

STUDI KARAKTERISTIK MASSA AIR LAUT DI PERAIRAN TIMUR INDONESIA DENGAN MEMANFAATKAN DATA ARGO FLOAT

Indra Gunawan⁽¹⁾, Widodo S Pranowo⁽²⁾, & Nawanto Budi Sukoco⁽³⁾

⁽¹⁾Mahasiswa Program Studi S-1 Hidrografi, Sekolah Tinggi Teknologi Angkatan Laut

⁽²⁾Pusat Riset Kelautan, BRSDMKP, KKP

⁽³⁾Ketua Program Studi S-1 Hidrografi, Sekolah Tinggi Teknologi Angkatan Laut

ABSTRAK

Laut Sulawesi, Selat Makassar, dan Terusan Lifamatola. Merupakan Perairan yang termasuk dalam Arus Lintas Indonesia (ARLINDO) sehingga memiliki karakteristik massa air laut yang unik. Penelitian bertujuan untuk mengetahui jenis massa air laut di Perairan Timur Indonesia dengan menganalisis diagram T-S, variabilitas massa air laut (suhu, salinitas, densitas dan kecepatan suara) musiman (musim Barat, musim peralihan I, musim Timur, dan musim peralihan II) pada 3 kedalaman yaitu 50m, 150m dan 300m. Teknik analisis menggunakan *tools Ocean Data View* dan *Microsoft Excel*. Hasil yang diperoleh di Laut Sulawesi terdapat 11 jenis massa air, di Selat Makassar 9 jenis massa air, dan di Terusan Lifamatola 7 jenis massa air. Kemudian dicari variabilitas suhu, variabilitas salinitas, variabilitas densitas, dan variabilitas kecepatan suara. ENSO dan IOD dihubungkan dengan karakteristik massa air laut untuk dicari korelasi signifikan di kedalaman 50m, 150m dan 300m di Perairan Timur Indonesia.

Kata Kunci : ARLINDO, Massa air laut, Perairan Indonesia Timur, ENSO, IOD, Argo Float, salinitas, densitas, Variabilitas suhu.

PENDAHULUAN

Perairan Indonesia Timur diantaranya Laut Sulawesi, Selat Makassar, dan Terusan Lifamatola merupakan jalur yang menghubungkan Samudera Pasifik dengan Laut Jawa. Sehingga biasa digunakan untuk kepentingan pelayaran, baik pelayaran untuk jalur militer maupun untuk jalur niaga atau perdagangan. Perairan tersebut termasuk dalam Arus Lintas Indonesia (ARLINDO) atau *Indonesian Through Flow* (ITF). ARLINDO merupakan suatu sistem sirkulasi laut di Perairan Indonesia dimana terjadi lintasan arus yang membawa massa air dari Samudera Pasifik ke Samudera Hindia. Massa air Pasifik tersebut terdiri atas massa air Pasifik Utara dan Pasifik Selatan (Wyrki, 1961 dalam Havianto 2015:106). Menurut Gordon *et al.* (1994

dalam Setiawan, 2010) massa air Pasifik masuk Kepulauan Indonesia melalui 2 (dua) jalur utama, yaitu:

- Jalur Barat dimana massa air masuk melalui Laut Sulawesi dan Basin Makassar. Sebagian massa air akan mengalir melalui Selat Lombok dan berakhir di Lautan Hindia sedangkan sebagian lagi dibelokkan ke arah Timur terus ke Laut Flores hingga Laut Banda dan kemudian keluar ke Lautan Hindia melalui Laut Timor.
- Jalur Timur dimana massa air masuk melalui Laut Halmahera dan Laut Maluku terus ke Laut Banda. Dari Laut Banda, massa air akan mengalir mengikuti 2 (dua) rute. Rute Utara Pulau Timor melalui Selat Ombai, antara Pulau

Alor dan Pulau Timor, masuk ke Laut Sawu dan Selat Rote, sedangkan rute Selatan Pulau Timor melalui Basin Timor dan Selat Timor, antara Pulau Rote dan paparan Benua Australia.

Karena letaknya pada jalur Barat ARLINDO, Laut Sulawesi, Selat Makassar, dan Terusan Lifamatola memiliki karakteristik massa air laut yang unik. Selain itu mengingat pentingnya posisi Laut Sulawesi, Selat Makassar, dan Terusan Lifamatola maka perlu diadakan suatu studi karakteristik massa air laut di tempat tersebut. Studi karakteristik massa air laut diperlukan salah satunya sebagai informasi dalam menentukan persembunyian untuk kapal selam TNI AL (Tentara Nasional Indonesia Angkatan Laut) dari pendeteksian kapal permukaan. Selain itu dapat pula untuk menentukan letak persebaran ikan bagi Badan Riset Kelautan dan Perikanan.

Massa Air adalah badan air yang relatif homogen dan dapat digambarkan dengan karakteristik yang dimilikinya (King,1963 dalam Agustinus, 2016:11). Jenis-jenis massa air laut di Samudera Hindia dan Samudera Pasifik dalam (Emmery, 2001) adalah sebagai berikut:

Tabel 1. *Temperature - Salinity Characteristic of the world's water mess*

Layer	Pacific Ocean
Upper waters (0-500m)	Pacific Subartic Upper Water (PSUW) (3,0-15,0°C; 32,6-33,6‰)
	Western North Pacific Central Water (WNPCW) (10,0-22,0°C; 34,2-35,2‰)
	Eastern North Pacific Central Water (ENPCW) (12,0-20,0°C; 34,2-35,0‰)
	Eastern North Pacific Transition Water (ENPTW) (11,0-20,0°C; 33,8-34,3‰)
	Pacific Equatorial Water (PEW) (7,0-23,0°C; 34,5-36,0‰)

Layer	Pacific Ocean
	Western South Pacific (Central Water (WSPCW)(6,0-22,0°C; 34,5-35,8‰)
	Eastern South Pacific Central Water (ESPCW) (8,0-24,0°C; 34,4-36,4‰)
	Eastern South Pacific Transition Water (ESPTW) (14,0-20,0°C; 34,6-35,2‰)
Intermediate Water (500-1500m)	Pacific Subartic Intermediate Water (PSIW) (5,0-12,0°C; 33,8-34,3‰)
	California Intermediate Water (CIW) (10,0-12,0°C; 33,9-34,4‰)
	Eastern South Pacific Intermediate Water (ESPIW) (10,0-12,0°C; 34,0-34,4‰)
	Antarctic Intermediate Water (AAIW) (2,0-10,0°C; 33,8-34,8‰)
Deep and abyssal waters (1500m-bottom)	Circumpolar Deep Water (CDW) (1,0-2,0°C; 34,62-34,73‰)

Karakteristik massa air sendiri adalah sifat yang yang mencirikan kondisi suatu perairan (Napitu dkk, 2016:92). Karakteristik tersebut diantaranya Suhu, Salinitas, dan Densitas. Parameter tersebut dipilih karena menurut (Napitu dkk 2016:92) parameter tersebut adalah parameter penting yang digunakan dalam mempelajari kondisi dan sifat-sifat perairan, sebaran dan pelapisan massa air serta pencampuran massa air di suatu perairan.

