

Analisis *Empirical Orthogonal Function* (EOF) pada Data Sigma-t (σ_t) di Laut Arafura

A Mardiah¹, Sakka¹, M A H Assegaf¹

¹ Geophysics Department, Hasanuddin University, Jalan Perintis Kemerdekaan KM 10, Tamalanrea, Makassar, 90245

Email: ainulmardiah476@gmail.com

Abstrak. *Empirical Orthogonal Function* (EOF) merupakan suatu metode yang digunakan untuk menentukan pola-pola dominan yang ditentukan oleh data. Tujuan dari metode ini adalah mereduksi data yang berukuran besar menjadi beberapa mode EOF tanpa menghilangkan informasi dari data asli. Adapun tujuan dari penelitian ini adalah menganalisis pola – pola dominan dari data sigma-t (σ_t) secara spasial dan temporal di Laut Arafura pada kedalaman 0,5 m selama 132 bulan. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan data model terdiri dari data suhu dan salinitas keluaran dari *Copernicus Marine Environment Monitoring Service* (CMEMS). Data suhu dan salinitas kemudian digunakan untuk memperoleh data sigma-t (σ_t). Hasil analisis terhadap data memperoleh tiga mode EOF terbesar dari 6 komponen utama atau mode EOF yang diperoleh dengan total persentase varians sebesar 89,9%. Dengan demikian, diperoleh tiga pola dominan secara spasial dan temporal. Mode EOF pertama diperoleh 58,2% dari total persentase varians, mode kedua dan ketiga masing-masing diperoleh 21,4% dan 10,3%. Secara spasial anomali sigma-t (σ_t) pada mode 1 ditemukan variabilitas anomali sigma-t (σ_t) yang cukup tinggi pada sisi bagian utara perairan dan anomali sigma-t (σ_t) rendah pada sisi bagian selatan perairan. Pada mode 2 anomali sigma-t (σ_t) tertinggi ditemukan pada sisi bagian timur perairan Laut Arafura. Hal ini menunjukkan, massa air bergerak dari bagian utara perairan Laut Arafura menuju ke selatan kemudian membelok ke arah barat perairan. Dan pada mode 3 anomali sigma-t (σ_t) menunjukkan sebagian besar perairan Laut Arafura didominasi dengan variabilitas anomali sigma-t (σ_t) negatif. Secara temporal anomali sigma-t (σ_t) tertinggi terjadi pada tahun 2013 pada mode 1, tahun 2008 dan 2010 pada mode 2 dan mode 3.

Kata Kunci: EOF, Sigma-t (σ_t), Laut Arafura, CMEMS

1. Latar Belakang

Bentuk geografis Indonesia yang berupa kepulauan dan posisinya yang diapit oleh dua samudera yaitu Samudera Pasifik dan Samudera Hindia yang berperan sebagai kanal penghubung yang mengalirkan massa air antara kedua samudera tersebut. Para peneliti menamakan kanal penghubung tersebut dengan sebutan Arus Lintas Indonesia (Arlindo) atau dikenal dengan *The Indonesian Throughflow* yang membawa massa air dari Samudera Pasifik menuju Samudera Hindia yang cenderung lebih dingin melalui perairan Indonesia [1].

Laut Arafura merupakan salah satu perairan yang terletak dibagian timur Indonesia yang dikenal dengan suberdaya perikanannya, hal ini dikarenakan adanya fenomena upwelling yang terjadi. Arus dan transpor massa air utama yang terbentuk dari permukaan hingga dasar laut sangat dinamis, arus tersebut secara umum menyebabkan transpor massa air secara horizontal dan sirkulasi vertikal [5]. Oleh karena itu, informasi tentang parameter oseanografi dalam penelitian ini yaitu sigma-t (σ_t) diperlukan untuk mempelajari pola arus disuatu perairan. *Empirical Orthogonal Function* (EOF) merupakan salah satu metode yang dapat digunakan untuk mengetahui pola dominan sigma-t (σ_t) secara spasial maupun temporal dengan mereduksi data dengan kapasitas yang besar menjadi beberapa mode EOF. Dimana, pola spasial dibentuk dari proyeksi vektor eigen terhadap data asli, sedangkan pola temporal diperoleh berdasarkan vektor eigen hasil reduksi dari data asli. Adapun perolehan nilai eigen digunakan sebagai kontribusi persentase varians untuk setiap mode EOF.

Sehingga, tujuan dari penelitian ini adalah menganalisis pola dominan dari data sigma-t (σ_t) secara spasial dan temporal pada kedalaman 0,5 m menggunakan metode *Empirical Orthogonal Function* (EOF) di Laut Arafura selama 132 bulan.

1.1 Suhu

Suhu merupakan salah satu parameter air laut yang sangat penting. Suhu adalah suatu besaran fisika yang menyatakan banyaknya bahang (*heat*) yang terkandung dalam suatu benda. Suhu pada umumnya diukur dalam satuan derajat Celcius ($^{\circ}\text{C}$). Sinar matahari merupakan sumber bahang bagi perairan [7]. Pancaran energi matahari yang sampai ke permukaan laut akan diserap oleh massa air. Pada umumnya perairan yang banyak menerima bahang dari matahari adalah daerah yang terletak pada daerah lintang rendah dan akan semakin berkurang bila letaknya semakin mendekati kutub. Suhu air laut di daerah sekitar khatulistiwa pada umumnya tinggi [6].

1.2 Salinitas

Salinitas merupakan parameter fisika laut yang sangat penting selain suhu. salinitas menunjukkan jumlah gram garam terlarut yang terkandung dalam satu kilogram air laut. Salinitas merupakan salah satu parameter yang dapat dimanfaatkan dalam mempelajari karakteristik massa air suatu perairan [4]. Sebaran salinitas lebih bervariasi dibandingkan dengan sebaran suhu pada umumnya di kawasan tropis [8]. Sebaran salinitas di laut dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti presipitasi, evaporasi, masukan air tawar (*run off*), proses pengadukan (*mixing*), serta perubahan arus akibat pergantian musim [3].

