

ARUS LINTAS INDONESIA (ARLINDO)

Oleh

M. Hasanudin¹⁾

ABSTRACT

The flow of water from Pacific to Indian Ocean through Indonesia or as we call The Indonesia Through Flow or in Bahasa Indonesia, Arus Lintas Indonesia is a famous and interesting topic among the oceanographers and the general public in recent years. A Joint Oceanographic Researches between Indonesia-America, Indonesia-France and Indonesia-Australia on the Indonesian through flow have many times been carried out. There are many papers discussing this topic either based on the result of those researches or based on theory. But most of those ones are written in English, and unfortunately only who has a strong basic knowledge in oceanography can understand. In this paper I write that topic in the "semi popular" style, in order for the general public are able to read and know this topic well.

PENDAHULUAN

ARLINDO yang merupakan kependekan dari Arus Lintas Indonesia, atau lebih dikenal oleh para ahli oseanografi dengan istilah "Indonesian Through Flow", adalah aliran massa air antar samudera yang melewati perairan Indonesia. Sebagai negara yang diapit oleh dua lautan besar yakni Samudera Pasifik di bagian utara dan timur laut serta Samudera Hindia di bagian selatan dan barat daya Indonesia berlaku sebagai saluran bagi aliran massa air dari Samudera Pasifik ke Samudera Hindia. Aliran massa air ini terjadi sebagai akibat adanya perbedaan tekanan antara kedua lautan tersebut (WYRTKI 1987).

Dalam keadaan normal, di atas Pasifik bertiup angin pasat tenggara sepanjang tahun. Tenaga gesekan angin ini berfungsi mendorong massa air Pasifik ke arah barat, sehingga terjadilah "penumpukan" massa air di Pasifik bagian barat yang berada dekat dengan Indonesia. Sebagai akibat terjadinya perbedaan tinggi permukaan air antara Pasifik bagian barat dengan Samudera Hindia yang berada di selatan Indonesia. Menurut WYRTKI (1987), perbedaan tinggi antara dua permukaan Samudera ini nilainya bervariasi. Pada waktu monsun tenggara (Bulan Mei-September) perbedaan tinggi muka lautan ini mencapai maksimum, setinggi 28 cm, yang diukur antara Davao, Filipina (Pasifik) dan Darwin, Australia (Hindia),

¹⁾ Balai Penelitian Biologi Laut, Pusat Penelitian dan Pengembangan Oseanologi - LIPI, Jakarta.

Sebaliknya pada waktu monsun barat (Bulan Oktober-Maret) perbedaan tinggi permukaan dua lautan ini nilainya berada pada titik terendah, yakni kurang dari 10 cm. Perbedaan ketinggian muka lautan inilah yang menyebabkan terjadinya gradien tekanan yang kemudian menimbulkan perpindahan massa air dari Samudera Pasifik ke Samudera Hindia.

Karena kurangnya pengukuran arus secara langsung pada jalur-jalur yang dilalui Arus Lintas Indonesia ini, pengetahuan tentang kekuatan arus dan juga variasinya terhadap musim masih sangat kurang. Meskipun demikian dari hasil prediksi yang didapat dengan menggunakan bermacam metoda tak langsung untuk berbagai musim didapat perkiraan nilai transport massa air sebesar 1 hingga 22 Sv ke arah Samudera Hindia ($1\text{ Sv} = 1\text{ Sverdrup} = 10^6\text{ m}^3/\text{det.}$) (KINDLE *et al.* dalam FIEUX 1995a).