Suhu adalah derajat panas objek yang diakibatkan oleh tumbukan antar molekul yang tidak beraturan (Purba dan Pranowo, 2015:34). Jejak-jejak suhu akan menentukan darimana dan kemana massa air tersebut (Purba dan Pranowo, 2015:41). menurut Richard dan Davis (1991, dalam Agustinus, 2015:6). Suhu perairan secara vertikal dikelompokkan menjadi tiga zona, yaitu :

- Lapisan tercampur (*mixed layer*),
- Lapisan termoklin (*thermocline layer*),
- Lapisan dalam (*deep layer*)

Salinitas adalah jumlah garam yang terkandung dalam satu kilogram air, kandungan garam dalam air ini dinyatakan dalam ppt atau *part per-thousand* karena satu kilogram sama dengan 1000 gram. (Astuti, dkk. 2007:33). Untuk wilayah Indonesia nilai salinitas dalam rentang 23-35 psu (Purba dan Pranowo, 2015:53).

Densitas secara teori diartikan sebagai gram persenti meter kubik air laut yang harganya berkisar $1,03000\text{g/cm}^3$ (Supangat, 2000 dalam Sukoco, 2003:II-11). Densitas air laut perlu diketahui untuk menentukan kedalaman mana suatu massa air dengan densitas paling kecil akan berada di atas dan massa air dengan densitas paling besar akan berada di dasar laut (Sukoco, 2003:II-11). Suhu dan salinitas merupakan parameter yang utama untuk menentukan densitas, namun biasanya akan ditambah tekanan/kedalaman (Purba dan Pranowo, 2015:57).

Data karakteristik massa air laut (suhu, salinitas dan densitas) diambil dengan menggunakan sebuah alat yaitu Argo Float. Argo Float dikenal sebagai "*Robotic/Autonomous Profiling Floats*" adalah singkatan dari "*Array for Real-time Geostrophic Oceanography*". Instrument ini bertenaga baterai yang bekerja secara otomatis menyelam dan bergerak secara vertikal muncul ke permukaan dengan menggunakan mekanisme pompa hidrolik. Kedalaman maksimum yang mampu ditempuh oleh Argo Float adalah 2000PSI satuan tekanan, (*profiling*) dilakukan oleh Argo Float pada saat instrument tersebut bergerak secara vertikal menuju permukaan (Pranowo, 2014:217). Status Argo Float sampai saat ini telah terdeploy sekitar 1400 *profiling floats* sejak 1998, dimana sekitar 65% berada di Lautan Samudera bagian Utara khatulistiwa (Pranowo dkk, 2003:4-1).

Dengan maraknya perkembangan teknologi yang begitu pesat, dimungkinkan kedepannya jumlah Argo Float di seluruh dunia khususnya negara Indonesia, akan semakin bertambah. Argo Float tersebut dilepaskan diperairan kita oleh negara-negara yang berminat mengeksploitasi laut Indonesia tanpa harus repot bekerjasama atau ijin ke negara Indonesia. Karena posisi Argo Float dapat berpindah-pindah terbawa arus. Selanjutnya hasil dari data Argo Float tersebut sangat mudah diakses oleh publik atau komunitas Internasional tanpa dapat di bendung oleh pemerintah dalam hal ini Kominfo (Kementrian Informasi dan Informatika) dan Kemhan (Kementrian Pertahanan Republik Indonesia). Sehingga kita TNI AL, khususnya Pushidrosal (Pusat Hidro-Oceanografi TNI AL) tidak ketinggalan dalam mengunduh, menganalisa dan memanfaatkan data Argo Float untuk kepentingan TNI AL (pertahanan dan keamanan).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui jenis massa air laut di Laut Sulawesi, Selat Makassar, dan Terusan Lifamatola dengan menggunakan diagram T-S. Diagram T-S adalah diagram yang menunjukkan hubungan salinitas dan suhu untuk mengetahui kondisi densitas pada perairan, diagram T-S menggunakan dua sumbu koordinat yaitu sumbu (Y) adalah menunjukkan nilai suhu potensial, sedangkan sumbu (X) menunjukkan salinitas. (Napitu dkk, 2016:94).

Selain itu, tujuan penelitian ini juga untuk mencari variabilitas massa air laut berupa suhu, salinitas dan densitas musiman di Laut Sulawesi, Selat Makassar, dan Terusan Lifamatola. 4 periode musim disini diambil berdasarkan data *remote sensing* dari satelit *QuikScat* dan referensi dari McBride (1992 dalam Pranowo dkk, 2005: III-17), sebagai berikut.

- Monsun Barat (*West monsoon*) selama Desember-Februari.
- Transisi I (Transisi dari Monsun Barat ke Monsun Timur) selama Maret-Mei.
- Monsun Timur (*East monsoon*) selama Juni-Agustus.
- Transisi II (Transisi dari Monsun Timur ke Monsun Barat) selama September-Oktober.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini termasuk penelitian deskriptif kuantitatif. Dengan sumber data berupa data sekunder yang diambil dari akuisisi Argo Float secara *near real time* dan diakses melalui website *jcommops.com* dengan periode data yang dikaji adalah tahun 2016 s.d. 2018. Lokasi penelitian adalah di Laut Sulawesi, Selat Makassar, dan Terusan Lifamatola.

Pengolahan data di Laut Sulawesi menggunakan data dari Argo Float WMO ID_5904963. Argo Float tersebut memiliki 204 stasiun semenjak pertama dilepaskan pada tanggal 04-09-2016, dengan pengamatan terakhir pada tanggal 05-09-2016 s.d. 21-08-2018. Sebaran stasiun Argo Float WMO ID_5904963 terletak pada 118⁰BT-124⁰BT dan 1⁰LU-6,2⁰LU.

Kemudian untuk Selat Makassar menggunakan data dari Argo Float WMO ID_5904965. Pada Argo Float tersebut terdapat 200 stasiun dengan pengamatan terakhir pada tanggal 05-09-2016 s.d. 23-07-2018. Sebaran stasiun Argo Float WMO ID_5904965 terletak pada 117,3⁰BT-119,1⁰BT dan 0,5⁰LS-5,8⁰LS.

Lalu di Terusan Lifamatola menggunakan data dari Argo Float WMO ID_5904961. Pada Argo Float WMO ID_5904961 terdapat 107 stasiun. Stasiun yang berada di Terusan Lifamatola adalah stasiun nomor 1 s.d. nomor 94, sehingga hanya 94 stasiun yang digunakan untuk

pengolahan data. Pengamatan terakhir Argo Float tersebut pada tanggal 23-06-2016 s.d. 22-12-2017. Sebaran stasiun Argo Float WMO ID_5904961 terletak pada 123,4⁰BT-127⁰BT dan 1,5⁰LU-2⁰LS.

Teknik analisis yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisis karakteristik dan analisis variabilitas massa air laut. Dalam menganalisis karakteristik massa air di Perairan Indonesia Timur dilakukan pengolahan data menggunakan *tools* ODV untuk menampilkan Diagram T-S pada tiap – tiap stasiun dari Argo Float. Kemudian dicari rentang suhu dan salinitas pada setiap kedalaman, data diambil dari seluruh stasiun Argo Float dan dicari rata-ratanya menggunakan *tools* Microsoft Excel untuk kemudian disimpulkan jenis massa airnya sesuai dengan indikator massa air menurut William J. Emery (2001).

