

ANALISA DIAGRAM T-S BERDASARKAN PARAMETER OSEANOGRAFI DI PERAIRAN MALUKU DAN PAPUA

**Sefrianto Timang Saleda Mali¹, Yonavin Maryon Titaley², Sugiharti Mawekani³, Marry Hartini Lidan⁴,
Welmencie Milana Nifaan⁵, Engly Sisilya Likumahua⁶, Sitsce Imelda Jacobus⁷, Zainab Lahaji⁸.**

¹Program Magister Sumberdaya Akuatik – PPs Universitas Papua, Manokwari - 98314, Papua Barat, Indonesia

²Program Studi Budidaya Perairan – PPs USWIM, Nabire - 98825, Papua, Indonesia

³Program Studi Budidaya Perairan – PPs USWIM, Nabire - 98825, Papua, Indonesia

⁴Program Studi Budidaya Perairan – PPs USWIM, Nabire - 98825, Papua, Indonesia

⁵Program Studi Teknologi Hasil Perikanan – PPs Akademi perikanan Kamasan, Biak - 98115, Papua, Indonesia

⁶Program Studi Teknologi Hasil Perikanan – PPs Akademi perikanan Kamasan, Biak - 98115, Papua, Indonesia

⁷Program Studi Budidaya Perairan – PPs USWIM, Nabire - 98825, Papua, Indonesia

⁸Program Magister Sumberdaya Akuatik – PPs Universitas Papua, Manokwari - 98314, Papua Barat, Indonesia

Abstrak

Jurnal ini membahas tentang kondisi oseanografi di perairan Maluku dan Papua dengan menggunakan pendekatan diagram T-S dengan sumber data yang digunakan adalah dari World Ocean Database serta dianalisis dengan menggunakan aplikasi software *ocean data view*. Perairan Maluku dan Papua memiliki keaneka ragaman hayati yang sangat tinggi dan ini tidak terlepas dari factor oseanografi yang sangat berpengaruh pada penyebaran larva dan sumber makanan dari organisme yang berada di perairan Maluku dan Papua.

ABSTRACT

This journal discusses the oceanographic conditions in the waters of Maluku and Papua by using the T-S diagram approach with the data source used is from the World Ocean Database and analyzed using the ocean data view software application. The waters of Maluku and Papua have very high biodiversity and this is inseparable from oceanographic factors which greatly influence the distribution of larvae and food sources of organisms in Maluku and Papua waters.

Latar Belakang

Karakteristik suatu perairan dapat diketahui dari masa airnya melalui sifat fisika maupun sifat kimia seperti temperatur, salinitas, oksigen terlarut dan kandungan nutrient. Diantara variabel-variabel tersebut, temperatur dan salinitas memiliki peranan penting dalam menggambarkan kondisi masa air laut. Hal ini dikarenakan reaksi kimia dan proses biologi merupakan fungsi dari temperatur, sedangkan salinitas merupakan factor penting bagi penyebaran organisme perairan laut (Haikal dkk, 2012).

Perairan Ekuator Pasifik Barat dikenal mempunyai karakter oseanografi yang rumit baik dalam terminologi dinamik maupun biologi (Fine et al., 1994). Perairan ini merupakan tempat bertemunya massa air yang datang dari bumi belahan selatan dan belahan utara Samudra Pasifik.

Percampuran dua massa air berbeda karakteristik ini sangat mempengaruhi kisaran nilai salinitas dan temperatur (heat) terutama di lapisan termoklin dan pertengahannya. Proses percampuran ini tidak lepas dari peranan dua arus pusar skala menengah (mesoscale eddy) Mindanao eddy dan Halmahera eddy. Dua eddy semi-permanen ini terkait erat dengan dinamika lautan global dan transport massa air yang penting dalam pertukaran massa air antar samudra (Heron, 2006). Perairan ini juga mempunyai peranan yang sangat penting terhadap terjadinya peristiwa El Niño and Southern Oscillation atau yang lebih dikenal dengan nama ENSO dan juga menjadi bagian yang penting dari “great conveyor belt” (Gordon, 1986).

ENSO atau El Niño Southern Oscillation terdiri dari dua fenomena yakni fenomena El Niño dan Southern Oscillation. El Niño sendiri berarti komponen lautan sedangkan Southern Oscillation berarti komponen atmosfer. El Niño menggunakan Indeks Nino 3.4 yang unsur utamanya yaitu suhu muka laut sedangkan Southern Oscillation menggunakan SOI yang unsur utamanya adalah tekanan udara. Jadi, dalam penelitian ini fokus mengenai hubungan El Niño.

Diagram T-S (temperatur-salinitas) merupakan cara yang efektif untuk mengetahui karakteristik dari suatu perairan. Dengan memplot data suhu dan salinitas terhadap kedalaman akan didapatkan hubungan. T-S diagram suatu perairan berbeda dengan T-S diagram perairan yang lain. Dengan perkataan lain masing-masing perairan memiliki T-S diagram yang unik.

Rumusan Masalah

Setiap wilayah perairan memiliki karakteristik yang berbeda berdasarkan sifat fisika dan kimia, sehingga membutuhkan kajian ilmiah. Analisis terhadap karakteristik suatu perairan berdasarkan parameter oseanografis dapat dilakukan secara manual namun terkadang hasil yang didapatkan tidak akurat. Sehingga dibutuhkan suatu alat bantu yang efektif dan dapat menginterpretasikan kondisi perairan tersebut, yakni diagram T-S (Temperature potensial-Salinity).

Tujuan

Adapun tujuan yang ingin dicapai dengan menggunakan diagram TS, yaitu :

1. Mengetahui sebaran suhu dan salinitas secara vertikal di wilayah perairan Maluku dan Papua.
2. Mengetahui kestabilan kurva T-S di wilayah perairan Teluk Cenderawasih

PUSTAKA

Massa Air dan sirkulasi air Lautan

Berdasarkan pada perbedaan suhu dan salinitas dan pengaruhnya terhadap densitas, maka massa air dibagi menjadi 2 yaitu :

1. Massa air permukaan (upper water mass) adalah meliputi semua massa air yang terdapat diatas daerah termoklin.
2. Massa air dalam (deep water mass) adalah semua masa air yang terdapat dibawah lapisan termoklin.

