 2 yaitu 13.96%, pada EOF 3 yaitu 7.22%, pada EOF 4 yaitu 5.18%, pada EOF 5 yaitu 3.6%, pada EOF 6 yaitu 2.13%, pada EOF 7 yaitu 1.82%, pada EOF 8 yaitu 1.41%, pada EOF 9 yaitu 1.2%, dan pada EOF 10 yaitu 0.87%. Presentase varian pada analisis EOF untuk data angin U10 dan V10 dapat terlihat bahwa pola dominan yang terjadi yaitu fenomena yang terjadi pada EOF 1 diikuti EOF 2, EOF 3, dan EOF 4. Jika dilihat dari bentuk spasialnya atau EOF Space, dapat terlihat pada hasil EOF 1 Perairan Utara Papua terbagi menjadi dua pola warna yang dimana pada bagian utara memiliki warna kuning dan bagian selatan memiliki warna biru. Pola tersebut menunjukkan bahwa data angin U10 untuk EOF 1 pada Perairan Utara Papua dipengaruhi oleh pola musiman yang berarti perairan tersebut sangat dipengaruhi oleh musim angin muson. Hal tersebut juga ditemukan pada EOF 2 yang memiliki dua bentuk pola yang membagi Perairan Utara Papua. Sedangkan pada EOF 3 dan 4 terdapat tiga bentuk pola yang menunjukkan bahwa adanya fenomena MJO yang terjadi namun pengaruhnya terhadap Perairan Utara Papua tidak terlalu signifikan. Jika ditinjau dari hasil analisis EOF Tfunc, grafik hasil EOF membentuk grafik sinusoidal dalam waktu 10 tahun yang menandakan jika adanya fenomena iklim yang terjadi secara konstan pada kurun waktu 10 tahun. Hal tersebut menunjukkan adanya fenomena iklim yang terjadi yaitu fenomena interannual seperti fenomena ENSO. Jika waktu pada hasil EOF Tfunc diperpendek menjadi 2 tahun, dapat terlihat jika terbentuk grafik sinusoidal yang menandakan apabila Perairan Utara Papua juga didominasi oleh pola iklim musiman

dan pola iklim intraseasonal seperti fenomena MJO. Dari hasil analisis EOF yang dilakukan, data angin pada arah U10 didominasi oleh fenomena iklim ENSO, angin muson, dan MJO.



Gambar 17. Hasil Analisis EOF Tfunc Data Angin U10 Selama 2 Tahun



Gambar 18. Hasil Analisis EOF Tfunc Data Angin V10 Selama 2 Tahun

Berdasarkan hasil analisis EOF yang dilakukan pada data arus permukaan UO yang merupakan data vektor yang bergerak dari timur ke arah barat dan VO yang merupakan data vektor yang bergerak dari utara ke selatan. Hasil analisis EOF Stat data arus permukaan UO modul 2 menunjukkan presentase varian pada EOF 1 yaitu 33.13%, pada EOF 2 yaitu 26.54%, pada EOF 3 yaitu 11.18%, pada EOF 4 yaitu 5.1%, pada EOF 5 yaitu 3.39%, pada EOF 6 yaitu 2.95%, pada EOF 7 yaitu 2.37%, pada EOF 8 yaitu 1.53%, pada EOF 9 yaitu 1.46%, dan pada EOF 10 yaitu