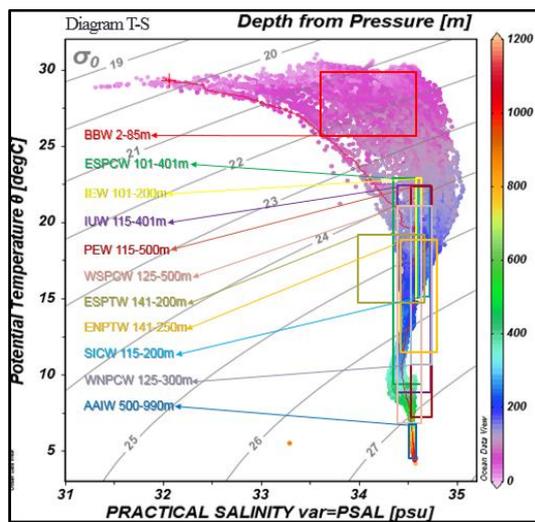
Analisis variabilitas massa air berupa suhu, salinitas, dan densitas di Perairan Timur Indonesia dibagi menjadi permusim yaitu musim Barat, musim peralihan I, musim Timur, dan musim peralihan II. Selain itu setiap musimnya dibagi menjadi tiga macam kedalaman yang mewakili tiga lapisan suhu laut yaitu kedalaman 50m mewakili lapisan tercampur, 150m mewakili lapisan termoklin, dan 300m mewakili lapisan dalam. Analisis model *isosurface* menggunakan *software* ODV. Sedangkan pengolahan data menggunakan *software* Microsoft excel.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penentuan jenis massa air laut dengan menganalisis diagram T-S adalah sebagai berikut.

1. Laut Sulawesi

Pengolahan data di Laut Sulawesi menghasilkan tampilan diagram T-S berikut.



Gambar 1. Diagram T-S Jenis Massa Air Laut di Laut Sulawesi berdasarkan Argo Float WMO ID_5904963

Pada kedalaman 2m – 85m memiliki suhu 25,28°C – 29,51°C dan salinitas 33,76‰ – 34,51‰ sehingga termasuk kedalam jenis massa air BBW (*Bengal Bay Water*; 25,0-29,0°C; 28,0-35,0‰). Kemudian pada kedalaman 101m – 200m memiliki suhu 15,54°C - 23,63°C dan salinitas 34,6‰ – 34,65 ‰ sehingga termasuk kedalam jenis massa air IEW (*Indian Equatorial Water* 8,0-23,0°C; 34,6-35,0‰). Serta pada kedalaman 101m - 401m memiliki suhu 8,71 – 23,63°C dan salinitas 34,47‰ – 34,65‰ sehingga termasuk kedalam jenis massa air ESPCW (*Eastern South Pacific Central Water*; 8,0-24,0°C; 34,4-36,4‰). Kisaran kedalaman 115m – 200m memiliki suhu 15,54°C - 22,14°C dan salinitas 34,59‰ – 34,72‰ sehingga termasuk kedalam jenis massa air SICW (*South Indian Central Water* 8,0-25,0°C; 34,6-35,8‰). Seterusnya pada kedalaman 115m – 401m memiliki suhu 8,71°C - 22,14°C dan salinitas 34,47‰ – 34,72‰ sehingga termasuk kedalam jenis massa air IUW (*Indonesian Upper Water* 8,0-23,0°C; 34,4-35,0‰). Kemudian pada kedalaman 115m – 300m memiliki suhu

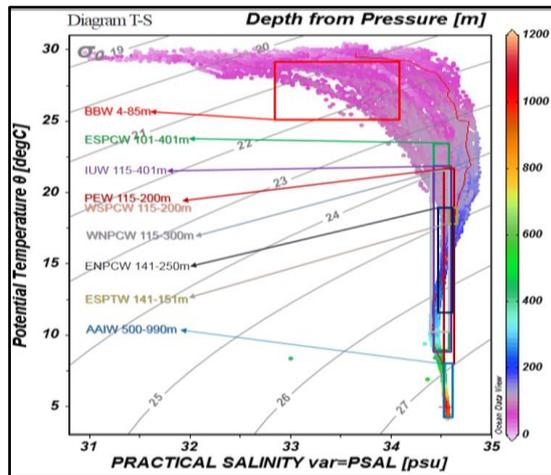
7,67°C - 22,14°C dan salinitas 34,52‰ – 34,72‰ sehingga termasuk kedalam jenis massa air PEW (*Pacific Equatorial Water* 7,0-23,0°C; 34,5-36,0‰). Untuk kedalaman 125m – 300m memiliki suhu 10,92°C - 21,15°C dan salinitas 34,42‰ – 34,75‰ sehingga termasuk kedalam jenis massa air WNPCW (*Western North Pacific Central Water* 10,0-22,0°C; 34,2-35,2‰). Pada kedalaman 125m – 300m memiliki suhu 7,67°C - 21,15°C dan salinitas 34,52‰ – 34,74‰ sehingga termasuk kedalam jenis massa air WSPCW (*Western South Pacific Central Water* 6,0-22,0°C; 34,5-35,8‰). Kemudian pada kedalaman 141m – 200m memiliki suhu 15,54°C – 19,72°C dan salinitas 34,6‰ – 34,76‰ sehingga termasuk kedalam jenis massa air ESPTW (*Eastern South Pacific Transition Water* 14,0-20,0°C; 34,6-35,2‰). Rentang kedalaman 141m – 250m memiliki suhu 12,84°C – 19,72°C dan salinitas 34,47‰ – 34,76‰ sehingga termasuk kedalam jenis massa air ENPTW (*Eastern North Pacific Transition Water* 11,0-20,0°C; 33,8-34,3‰). Pada kedalaman 300m – 990m memiliki suhu 4,79°C – 7,67°C dan salinitas 34,52‰ – 34,56‰ sehingga termasuk kedalam jenis massa air AAIW (*Antarctic Intermediate Water*; 2,0-10,0°C; 33,8-34,8‰). Secara sederhana ditampilkan dalam tabel berikut.

Tabel 2. Jenis - jenis massa air di Laut Sulawesi berdasarkan Argo Float WMO ID_5904963

No	Kedalaman (m)	Suhu (°C)	Salinitas (‰)	Jenis Massa Air
1	2 – 85	25,28 – 29,51	33,76 – 34,51	BBW
2	101 – 200	15,54 – 23,63	34,60 – 34,65	IEW
3	101 – 401	8,71 – 23,63	34,47 – 34,65	ESPCW
4	115 – 200	15,54 – 22,14	34,59 – 34,72	SICW
5	115 – 401	8,71 – 22,14	34,47 – 34,72	IUW
6	115 – 500	7,67 – 22,14	34,52 – 34,72	PEW
7	125 – 300	10,92 – 21,15	34,42 – 34,75	WNPCW
8	125 – 500	7,67 – 21,15	34,52 – 34,74	WSPCW
9	141 – 200	15,54 – 19,72	34,60 – 34,76	ESPTW
10	141 – 250	12,84 – 19,72	34,47 – 34,76	ENPTW
11	500 – 990	4,79 – 7,67	34,52 – 34,56	AAIW

2. Selat Makassar

Pengolahan data di Selat Makassar menghasilkan tampilan diagram T-S sebagai berikut.