Arus adalah pergerakan masa air secara vertical dan horizontal sehingga menuju keseimbangannya atau gerakan air yang sangat luas terjadi diseluruh lautan di dunia (Hutabarat dan Evans, 2000). Gerakan air di permukaan laut selain dipengaruhi oleh angin tetapi juga dipengaruhi oleh faktor lainnya yaitu ;

1. Bentuk topografi dasar lautan dan pulau-pulau yang ada disekitarnya,

Beberapa system lautan utama di dunia dibatasi oleh masa daratan dari tiga sisi dan pula oleh arus equatorial counter. Batas-batas ini menghasilkan system aliran yang hampir tertutup dan cenderung membuat aliran air mengarah dalam suatu bentuk bulatan. Dari sinilah terbentuk adanya gyre.

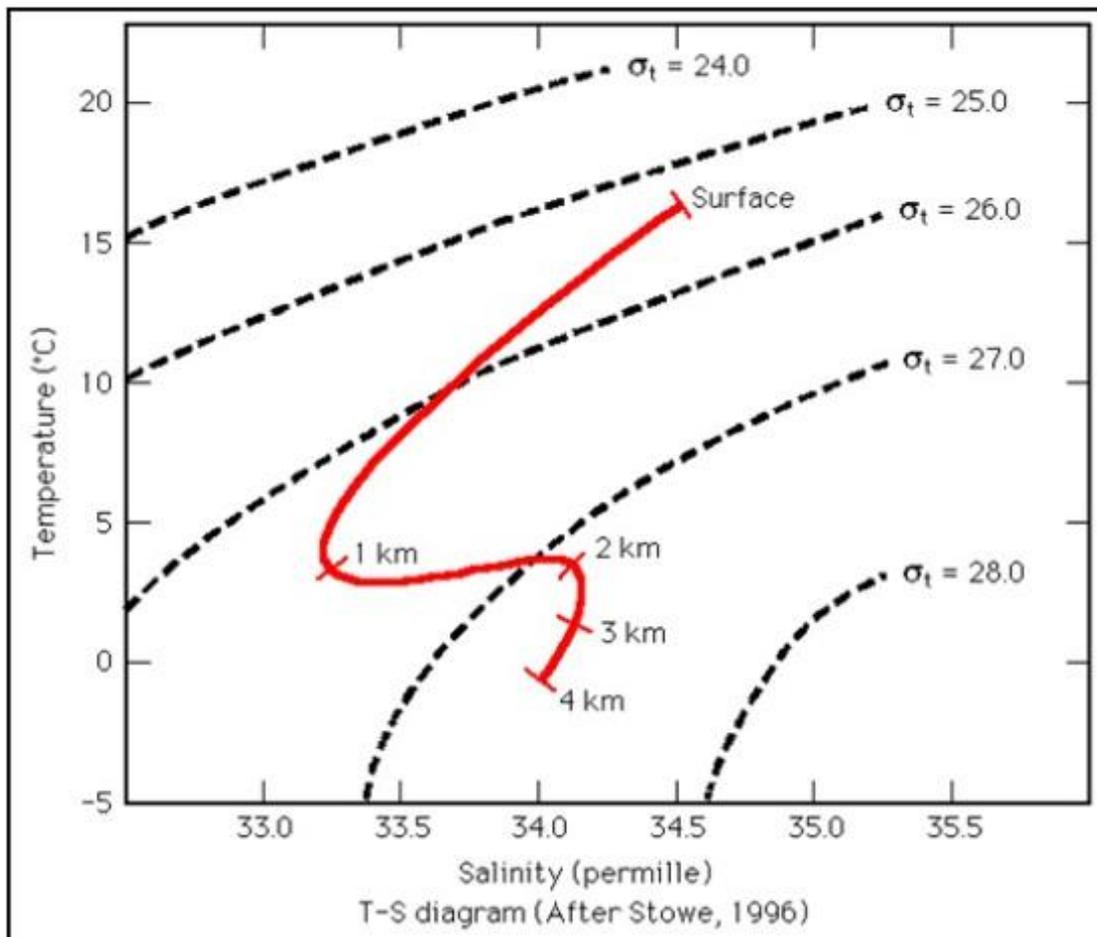
2. Gaya Coriolis dan arus Ekman

Gaya Coriolis mempengaruhi aliran masa air, dimana gaya ini akan membelokkan arah mereka dari arah yang lurus. Gaya ini timbul sebagai akibat dari perputaran bumi pada porosnya. Gaya coriolis juga menyebabkan timbulnya perubahan-perubahan arah arus yang kompleks susunannya yang terjadi sesuai dengan makin dalamnya kedalaman suatu perairan. Pada umumnya tenaga angin yang diberikan pada lapisan permukaan air dapat membangkitkan timbulnya arus permukaan yang mempunyai kecepatan sekitar 2 % dari kecepatan angin itu sendiri. Dengan kata lain bila angin bertiup dengan kecepatan 10 meter tiap detik maka dapat menimbulkan sebuah arus permukaan yang berkecepatan 20 cm setiap detik. Kecepatan arus ini akan berkurang cepat sesuai dengan makin bertambahnya kedalaman perairan dan akhirnya angin menjadi tidak berpengaruh sama sekali terhadap kecepatan arus pada kedalaman dibawah 200 meter. Pada saat kecepatan arus berkurang maka tingkat perubahan arah arus yang disebabkan oleh gaya Coriolis akan meningkat. Hasilnya adalah terjadi sedikit pembelokkan dari arah arus yang relative cepat di lapisan

permukaan dan arah pembelokannya menjadi besar serta kecepatannya menjadi makin lambat dilapisi kedalaman perairan (Hutabarat dan Evans, 2000).

Diagram T-S

Diagram T-S dapat digunakan untuk mengetahui asal-usul, sebaran dan pelapisan massa air serta proses pencampuran dari dua massa air yang berbeda. Hubungan suhu dan salinitas yang menghasilkan garis lurus (mendekati) menunjukkan pencampuran dari dua massa air berbeda. Diagram T-S terbentuk dengan memplotkan titik-titik yang mewakili suhu dinyatakan dengan sumbu-y dan salinitas dinyatakan dengan sumbu-x. Satu titik dalam diagram tersebut menunjukkan tipe massa air, sedangkan gabungan beberapa titik atau garis menunjukkan ciri atau karakteristik massa air suatu perairan (Ilahude dan Gordon, 1996).