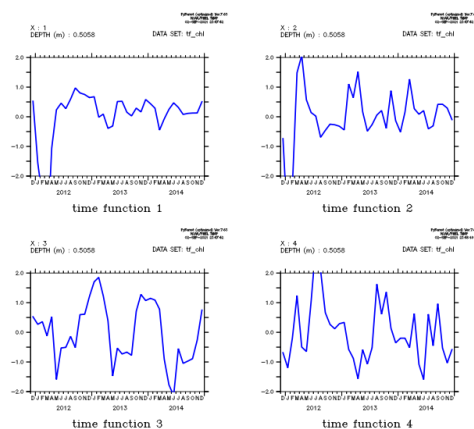
1.25%. Pada data arus permukaan VO, analisis EOF Stat modul 2 menunjukkan presentase pada EOF 1 yaitu 24.37%, pada EOF 2 yaitu 19.1%, pada EOF 3 yaitu 9.68%, pada EOF 4 yaitu 6.75%, pada EOF 5 yaitu 5.84%, pada EOF 6 yaitu 3.8%, pada EOF 7 yaitu 3.65%, pada EOF 8 yaitu 2.44%, pada EOF 9 yaitu 2.29%, dan pada EOF 10 yaitu 1.98%. Presentase varian pada analisis EOF untuk data arus permukaan UO dan VO dapat terlihat bahwa pola dominan yang terjadi pada EOF 1 dan EOF 2 memiliki perbedaan yang kecil begitu pula dengan EOF 3 dan EOF 4. Jika dilihat dari bentuk spasial data arus permukaan UO, dapat terlihat pada hasil EOF 1, EOF 2, EOF 3 dan EOF 4 pada Perairan Utara Papua terbagi menjadi tiga pola warna. Pola tersebut menunjukkan bahwa data arus permukaan UO pada Perairan Utara Papua dipengaruhi oleh fenomena iklim intraseasonal yaitu fenomena MJO. Pada data arus permukaan VO, dapat terlihat pada EOF 1 terbentuk pola 2 pola warna yang dapat menunjukkan adanya fenomena iklim musiman seperti angin muson. Sedangkan pada EOF 2, EOF 3, dan EOF 4 membentuk 3 pola warna yang menunjukkan adanya fenomena intraseasonal yaitu fenomena MJO. Jika ditinjau dari hasil analisis EOF Tfunc, grafik hasil EOF pada data arus permukaan UO dan VO membentuk grafik sinusoidal dalam waktu 10 tahun. Hal tersebut menunjukkan adanya fenomena iklim yang terjadi yaitu fenomena interannual seperti fenomena ENSO. Dari hasil analisis EOF yang dilakukan, data arus permukaan UO dan VO didominasi oleh fenomena iklim ENSO dan MJO.

Data-data arus permukaan dan angin yang digunakan merupakan data reanalysis. Data-data tersebut telah diolah dan dilakukan koreksi oleh ECMWF sehingga data yang digunakan bukan data yang benar-benar asli karena terdapat data-data berukuran yang dibuang. Hal tersebut menyebabkan data-data arus permukaan dan angin tidak terlalu akurat apabila digunakan untuk memprediksi fenomena iklim yang terjadi. Oleh sebab itu, digunakan

data klorofil berupa data analysis yang tidak dikoreksi, sehingga data tersebut lebih akurat untuk digunakan dibandingkan dengan data arus permukaan dan data angin. Hal tersebut disebabkan data klorofil memiliki detail data yang lebih lengkap karena tidak dilakukan koreksi terhadap data klorofil. Data klorofil yang digunakan harus berada pada daerah case-1 yang berada di tengah-tengah Perairan Utara Papua agar data klorofil yang digunakan tidak terganggu oleh pengaruh daratan dan pengaruh sungai. Hal tersebut dikarenakan jumlah nutrient pada perairan yang berada di dekat daratan sangat dipengaruhi oleh adanya sungai. Nutrient yang dibawa oleh sungai akan bercampur dengan nutrient yang ada di laut sehingga kadar klorofil-a akan semakin meningkat apabila berada di perairan dekat dengan daratan. Sedangkan kadar klorofil-a pada laut lepas akan konstan karena tidak dipengaruhi adanya nutrient dari sungai, sehingga kadar klorofil-a pada laut lepas akan sangat dipengaruhi oleh adanya arus laut dan angin yang dimana nantinya arus laut dan angin tersebut dapat terjadi karena adanya fenomena iklim.