Gambar 2. Diagram T-S Jenis Massa Air Laut di Selat Makassar berdasarkan Argo Float WMO ID_5904965

Pada kedalaman 4m – 85m memiliki suhu 25,53°C – 29,3°C dan salinitas 32,86‰ – 34,3‰ sehingga termasuk kedalam jenis massa air BBW (*Bengal Bay Water*; 25,0-29,0°C; 28,0-35,0‰). Kemudian pada kedalaman 101m – 401m memiliki suhu 8,59°C - 23,71°C dan salinitas 34,46‰ – 34,64‰ sehingga termasuk kedalam jenis massa air ESPCW (*Eastern South Pacific Central Water*; 8,0-24,0°C; 34,4-36,4‰). Pada kedalaman 115m – 300m memiliki suhu 10,5°C - 22°C dan salinitas 34,43‰ – 34,64‰ sehingga termasuk kedalam jenis massa air WNPCW (*Western North Pacific Central Water* 10,0-22,0°C; 34,2-35,2‰). Selanjutnya pada kedalaman 115m – 401m memiliki suhu 8,59°C - 22,1°C dan salinitas 34,43‰ – 34,64‰ sehingga termasuk kedalam jenis massa air IUW (*Indonesian Upper Water* 8,0-23,0°C; 34,4-35,0‰). Serta pada kedalaman 141m – 250m memiliki suhu 12,22°C – 19,09°C dan salinitas 34,45‰ – 34,64‰ sehingga termasuk kedalam jenis massa air ENPCW (*Eastern North Pacific Central Water* 12,0-20,0°C; 34,2-35,0‰).

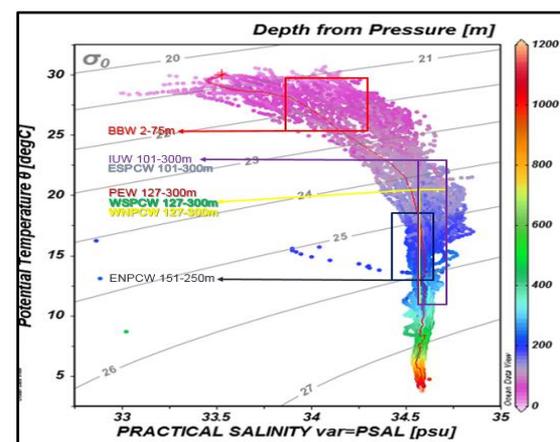
Kemudian pada kedalaman 115m – 200m memiliki suhu 7,56°C - 22,10°C dan salinitas 34,53‰ – 34,64‰ sehingga termasuk kedalam jenis massa air PEW (*Pacific Equatorial Water* 7,0-23,0°C; 34,5-36,0‰) dan WSPCW (*Western South Pacific Central Water* 6,0-22,0°C; 34,5-35,8‰). Untuk kedalaman 141m – 151m memiliki suhu 18,08°C – 19,09°C dan salinitas 34,64‰ – 34,65‰ sehingga termasuk kedalam jenis massa air ESPTW (*Eastern South Pacific Transition Water* 14,0-20,0°C; 34,6-35,2‰). Pada kedalaman 300m – 990m memiliki suhu 4,72°C – 7,56°C dan salinitas 34,52‰ – 34,56‰ sehingga termasuk kedalam jenis massa air AAIW (*Antarctic Intermediate Water*; 2,0-10,0°C; 33,8-34,8‰). Secara sederhana ditampilkan pada tabel berikut.

Tabel 3. Jenis massa air di Selat Makassar berdasarkan Argo Float WMO ID_5904965

No	Kedalaman(m)	Suhu (°C)	Salinitas (‰)	Jenis Massa Air
1	4 – 85	25,53 – 29,30	32,86 – 34,30	BBW
2	101 – 401	8,59 – 23,71	34,46 – 34,64	ESPCW
3	115 – 300	10,50 – 22,00	34,43 – 34,64	WNPCW
4	115 – 401	8,59 – 22,10	34,43 – 34,64	IUW
5	141 – 250	12,22 – 19,09	34,45 – 34,64	ENPCW
6	115 – 200	7,56 – 22,10	34,53 – 34,64	PEW
7	115 – 200	7,56 – 22,10	34,53 – 34,64	WSPCW
8	141 – 151	18,08 – 19,09	34,64 – 34,65	ESPTW
9	500 – 990	4,72 – 7,56	34,52 – 34,56	AAIW

3. Terusan Lifamatola

Pengolahan data di Terusan Lifamatola menghasilkan tampilan diagram T-S sebagai berikut.



Gambar 3. Diagram T-S Jenis massa air Laut di Terusan Lifamatola berdasarkan Argo Float WMO ID_5904961

Pada kedalaman 2m – 75m memiliki suhu 25,78°C – 29,39°C dan salinitas 33,82‰ – 34,26‰ sehingga termasuk kedalam jenis massa air BBW (*Bengal Bay Water*; 25,0-29,0°C; 28,0-35,0‰). Pada kedalaman 101m – 300m memiliki suhu 11,16°C - 23,00°C dan salinitas 34,58‰ – 34,62‰ sehingga termasuk kedalam jenis massa air IUW (*Indonesian Upper Water* 8,0-23,0°C; 34,4-35,0‰) dan ESPCW (*Eastern South Pacific Central Water*; 8,0-24,0°C; 34,4-36,4‰). Serta pada kedalaman 151m – 250m memiliki suhu 12,90°C – 18,35°C dan salinitas 34,43‰ –

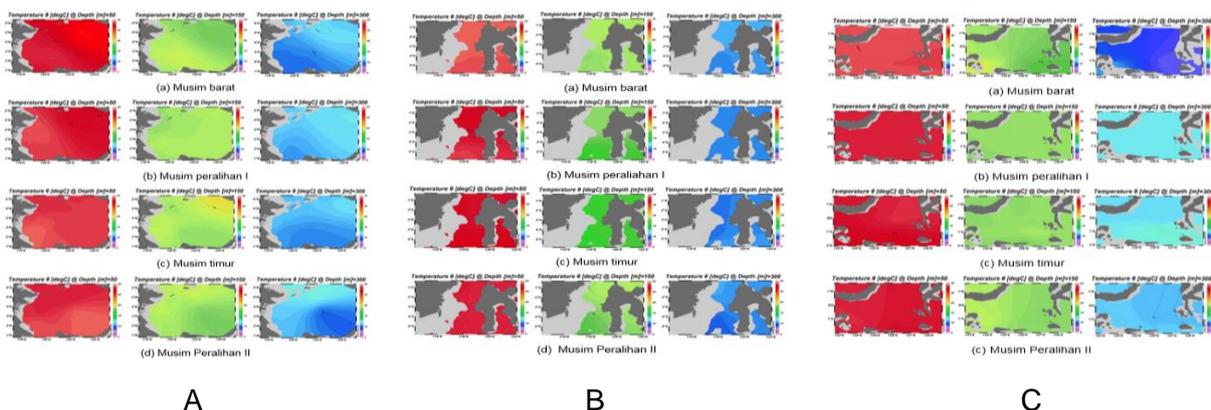
34,62‰ sehingga termasuk kedalam jenis massa air ENPCW (*Eastern North Pacific Central Water* 12,0-20,0°C; 34,2-35,0‰). Pada kedalaman 127m – 300m memiliki suhu 11,16°C - 20,26°C dan salinitas 34,58‰ – 34,62‰ sehingga termasuk kedalam jenis massa air PEW (*Pacific Equatorial Water* (7,0-23,0°C; 34,5-36,0‰), WSPCW (*Western South Pacific Central Water* 6,0-22,0°C; 34,5-35,8‰) dan WNPCW (*Western North Pacific Central Water* 10,0-22,0°C; 34,2-35,2‰). Secara sederhana ditampilkan pada tabel berikut.