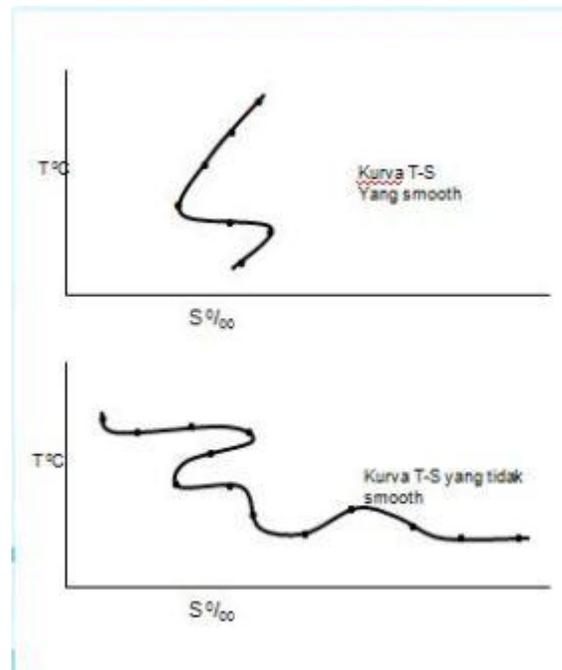


Gambar 1. Contoh Diagram T-S

Kegunaan Diagram T-S dapat dikelompokkan dalam beberapa fungsi, sebagai berikut :

a. Mengecek apakah data suhu dan salinitas yang diambil di lapangan dapat di percaya atau tidak.

Berdasarkan Gambar 2. Terlihat bahwa dari kurva tersebut ada kurva yang smooth dan ada yang kurang smooth, Untuk kurva yang smooth menandakan bahwa data yang diambil dari lapangan terhitung bagus karena ketika dibuat diagram t-s nya menampilkan tampilan kurva yang smooth. Sedangkan kurva yang tidak smooth kebalikannya, data yang didapat kurang baik karena kurva menampilkan tampilan yang tidak smooth.



Gambar 2. Bentuk Kurva Berdasarkan Pengambilan Data Lapangan

b. Mengidentifikasi masa air dan menentukan proses pencampuran.

Ada 3 karakteristik dari massa air yaitu :

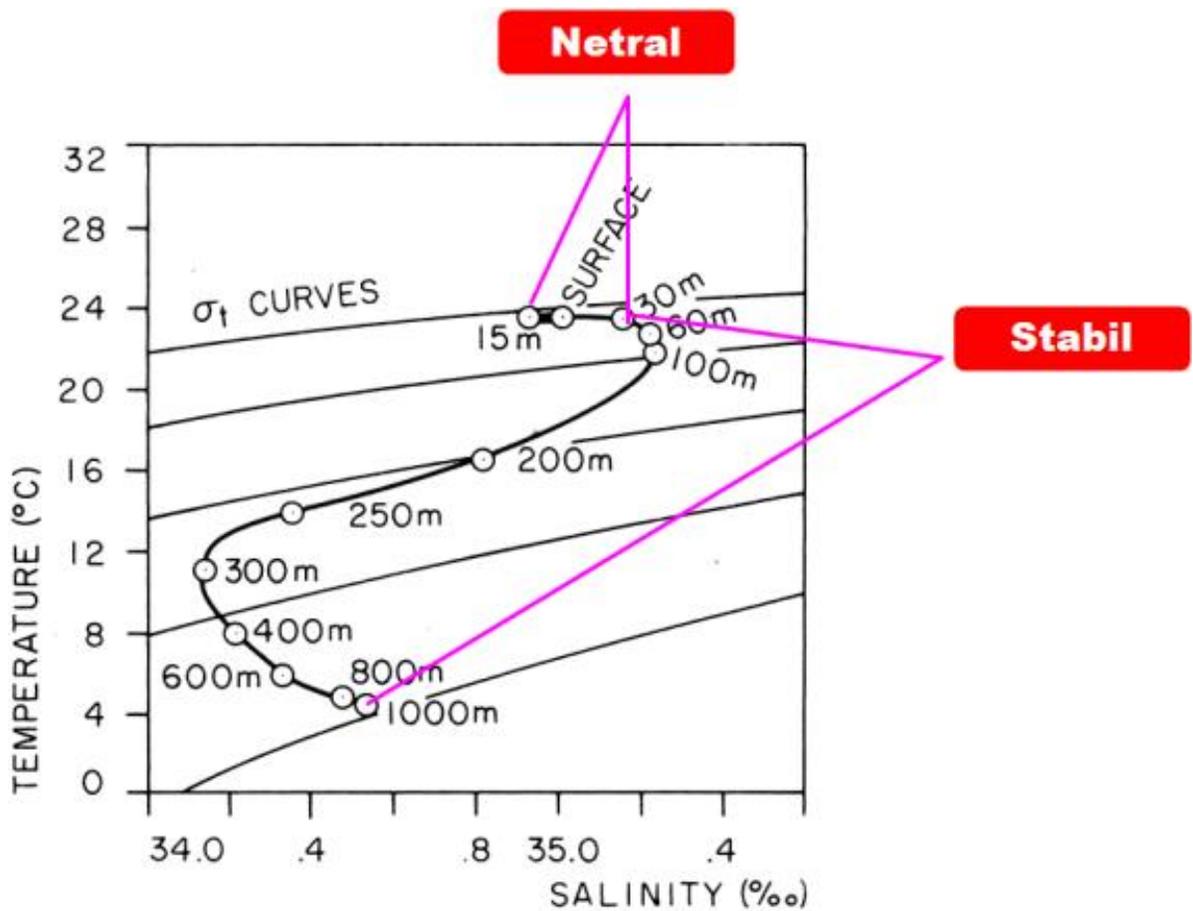
- AABW ((Antartic Bottom Water), massa air yang terbentuk di Antartika akibat proses pendinginan dan pembentukan es. AABW dicirikan oleh suhu yang lebih rendah.
- NADW ((North Atlantic Deep Water), massa air yang terbentuk di Laut-laut Norwegia, Labrador, Greenland dan menyebabkan salinitas tinggi
- AAIW (Antartic Intermerdiate Water), massa air yang terbentuk di daerah konvergensi Antartika. Dicirikan dengan salinitas rendah.

c. Melihat kestabilan kolom air.

