

## ANALISIS DINAMIKA DAN SUMBER MASSA AIR ARUS LINTAS INDONESIA

Wijaya Mardiansyah  
Jurusan Fisika FMIPA Universitas Sriwijaya

### ABSTRAK

*Dalam penelitian ini dilakukan pengkajian dinamika massa air Arus Lintas Indonesia (Arlindo) dalam kaitannya dengan sumber asli air yang dapat teridentifikasi masuk dari Samudera Pasifik ke Perairan Indonesia Bagian Timur. Wilayah studi berada pada 12.5°LU - 2.5°LS dan 122.5°BT - 140°BT. Sumber data adalah World Ocean Database 2001 dari National Oceanography Data Center (NODC), [http://www.nodc.noaa.gov/OC5/WOD01/pacif\\_o.html](http://www.nodc.noaa.gov/OC5/WOD01/pacif_o.html). Analisis dilakukan dengan menggunakan metode core layer dan analisis isopiknal sedangkan untuk mengolah dan menampilkan data digunakan software Ocean Data View mp versi 1.2, <http://www.awi-bremerhaven.de/GEO/ODV>.*

*Dari analisis yang dilakukan teridentifikasi bahwa sumber air Arlindo yang masuk ke Perairan Indonesia bagian timur melalui gerbang Arlindo memiliki karakteristik dari berbagai massa air, antara lain adalah core dari; NPSW dengan densitas potensial sekitar  $24 \sigma_\theta$  salinitas  $34.75 < S < 35$  psu, dan konsentrasi oksigen terlarut  $> 4$  ml/l ; SPSW dengan densitas potensial sekitar  $25 \sigma_\theta$  salinitas  $S > 35$  psu, dan konsentrasi oksigen terlarut sekitar 3.3 ml/l ; NPIW dengan densitas potensial sekitar  $26.5 \sigma_\theta$  salinitas  $S < 34.55$  psu, dan konsentrasi oksigen terlarut antara 2 - 3 ml/l ; dan AAIW dengan densitas potensial sekitar  $27.2 \sigma_\theta$ . Secara umum semua karakteristik massa air ini mengidentifikasi bahwasannya sumber air Arlindo berasal dari Samudera Pasifik.*

### PENDAHULUAN

Hingga saat ini diduga bahwa Arlindo dibangkitkan oleh gradien muka laut antara dua samudera Pasifik dan Hindia, dan karena merupakan jalur penghubung antara kedua samudera tersebut maka Arlindo sangat berperan penting

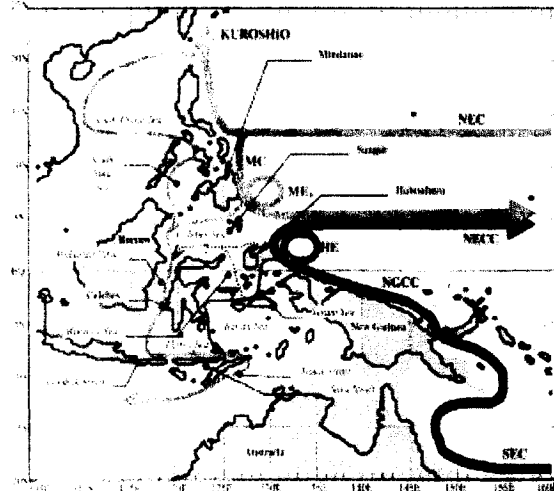
dalam rantai sirkulasi thermohalin secara global yang akan sangat berpengaruh terhadap terjadinya pertukaran massa, panas dan air tawar dari Samudera Pasifik ke Samudera Hindia.

Wyrtki (1961) menyimpulkan bahwa dari permukaan hingga kedalaman 500 m, Perairan Indonesia yang mengalir dari

Samudera Pasifik ke Hindia, berasal dari Arus Mindanao (*Mindanao Current, MC*). Dari analisis massa air di Selat Makassar teridentifikasi massa air dari *North Pacific Subtropical water, NPSW* (diatas thermoklin  $S_{\text{mak}}$ ) dan *North Pacific Intermediate Water NPIW* (dibawah thermoklin  $S_{\text{min}}$ ) (Ilahude dan Gordon, 1996).

Susan L. Hautala (1996), menyimpulkan bahwa dari observasi pengaruh presipitasi terhadap salinitas hingga kedalaman 200 m, ditetapkan bahwa sumber utama transfer Pasifik ke Hindia melalui Indonesia diberikan dari *North Pacific (NP)*. Di samping itu, dalam studi neraca (budget) dari massa, panas dan salinitas antara 10°N dan 14°S ditemukan secara besar transpor horizontal di baratan Pasifik thermoklin yang diterima Arlindo didominasi dari *South Pacific (SP)*.

Skema arus permukaan yang melintasi Arlindo (Morey, dkk, 1999) dideskripsikan sebagai berikut, Air dari Pasifik masuk ke laut Indonesia di lapisan dekat permukaan berasal dari *New Guinea Coastal Current (NGCC)* yang bertemu dengan MC, begitu pula lintasan sebelah selatan Laut Sulu masuk dari laut China (gambar 1.).



Gambar 1. Skema arus permukaan (sumber: Morey dkk.,1999)

NGCC berbelok arah (*retroreflects*) di sekitar *Halmahera Eddy (HE)* ke arah timur mengalir bersama *North Equatorial Countercurrent (NECC)*. *North Equatorial Current (NEC)* bercabang di timur Philipina, dengan cabang ke arah utara menuju Kuroshio dan yang ke arah selatan menjadi MC. Bagian air yang mengalir ke selatan berbelok arah di sekitar ME dan menjadi NECC, sisanya masuk ke Laut Sulawesi hingga sampai di Samudra Hindia. Terdapat infiltrasi dari air SP masuk ke Indonesia melalui Laut Halmahera. Sebagian besar air Arlindo ke Samudra Hindia melalui Selat Timor, dengan transport yang kecil melalui Laut Sawu dan Selat Lombok.