Ketidak teraturan topografi dasar perairan Indonesia, antara lain disebabkan oleh banyaknya pulau, penyempitan atau pelebaran selat, juga banyak terdapatnya sill² di mulut cekungan laut, aliran massa air yang semula tampak sederhana menjadi tidak sederhana lagi. Selain itu tingginya kisaran (range) pasang surut dan intensifnya lapisan thermoklin yang merupakan sifat khas

perairan Indonesia, kehadiran ARLINDO ini menambah kompleksnya proses fisis yang terjadi di perairan Indonesia. Sebagai contoh adalah proses mixing/percampuran dua massa air yang berbeda, upwelling, downwelling dan sebagainya. Proses-proses tersebut membawa pengaruh luas, tidak saja bagi bidang oseanografi, tetapi juga bagi bidang-bidang lain seperti perikanan, cuaca/iklim serta lingkungan laut dan pantai.

RUTE, ASAL MASSA AIR DAN VOLUME TRANSPORT

Rute

Peristiwa "bocornya" Samudera Pasifik ke arah Samudera Hindia yang tampak seperti peristiwa lokal bagi Indonesia ternyata menjadi bahan penelitian yang menarik bagi para ahli oseanografi dari berbagai negara. Hal ini berkaitan dengan adanya dugaan bahwa ARLINDO ini merupakan aliran air hangat antar samudera, yang merupakan bagian dari "**global scale oceanic belt**"³ (GORDON 1986). Diduga pula proses ini membawa dampak tidak saja bagi Indonesia tetapi mencakup wilayah yang lebih luas. Oleh karena itu proses Arus Lintas Indonesia beserta hal-hal yang ada kaitannya dengan proses tersebut menjadi obyek penelitian yang menarik.

2) Sill dalam bahasa Indonesia yang diartikan dengan ambang adalah bentuk dasar cekungan yang menjulang ke atas, tetapi tidak sampai ke permukaan laut. Ini biasanya terdapat di mulut cekungan laut, dan berfungsi menghambat aliran air yang melewatinya. Dengan demikian hanya lapisan air yang berada di atas sill saja yang dapat mengalir secara langsung

3) Adalah arus antar samudera yang mengelilingi dunia. Diawali dengan arus dari Pasifik ke Hindia yang dikenal dengan ARLINDO. Di Samudera Hindia massa air ini bergabung dengan south equatorial current menuju ke barat sampai di sebelah timur Afrika, untuk kemudian pecah menjadi dua yakni arus Somali dan arus Muzambik. Arus Muzambik ini kemudian berlanjut menjadi arus Agulhas dan selanjutnya menjadi arus Benguela yang mengalir ke utara lewat sebelah barat Afrika. Kemudian arus Benguela bersama dengan south equatorial current menyeberang equator bergabung dengan arus Antilles. Bersama Gulf Stream air tersebut mengalir ke Atlantik Utara. Sampai di sini aliran air terjadi pada lapisan kedalaman di atas 500 meter, dan sering disebut dengan aliran air hangat. Dalam perjalanan ke Atlantik Utara ini terjadi penguapan dan pendinginan yang menyebabkan air tenggelam sampai di kedalaman antara 1500 hingga 2000 meter. Dari Atlantik Utara massa air yang telah menjadi dingin ini mengalir ke selatan lewat lapisan bawah hingga sampai di dekat Antartika. Di sana bergabung dengan Antarctic circumpolar current berbelok masuk ke Samudera Hindia dan sebagian menyusup ke utara pada daerah-daerah upwelling. Tetapi yang terpenting adalah bagian arus yang terus menuju ke timur lewat selatan Australia dan masuk ke samudera Pasifik. Di samudera Pasifik air ini bergerak ke utara dan muncul kembali di sekitar ekuator dan bergabung dengan north equatorial current dan south equatorial current untuk kemudian kembali lagi menjadi ARLINDO.