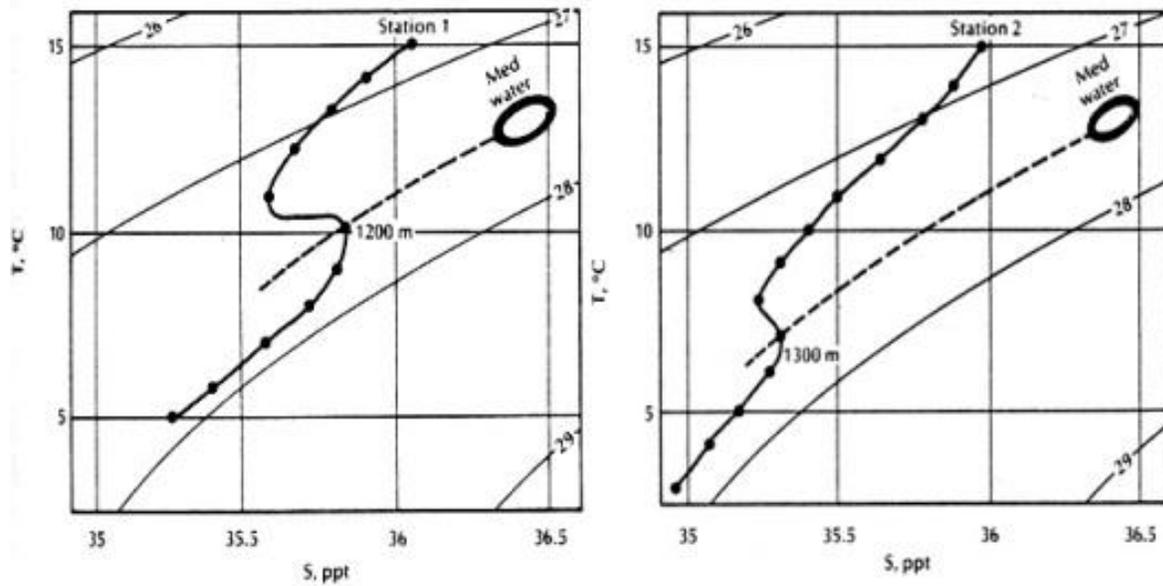
Berdasarkan Gambar 3. Terlihat bila kurva T-S memotong kurva kearah bawah (kearah pertambahan st) maka keadaan kolom air stabil, sedangkan bila kurva T-S memotong kurva st kearah atas (kearah pengurangan st) maka keadaan kolom air tidak stabil. Bila keadaan kolom air netral maka kurva yang terbentuk yaitu kurva T-S sejajar dengan kurva st.

d. Melacak gerakan masa air dengan cara membandingkan beberapa diagram T-S suatu perairan.

Kurva gerakan masa air pada beberapa stasiun dapat dilihat pada gambar 4. Berdasarkan Gambar 4. Dengan menggunakan diagram T-S terlihat adanya pencampuran masa air pada stasiun yang digunakan untuk mengambil sampel.



Gambar 3. Bentuk Kurva Untuk Melihat Kestabilan Air



Gambar 4. Kurva Gerakan Massa Air Pada Beberapa Stasiun

Suhu

Air sebagai lingkungan hidup organisme air, relatif tidak begitu banyak mengalami fluktuasi suhu dibandingkan dengan udara. Hal ini disebabkan panas jenis air lebih tinggi daripada udara. Artinya untuk naik 1°C , setiap satuan volume air memerlukan sejumlah panas yang lebih banyak daripada udara.

Pada perairan dangkal akan menunjukkan fluktuasi suhu air yang lebih besar daripada perairan yang dalam. Sedangkan organisme memerlukan suhu yang stabil atau fluktuasi suhu yang rendah. Agar suhu air suatu perairan berfluktuasi rendah maka perlu adanya penyebaran suhu. Hal tersebut tercapai secara sifat alam antara lain sebagai berikut :

- Penyerapan (absorpsi) panas matahari pada bagian permukaan
- Angin, sebagai penggerak perpindahan masa air
- Aliran vertikal dari air itu sendiri, terjadi bila di suatu perairan terdapat lapisan suhu air yaitu lapisan air yang bersuhu rendah akan turun mendesak lapisan air yang bersuhu tinggi naik kepermukaan air. Jika suhu air tinggi akan lebih lekas jenuh dengan oksigen dibanding dengan suhunya yang rendah.

Salinitas

Salinitas adalah tingkat keasinan atau kadar garam terlarut dalam air. Salinitas juga dapat mengacu pada kandungan garam dalam tanah. Air laut mengandung 3,5 % garam-garaman, gas-gas terlarut, bahan-bahan organik dan partikel-partikel tak terlarut.

Keberadaan garam-garaman mempengaruhi sifat fisis air laut (seperti densitas, kompresibilitas, titik beku dan temperature dimana densitas menjadi maksimum) beberapa tingkat tetapi tidak menentukannya. Beberapa sifat (viskositas, daya serap, cahaya) tidak berpengaruh secara signifikan oleh salinitas. Dua sifat yang sangat ditentukan oleh jumlah garam dilaut (salinitas) adalah daya hantar listrik dan tekanan osmosis.