Sedikitnya terdapat 5 (lima) karakteristik massa air yang teridentifikasi di Perairan Equatorial Pasifik sebelah barat, antara lain:

1. *Tropical Surface Water* (TSW), dicirikan dengan lapisan yang homogen, konsentrasi DO sekitar 4.5 ml/l, temperatur  $25^{\circ} < \theta < 30^{\circ}$  dan salinitas berkisar antara  $33.5 < S < 34.5$  psu. TSW ini dibentuk secara lokal di sekitar *Inter Tropical Convergence Zone* (ITCZ).
2. *North Pacific Subtropical Water* (NPSW), dicirikan dengan Salinitas maksimum ( $S_{\text{mak}}, 34.75 < S < 35.25$  psu), konsentrasi DO ( $> 4.0$  ml/l) dan densitas potensial  $24 \sigma_{\theta}$ . Formasi NPSW dibentuk di sekitar  $20^{\circ}\text{N}$ ,  $140^{\circ}\text{E}$  –  $160^{\circ}\text{W}$  sebagai hasil evaporasi yang berlebihan. Ia mencapai arah baratan (sekitar pantai timur Philipina) dari area formasinya bersama dengan NEC (*North Equatorial Current*) antara  $10^{\circ}$ –  $25^{\circ}\text{N}$ . Di batas baratan, bagian dari NPSW bergerak kontinu ke arah selatan berhimpit dengan MC

(Mindanao Current) (Qu *et.al*, 1999).

3. *South Pacific Subtropical Water* (SPSW), dicirikan dengan Salinitas maksimum ( $S_{\text{mak}}, S > 35.25$  psu), konsentrasi DO sekitar 3.3 ml/l dan densitas potensial  $25 \sigma_{\theta}$ . Formasi SPSW dibentuk dari *Western South Pacific Central Water* (WSPCW) di sekitar  $150^{\circ}\text{W}$  dan  $15^{\circ}\text{S}$  sebagai hasil proses atmosferik yang mencapai arah baratan dalam *subtropical gyre* kemudian kontinu bergerak ke arah utara berhimpit dengan *New Guinea Coastal Under Current* (NGCUC).
4. *North Pacific Intermediate Water* (NPIW), dicirikan dengan Salinitas minimum ( $S_{\text{min}}, S < 34.4$  psu), konsentrasi DO berkisar antara  $2.5 < \text{O}_2 < 3$  ml/l) dan densitas potensial  $26.5$ – $26.8 \sigma_{\theta}$ . NPIW dibangkitkan langsung dari *subpolar water* dengan permukaan air yang asin dari pencampuran bagian air antara Kuroshio dan Oyashio. NPIW muncul melintasi *interior ocean* di dalam *subtropical gyre*, dengan

hanya sebagian kecil yang hilang di pantai Filipina. Di bawah NPIW DO makin berkurang hingga lebih minimum ( $< 2 \text{ ml/l}$ ) dari *North Pacific Subpolar Water* (Qu *et.al*, 1999).

5. *Antartic Intermediate Water* (AAIW), dicirikan dengan Salinitas minimum ( $S_{\min}$ , sekitar  $34.55 \text{ psu}$ ), Karakteristik dari AAIW adalah hadir di dekat equator sekitar  $27.2 \sigma_{\theta}$  (Wyrtyk, 1961) AAIW Berasal dari subduksi sepanjang *Polar front*.

Di indikasikan juga bahwa sebagian besar dari AAIW di perairan dunia dapat terbentuk dari barat Amerika Selatan melalui *convective overturning* (turun/menyusupnya air yang lebih berat ke bawah lapisan air yang lebih ringan) dari permukaan air selama musim dingin yang kemudian masuk ke dalam *subtropical water* (Tomczak, 1994).

#### Data

Data-data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data insitu dari parameter temperatur, salinitas dan oksigen terlarut dari tahun 1900 – 2000 dengan

sumber data adalah World Ocean Database 2001 (WOD01), National Oceanographic Data Center (NODC).

Data-data yang digunakan dalam penelitian ini memiliki tipe instrumen, sebagai berikut; OSD (*Ocean Surface Data*, terdiri dari *Bottle*, *low resolution Conductivity Temperatur Depth* (CTD) dan *plankton data*), *High Resolution CTD data*, MRB (*Moore buoy data*) dan PFL (*Profiling float data*).

#### METODOLOGI PENELITIAN

##### 1. Metoda Core Layer

Metoda yang digunakan dalam penelitian ini adalah metoda *core layer*, metoda ini dapat melihat kemungkinan penyebaran dan pencampuran dari tipe-tipe massa air yang digambarkan dari karakteristik suhu, salinitas dan kandungan oksigen terlarut (Wyrtyk, 1961).

Dalam menginterpretasikan analisa dengan metoda *core layer* digunakan prinsip dasar bahwa massa air dengan ciri *core layer* tertentu akan tetap berada di dalam badan air di daerah perairan tempatnya berada sampai kemudian menghilang akibat pencampuran dan dinamika gerakan massa air.