Tabel 4. Jenis massa air di Terusan Lifamatola berdasarkan Argo Float WMO ID_5904961

Tabel 5. Data rata-rata suhu, salinitas, dan densitas di Laut Sulawesi, Selat Makassar, dan Terusan Lifamatola.

Tempat	Musim	Rata-rata Suhu (°C)			Rata-rata Salinitas (psu)			Rata-rata Densitas (kg/m ³)		
		50m	150m	300m	50m	150m	300m	50m	150m	300m
Laut Sulawesi	Musim Barat	26,26	18,16	11,47	34,43	34,74	34,42	22,52	25,04	26,24
	Musim Peralihan I	27,35	19,48	11,59	34,15	34,83	34,40	21,97	24,77	26,20
	Musim Timur	28,28	19,06	11,39	34,08	34,74	34,43	21,61	24,81	26,26
	Musim Peralihan II	28,40	19,32	11,14	33,77	34,71	34,43	21,34	24,71	26,31
Selat Makassar	Musim Barat	28,96	19,31	7,64	33,68	34,70	34,52	21,09	24,72	26,95
	Musim Peralihan I	27,32	18,76	7,50	33,80	34,63	34,53	21,71	24,80	26,98
	Musim Timur	27,53	16,66	7,48	33,80	34,56	34,53	21,65	25,26	26,98
	Musim Peralihan II	28,64	17,48	7,52	33,82	34,56	34,52	21,30	25,06	26,97
Terusan Lifamatola	Musim Barat	28,80	18,03	8,00	33,98	34,52	34,58	21,36	24,90	26,95
	Musim Peralihan I	28,02	18,60	8,34	33,85	34,50	34,58	21,53	24,74	26,90
	Musim Timur	27,16	18,58	7,63	33,87	34,66	34,57	21,82	24,87	27,00
	Musim Peralihan II	27,59	18,26	8,01	33,87	34,58	34,59	21,67	24,89	26,95

Variabilitas karakteristik massa air laut kemudian dianalisis model *isosurface* menggunakan *software* ODV. Berikut tampilan *isosurface* variabilitas suhu



Gambar 4. Tampilan *isosurface* variabilitas suhu di A. Laut Sulawesi, B. Selat Makassar, C. dan Terusan Lifamatola, 50m, 150m dan 300m dengan 4 musim.

No	Kedalaman(m)	Suhu (°C)	Salinitas (‰)	Jenis Massa Air
1	2-75	25,78-29,39	33,82-34,26	BBW
2	101-300	11,16-23,00	34,58-34,62	ESPCW
3	101-300	11,16-23,00	34,58-34,62	IUW
4	151-250	12,90-18,35	34,43-34,62	ENPCW
5	127-300	11,16-20,26	34,58-34,62	PEW
6	127-300	11,16-20,26	34,58-34,62	WSPCW
7	127-300	11,16-20,26	34,58-34,62	WNPCW

Pada Kedalaman 50m, di Laut Sulawesi terjadi kenaikan suhu mulai Musim Barat sebesar 26,25°C, menjadi sebesar 27,35°C pada musim peralihan I, kemudian meningkat lagi pada musim Timur yaitu 28,28°C, sampai bernilai 28,40°C pada musim peralihan II. Perubahan suhu Laut Sulawesi pada kedalaman ini terlihat dari perubahan warna merah tua menjadi lebih muda mulai musim Barat hingga musim peralihan II.

Sedangkan di Selat Makassar pada kedalaman 50m terjadi penurunan suhu mulai Musim Barat sebesar 28,96°C, menjadi sebesar 27,32°C pada musim peralihan I, kemudian meningkat pada musim Timur yaitu 27,53°C, lalu meningkat lagi dengan nilai 28,40°C pada musim peralihan II. Perubahan suhu laut pada kedalaman ini terlihat dari perubahan warna merah muda pada musim Barat menjadi lebih tua pada musim peralihan I dan menjadi lebih tua pada musim Timur hingga musim peralihan II.

Dibandingkan di Terusan Lifamatola pada kedalaman 50m terjadi penurunan suhu mulai Musim Barat sebesar 28,80°C, menjadi sebesar 28,02°C pada musim peralihan I, kemudian menurun lagi pada musim Timur yaitu 27,16°C, sampai bernilai 27,59°C pada musim peralihan II. Perubahan suhu laut pada kedalaman ini terlihat dari perubahan warna merah muda menjadi lebih tua mulai musim Barat hingga musim peralihan II.

Pada Kedalaman 150m, di Laut Sulawesi terjadi kenaikan suhu mulai Musim Barat sebesar 18,16°C, menjadi sebesar 19,48°C pada musim peralihan I,

kemudian turun pada musim Timur yaitu 19,06°C, lalu naik dengan nilai 19,32°C pada musim peralihan II. Perubahan suhu Laut Sulawesi pada kedalaman ini terlihat dari perubahan warna hijau tua di musim Barat menjadi lebih muda pada musim peralihan I, lalu menjadi hijau tua kekuningan pada musim Timur, dan memuda lagi pada musim peralihan II.

Sedangkan di Selat Makassar pada kedalaman 150m terjadi penurunan suhu mulai Musim Barat sebesar 19,31°C, menjadi sebesar 18,76°C pada musim peralihan I, kemudian menurun lagi pada musim Timur yaitu 16,66°C, tetapi naik pada musim peralihan II menjadi sebesar 17,48°C. Perubahan suhu laut pada kedalaman ini terlihat dari perubahan warna hijau muda pada musim Barat menjadi lebih tua pada musim peralihan I hingga musim Timur, kemudian menjadi hijau muda pada musim peralihan II.

Dibandingkan di Terusan Lifamatola pada kedalaman 150m terjadi kenaikan suhu mulai Musim Barat sebesar 18,03°C menjadi sebesar 18,60°C pada musim peralihan I, kemudian naik lagi pada musim Timur yaitu 18,58°C, tetapi menurun pada musim peralihan II menjadi sebesar 18,26°C. Perubahan suhu laut pada kedalaman ini terlihat dari perubahan warna hijau tua pada musim Barat menjadi lebih muda pada musim peralihan I hingga musim Timur, tetapi menua kembali pada musim peralihan II.

Pada Kedalaman 300m, di Laut Sulawesi terjadi kenaikan suhu mulai Musim Barat sebesar 11,47°C, menjadi sebesar 11,59°C pada musim peralihan I, kemudian turun pada musim Timur yaitu 11,39°C hingga sebesar 11,14°C pada musim peralihan II. Perubahan suhu Laut

Sulawesi pada kedalaman ini terlihat dari perubahan warna hijau tua di musim Barat menjadi lebih muda pada musim peralihan I, lalu menjadi hijau tua kekuningan pada musim Timur, dan memuda lagi pada musim peralihan II.