Berdasarkan hasil analisis EOF yang dilakukan pada data klorofil Perairan Utara Papua, hasil analisis EOF Stat data klorofil modul 2 menunjukkan presentase varian pada EOF 1 yaitu 45.2%, pada EOF 2 yaitu 13.79%, pada EOF 3 yaitu 8.84%, pada EOF 4 yaitu 7.8%, pada EOF 5 yaitu 3.95%, pada EOF 6 yaitu 2.89%, pada EOF 7 yaitu 2.07%, pada EOF 8 yaitu 2.06%, pada EOF 9 yaitu 1.47%, dan pada EOF 10 yaitu 1.38%. Presentase varian pada analisis EOF untuk data klorofil dapat terlihat bahwa pola dominan yang terjadi pada EOF 1 dan EOF 2. Jika dilihat dari bentuk spasial data klorofil, dapat terlihat pada hasil EOF 1 bagian Perairan Utara Papua dibagi menjadi dua bagian yang menunjukkan adanya fenomena iklim musiman seperti angin muson. Jika ditinjau dari hasil analisis EOF Tfunc, grafik hasil EOF membentuk grafik sinusoidal dalam waktu 10 tahun. Hal tersebut menunjukkan adanya fenomena iklim yang terjadi yaitu

fenomena interannual seperti fenomena ENSO. Jika waktu pada hasil EOF Tfunc diperpendek menjadi 2 tahun, dapat terlihat jika terbentuk grafik sinusoidal yang menandakan apabila Perairan Utara Papua juga didominasi oleh pola iklim musiman dan pola iklim intraseasonal seperti angin muson dan fenomena MJO. Dari hasil analisis EOF yang dilakukan, data klorofil didominasi oleh fenomena iklim ENSO, angin muson, dan MJO.



Gambar 19. Hasil Analisis EOF Tfunc Data Klorofil Selama 2 Tahun

5. KESIMPULAN

Analisis EOF yang dilakukan pada parameter kondisi Perairan Utara Papua menggunakan bahasa pemrograman FERRET dengan memasukkan perintah perintah untuk menjalankan perhitungan analisis. Analisis EOF terbagi menjadi 3 jenis yaitu analisis EOF Space, EOF Stat, dan EOF Tfunc. Analisis EOF Space merupakan analisis EOF spasial dalam bentuk x dan y dengan memiliki nilai unit yang sama dengan data yang digunakan dan berfungsi untuk mengembalikan nilai vektor eigen EOF. Analisis EOF Stat digunakan untuk menampilkan statistik pada perhitungan EOF. EOF Stat terdiri dari 3 modul yaitu, modul 1 ($j=1$) yang digunakan untuk menampilkan jumlah EOF yang diskalakan, modul 2 ($j=2$) yang digunakan untuk menampilkan presentase varian yang dijelaskan pada setiap EOF, dan modul 3 ($j=3$) yang digunakan untuk

menampilkan nilai eigen dari setiap EOF. Analisis EOF Tfunc merupakan analisis EOF temporal yang digunakan untuk menampilkan fungsi amplitudo waktu EOF.

Pada Perairan Utara Papua jika ditinjau dari kondisi parameter perairannya seperti angin, arus permukaan, dan klorofil, fenomena iklim yang terjadi berupa peristiwa ENSO, angin muson, dan fenomena MJO. Fenomena tersebut dapat mempengaruhi arus permukaan, angin, dan kadar klorofil yang ada pada Perairan Utara Papua. Dengan adanya fenomena iklim tersebut, kondisi cuaca dan iklim pada Perairan Utara Papua akan menjadi berbeda dengan cuaca pada perairan lainnya.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Evana, L., Effendy, S., & Hermawan, E. 2008. Pengembangan Model Prediksi Madden Julian Oscillation (MJO) Berbasis Pada Hasil Analisis Data Real TIME Multivariate MJO (Rmm1 dan Rmm2). *Agromet*, 22(2): 144-159.
- Filaili, R. B. 2018. Analisa Fenomena ENSO di Perairan Indonesia Menggunakan Data Altimetri Topex/Poseidon dan Jason Series Tahun 1993-2018. *Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember*.
- Gross, M. G. 1990. *Oceanography: A View of Earth*. Prentice Hall, Inc. Englewood Cliff. *New Jersey*.
- Hadiyanti, A., & Jatmiko, R. H. 2014. Kajian Karakteristik Oseanografi di Perairan Utara Papua pada Tahun 2010-2012 Menggunakan Citra Modis. *Jurnal Bumi Indonesia*, 3(4).
- Hankin, S., Callahan, J., Manke, A., O'Brien, K., Li, J. 2007. *Ferret User's Guide Version 6.02*. NOAA/PMEL/TMAP.
- Harsono, G. 2014. Kajian Pusaran Arus Halmahera (Halmahera Eddy) Menggunakan Data Satelit