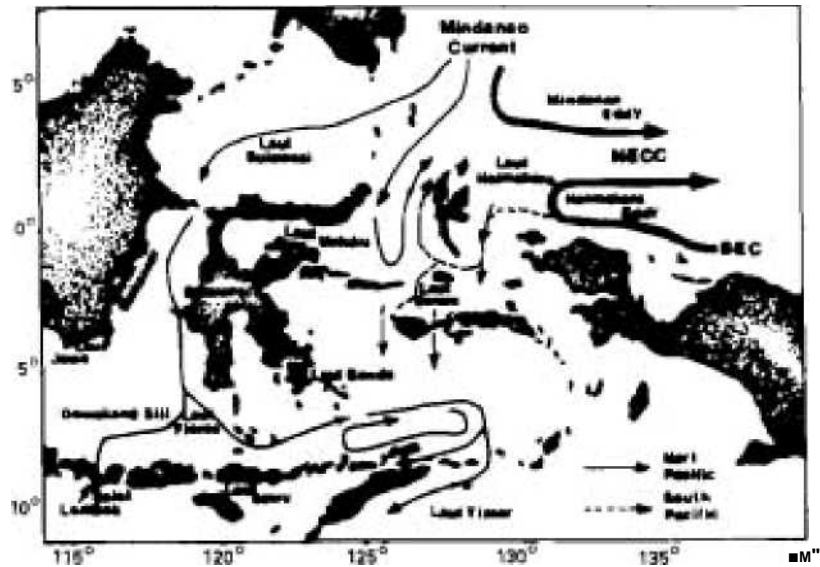
Proses ARLINDO ini pertama kali diketahui dari hasil "Ekspedisi Snellius", yang mengadakan penelitian Oseanografi di seluruh cekungan yang ada di Laut Maluku pada tahun 1929 dan tahun 1930. Dari sifat-sifat fisis air laut yang ditemukan di cekungan-cekungan laut tersebut disimpulkan bahwa massa air tersebut berasal dari Samudera Pasifik yang masuk ke perairan Indonesia. Kemudian di tahun 1960, dengan menggunakan Kapal Jalanidhi secara implisit penelitian ARLINDO ini mulai dirintis. Seiring dengan Program Pembangunan Jangka Panjang 25 tahun dengan tiap tahapan selama 5 tahun, mulai tahun 1969 program penelitian ARLINDO ini disesuaikan dengan tahapan-tahapan Pelita. Untuk tahun-tahun selanjutnya dengan munculnya peminat baru dari negara-negara lain terutama Amerika dan Perancis, kerjasama dengan negara-negara tersebut dalam penelitian ARLINDO ini semakin diintensifkan.

Dari hasil-hasil penelitian yang telah dilakukan selama ini dapat diketahui bahwa ada 3 pintu masuk utama massa air Pasifik ke Perairan Indonesia. Yang pertama dan yang paling dominan adalah selat Makassar. Massa air yang berasal dari Pasifik utara memasuki laut Sulawesi lewat sebelah selatan Mindanao, untuk kemudian masuk ke jantung Perairan Indonesia lewat Selat Makassar. Rute ini oleh para ahli dinamakan dengan rute barat/western route (BINGHAM & LUKAS dalam FIEUX 1995). Di ujung akhir Selat Makassar, jalur ini bercabang menjadi dua, sebagian langsung menuju Samudera Hindia melewati Selat Lombok, dan yang sebagian lagi berbelok ke Timur melewati Laut Flores menuju ke Laut Banda. Di Laut Banda massa air ini mengalami percampuran dengan massa air Pasifik yang masuk lewat Laut Halmahera, Laut Maluku dan Laut Seram. Untuk selanjutnya campuran massa air ini menyebar ke arah Samudera Hindia dengan melewati dua jalur (GORDON 1986).