## 2. Metode Analisis Isopiknal

Densitas potensial ( $\sigma_\theta$ ) adalah fungsi dari temperatur potensial, salinitas dan tekanan air laut. Perbedaan variabel menghasilkan kontribusi yang berbeda pula. Komponen tekanan secara umum dapat diabaikan pada lapisan permukaan sehingga densitas dari massa air secara mendasar dapat dinyatakan dari potensial temperatur dan salinitas. Dalam batasan dari termodinamika linearitas perubahan densitas akibat perubahan potensial temperatur dapat diestimasi dengan mengasumsikan salinitas konstan dan atau sebaliknya.

Pertambahan densitas akibat berkurangnya temperatur potensial adalah sekitar setengah kali lebih besar daripada berkurangnya densitas akibat berkurangnya salinitas (Qu, 1999). Dengan demikian salinitas yang ekstrem (maksimum atau minimum) dapat dijadikan indikator massa air. Jejak massa air dari salinitas ekstrem tersebut dapat diketahui dari penampang isopiknal, berdasarkan ide bahwa aliran adalah adiabatik tanpa terjadi pencampuran. Namun apabila pencampuran dihadirkan sebagaimana laut pada keadaan nyata, pencampuran temperatur dan salinitas dapat

terjadi secara bersamaan hingga kondisi densitas yang stabil dapat tercapai.

Dalam penelitian ini, analisis isopiknal dilakukan dengan membuat penampang vertikal salinitas terhadap densitas potensial di sepanjang transeknya. Analisis dilakukan dengan mengasumsikan bahwa air bersifat konservatif, tak-viskous dan non-difusif sehingga gerakan dalam arah horizontal lebih mendominasi gerakan dalam arah vertikalnya, dan air akan mengalir sejajar dengan garis isopiknalnya.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

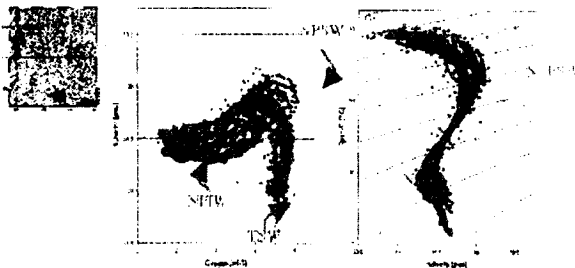
Kajian dilakukan dengan membuat 4 transek, dengan transek 1 arah zonal di sebelah timur-laut Mindanao, transek 2 arah zonal di sebelah utara New Guinea, transek 3 arah zonal di sebelah timur pulau Talaud, transek 4 arah melintang dari Mindanao ke New Guinea.

Pembuatan transek-transek tersebut akan digunakan dalam menentukan karakteristik massa air Samudera Pasifik yang merupakan sumber air Arlindo. Dari transek 1 diharapkan akan memberikan informasi karakteristik massa air dari NP yang belum terdeformasi oleh massa air dari

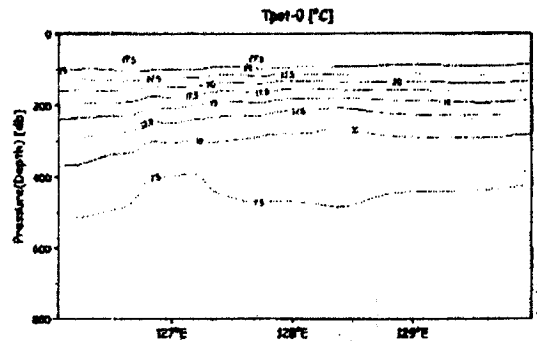
SP, sedangkan dari transek 2 diharapkan akan memberikan informasi karakteristik massa air dari SP yang belum terdeformasi oleh massa air dari NP. Transek 3 digunakan untuk memperoleh informasi dan karakteristik dari distribusi pencampuran massa air NP dan SP dalam arah zonal. Transek 4 digunakan untuk mendapatkan informasi dan karakteristik dari distribusi pencampuran massa air NP dan SP yang masuk ke dalam perairan Indonesia.

Analisis yang dilakukan adalah melihat hubungan antara temperatur potensial ( $\theta$ ) dengan salinitas (S), Oksigen ( $O_2$ ) dengan salinitas (S), distribusi temperatur potensial ( $\theta$ ) terhadap kedalaman (tekanan, P), distribusi salinitas (S) terhadap kedalaman (tekanan, P), dan distribusi salinitas (S) terhadap densitas potensialnya ( $\sigma_\theta$ ), dapat dideskripsikan sebagai berikut:

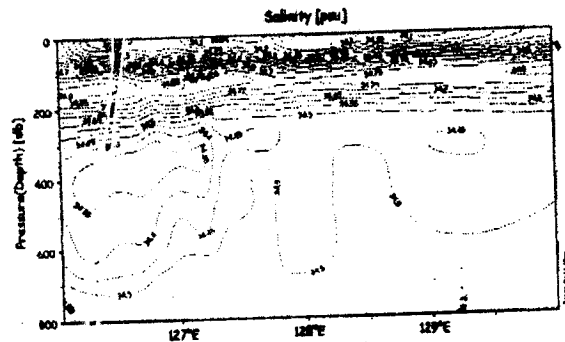
a) Transek 1



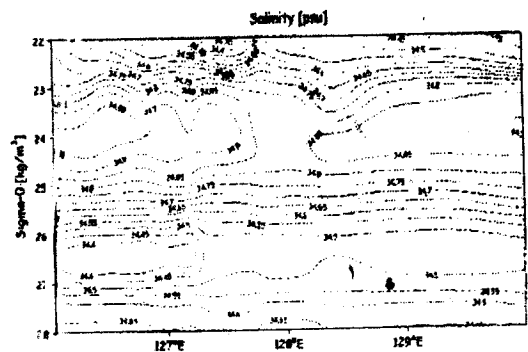
Gambar. A.1 Diagram  $\theta$ -S dan S- $O_2$  pada transek 1 di perairan timur Mindanao