- Multisensor dan Hidrografi Serta Kaitannya Dengan Produktivitas Cakalang (*Katsuwonus pelamis*). *Bogor: Institut Pertanian Bogor*
- Hatta, M. 2014. Hubungan Antara Parameter Oseanografi Dengan Kandungan Klorofil-A Pada Musim Timur Di Perairan Utara Papua. *Marina Chimica Acta*, 24(3).
- Labania, H. M., Sunarto, S., & Khakhim, N. 2018. Variabilitas Musiman Gelombang dan Arus Laut di Perairan Pantai Lembasada, Kabupaten Donggala. *Gravitasi*, 17(1).
- Loupatty, G. 2013. Karakteristik Energi Gelombang Dan Arus Perairan Di Provinsi Maluku. *Jurnal Berekeng*, 7(1): 19-22.
- Lubis, M. Z., Silaban, R. D., Siboro, A. T., Siahaan, F. A. G., & Anurogo, W. 2018. Pengaruh Kondisi Oseanografi Terhadap Perubahan Iklim di Daerah Perairan Batu Ampar, Kepulauan Riau. *Jurnal Kelautan: Indonesian Journal of Marine Science and Technology*, 11(2): 191-199.
- Luhwahyudin, M., Suntoyo, S., & Citrosiswoyo, W. 2012. Analisa Perubahan Garis Pantai Tegal dengan Menggunakan Empirical Orthogonal Function (EOF). *Jurnal Teknik ITS*, 1(1): 182-185.
- Rachman, M. A. S., Irawan, A. M., & Akbar, D. 2019. Analisis Dampak Karakteristik El Niño Terhadap Variasi Awal Musim Menggunakan Metode Peluang Kejadian Bersyarat di Provinsi Nusa Tenggara Barat. *Statmat: Jurnal Statistika dan Matematika*, 1(1): 63-77.
- Ratnawati, H. I., Hidayat, R., Bey, A., & June, T. 2017. Upwelling di Laut Banda dan Pesisir Selatan Jawa serta hubungannya dengan ENSO dan IOD. *Omni-Akuatika*, 12(3).
- Robial, S. M., Nurdianti, S., & Sopaheluwakan, A. 2016. Analisis Empirical Orthogonal Function (Eof) Berbasis Eigen Value Problem (EVP) Pada Dataset Suhu Permukaan Laut Indonesia. *Journal of Mathematics and Its Applications*, 15(1): 1-12.
- Rusmayadi, G., dan Salawati, U. 2017. Penggunaan Regresi Kuadrat Terkecil Parsial (PLs) Untuk Mengatasi Kolinieritas Dan Pemanfaatannya Untuk Prediksi Curah Hujan Monson Berdasarkan Data GCM (Global Circulation Model). *Agroscentiae*, 16(3): 161-204.
- Surinati, D., & Corvianawatie, C. 2019. Dinamika Massa Air di Sekitar Pulau-Pulau Kecil Terluar (PPKT) Perairan Utara Papua. *OLDI (Oseanologi dan Limnologi di Indonesia)*, 4(3): 187-203.
- Windayati, R., & Surinati, D. 2016. Fenomena Madden-Julian Oscillation (MJO). *Oseana*, 41(3), 35-43.