1.3 Densitas

Densitas (ρ) didefinisikan sebagai massa per unit volume dengan unit (kg/m^3). Stewart (2003) menyatakan densitas di laut tidak dapat diukur secara langsung melalui suatu alat ukur. Densitas diukur menggunakan data suhu, salinitas, dan tekanan yang diukur secara langsung. Perhitungan ini memiliki ketelitian sampai lima angka di belakang koma. Pada umumnya nilai densitas air pada permukaan laut berkisar $1027 \text{ kg}/\text{m}^3$. Agar lebih praktis dan karena perubahan nilai densitas hanya dalam dua digit terakhir, maka para ilmuwan menggunakan suatu kuantitas yang disebut sebagai sigma (s, t, p) yang merupakan fungsi dari suhu, salinitas, dan tekanan [1] :

$$\sigma (s,t,p) = [\rho (s,t,p) - 1000] \text{ kg}/\text{m}^3 \quad (1)$$

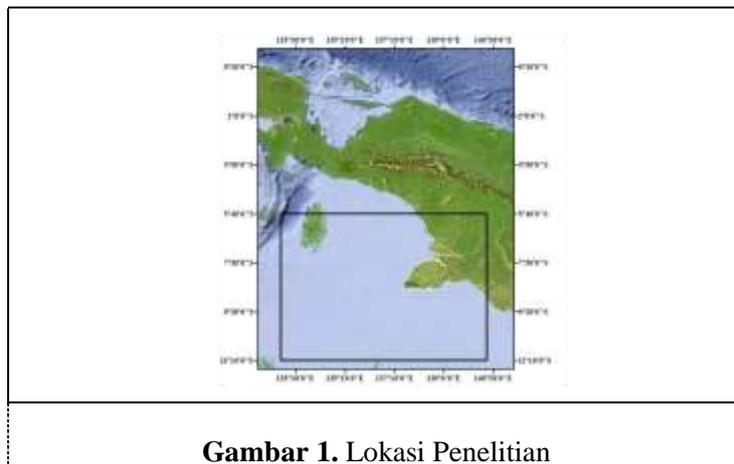
$\rho (s,t,p)$ adalah densitas in situ yang merupakan fungsi dari salinitas, suhu, dan tekanan.

Densitas air laut akan meningkat akibat dari peningkatan nilai salinitas dan tekanan serta penurunan nilai suhu. Secara tidak langsung, perubahan nilai densitas dipengaruhi oleh faktor-faktor yang mempengaruhi nilai suhu dan salinitas. Proses pemanasan yang terjadi di suatu permukaan laut dapat

menyebabkan perubahan pada nilai densitasnya. Densitas air laut lebih besar dari air murni disebabkan terdapatnya kandungan air garam dalam air laut. Seperti halnya lapisan termoklin pada pelapisan suhu dan lapisan haloklin pada pelapisan salinitas, pelapisan densitas pada suatu perairan akan menghasilkan lapisan piknoklin. Densitas pada lapisan piknoklin mengalami peningkatan yang drastis seiring meningkatnya kedalaman [1].

2. Data dan Metode Penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data model keluaran dari *Copernicus Marine and Environment Monitoring Service* (CMEMS) yang diakses melalui situs <http://marine.copernicus.eu> dengan format *Network Common Data File* (NetCDF). Data ini merupakan data global bulanan berawal dari bulan Januari 1993 sampai Desember 2018 dan dalam format data ini terdapat komponen data berupa data suhu, salinitas, letak bujur (*longitude*) dan lintang (*latitude*), waktu perbulan dan kedalaman. Data sigma-t (σ_t) diperoleh dari pengolahan data suhu dan salinitas. Pada penelitian ini akan dibatasi wilayah data, rentang waktu, dan kedalaman. Dimana, cakupan data yang akan digunakan pada penelitian ini hanya wilayah Laut Arafura yang dibatasi pada wilayah antara 5° - 11° LS dan 133° - 140° BT pada lapisan permukaan (kedalaman 0,5 m). Adapun rentang waktu yang akan diteliti yaitu selama 132 bulan dari bulan Januari 2008 sampai Desember 2018.



Gambar 1. Lokasi Penelitian

Selanjutnya, pengolahan data dilakukan dengan menggunakan metode *Empirical Orthogonal Function* (EOF) untuk memperoleh sebaran spasial dan temporal. Tujuan dari EOF adalah mendekomposisi data yang mewakili ruang – waktu pada bidang $X(t,s)$, dimana t dan s ditandai dengan waktu dan posisi ruang, persamaan EOF sebagai berikut [2]:

$$X(t,s) = \sum_{k=1}^M c_k(t)u_k(s) \quad (2)$$

dimana M adalah jumlah mode yang terdapat pada bilangan, menggunakan suatu set optimal dari fungsi ruang $u_k(s)$ dan ekspansi dari fungsi waktu $c_k(t)$. Analisis EOF dapat didefinisikan sebagai berikut, setelah data anomali matriks ditentukan, selanjutnya mendefinisikan matriks kovarians sebagai berikut:

$$S = \frac{1}{n} X' T X' \quad (3)$$

Tujuan dari analisis EOF adalah menemukan kombinasi linear yang berkorelasi pada variable variable berbeda yang dapat menjelaskan varians maksimum, dengan mencari satu unit panjang arah $u = (u_1, \dots, u_p)^T$ sehingga Xu memiliki variabilitas maksimum yang menghasilkan:

$$\max(u^T S u) \text{ dengan } u^T u = 1 \quad (4)$$

Oleh karena ini, EOF ditentukan sebagai solusi untuk nilai eigen seperti pada persamaan berikut:

$$S u = \lambda^2 u \quad (5)$$

Setelah menemukan elemen eigen pada matriks kovarians pada persamaan (3), maka nilai eigen diurutkan menjadi $\lambda_1^2 \geq \lambda_2^2 \dots \geq \lambda_p^2$. Nilai varians dapat dihitung dalam bentuk persentase sebagai berikut:

$$\frac{100 \lambda_k^2}{\sum_{k=1}^p \lambda_k^2} \% \quad (6)$$

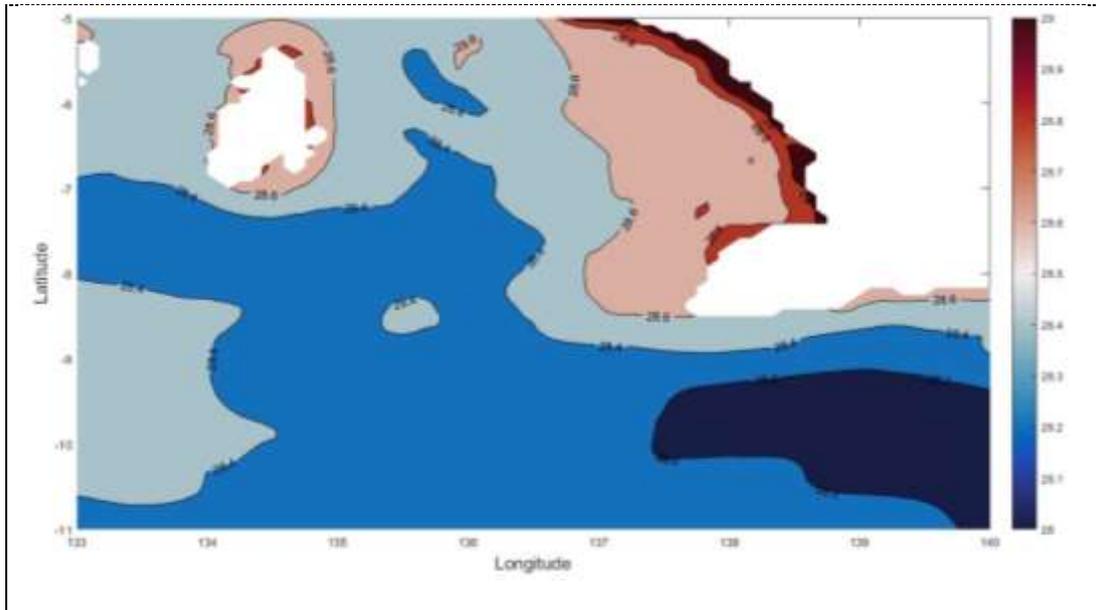
Anomali X pada EOF ke- k yaitu $u_k = (u_{k1}, u_{k2}, \dots, u_{kp})^T$, misalkan $a_k = X u_k$ adalah komponen utama ke- k maka komponen a_{tk} , $t = 1, \dots, n$ adalah sebagai berikut:

$$a_{tk} = \sum_{j=1}^p X'_{tj} u_{kj} \quad (7)$$

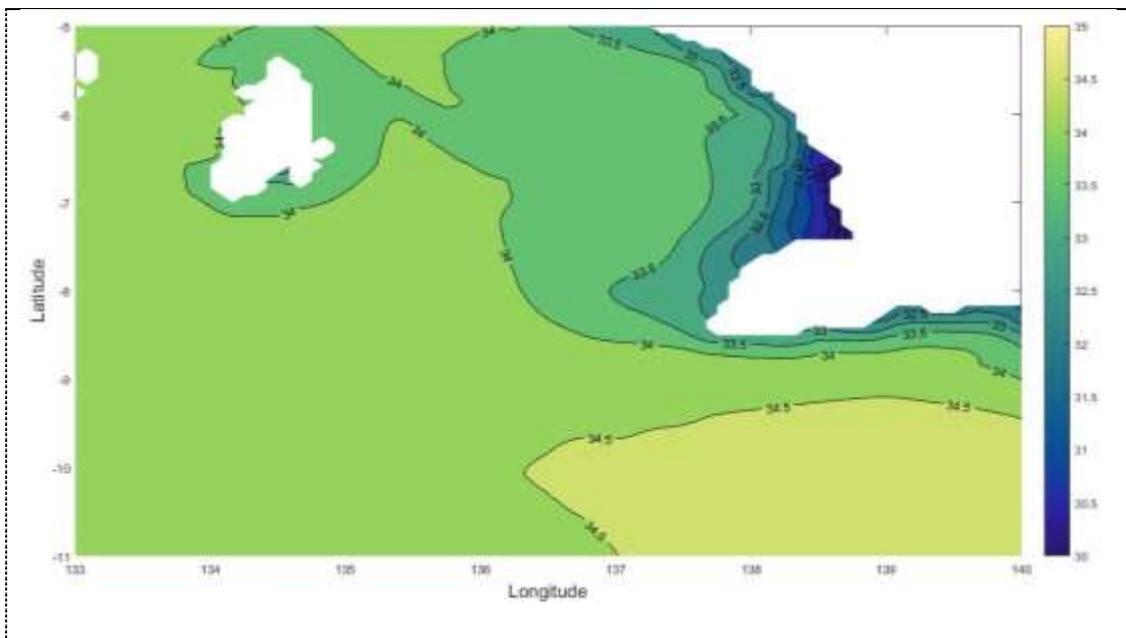
3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Sebaran Spasial Suhu dan Salinitas

Pada **Gambar 2** menunjukkan sebaran spasial rata-rata suhu selama 132 bulan dari bulan Januari tahun 2008 sampai bulan Desember tahun 2018 yang berkisar antara 28,2 sampai 29°C. Dari pola sebaran spasial tersebut juga menunjukkan bahwa rata-rata suhu di Laut Arafura pada kedalaman 0,5 m didominasi dengan variabilitas suhu yang berkisar antara 28,4 sampai 28,6°C. Sedangkan, Pada **Gambar 3** menunjukkan sebaran spasial rata-rata salinitas selama 132 bulan dari bulan Januari tahun 2008 sampai bulan Desember tahun 2018 yang berkisar antara 30,5 sampai 34,5 psu. Dari pola sebaran spasial tersebut juga menunjukkan bahwa rata-rata salinitas di Laut Arafura pada kedalaman 0,5 m didominasi dengan variabilitas salinitas yang berkisar antara 33,5 sampai 34,5 psu. Dari hasil pengolahan data suhu dan salinitas tersebut kemudian digunakan untuk memperoleh data sigma-t (σ_t) secara spasial yang ditampilkan pada **Gambar 4**.



Gambar 2. Sebaran Spasial Rata-Rata Suhu Selama 132 Bulan dari Bulan Januari Tahun 2008 sampai Desember 2018