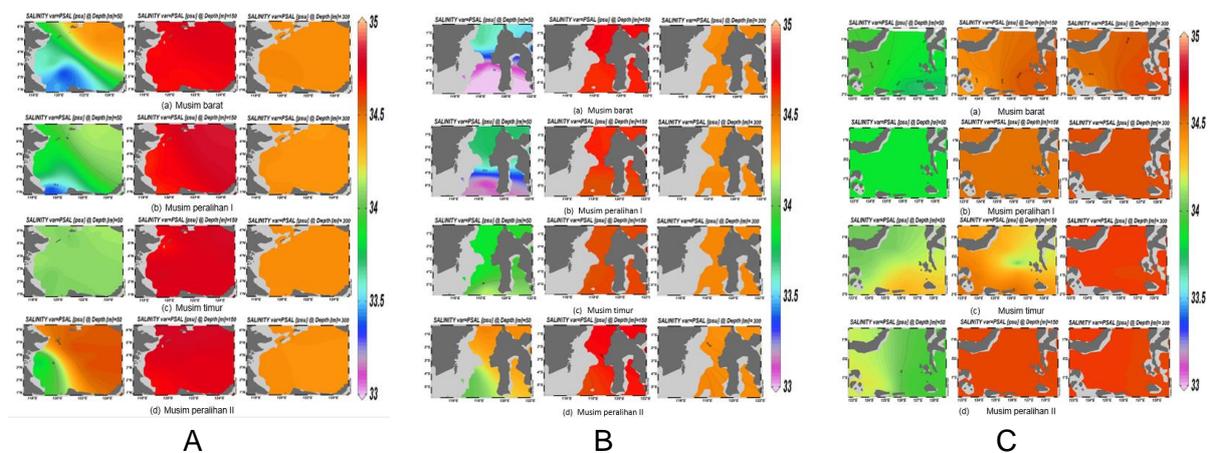
Sedangkan di Selat Makassar pada kedalaman 300m terjadi penurunan suhu mulai Musim Barat sebesar 7,64°C, menjadi sebesar 7,50°C pada musim peralihan I, kemudian menurun lagi pada musim Timur yaitu 7,48°C, tetapi naik pada musim peralihan II menjadi sebesar 7,52°C. Perubahan suhu laut pada kedalaman ini terlihat dari perubahan warna biru tua pada musim Barat menjadi lebih muda pada musim peralihan I

hingga musim Timur, kemudian menjadi biru tua pada musim peralihan II.

Dibandingkan di Terusan Lifamatola pada kedalaman 300m terjadi kenaikan suhu mulai Musim Barat sebesar 8,00°C menjadi sebesar 8,34°C pada musim

peralihan I, kemudian turun pada musim Timur yaitu 7,63°C, tetapi naik pada musim peralihan II menjadi sebesar 8,01°C. Perubahan suhu laut pada kedalaman ini terlihat dari perubahan warna biru tua pada musim Barat menjadi biru muda pada musim peralihan I hingga musim Timur, tetapi menua kembali pada musim peralihan II.

Berikut tampilan *isosurface* variabilitas salinitas.



Gambar 5. Tampilan *isosurface* variabilitas salinitas di A. Laut Sulawesi, B. Selat Makassar, dan C. Terusan Lifamatola, (kiri ke kanan) 50m, 150m dan 300m dengan 4 musim.

Pada Kedalaman 50m, di Laut Sulawesi terjadi penurunan salinitas mulai Musim Barat sebesar 34,43psu, menjadi sebesar 34,15psu pada musim peralihan I, menurun lagi hingga 34,08psu pada musim Timur, tetapi naik sampai bernilai 33,77psu pada musim peralihan II. Perubahan salinitas Laut Sulawesi pada kedalaman ini terlihat dari perubahan warna hijau biru dan coklat pada musim Barat menjadi dominan hijau tua pada musim peralihan I, kemudian menjadi hijau muda pada musim Timur dan

berubah warna dominan merah musim peralihan II.

Sedangkan di Selat Makassar pada kedalaman 50m terjadi kenaikan salinitas mulai Musim Barat sebesar 33,68psu, menjadi sebesar 33,80psu pada musim peralihan I dan musim Timur, lalu meningkat lagi dengan nilai 33,82psu pada musim peralihan II. Perubahan salinitas Selat Makassar pada kedalaman ini terlihat dari perubahan warna ungu biru pada musim Barat menjadi ungu biru hijau tua pada musim peralihan I, kemudian

menjadi hijau tua pada musim Timur dan menjadi dominan jingga pada musim peralihan II.

Dibandingkan di Terusan Lifamatola pada kedalaman 50m terjadi penurunan salinitas mulai Musim Barat sebesar 33,98psu, menjadi sebesar 33,85psu pada musim peralihan I, kemudian naik pada musim Timur dan musim peralihan II yaitu 33,87psu. Perubahan salinitas terusan Lifamatola pada kedalaman ini terlihat dari perubahan warna hijau mulai musim Barat menjadi lebih muda pada musim peralihan I, kemudian menjadi hijau jingga pada musim Timur dan dominan hijau tua pada musim peralihan II.

Pada Kedalaman 150m, di Laut Sulawesi terjadi kenaikan salinitas mulai Musim Barat sebesar 34,74psu menjadi sebesar 34,83psu pada musim peralihan I, kemudian menurun hingga 34,74psu pada musim Timur, dan turun lagi sampai bernilai 33,71psu pada musim peralihan II. Perubahan salinitas Laut Sulawesi pada kedalaman ini terlihat dari perubahan warna merah pada musim Barat menjadi lebih tua pada musim peralihan I, kemudian menjadi lebih muda pada musim Timur dan musim peralihan II.

Sedangkan di Selat Makassar pada kedalaman 150m terjadi penurunan salinitas mulai Musim Barat sebesar 34,70psu menjadi sebesar 34,63psu pada musim Timur dan musim peralihan I, lalu menurun lagi dengan nilai 34,56psu pada musim peralihan II. Perubahan salinitas Selat Makassar pada kedalaman ini terlihat dari perubahan warna merah tua pada musim Barat menjadi lebih muda pada musim peralihan dan musim Timur, kemudian menjadi lebih muda pada musim peralihan II.

Dibandingkan di Terusan Lifamatola pada kedalaman 150m terjadi penurunan salinitas mulai Musim Barat sebesar 34,52 psu menjadi sebesar 34,50psu pada musim peralihan I, kemudian naik pada