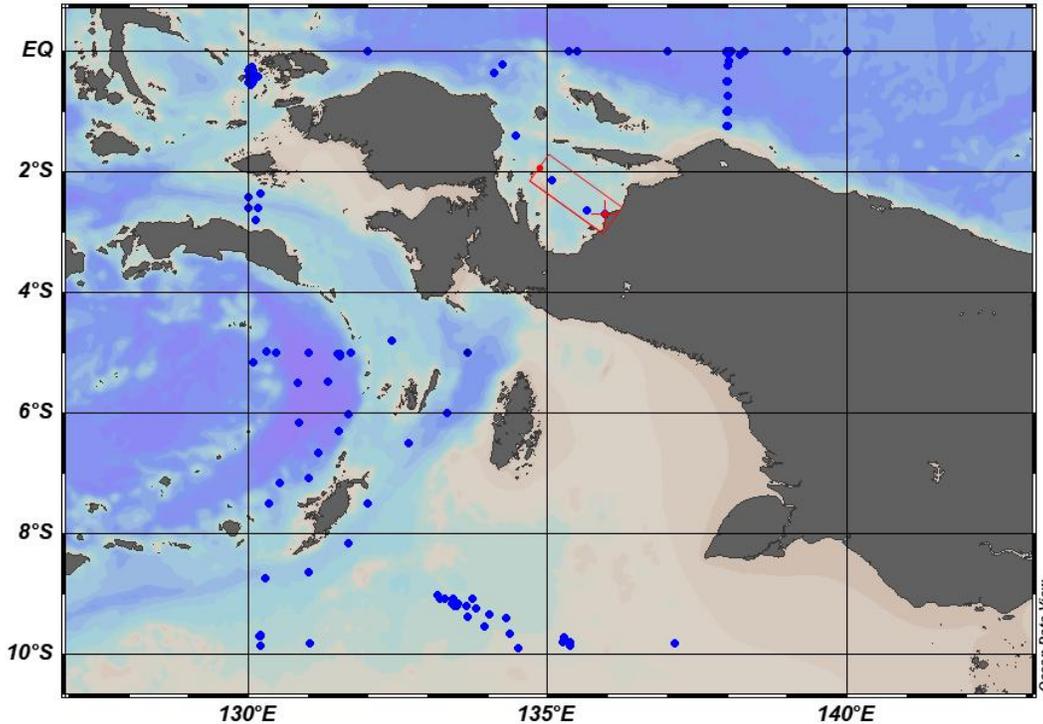
Termoklien

Termoklin merupakan lapisan dalam perairan laut dimana pada lapisan tersebut terjadi penurunan temperatur yang cepat terhadap kedalaman (Nontji, 1993). Kedalaman termoklin merupakan parameter fisis lautan yang letaknya dapat berubah-ubah secara vertikal. (Tomzack, 2000), menjelaskan bahwa beberapa factor bisa mempengaruhi perubahan kedalaman lapisan termoklin yaitu arus, upwelling dan downwelling, material padatan tersuspensi, posisi lintang, curah hujan, dan variabilitas iklim global (El Niño dan La Niña). Riset-riset mengenai perubahan kedalaman termoklin dalam kaitannya dengan perubahan variabilitas iklim global di Samudra Hindia khususnya perairan selatan Jawa hingga Timor masih sangat kurang. Hasil riset dari Susanto et al. (2001; 2007) telah menemukan saat El Niño kedalaman termoklin lebih dangkal daripada saat La Niña, namun penelitian ini belum memasukkan parameter IOD (Indian Oscillation Dipole Mode) dalam kajiannya dan belum membahas secara detail penyebab perubahan batas atas maupun batas bawahnya berkaitan dengan dua variabilitas iklim global ENSO (El Nino Southern Oscilation) dan IOD sekaligus.

METODE

Data

Visualisasi data diambil dari World Ocean Database pada titik 3013 tepatnya di perairan Maluku dan Papua. Jenis data yang diolah adalah CTDO, data dapat diakses pada link <https://www.nodc.noaa.gov/OC5/WOD/datawodgeo.html>.



Gambar 5. Lokasi pengambilan data (dalam kotak merah lokasi *cross section* Teluk Cenderawasih)

Metode

Data diambil dari World Ocean Database pada titik 3013. Analisis data menggunakan software Ocean Data View (ODV). Parameter yang ditambahkan untuk membuat diagram T-S adalah temperatur potensial yang didapatkan dari tool Derived Variables. Langkah selanjutnya yaitu membuat diagram dengan menggunakan Y-variable sebagai potential temperature dan X-variable adalah salinity. Setelah itu, ditambahkan fungsi isopycnals pada tool extras sehingga didapatkan angka massa air pada diagram.

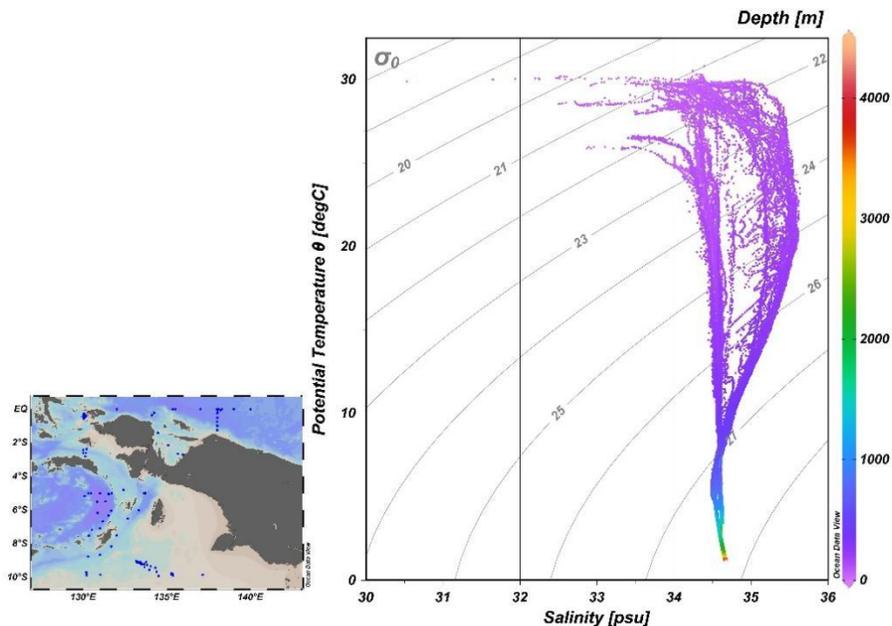
Analisa diagram T-S dapat dilakukan dengan indikator semakin cepat laju peningkatan densitas terhadap kedalaman, maka akan semakin jelas stratifikasi dan stabil kolom airnya. Sebaliknya, apabila laju peningkatan densitas terhadap kedalaman lambat, maka densitas kolom air seragam atau air tercampur dengan baik dan tidak stabil (Supangat, 2003).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sebaran Suhu Dan Salinitas Secara Vertikal