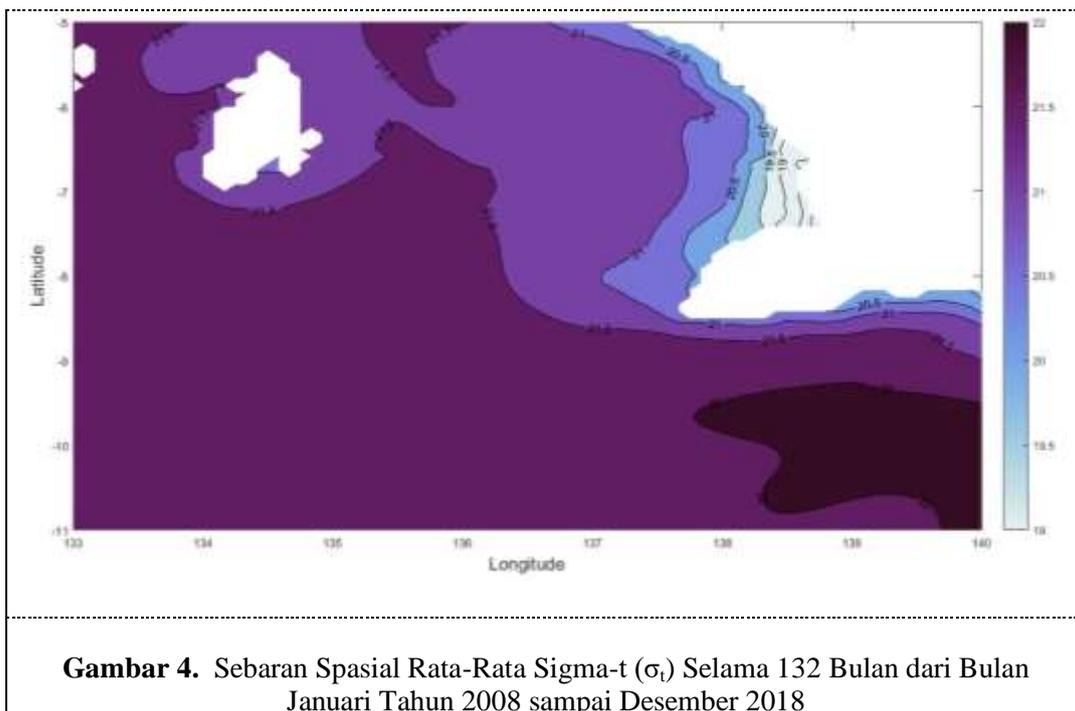
Gambar 3. Sebaran Spasial Rata-Rata Salinitas Selama 132 Bulan dari Bulan Januari Tahun 2008 sampai Desember 2018

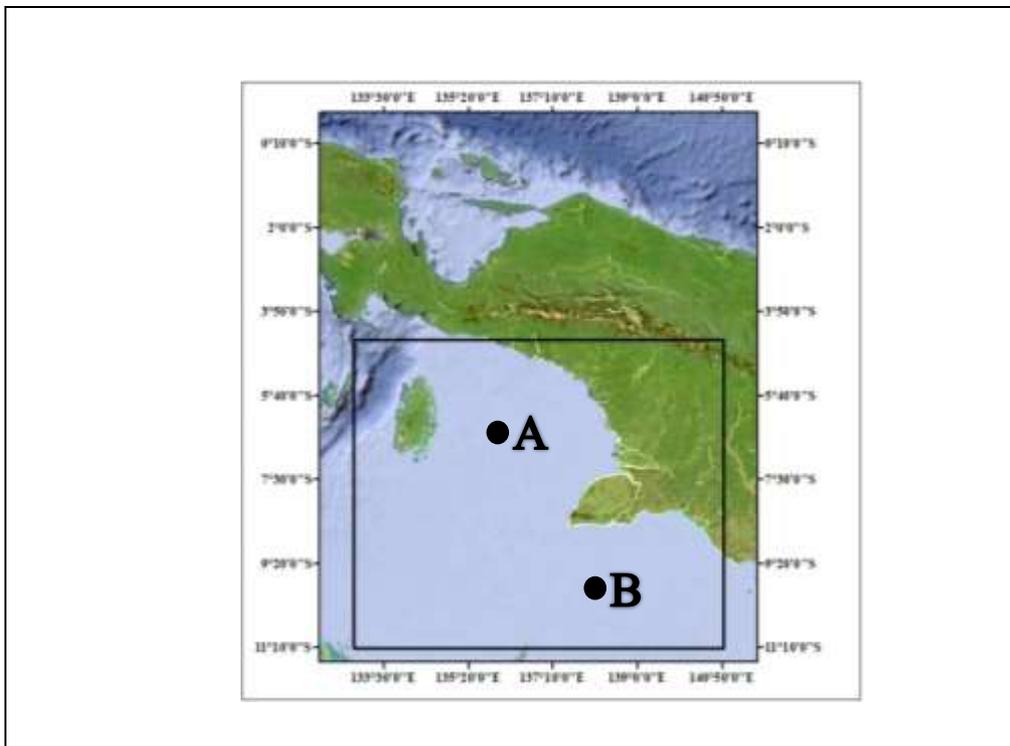
3.2 Sebaran Spasial dan Temporal Sigma-t (σ_t)

Pada **Gambar 4** menunjukkan sebaran spasial rata-rata sigma-t (σ_t) selama 132 bulan dari bulan Januari tahun 2008 sampai bulan Desember tahun 2018 yang berkisar antara 19 sampai 22 kg/m^3 . Dari pola sebaran spasial tersebut juga menunjukkan bahwa rata-rata sigma-t (σ_t) di Laut Arafura pada kedalaman 0,5 m didominasi dengan variabilitas sigma-t (σ_t) yang berkisar antara 21 sampai 21,5 kg/m^3 .

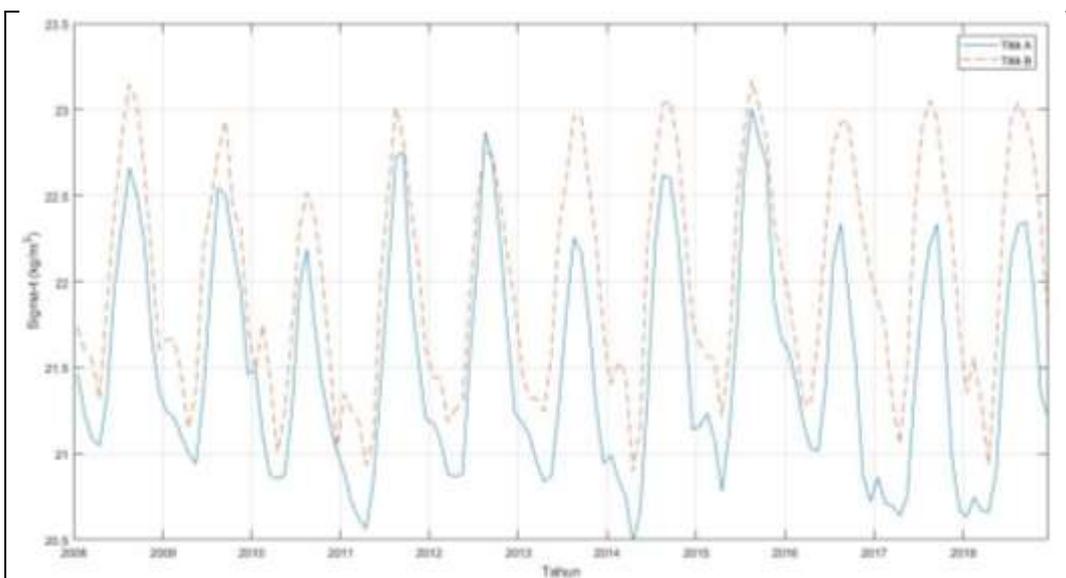
Secara temporal grafik kecepatan arus diambil dua titik yang diinisialkan dengan titik A dan titik B (**Gambar 5**). Grafik temporal kecepatan arus di titik A yaitu pada posisi 136°BT dan 6°LS , sedangkan di titik B yaitu pada posisi $138,5^\circ\text{BT}$ dan $9,92^\circ\text{LS}$. Grafik temporal kecepatan arus pada titik A dan titik B akan ditampilkan pada **Gambar 6** selama 132 bulan dari bulan Januari 2008 sampai Desember 2018.