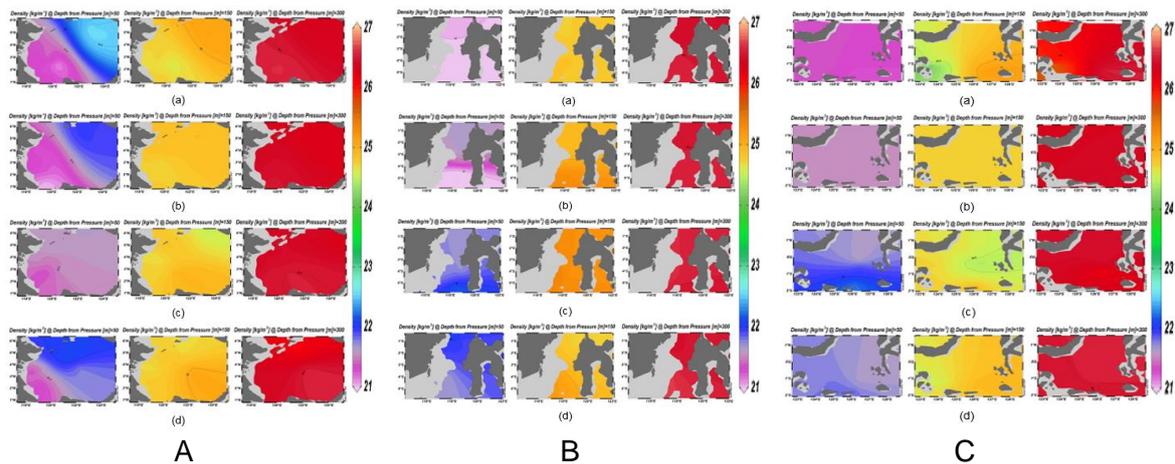
musim Timur 34,66psu, tetapi turun pada musim peralihan II yaitu 34,58psu. Perubahan salinitas terusan Lifamatola pada kedalaman ini terlihat dari perubahan warna domain coklat mulai musim Barat menjadi coklat tua pada musim peralihan I, kemudian menjadi coklat kuning pada musim Timur dan coklat kemerahan pada musim peralihan II.

Pada Kedalaman 300m, di Laut Sulawesi terjadi penurunan salinitas mulai Musim Barat sebesar 34,42psu menjadi sebesar 34,40psu pada musim peralihan I, tetapi naik hingga 34,43psu pada musim Timur dan musim peralihan II. Perubahan salinitas Laut Sulawesi pada kedalaman ini terlihat dari perubahan warna jingga tua pada musim Barat menjadi jingga muda pada musim peralihan I, kemudian menjadi lebih muda pada musim Timur dan musim peralihan II.

Sedangkan di Selat Makassar pada kedalaman 300m terjadi kenaikan salinitas mulai Musim Barat sebesar 34,52psu menjadi sebesar 34,53psu pada musim peralihan I dan musim Timur, lalu menurun dengan nilai 34,52psu pada musim peralihan II. Perubahan salinitas Selat Makassar pada kedalaman ini terlihat dari perubahan warna jingga pada musim Barat menjadi lebih tua pada musim peralihan I dan musim Timur, kemudian menjadi lebih muda pada musim peralihan II.

Dibandingkan di Terusan Lifamatola pada kedalaman 300m terjadi penurunan salinitas mulai Musim Barat dan musim peralihan I sebesar 34,58psu menjadi 34,57psu pada musim Timur, tetapi naik pada musim peralihan II yaitu 34,59 psu. Perubahan salinitas terusan Lifamatola pada kedalaman ini terlihat dari perubahan warna coklat mula musim Barat dan musim peralihan I, kemudian menjadi lebih muda pada musim Timur dan kembali menua pada musim peralihan II.

Berikut tampilan *isosurface* variabilitas densitas.



Gambar 6. Tampilan *isosurface* variabilitas densitas di A. Laut Sulawesi, B. Selat Makassar, dan C. Terusan Lifamatola, (kiri ke kanan) 50m, 150m dan 300m dengan 4 musim.

Pada Kedalaman 50m, di Laut Sulawesi terjadi penurunan densitas mulai Musim Barat sebesar $22,52 \text{ kg/m}^3$, menjadi sebesar $21,97 \text{ kg/m}^3$ pada musim peralihan I, menurun lagi hingga $21,61 \text{ kg/m}^3$ pada musim Timur sampai bernilai $21,34 \text{ kg/m}^3$ pada musim peralihan II. Perubahan densitas Laut Sulawesi pada kedalaman ini terlihat dari perubahan warna ungu, biru tua dan biru muda pada musim Barat menjadi ungu dan biru tua pada musim peralihan I, kemudian menjadi ungu muda pada musim Timur dan berubah warna dominan biru pada musim peralihan II.

Sedangkan di Selat Makassar pada kedalaman 50m terjadi kenaikan densitas mulai Musim Barat sebesar $21,09 \text{ kg/m}^3$ menjadi sebesar $21,71 \text{ kg/m}^3$ pada musim peralihan I, namun menurun pada musim Timur $21,65 \text{ kg/m}^3$ hingga sebesar $21,30 \text{ kg/m}^3$ pada musim peralihan II. Perubahan densitas Selat Makassar pada kedalaman ini terlihat dari perubahan warna ungu muda pada musim Barat menjadi ungu tua pada musim peralihan I, kemudian menjadi dominan biru pada musim Timur hingga menjadi biru pada musim peralihan II.

Dibandingkan di Terusan Lifamatola pada kedalaman 50m terjadi kenaikan densitas mulai Musim Barat sebesar $21,36 \text{ kg/m}^3$ menjadi sebesar $21,53 \text{ kg/m}^3$ pada musim peralihan I, kemudian naik lagi $21,82 \text{ kg/m}^3$ pada musim Timur, tetapi menurun pada musim peralihan II yaitu $21,67 \text{ kg/m}^3$. Perubahan densitas terusan Lifamatola pada kedalaman ini terlihat dari perubahan warna ungu tua mulai musim Barat menjadi ungu muda pada musim peralihan I, kemudian menjadi biru tua pada musim Timur dan dominan biru muda pada musim peralihan II.

Pada Kedalaman 150m, di Laut Sulawesi terjadi penurunan densitas mulai Musim Barat sebesar $25,04 \text{ kg/m}^3$ menjadi sebesar $24,77 \text{ kg/m}^3$ pada musim peralihan I, lalu naik hingga $24,81 \text{ kg/m}^3$ pada musim Timur, namun kemudian menurun sampai bernilai $24,71 \text{ kg/m}^3$ pada musim peralihan II. Perubahan densitas Laut Sulawesi pada kedalaman ini terlihat dari perubahan warna jingga kekuningan

pada musim Barat menjadi jingga dominan kuning pada musim peralihan I, kemudian menjadi kuning dominan jingga

pada musim Timur dan berubah warna dominan jingga pada musim peralihan II.

Sedangkan di Selat Makassar pada kedalaman 150m terjadi kenaikan densitas mulai Musim Barat sebesar $24,72 \text{ kg/m}^3$ menjadi sebesar $24,80 \text{ kg/m}^3$ pada musim peralihan I, lalu naik lagi pada musim Timur $25,26 \text{ kg/m}^3$, tetapi turun hingga sebesar $25,06 \text{ kg/m}^3$ pada musim peralihan II. Perubahan densitas Selat Makassar pada kedalaman ini terlihat dari perubahan warna jingga muda pada musim Barat menjadi jingga tua pada musim peralihan I, kemudian semakin menua pada musim Timur, tetapi menjadi jingga muda kembali pada musim peralihan II.

Dibandingkan di Terusan Lifamatola pada kedalaman 150m terjadi penurunan densitas mulai Musim Barat sebesar $24,90 \text{ kg/m}^3$ menjadi sebesar $24,74 \text{ kg/m}^3$ pada musim peralihan I, kemudian naik hingga $24,87 \text{ kg/m}^3$ pada musim Timur, lalu naik lagi pada musim peralihan II yaitu $24,89 \text{ kg/m}^3$. Perubahan densitas terusan Lifamatola pada kedalaman ini terlihat dari perubahan warna hijau jingga mulai musim Barat menjadi jingga muda pada musim peralihan I, kemudian menjadi dominan hijau muda pada musim Timur dan dominan jingga muda pada musim peralihan II.