Gambar. A.2 Penampang vertikal temperatur potensial terhadap tekanan pada transek 1



Gambar. A.3 Penampang vertikal salinitas terhadap tekanan pada transek 1



Gambar. A.4 Penampang vertikal salinitas terhadap densitas potensial ( $\sigma_\theta$ ) pada transek 1

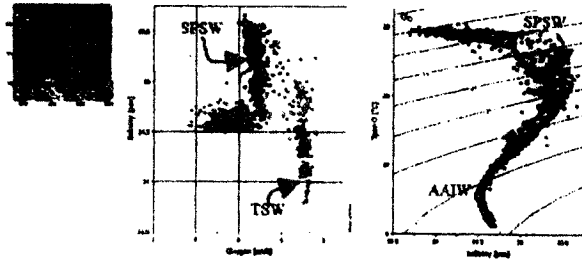
Dari Gambar A1-A4 secara simultan, teridentifikasi karakteristik massa air, sebagai berikut,

- TSW, dicirikan dengan lapisan homogen yang terbentuk secara lokal di sekitar *Inter Tropical Convergence Zone* (ITCZ). Dari diagram S-O<sub>2</sub> (Gambar A.1) teridentifikasi bahwa massa air ini memiliki DO (*Dissolve Oxygen*) yang khas di sekitar 4.5 ml/l. Dari penampang vertikal  $\theta$  terhadap kedalaman (Gambar A.2) massa air ini berada pada kedalaman <100 m dengan  $\theta$  antara 25 - 30 °C dan range salinitas 33.5<S<34.5 psu (Gambar A.3).
- NPSW (S<sub>mak</sub>), dicirikan dengan nilai salinitas maksimum pada  $\sigma_{\theta}$  di sekitar 24, hal ini diidentifikasi dari diagram hubungan  $\theta$ -S (Gambar A.1), disamping itu, Gambar A.4 memperlihatkan bahwa NPSW tersebut memiliki range salinitas 34.75<S<35.1 psu dan jika dihubungkan dengan Gambar A.3

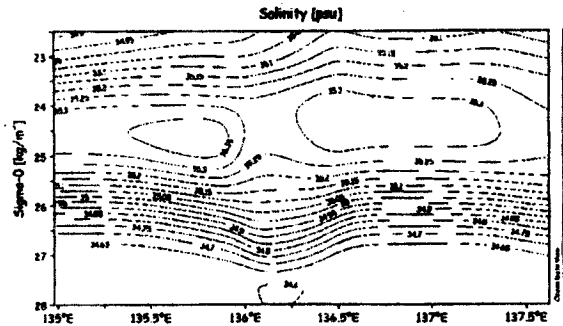
range salinitas tersebut berada pada kedalaman antara 100 - 170 m dengan temperatur potensialnya antara 17.5 - 26.5 °C (Gambar A.2). Dari diagram hubungan S-O<sub>2</sub> (Gambar A.1) NPSW memiliki karakteristik DO >4 ml/l.

- NPIW (S<sub>min</sub>), dicirikan dengan nilai salinitas minimum pada  $\sigma_{\theta}$  26.5, hal ini diidentifikasi dari diagram hubungan  $\theta$ -S (Gambar A.1), disamping itu, Gambar A.4 memperlihatkan bahwa NPIW tersebut memiliki kisaran salinitas S<34.55 psu dan jika dihubungkan dengan Gambar A.3 range salinitas tersebut berada pada kedalaman antara 290 - 425 m dengan temperatur potensial antara 11 - 7.5 °C (Gambar A.2). Dari diagram hubungan S-O<sub>2</sub> (Gambar A.1) NPIW memiliki karakteristik DO antara 2 - 3 ml/l.

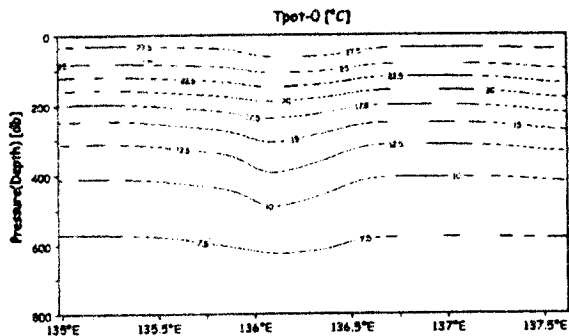
b) Transek 2



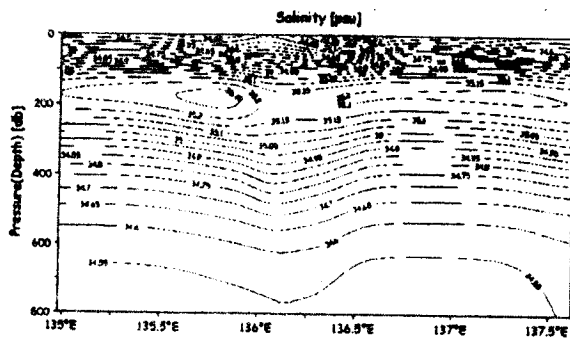
Gambar. B.1  
Diagram  $\theta$ -S dan S- $O_2$  pada transek 2 di perairan utara New Guinea



Gambar. B.4  
Penampang vertikal salinitas terhadap densitas potensial ( $\sigma_t$ ) pada transek 2



Gambar. B.2  
Penampang vertikal temperatur potensial terhadap tekanan (kedalaman) pada transek 3