Grafik temporal sigma-t (σ_t) pada titik A yang ditandai dengan garis berwarna biru menunjukkan bahwa variabilitas sigma-t (σ_t) yang diperoleh berkisar antara 20,5 sampai 23 kg/m^3 . Variabilitas sigma-t (σ_t) tertinggi diperkirakan terjadi pada bulan September 2015 yaitu 23 kg/m^3 . Variabilitas sigma-t (σ_t) terendah diperkirakan terjadi pada bulan April 2014 yaitu 20,5 kg/m^3 . Sedangkan, grafik temporal sigma-t (σ_t) pada titik B yang ditandai dengan garis putus – putus berwarna merah menunjukkan bahwa variabilitas sigma-t (σ_t) yang diperoleh berkisar antara 20,8 sampai 23,2 kg/m^3 . Variabilitas sigma-t (σ_t) tertinggi diperkirakan terjadi pada bulan September 2015 yaitu 23,2 kg/m^3 dan variabilitas sigma-t (σ_t) terendah diperkirakan terjadi pada bulan April 2014 yaitu 20,8 kg/m^3 .





Gambar 5. Keterangan Posisi Titik A dan Titik B



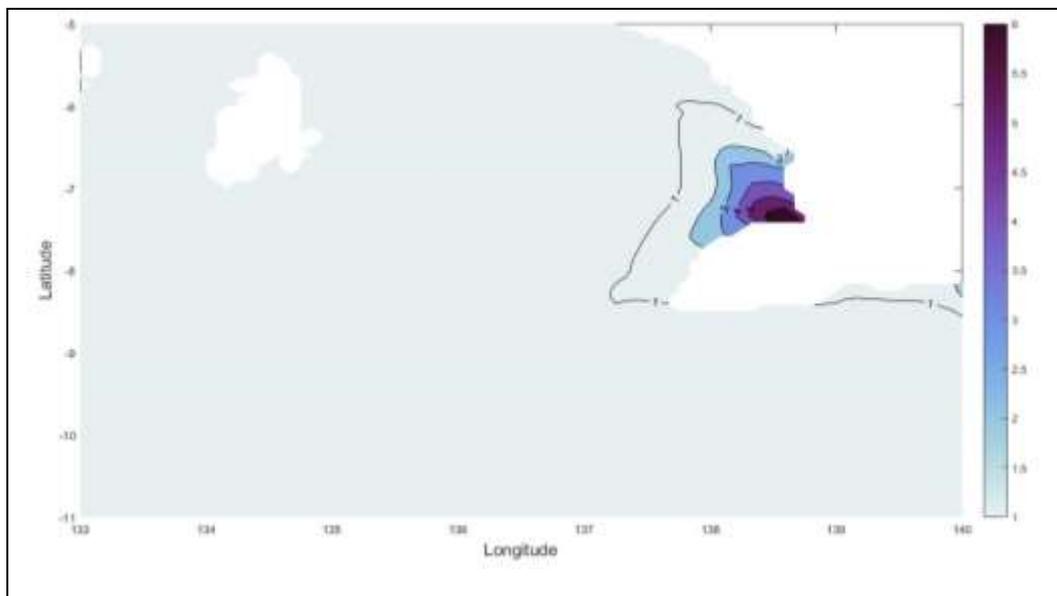
Gambar 6. Grafik Temporal Sigma-t (σ_t) Pada Titik A (136°BT dan 6°LS) dan Pada Titik B ($138,5^\circ\text{BT}$ dan $9,92^\circ\text{LS}$)

3.3 Sebaran Spasial dan Temporal Sigma-t (σ_t) Setelah Detrend

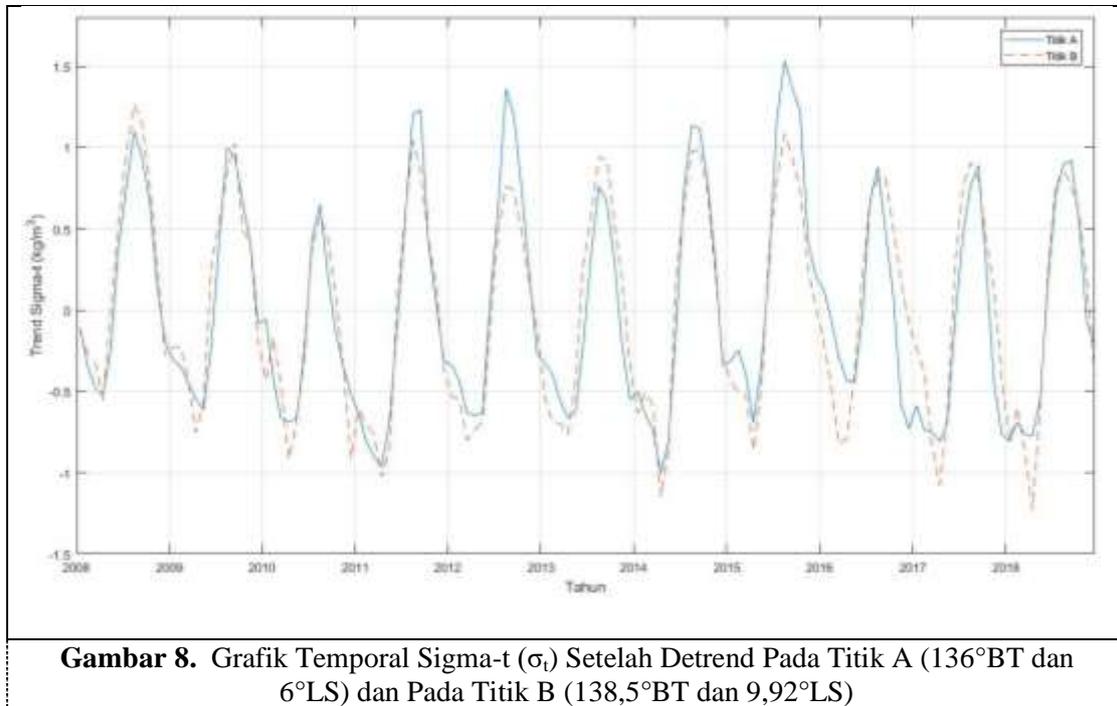
Detrend data sigma-t (σ_t) dilakukan untuk menghilangkan pengaruh musiman yang terdapat pada data. Setelah melakukan detrend data, data sigma-t (σ_t) yang sebelumnya akan diganti dengan data sigma-t (σ_t) yang baru. Pada **Gambar 7** menunjukkan sebaran spasial sigma-t (σ_t) setelah didetrend selama 132 bulan dari bulan Januari 2008 sampai bulan Desember 2018 dengan variabilitas sigma-t (σ_t) yang diperoleh berkisar antara 1 sampai 6 kg/m^3 . Dari pola sebaran spasial tersebut menunjukkan bahwa sebagian besar perairan Laut Arafura didominasi dengan variabilitas sigma-t (σ_t) rendah yaitu 1 kg/m^3 .