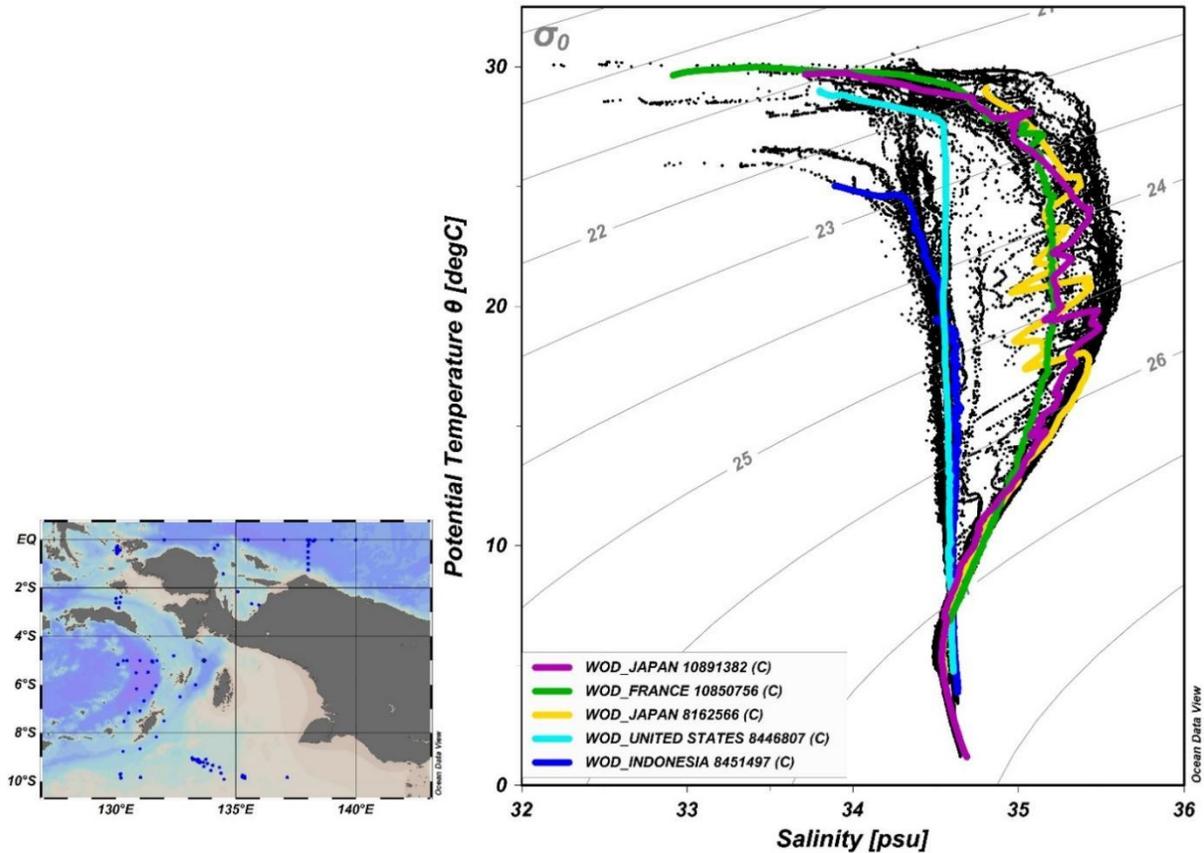
Data yang digunakan adalah data dari World Ocean Database yang merupakan data 2018 (WOD18) mengalami pembaruan dari World Ocean Database 2013 (WOD13). Data WOD diurutkan berdasarkan 10° persegi geografis, menurut tahun, atau pengguna yang ditentukan melalui alat pemilihan data WOD pada tingkat kedalaman standar atau yang diamati.

Diagram pertama yang dibuat terlihat pada gambar 6 adalah menampilkan pengaruh kedalaman terhadap temperature dan salinitas. Penulisan kedalaman (m) berwarna merah paling atas dengan nilai 4500 m pada kenyataannya = 0 m yang merupakan permukaan laut. Sehingga urutan dari degradasi merah, orange, kuning, hijau, biru dan ungu adalah berurutan dari 0 – 4500. Dari hasil rekaman, kedalaman yang terekam mulai dari 2 m (WOD_Japan/9588522) - 4.452m (WOD_Japan/10891382).



Gambar 6. Diagram T-S di perairan Maluku dan Papua terhadap Kedalaman

Kurva diagram T-S pada gambar 6 menunjukkan penyebaran suhu dan salinitas terhadap kedalaman di perairan Maluku dan Papua terlihat *smooth* yang menandakan bahwa data yang terekam dari lapangan terhitung bagus, serta terlihat juga rata-rata hasil pengukuran di Perairan Maluku dan Papua dari hasil analisis kurva T-S netral pada nilai σ_0 dikisaran 19,5-21,7 dan karakteristik nilai masa air stabil pada σ_0 dikisaran nilai 21,7-27,8.