Gambar. B.3  
Penampang vertikal salinitas terhadap tekanan pada transek 2

Dari Gambar B1–B4 secara simultan, teridentifikasi karakteristik massa air, sebagai berikut,

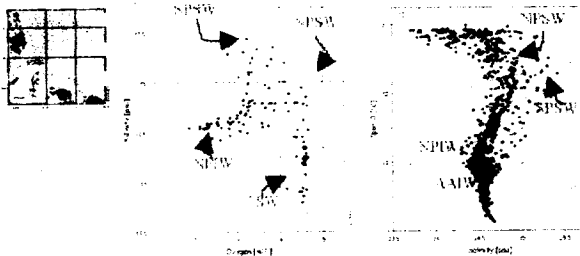
- TSW, dicirikan dengan lapisan homogen. Dari diagram S- $O_2$  (Gambar B.1) teridentifikasi bahwa massa air ini memiliki DO yang khas di sekitar 4.5 ml/l. Dari penampang vertikal  $\theta$  terhadap kedalaman (Gambar B.2) massa air ini berada pada kedalaman <100 m dengan  $\theta$  antara 25 - 30 °C dan range salinitas  $33.5 < S < 34.5$  psu (Gambar B.3).
- SPSW ( $S_{mak}$ ), dicirikan dengan nilai salinitas maksimum pada  $\sigma_t$  di sekitar 24.5, hal ini diidentifikasi dari diagram hubungan  $\theta$ -S (Gambar B.1), disamping itu, Gambar B.4 memperlihatkan bahwa SPSW memiliki range salinitas  $S > 35.1$  psu dan jika dihubungkan dengan



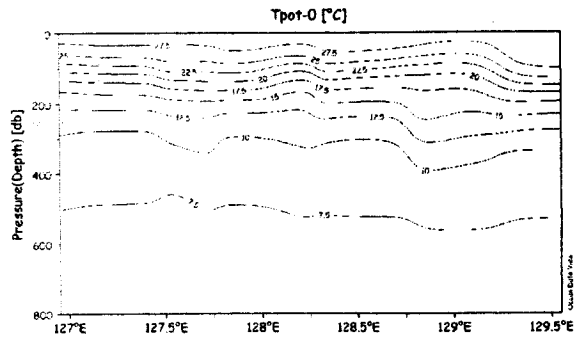
Gambar B.3 range salinitas tersebut berada pada kedalaman antara antara 150 - 225 m dengan temperatur potensialnya antara 15 - 22.5 °C. Dari diagram hubungan S-O<sub>2</sub> (Gambar B.1) SPSW memiliki memiliki karakteristik DO di sekitar 3.3 ml/l.

- AAIW (S<sub>min</sub>), dicirikan dengan nilai salinitas minimum pada  $\sigma_\theta$  27.2 (Gambar B.1) dengan range salinitas antara 34.4 - 34.6 psu dan jika dihubungkan dengan Gambar B.3 salinitas tersebut berada pada kedalaman >700 m dan temperatur potensial antara 4.5 - 6.5 °C (Gambar B.2).

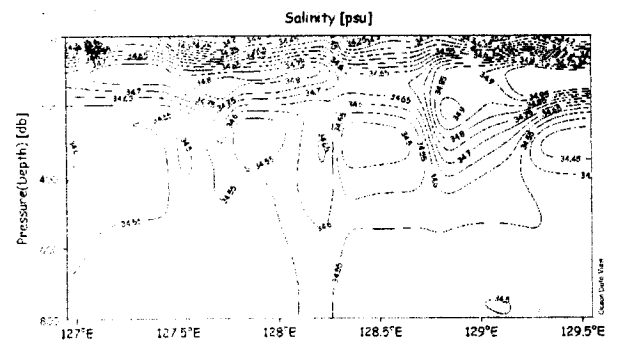
c) Transek 3



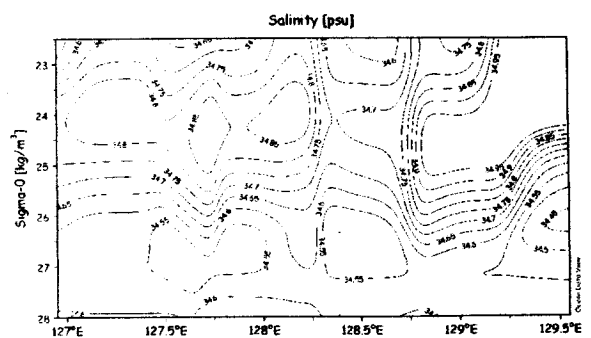
Gambar. C.1  
Diagram  $\theta$ -S dan S-O<sub>2</sub> pada transek 3 di perairan timur Pulau Talaud



Gambar. C.2  
Penampang vertikal temperatur potensial terhadap tekanan pada transek 3



Gambar. C.3  
Penampang vertikal salinitas terhadap tekanan pada transek 3



Gambar. C.4  
Penampang vertikal salinitas terhadap densitas potensial ( $\sigma_\theta$ ) pada transek 3

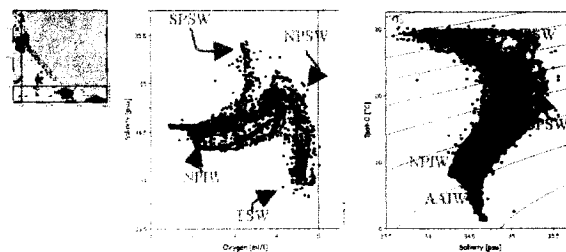
Dari Gambar C1-C4 secara simultan, teridentifikasi karakteristik massa air, sebagai berikut,