Secara temporal grafik sigma-t (σ_t) setelah detrend juga diambil dua titik yang diinisialkan dengan titik A dan titik B (**Gambar 5**). Grafik temporal sigma-t (σ_t) di titik A yaitu pada posisi 136°BT dan 6°LS , sedangkan di titik B yaitu pada posisi $138,5^\circ\text{BT}$ dan $9,92^\circ\text{LS}$. Grafik temporal sigma-t (σ_t) pada titik A dan titik B akan ditampilkan pada **Gambar 8** selama 132 bulan dari bulan Januari 2008 sampai Desember 2018.

Grafik temporal sigma-t (σ_t) pada titik A yang ditandai dengan garis berwarna biru menunjukkan bahwa variabilitas sigma-t (σ_t) yang diperoleh berkisar antara -1 sampai $1,51 \text{ kg/m}^3$. Variabilitas sigma-t (σ_t) tertinggi diperkirakan terjadi pada bulan September 2015 yaitu $1,51 \text{ kg/m}^3$ dan variabilitas sigma-t (σ_t) terendah diperkirakan terjadi pada bulan April 2014 yaitu -1 kg/m^3 . Grafik temporal sigma-t (σ_t) pada titik B yang ditandai dengan garis putus – putus berwarna merah menunjukkan bahwa variabilitas sigma-t (σ_t) yang diperoleh berkisar antara -1,12 sampai $1,13 \text{ kg/m}^3$. Variabilitas sigma-t (σ_t) tertinggi diperkirakan terjadi pada bulan September 2008 yaitu $1,13 \text{ kg/m}^3$ dan variabilitas sigma-t (σ_t) terendah diperkirakan terjadi pada bulan April 2018 yaitu $-1,12 \text{ kg/m}^3$.



Gambar 7. Sebaran Spasial Sigma-t (σ_t) Setelah Detrend



3.4 Sebaran Spasial dan Temporal Anomali Sigma-t (σ_t)

Data sigma-t (σ_t) baru yang diperoleh setelah melakukan detrend kemudian dirata-ratakan perbulan. Setelah memperoleh data sigma-t (σ_t) rata-rata perbulan, selanjutnya menghitung anomali sigma-t (σ_t) dengan mengurangkan data sigma-t (σ_t) yang sudah didetrend dengan data sigma-t (σ_t) rata-rata perbulan. Data anomali sigma-t (σ_t) yang diperoleh tersebut kemudian dianalisis dengan menggunakan metode EOF untuk memperoleh sebaran spasial dan temporal anomali sigma-t (σ_t) di Laut Arafura pada kedalaman 0,5 m selama 132 bulan dari bulan Januari 2008 sampai Desember 2018.

Sebaran spasial dibentuk berdasarkan hasil perkalian antara data anomali sigma-t (σ_t) dengan vektor eigen. Sedangkan, grafik temporal diperoleh berdasarkan vektor eigen hasil reduksi dari data anomali sigma-t (σ_t). Dari hasil analisis EOF juga diperoleh nilai eigen yang digunakan untuk memperoleh persentase varians data anomali sigma-t (σ_t) dari setiap mode EOF.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Robial (2016) bahwa pengambilan banyaknya mode EOF dilihat dari efektifitas dan efisien dari hasil EOF tersebut. Dilihat dari efektifitasnya, jika diambil lebih banyak EOF maka total varians yang diperoleh semakin besar, akan tetapi cukup memakan memori yang sangat besar. Adapun dilihat dari efisiensinya, jika diambil lebih banyak mode EOF, maka dapat menghasilkan waktu cukup lama. Dengan demikian, kapasitas memori dari waktu yang lama tersebut tidak sebanding dengan hasil yang memperlihatkan nilai varians yang sangat kecil untuk pengambilan mode EOF lebih dari 4 komponen utama. Hal ini menunjukkan bahwa, selain aturan yang diterapkan oleh Jolliffe (2002) dalam menentukan banyaknya komponen utama diantaranya yang mempunyai proporsi varians kumulatif lebih dari 80%, efektifitas dan efisiensi dari setiap mode dijadikan pertimbangan dalam pengambilan banyaknya mode untuk mewakili variabilitas dari data yang diamati.

Berdasarkan hal tersebut, dipilih 3 komponen utama atau mode EOF dari 6 komponen utama atau mode EOF yang diperoleh (**Tabel 1**) yang diinisialkan dengan mode 1, mode 2, dan mode 3. Total persentase varians anomali sigma-t (σ_t) dari ketiga mode tersebut sebesar 89,9% dengan mode 1 persentase variansnya sebesar 58,2%, mode 2 sebesar 21,4%, dan mode 3 sebesar 10,3%. Dengan total persentase varians dari ketiga mode tersebut dianggap sudah cukup untuk menggambarkan variabilitas anomali sigma-t (σ_t) di Laut Arafura pada kedalaman 0,5 m.