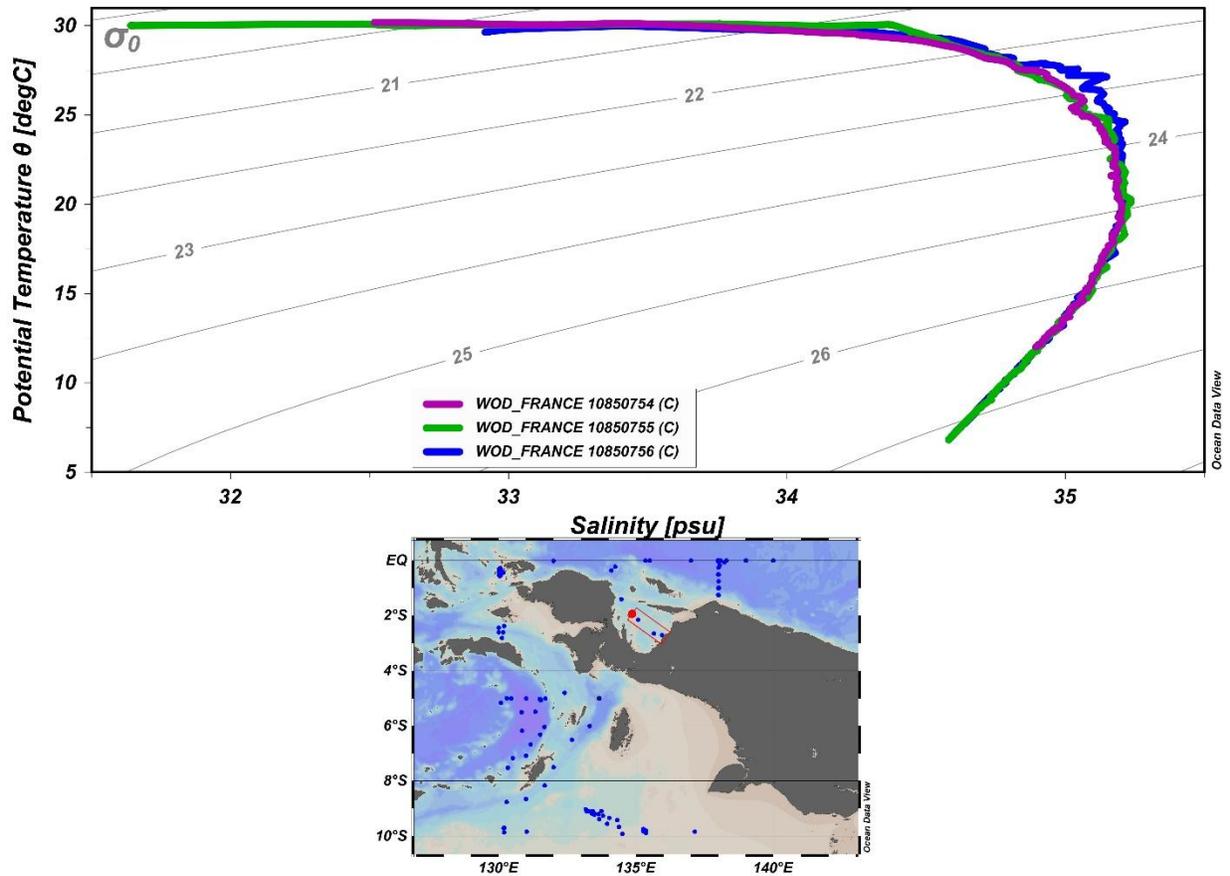


Gambar 7. Tampilan 5 station dalam diagram T-S di perairan Maluku dan Papua.

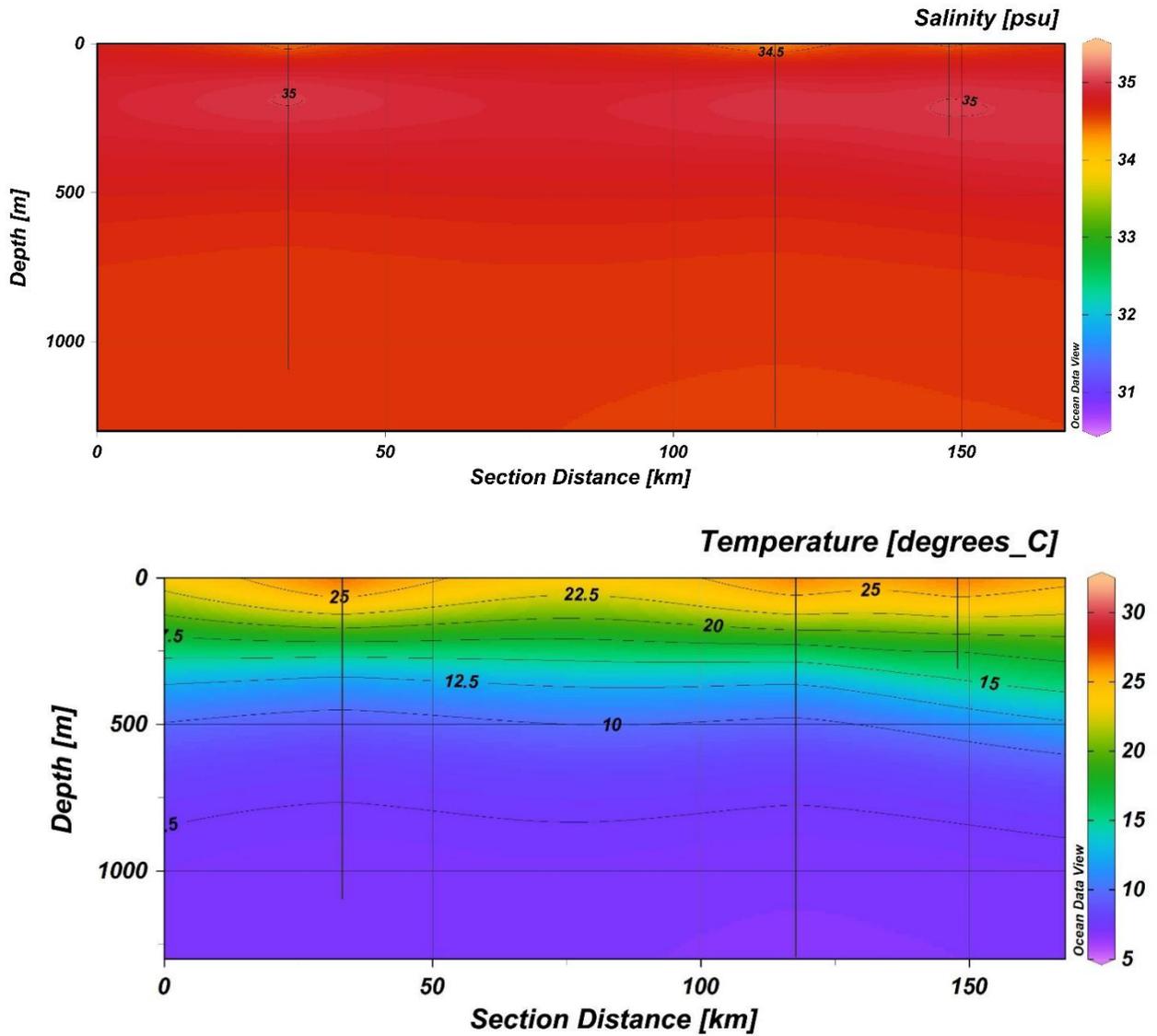
Hasil diagram T-S dari 5 station pengukuran pada gambar 7 jika dilihat secara keseluruhan dari kelima station tersebut karakteristik massa air sebagai berikut; massa air di lapisan atas termoklin berdasarkan diagram T-S adalah memiliki nilai σ_0 pada kisaran 20,1-22,8, massa air pada lapisan termoklin memiliki karakteristik nilai massa air σ_0 pada kisaran 22,8-25,2. Sedangkan pada lapisan bawah termoklin memiliki karakteristik nilai massa air σ_0 pada kisaran 25,2-27,7. Densitas air laut (sigma t) pada Gambar 7 terlihat pada garis isopycnals. Perairan Maluku dan Papua memiliki densitas pada lapisan atas termoklin dengan nilai rata-rata σ_0 21,45 dan lapisan bawah termoklin σ_0 berada pada nilai 26,45. ini menunjukkan bahwa karakteristik massa air di wilayah perairan ini relatif lebih hangat, lebih asin dan densitas yang lebih tinggi yang disebabkan adanya pengaruh aliran massa air yang dominan dari samudera pasifik bagian selatan. Variabel suhu menunjukkan sebaran suhu terendah adalah 1,53°C dengan salinitas 34,651‰ pada kedalaman 4062 m dan suhu tertinggi 30,81°C dengan salinitas 34,393‰ pada kedalaman 2 m.