- TSW, dicirikan dengan lapisan homogen. Dari diagram S-O<sub>2</sub> (Gambar C.1) teridentifikasi bahwa massa air ini memiliki DO yang khas di sekitar 4.5 ml/l. Dari penampang vertikal  $\theta$  terhadap kedalaman (Gambar C.2) massa air ini berada pada kedalaman <100 m dengan  $\theta$  antara 25 - 30 °C dan range salinitas 33.5<S<34.5 psu (Gambar C.3).
- NPSW (S<sub>mak</sub>), dicirikan dengan nilai salinitas maksimum dengan  $\sigma_{\theta}$  24, teridentifikasi dari diagram  $\theta$ -S (Gambar C.1). Kajian lebih lanjut (Gambar C.4) memperlihatkan bahwa NPSW ini terlihat jelas dibagian timur transek dan semakin teratenuasi ke arah baratnya dengan range salinitasnya antara 34.75<S<35 psu. Dari diagram hubungan S-O<sub>2</sub> (Gambar C.1) NPSW memiliki karakteristik DO >4 ml/l.
- SPSW (S<sub>mak</sub>), dicirikan dengan nilai salinitas maksimum dengan  $\sigma_{\theta}$  25, teridentifikasi dari diagram  $\theta$ -S (Gambar C.1). Kajian lebih lanjut (Gambar C.4) SPSW memiliki salinitas S>35 psu terlihat di bagian barat transek dan semakin teratenuasi ke arah timurnya.

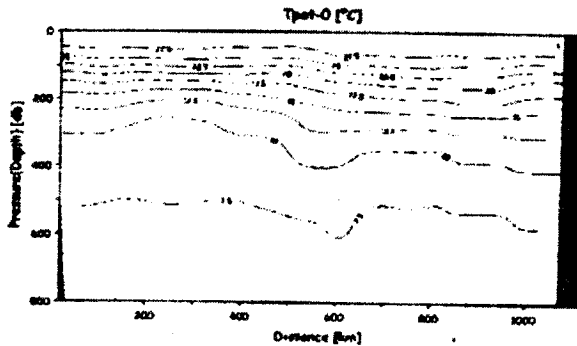
Dari diagram hubungan S - O<sub>2</sub> (Gambar C.1) SPSW memiliki karakteristik DO di sekitar 3.3 ml/l.

- NPIW (S<sub>min</sub>), dicirikan dengan nilai salinitas minimum pada  $\sigma_{\theta}$  26.5, teridentifikasi dari diagram hubungan  $\theta$ -S (Gambar C.1) dan dari Gambar C.4 terlihat bahwa NPIW dengan salinitas S<34.55 psu semakin teratenuasi ke arah barat transek. Dari diagram hubungan S-O<sub>2</sub> (Gambar C.1) NPIW memiliki karakteristik DO antara 2 - 3 ml/l.
- AAIW (S<sub>min</sub>), dicirikan dengan nilai salinitas minimum pada  $\sigma_{\theta}$  27.2, teridentifikasi dengan jelas pada diagram  $\theta$ -S (Gambar C.1).

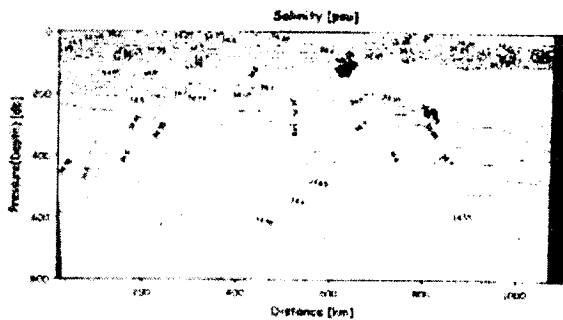
#### d) Transek 4



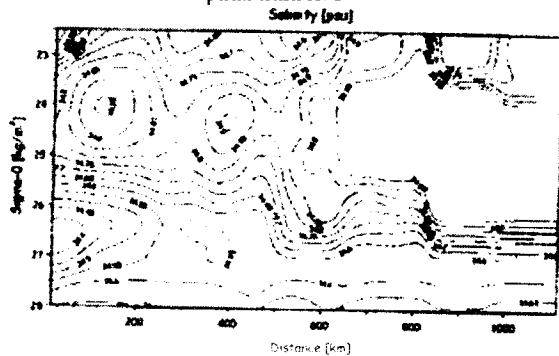
Gambar. D.1  
Diagram  $\theta$ -S dan S-O<sub>2</sub> pada transek 4 di perairan antara Mindanao-New Guinea



Gambar. D.2  
 Penampang vertikal temperatur potensial terhadap tekanan pada transek 4



Gambar. D.3  
 Penampang vertikal salinitas terhadap tekanan pada transek 4



Gambar. D.4  
 Penampang vertikal salinitas terhadap densitas potensial ( $\sigma_\theta$ ) pada transek 4

Dari Gambar D1–D4 secara simultan, teridentifikasi karakteristik massa air, sebagai berikut,