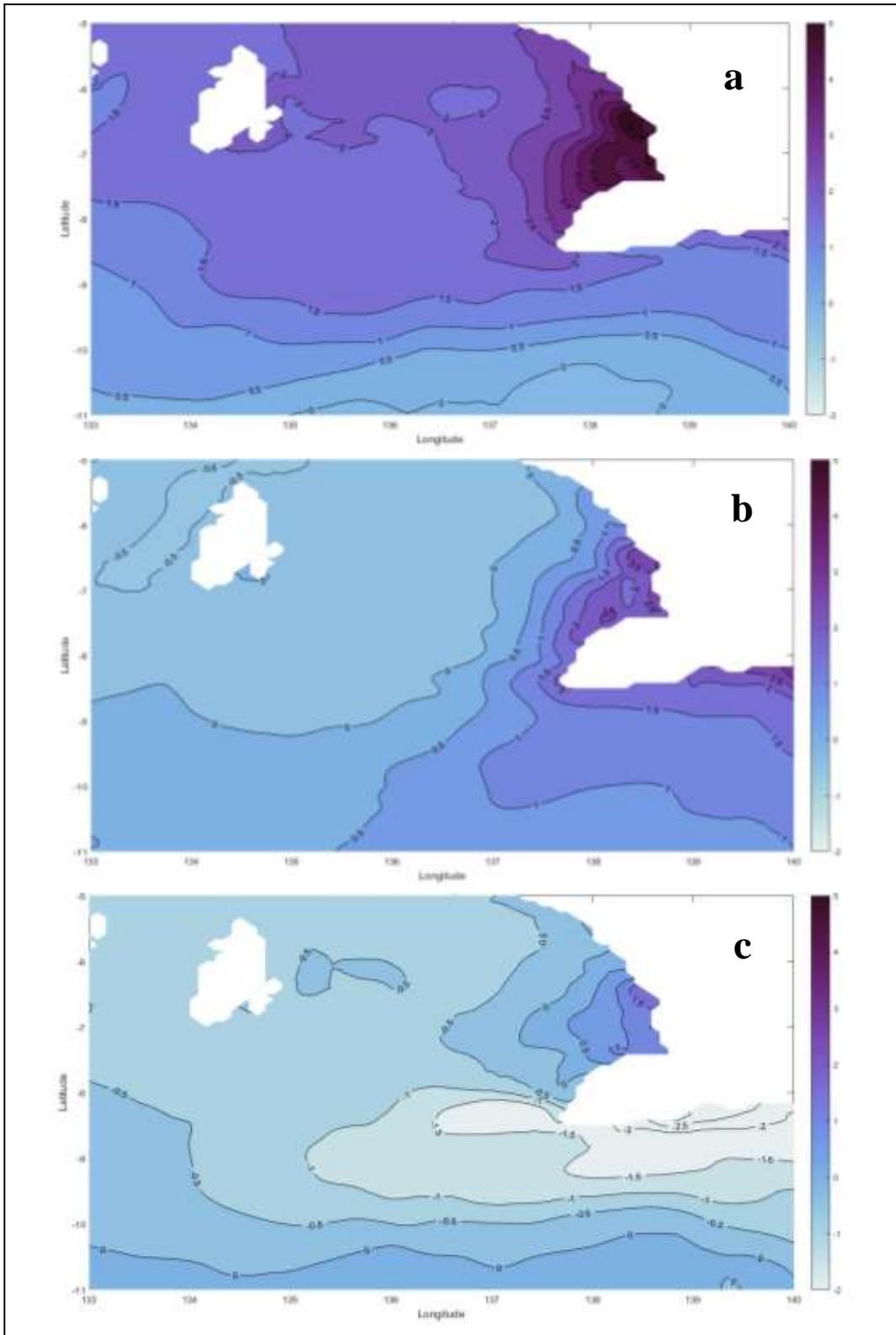
Tabel 1 Nilai Eigen, Persentase Varians, dan Total Persentase Varians Anomali Sigma-t (σ_t)

Mode EOF	Nilai Eigen	Persentase Varians (%)	
		Individual	Kumulatif
1	0.8352	58.2	58.2
2	0.5060	21.4	79.6
3	0.3514	10.3	89.9
4	0.2273	4.3	94.2
5	0.1969	3.2	97.4
6	0.1759	2.6	100

Mode 1 sebaran spasial anomali sigma-t (σ_t) pada **Gambar 9a** memiliki variabilitas anomali sigma-t (σ_t) yang bernilai positif dengan skala berkisar antara 0 sampai 5. Pada sisi bagian utara perairan Laut Arafura ditemukan variabilitas anomali sigma-t (σ_t) yang cukup tinggi yaitu berkisar antara 1,5 sampai 2,5. Pada sisi bagian selatan perairan Laut Arafura ditemukan variabilitas anomali sigma-t (σ_t) yang rendah yaitu berkisar antara 0 sampai 1,5. Sedangkan, pada sisi bagian timur perairan Laut Arafura yaitu posisi antara 5°LS - 8°LS dan antara 137,5°BT - 139°BT ditemukan variabilitas anomali sigma-t (σ_t) tinggi yaitu berkisar antara 2,5 sampai 5.

Mode 2 sebaran spasial anomali sigma-t (σ_t) pada **Gambar 9b** memiliki variabilitas anomali sigma-t (σ_t) yang bernilai positif dan negatif dengan skala berkisar antara -0,5 sampai 3. Dari pola sebaran tersebut menunjukkan bahwa pada sisi timur perairan Laut Arafura yaitu pada posisi antara 6°LS – 9,5°LS dan antara 137,5°BT - 140°BT ditemukan variabilitas anomali sigma-t (σ_t) tinggi yaitu berkisar antara 1,5 sampai 3.

Mode 3 sebaran spasial anomali sigma-t (σ_t) pada **Gambar 9c** memiliki variabilitas anomali sigma-t (σ_t) yang bernilai positif dan negatif dengan skala berkisar antara -2,5 sampai 1,5. Dari pola sebaran tersebut menunjukkan bahwa sebagian besar perairan Laut Arafura didominasi dengan variabilitas anomali sigma-t (σ_t) negatif. Sedangkan, variabilitas anomali sigma-t (σ_t) positif ditemukan pada posisi antara 5,83°LS – 7,83°LS dan antara 137,5°BT - 139°BT yaitu 0 sampai 1,5.