Sebaran Suhu Dan Salinitas Secara Vertical Dan Horizontal di Teluk Cenderawasih

Pada pembahasan ini terfokus pada *cross section* 3 stasiun yang terdapat di Teluk Cenderawasih. Data yang dikumpul dari Teluk Cenderawasih berasal dari stasiun WOD_FRANCE 10850754, WOD_FRANCE 10850755 dan WOD_FRANCE 10850756 untuk mendapatkan karakteristik massa di Teluk Cenderawasih (Gambar 8). *Cross section* ini dibuat dengan tujuan untuk mengetahui karakteristik massa air yang berada di TelukCenderawasih.



Gambar 8. *Cross Section* ketiga stasiun di Teluk Cenderawasih



Gambar 9. Sebaran vertical dan harizonatl suhu serta salinitas

Hasil cross section salinitas dan temperatur ketiga stasiun di Teluk Cenderawasih secara vertical dan horizontal dapat dilihat pada Gambar 9 di atas dengan ketebalan 60 Km.

KESIMPULAN

Berdasarkan diagram TS mengindikasikan bahwa karakteristik massa air di perairan Maluku dan Papua berasal dari Samudera Pasifik selatan dengan ciri temperatur rata-rata 16,19°C, salinitas rata-rata 34,54 ‰. Hal ini menunjukkan bahwa massa air dari pasifik selatan melalui jalur timur ARLINDO. Wijffel *et al*, (2003) dikutip Harvianto dkk, (2015) menggolongkan karakteristik massa air dengan ciri temperature dan salinitas tersebut diatas adalah SPTW (South Pacific Subtropical Water) dengan karakteristik Salinitas max 34,75‰, temperatur 7-16°C, Oksigen 2,6 ml/l. Akibat terjadi lintasan arus laut dari samudra Pasifik menuju perairan Indonesia akhirnya ke samudra Hindia adalah perubahan pola musim hujan, menyebabkan terjadinya perubahan iklim sehingga temperatur air laut yang melintasi Indonesia menjadi hangat. Naiknya temperature air laut menyebabkan lebih banyak penguapan sehingga intensitas curah hujan menjadi tinggi. Selain itu arus laut juga berpengaruh pada ekosistem biotik, karena arus laut membawa arus hangat sehingga memiliki kekayaan laut yang melimpah. Hasil pengukuran *cross section* di Teluk cenderawasih dari hasil analisis kurva T-S netral pada nilai σ_0 dikisaran 19,3-21,1 dan karakteristik nilai masa air stabil pada σ_0 dikisaran nilai 21,1-27,2.

DAFTAR PUSTAKA

- Emery WJ and Meincke J (1986) .*Global water masses: summary and review*. Oceanologica Acta 9:383–391.
- Fine R.A., Lukas R., Bingham F., Warnar M. & R.Gammon. (1994). The Western Equatorial Pacific; a water mass crossroads, J. Geophys. Res., 90,2506325080
- Gordon, A. R. (1986). Interocean exchange of thermocline water, J. Geophys. Res., 91, pp:5037-5046
- Haikal.M, Riyantini, Indah, dkk. 2012. *Analisis massa air di perairan Maluku Utara*. Jurnal Perikanan dan Kelautan
- Heron S, Metzger J. & Skirving W. (2006). Seasonal Variations of the Ocean Surface Circulation in the Vicinity of Palau, J. of Ocean., Vol. 62, pp. 413426
- Hutabarat.S, Stewart M.Evans. 2000. Pengantar Oceanografi. Universitas Indonesia (UI-Press), Jakarta.
- Ilahude, A. G., dan A. L. Gordon. 1996. Thermocline stratification within the Indonesian seas. J.Geophys. Res. 101:12,401-12,409
- Nontji, A. 1993. Laut Nusantara (2nd Ed.). Jakarta: Djambatan.
- Radjawane Ivone M, Panundra P.Hadipoetranto., 2014. Karakteristik Massa Air di Percabangan Arus Lalu lintas Indonesia Perairan Sangihe Talaud Menggunakan Data Index Satal. Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis Vol.6. Fakultas Ilmu dan Teknologi Kebumian., Institut Teknologi Bandung.
- Susanto, D., et al. 2007. Observations and proxies of the surface layer throughflow in Lombok Strait. Journal of Geophysical Research 112, 1-11.
- Supangat, A. 2003. Oseanografi. Balai Penelitian dan Observasi Laut, Kementrian Kelautan dan Perikanan. Jakarta.
- Tomczak, M. 2000. An introduction to online physical oceanography. Oceanography 13, 104-105
- Yustin, Melly. 2011. *Karakteristik Samudera Pasifik*.