- TSW, dicirikan dengan lapisan homogen. Dari diagram S-O<sub>2</sub> (Gambar D.1) teridentifikasi bahwa massa air ini memiliki DO yang khas di sekitar 4.5 ml/l. Dari penampang vertikal  $\theta$  terhadap kedalaman (Gambar D.2) massa air ini berada pada kedalaman <100 m dengan  $\theta$  antara 25 - 30 °C dan range salinitas 33.5 < S < 34.5 psu (Gambar D.3).
- NPSW ( $S_{mak}$ ), dicirikan dengan nilai salinitas maksimum dengan  $\sigma_\theta$  24, teridentifikasi dari diagram  $\theta$ -S (Gambar D.1). Kajian lebih lanjut (Gambar D.4) memperlihatkan bahwa NPSW ini terlihat jelas di utara transek dan semakin teratenuasi ke arah selatannya. Dari diagram hubungan S-O<sub>2</sub> (Gambar D.1) NPSW memiliki karakteristik DO > 4 ml/l.
- SPSW ( $S_{mak}$ ), dicirikan dengan nilai salinitas maksimum dengan  $\sigma_\theta$  25 teridentifikasi dari diagram  $\theta$ -S (Gambar D.1). Kajian lebih lanjut (Gambar D.4) SPSW terlihat di bagian selatan transek dan semakin teratenuasi ke arah utaranya. Dari diagram hubungan S-O<sub>2</sub>

(Gambar D.1) SPSW memiliki memiliki karakteristik DO di sekitar 3.3 ml/l.

memiliki karakteristik DO antara 2 - 3 ml/l.

d. NPIW ( $S_{min}$ ), dicirikan dengan nilai salinitas minimum pada  $\sigma_\theta$  26.5, teridentifikasi dari diagram hubungan  $\theta$ -S (Gambar D.1) dan dari Gambar D.4 terlihat bahwa NPIW dengan salinitas  $S < 34.55$  psu semakin teratenuasi ke arah selatan transek. Dari diagram hubungan S- $O_2$  (Gambar D.1) NPIW memiliki

e. AAIW ( $S_{min}$ ), dicirikan dengan nilai salinitas minimum pada  $\sigma_\theta$  27.2 teridentifikasi dengan jelas pada diagram  $\theta$ -S (Gambar D.1).

Hasil dari analisis ke empat transek di atas dibandingkan dengan hasil dari penelitian terdahulu (Wyrtsky, dalam Hautala dkk., 1996 dan Qu, 1999) dapat dilihat pada tabel sebagai berikut,

Tabel 1. Karakteristik Massa Air Perairan Barat Equatorial Pasifik Hasil Penelitian yang dilakukan

Massa Air	Salinitas [PSU]	Temperatur [°C]	Oksigen [ml/l]	Densitas Potensial [Kg/m <sup>3</sup> ]	kedalaman [m]
TSW	33.5 < S < 34.5	25 - 30	4.5	-	< 100
NPSW	34.75 < S < 35.25	17.5 - 26.5	> 4	24	100 - 170
SPSW	> 35.25	15 - 22.5	3.3	24.5	150 - 225
NPIW	< 34.55	25 - 33	2-3	26.5	290 - 425
AAIW	34.4 - 34.6	4.5 - 7.5	-	27.2	> 700

Tabel 2. Karakteristik Massa Air Perairan Barat Equatorial Pasifik menurut Wyrtsky [1961] (dalam, Hautala, 1996)

Massa Air	Salinitas [PSU]	Temperatur [°C]	Densitas Potensial [Kg/m <sup>3</sup> ]
NPSW	34.6 - 35.1	15 - 23	24.5
SPSW	34.6 - 35.3	13 - 24	24.5
NPIW	34.1 - 34.5	7 - 11	26.5
AAIW	34.45 - 34.6	5 - 7	27.25

Tabel 3. Karakteristik Massa Air Perairan Barat Equatorial Pasifik (*dalam, Qu dkk., 1999*)

Massa Air	Salinitas [PSU]	Temperatur [°C]	Oksigen [ml/l]	Densitas Potensial [Kg/m <sup>3</sup> ]
TSW	33.5<S<34.5	25 - 30	4.5	-
NPSW	34.75<S<35.25	-	> 4	24
SPSW	> 35.25	-	3.3	25
NPIW	< 34.55	-	2.5 - 3	26.5 - 26.8
AAIW	34.55	-	-	27.2

Secara umum, hasil penelitian yang dilakukan (Tabel 1) terhadap karakteristik massa air di Perairan Barat Equatorial Pasifik dibandingkan dengan hasil dari penelitian-penelitian terdahulu (Tabel 2 dan 3) relatif sama. Adapun perbedaan relatif dalam penentuan *core* massa air tersebut disebabkan, pertama adalah penempatan lokasi transek, karena distribusi salinitas terhadap kedalaman di sepanjang MC maupun NGCC lebih bervariasi terhadap zonal dibandingkan dalam arah meridionalnya, sebagai contoh Hautala (1996) membuat transek di sekitar transek 3 sehingga identifikasi massa air  $S_{mak}$  SPSW memiliki *core*  $\sigma_\theta$  24.5 sedangkan Qu (1999) dan Kashino (1996) mengambil transek di sekitar transek 4 sehingga identifikasi massa air  $S_{mak}$  SPSW memiliki *core*  $\sigma_\theta$  25, dan yang kedua adalah banyak atau sedikitnya sebaran data yang

digunakan karena semakin banyak data yang digunakan akan menghasilkan konvergensi data yang lebih baik, dalam hal ini maka dapat dilihat bahwa hasil dari penelitian yang dilakukan (Tabel 1) akan lebih mendekati penelitian yang dilakukan oleh Qu (1999) yang menggunakan data WOD98 dari NODC (Tabel 3) dibandingkan Wyrtyk (Tabel 2) yang menggunakan data pengamatan hasil ekspedisi *Snellius* 1929-1930.