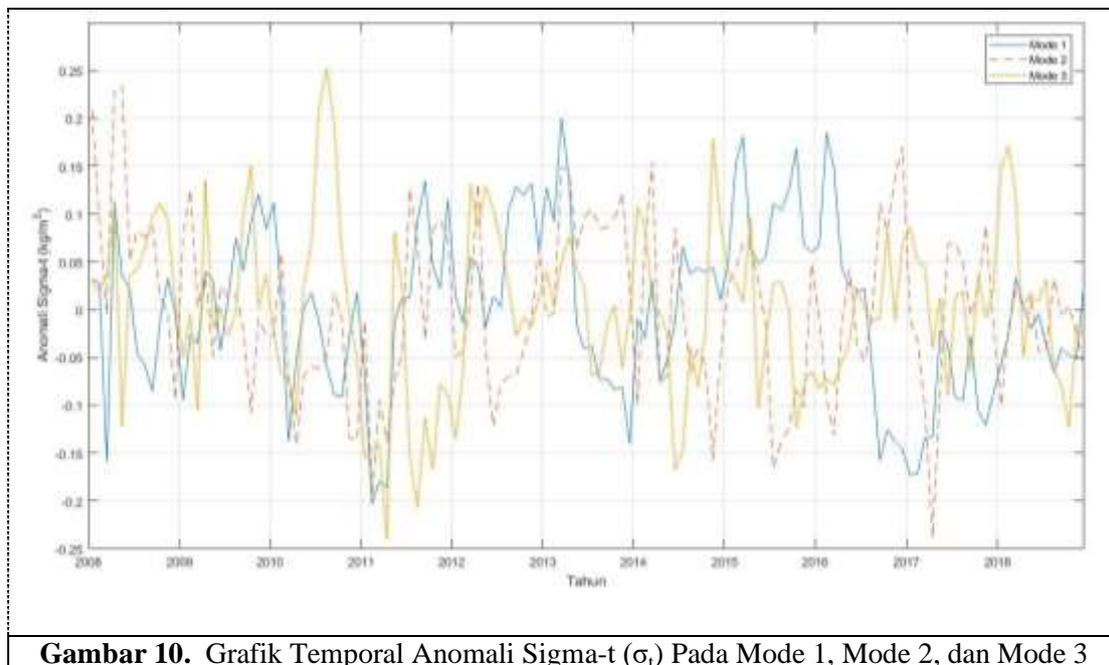


Gambar 9. Sebaran Spasial Anomali Sigma-t (σ_t) Mode 1 (a), Mode 2 (b), dan Mode 3(c)

Grafik temporal anomali sigma-t (σ_t) pada mode 1, mode 2, dan mode 3 akan ditampilkan pada **Gambar 10**. Pada mode 1 yang ditandai dengan garis berwarna biru menunjukkan variabilitas anomali sigma-t (σ_t) yang diperoleh selama 132 bulan dari bulan Januari 2008 sampai Desember 2018 berkisar antara -0,2 sampai 0,2. Nilai anomali sigma-t (σ_t) tertinggi diperkirakan terjadi pada bulan Maret 2013 yaitu 0,2. Sedangkan, nilai anomali sigma-t (σ_t) terendah diperkirakan terjadi pada bulan Februari 2011 yaitu -0,2.

Grafik temporal anomali sigma-t (σ_t) pada mode 2 yang ditandai dengan garis putus – putus berwarna merah menunjukkan variabilitas anomali sigma-t (σ_t) yang diperoleh berkisar antara -0,23 sampai 0,22 dengan nilai anomali sigma-t (σ_t) tertinggi diperkirakan terjadi pada bulan Mei 2008 yaitu 0,22. Sedangkan, nilai anomali sigma-t (σ_t) terendah diperkirakan terjadi pada bulan April 2017 yaitu -0,23.

Grafik temporal anomali sigma-t (σ_t) pada mode 3 yang ditandai dengan garis putus – putus berwarna kuning menunjukkan variabilitas anomali sigma-t (σ_t) yang diperoleh berkisar antara -0,23 sampai 0,25 dengan nilai anomali sigma-t (σ_t) tertinggi diperkirakan terjadi pada bulan September 2010 yaitu 0,25. Sedangkan, nilai anomali sigma-t (σ_t) terendah diperkirakan terjadi pada bulan April 2011 yaitu -0,23.



Gambar 10. Grafik Temporal Anomali Sigma-t (σ_t) Pada Mode 1, Mode 2, dan Mode 3

4. Kesimpulan

Hasil analisis data anomali arus menggunakan metode EOF di Laut Arafura pada kedalaman 0,5 m selama 132 bulan berawal dari bulan Januari 2008 sampai Desember 2018 memperoleh tiga mode EOF terbesar dengan total persentase varians sebesar 89,9%. Dengan demikian, diperoleh tiga pola dominan secara spasial dan temporal. Mode EOF pertama diperoleh 58,2% dari total persentase varians, mode kedua dan ketiga masing-masing diperoleh 21,4% dan 10,3%. Secara spasial anomali sigma-t (σ_t) pada mode 1 ditemukan variabilitas anomali sigma-t (σ_t) yang cukup tinggi pada sisi bagian utara perairan dan anomali sigma-t (σ_t) rendah pada sisi bagian selatan perairan. Pada mode 2 anomali sigma-t (σ_t) tertinggi ditemukan pada sisi bagian timur perairan Laut Arafura. Pada mode 3 anomali sigma-t (σ_t) menunjukkan sebagian besar perairan Laut Arafura didominasi dengan variabilitas anomali sigma-t (σ_t) negatif. Secara temporal anomali sigma-t (σ_t) tertinggi terjadi pada tahun 2013 pada mode 1, tahun 2008 dan 2010 pada mode 2 dan mode 3.

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih kepada semua dosen – dosen yang ada di jurusan Geofisika, Universitas Hasanuddin, terutama pembimbing saya yang sudah membantu menyelesaikan karya tulis ini.

Referensi

- [1] Cahyaningrum, Agus Diah J. D. 2009. *Karakteristik Massa Air Arlindo di Pintasan Timor pada Musim Barat dan Musim Timur*. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- [2] Hannachi, A. 2007. *Empirical Orthogonal Functions and Related Techniques in Atmospheric Science: A Review*. Departemen Of Meteorology.
- [3] Illahude, A. G. 1999. *An Introduction to Oceanography*. P30 LIPI. Jakarta.
- [4] Pickard, G. L., dan D. Phil. 1970. *Descriptive Physical Oceanography*. Pergamon Press. Oxford. New York. Toronto. Sydney
- [5] Pranowo, Widodo S. 2012. *Dinamika Upwelling dan Downwelling di Laut Arafura dan Timor Volume 15, Nomor 2*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Sumber Daya Laut dan Pesisir. Jakarta.
- [6] Sverdrup, H. V., M. W. Johnson, dan R. H. Fleming. 1942. *The Ocean Their Physics, Chemistry and General Biology*. Practice Hall Inc. Englewood.
- [7] Weyl. P. K. 1970. *Oceanography: An Introduction to Marine Environment*. John Willey & Son. Inc.
- [8] Wyrтки, K. 1961. *Physical Oceanography of the Southeast Asian Waters*. Naga Report 2. Scripps Inst. Of Oceanography.