Pada Kedalaman 300m, di Laut Sulawesi terjadi penurunan densitas mulai Musim Barat sebesar $26,24 \text{ kg/m}^3$ menjadi sebesar $26,20 \text{ kg/m}^3$ pada musim peralihan I, lalu naik hingga $26,26 \text{ kg/m}^3$ pada musim Timur, lalu naik lagi sampai bernilai $26,31 \text{ kg/m}^3$ pada musim peralihan II. Perubahan densitas Laut Sulawesi pada kedalaman ini terlihat dari perubahan warna jingga kekuningan pada musim Barat menjadi jingga dominan kuning pada musim peralihan I, kemudian menjadi kuning dominan jingga pada musim Timur dan berubah warna dominan jingga pada musim peralihan II.

Sedangkan di Selat Makassar pada kedalaman 300m terjadi kenaikan densitas mulai Musim Barat sebesar $26,95 \text{ kg/m}^3$ menjadi sebesar $26,98 \text{ kg/m}^3$ pada musim peralihan I dan musim Timur, tetapi turun hingga sebesar $26,97 \text{ kg/m}^3$ pada musim peralihan II. Perubahan densitas Selat Makassar pada kedalaman ini terlihat dari perubahan warna jingga muda pada musim Barat menjadi jingga tua pada musim peralihan I, kemudian semakin menua pada musim Timur, tetapi menjadi jingga muda kembali pada musim peralihan II.

Dibandingkan di Terusan Lifamatola pada kedalaman 300m terjadi penurunan densitas mulai Musim Barat sebesar $26,95 \text{ kg/m}^3$ menjadi sebesar $26,90 \text{ kg/m}^3$ pada musim peralihan I, kemudian naik hingga $27,00 \text{ kg/m}^3$ pada musim Timur, lalu turun pada musim peralihan II yaitu $26,95 \text{ kg/m}^3$. Perubahan densitas terusan Lifamatola pada kedalaman ini terlihat dari perubahan warna merah mulai musim Barat menjadi merah tua pada musim peralihan I, kemudian menjadi memuda pada musim Timur hingga musim peralihan II.

KESIMPULAN

1. Di Laut Sulawesi terdapat 11 jenis massa air yaitu BBW, IEW, ESPCW, SICW, IUW, PEW, WNPCW, WSPCW, ESPTW, ENPTW, dan AAIW. Kemudian di Selat Makassar terdapat 9 jenis massa air yaitu BBW, ESPCW, WNPCW, IUW, ENPCW, PEW, WSPCW, ESPTW, dan AAIW. Lalu di Terusan Lifamatola terdapat 7 jenis massa air yaitu BBW, ESPCW, IUW, ENPCW, PEW, WSPCW, dan WNPCW.
2. Di Laut Sulawesi variabilitas suhu paling tinggi pada kedalaman 50m di musim peralihan II yaitu $28,40^\circ\text{C}$ sedangkan paling rendah di kedalaman 300m pada musim

peralihan II yaitu 11,14°C. lalu variabilitas salinitas paling tinggi pada kedalaman 150m di musim peralihan I yaitu 34,83 psu, sedangkan paling rendah di kedalaman 50m pada musim peralihan II yaitu 33,77 psu. Kemudian variabilitas densitas paling tinggi pada kedalaman 300m di musim peralihan II yaitu 26,31 kg/m³, sedangkan paling rendah di kedalaman 50m pada musim peralihan II yaitu 21,34 kg/m³.

3. Di Selat Makassar variabilitas suhu paling tinggi pada kedalaman 50m di musim Barat yaitu 28,96°C sedangkan paling rendah di kedalaman 300m pada musim Timur yaitu 7,48°C. lalu variabilitas salinitas paling tinggi pada kedalaman 150m di musim Barat yaitu 34,70 psu, sedangkan paling rendah di kedalaman 50m pada musim peralihan II yaitu 33,68 psu. Kemudian variabilitas densitas paling tinggi pada kedalaman 300m di musim peralihan I dan musim Timur yaitu 26,98 kg/m³, sedangkan paling rendah di kedalaman 50m pada musim Barat yaitu 21,09 kg/m³.
4. Di terusan Lifamatola variabilitas suhu paling tinggi pada kedalaman 50m di musim Barat yaitu 28,80°C sedangkan paling rendah di kedalaman 300m pada musim Timur yaitu 7,63°C. lalu variabilitas salinitas paling tinggi pada kedalaman 150m di musim Timur yaitu 34,66 psu, sedangkan paling rendah di kedalaman 50m pada musim peralihan I yaitu 33,85 psu. Kemudian variabilitas densitas paling tinggi pada kedalaman 300m di musim Timur yaitu 27,00 kg/m³, sedangkan paling rendah di kedalaman 50m pada musim Barat yaitu 21,36 kg/m³.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustinus. (2016). *Studi Karakteristik Massa Air untuk Menentukan Shadow Zone di Selat Makassar*. Skripsi Hidrografi STTAL : Tidak Diterbitkan.
- Astuti, Widi dkk (2007). *Desalinasi Air Payau Menggunakan Surfactant Modified Zeolite (SMZ)*. Jurnal ilmiah UPT. Balai Pengolahan Mineral Lampung-LIPI.
<http://journals.itb.ac.id/index.php/jzi/article/viewFile/1698/993>
- Emmery, W J. (2001). *Water Types and Water Masses*. University of Colorado, Boulder, CO, USA : Academic Press.
https://www.academia.edu/19157491/Water_Types_And_Water_Masses
- Harvianto L, dkk. (2015). *Analisis Diagram T-S Berdasarkan Parameter Oseanografis di Perairan Selat Lombok*. Jurnal Ilmiah : Surya Octagon Interdisciplinary Journal of Technology.
http://www.academia.edu/32676763/Analisis_Diagram_T-S_Berdasarkan_Parameter_Oseanografis_di_Perairan_Selat_Lombok
- Napitu,R., Surbakti,H., & Diansyah,G. (2016). *identifikasi karakteristik massa air perairan selat bangka bagian selatan*. Jurnal Program Studi Ilmu Kelautan FMIPA. Indralaya : Universitas Sriwijaya.
- Pranowo W, dkk. (2003). *Akuisisi Data Temperatur dan Salinitas di Samudera Hindia dengan Menggunakan Argo Floats*. Jurnal Badan Riset Kelautan dan Perikanan Jakarta.
<http://widodopranowo.id/home/wp-content/uploads/2015/05/pranowo-dkk-argofloat-sem-sehari-pusristekla-2003.pdf>
- Pranowo W, dkk. (2005). *Riset Dampak Perubahan Iklim terhadap Ekosistem Laut Indonesia Menggunakan Data Argo Float*. Jakarta :Badan Riset Kelautan dan Perikanan.

Purba, N.P., & Pranowo, W.S. (2015).
Dinamika Oceanografi. Bandung:
UNPAD Press.
Setiawan, Agus. (2005). *Tekanan dan
Kedalaman Laut*.

<http://oseanografi.blogspot.co.id/2005/07/tekanan-dankedalaman-laut.html>.
Sukoco, Nawanto Budi. (2003). *Struktur
Akustik Bawah Air di Selat Lombok
dan sekitarnya*. Tesis Magister Institut
Teknologi Bandung : Tidak diterbitkan.