#### KESIMPULAN

Transek 4 merupakan gerbang yang menghubungkan terjadinya pertukaran massa air antara Samudera Pasifik dan Perairan internal Indonesia, dari identifikasi yang dilakukan pada transek 4 maka dapat disimpulkan bahwa sumber air Arlindo yang masuk dari Samudera Pasifik memiliki *core* massa air sebagai berikut :

- TSW dicirikan dengan lapisan homogen di sekitar permukaan dengan salinitas antara  $33.5 < S < 34.5$  psu dan temperatur potensial antara  $25-30^{\circ}\text{C}$
- NPSW dengan  $\sigma_{\theta}$  sekitar 24, salinitas ( $S_{\text{mak}}$ )  $34.75 < S < 35$  psu, dan konsentrasi oksigen terlarut  $> 4$  ml/l
- SPSW dengan  $\sigma_{\theta}$  sekitar 25, salinitas ( $S_{\text{mak}}$ )  $S > 35$  psu, dan konsentrasi oksigen terlarut sekitar 3.3 ml/l
- NPIW dengan  $\sigma_{\theta}$  sekitar 26.5, salinitas ( $S_{\text{min}}$ )  $S < 34.55$  psu, dan konsentrasi oksigen terlarut antara 2 - 3 ml/l
- AAIW dengan salinitas minimum ( $S_{\text{min}}$ ) dan  $\sigma_{\theta}$  sekitar 27.2

#### DAFTAR PUSTAKA

- Bray, N.A., S.L. Hautala, J. Chong dan J. Pariwono. 1996, "Large-scale sea level, thermocline, and wind variations in Indonesian throughflow region" J. of Geophysical Research, Vol. 101, No. C5
- Fotonoff, N.P. dan R.C. Millard, Jr., 1991, "Calculation of Physical of Seawater", Wood Hole Oceanography Institution, Massachusetts, USA
- Hadi, S., 1990, "Arus dan Sirkulasi Laut, Diktat Kuliah, Oseanografi dan Sains Atmosfer, Institut Teknologi Bandung.
- Hadi, S., 2001, "Oseanografi Fisis", Diktat dan catatan kuliah, Oseanografi dan Sains Atmosfer, ITB, Bandung
- Hautala, S.L., 1996, "The distribution and mixing of Pacific water in the Indonesian Seas", J. of Geophysical Research, Vol. 101, No. C5
- Ilahude, A.G. dan A.L. Gordon, 1996, "Thermocline stratification within the Indonesian Seas", J. of Geophysical Research, Vol. 101, No. C5
- Ilahude, A.G. dan A. Nontji, 1999, "Oseanografi Indonesia dan Perubahan Iklim Global (El-Niño dan La-Niña)" disajikan dalam lokakarya "Kita dan Perubahan Iklim Global: Kasus El-Niño dan La-Niña", Akademi Ilmu Pengetahuan Indonesia, Jakarta
- Kashino, Y., M. Aoyama, T. Kawano, N. Hendiarti, Syafedin, Y. Anantasena, K. Muneyama, dan H. Watanabe, 1996, "The Water Masses between Mindanao and New Guinea", J. of Geophysical Research, Vol. 101, No. C5
- Knauss, J.A., 1978, "Introduction To Physical Oceanography, Prentice Hall, Inc. New Jersey
- Mamayev, O.I., 1975, "Temperatur-Salinity Analysis of World Ocean Waters", Elsevier Scientific Publishing Company, Amsterdam, Oxford, New York

- Mardiansyah, Wijaya , 2003. "Analisis Dinamika Massa Air Arus Lintas Indonesia (Arlindo) di Perairan Indonesia Bagian Timur", Thesis Magister, Oseanografi dan Sain Atmosfer, ITB, Bandung
- Morey, S.L., J.F. Shriver dan J.J. O'Brien, 1999, "Effects of Halmahera on the Indonesian throughflow", J. of Geophysical Research, Vol. 104, No. C10
- Open University Course Team, 1993, "Ocean Circulation", Pergamon Press, Oxford
- Picard, G.L., M.A., D Phil, F.R.S.C, 1966, "Descriptive Physical Oceanography", Pergamon Press Ltd, Oxford
- Purwandani, A. , 1998, "Penemuan Karakteristik Massa air Spesifik pada saat terjadi ENSO 1982-1983 di sebelah timur Perairan Indonesia", J. IPTEK Iklim dan Cuaca, No.2
- Qu, T., H. Mitsudera dan T. Yamagata, 1999, "Climatology of Circulation and Water Mass Distribution near the Philippine Coast" , J. of Physical Oceanography, Vol. 29
- Radjawane, I.M., D.K. Mihardja, N.S. Ningsih dan I. Mandang, 2001, "Studi Arus Lintas Indonesia; Kajian literatur dan hasil simulasi awal model sirkulasi arus", Bagian dari penelitian RUT VIII Bidang Teknik Perlindungan Lingkungan, Kantor Menristek, DRN
- Schlitzer, R. , 2002, "Ocean Data View", <http://www.awibremerhaven.de/GEO/ODV>
- Spring, S., MD. , 2002, "World Ocean Database 2001, CD-ROM Data Set Documentation," Ocean Climate NODC
- Tomczak, M. dan J.S. Godfrey, 1994, "Regional Oceanography", Pergamon Press, Oxford
- Vranes, K., A.L. Gordon dan A. Field, 2001, "The heat transport of the Indonesian Throughflow and Implication for Indian Ocean heat budget", Deep Sea Research, part II, Pergamon
- Waworuntu, J.M. , 1999, "Water Mass Transformation and Throughflow Variability in Indonesian Seas", Dissertation, Coral Gables, University of Miami, Florida
- Wyrtki, K. , 1961, "Physical Oceanography of the Southeast Asian Waters, Oceanography La Jolla, California