Yang pertama adalah jalur yang berada antara P. Alor dan P. Timor atau lebih dikenal dengan Selat Ombai. Dari selat Ombai massa air ini masuk ke Laut Sawu, untuk kemudian mengalir keluar ke Samudera Hindia melalui Selat Sumba, Selat Sawu dan Selat Roti, Sedangkan jalur kedua adalah jalur yang berada di sebelah selatan P. Timor, yang melewati Cekungan Timor dan Celah Timor yang merupakan celah antara Roti dengan paparan Benua Australia. Pintu kedua bagi masuknya air Pasifik adalah Laut Maluku. Dari Laut Maluku ini massa air yang berasal dari Pasifik tersebut memasuki Laut Seram dengan melewati Selat Lifamatola yang terletak antara P. Lifamatola dengan P. Obi. Kemudian dari Laut Seram mengalir melalui Selat Manipa ke Laut Banda (ILAHUDE & GORDON 1994). Dari pintu ketiga adalah Laut Halmahera. Massa air dari Pasifik Selatan yang dibawa oleh New Guinea Coastal Current langsung masuk Laut Halmahera, kemudian menuju ke Laut Seram dan Cekungan Aru. Di sini terjadi percampuran dengan massa air yang datang dari Laut Banda. Akhirnya massa air ini masuk lewat bagian timur Laut Timor menuju Samudera Hindia (VAN AKEN et al. dalam FIEUX 1995). Secara garis besar jalur-jalur yang dilalui Arus Lintas Indonesia dapat dilihat pada gambar 1.

Asal Massa Air

Ada dua jenis massa air yang merupakan komponen ARLINDO ini, yakni massa air yang berasal dari Pasifik Utara dan massa air dari Pasifik Selatan. Massa air dari Pasifik Utara yang terdiri dari North Pacific Subtropical Water (disingkat dengan NPSW) dan North Pacific Intermediate Water (disingkat dengan NPIW) masuk Perairan Indonesia melalui Selat Makassar. Menurut FFIELD & GORDON dalam HAUTALA et al. (1994), massa air Pasifik Utara ini berasal dari sekitar (69° LU, 127° -132° BT)



Gambar 1. Lintasan ARLINDO (GORDON & FINE, 1996),

Kehadiran NPSW dan NPIW di Perairan Indonesia dikenali dari nilai salinitasnya. NPSW memiliki nilai salinitas tinggi (maksimum), dan NPIW memiliki nilai salinitas rendah (minimum). Di Selat Makassar massa air NPSW ditemukan pada kedalaman rata-rata 100-150 dbar, dan massa air NPIW ditemukan pada kedalaman rata-rata 300-350 dbar (1 dbar kira-kira sama dengan 1 meter). Kedua jenis massa air ini dari Selat Makassar sebagian langsung menuju ke Samudera Hindia lewat Selat Lombok, dan sebagian lagi didorong ke arah Laut Flores untuk kemudian memasuki Laut Banda. Dalam perjalanannya ke Laut Banda kedua massa air ini melemah sebagai akibat adanya pencampuran secara vertikal yang kuat (strong vertical mixing) yang merupakan karakteristik dari perairan Indonesia.

Di rute timur massa air dari Pasitik Utara memasuki perairan Indonesia melalui Laut Maluku. Berbeda dengan di Selat Makassar, di Laut Maluku massa air dari Pasifik Utara ini

terdeteksi kuat hanya dilaut Maluku bagian utara. Di bagian tengah dan selatan sangat lemah terdeteksi. Hanya sebagian kecil dari massa air ini yang kemudian memasuki Laut Seram dan akhirnya ke laut Banda.

Di bagian selatan Laut Maluku air Thermocline Pasifik Selatan masuk Laut Seram melalui Laut Halmahera dengan didorong oleh New Guinea Coastal Undercurrent. Menurut FIELD & GORDON dalam (HAUTALA *et al.* 1994), massa air ini berasal dari (1° LS-1° LU, 134°-140° BT).

Volume Transport

Besaran arus biasanya dinyatakan dengan kecepatan dan arah. Untuk luas penampang tertentu dari kecepatan arus dapat dihitung volume transport, yakni suatu besaran yang menyatakan besarnya volume air yang dipindahkan setiap satuan waktu. Dalam studi ARLINDO ini untuk mendapatkan nilai volume transport total (volume air yang melewati seluruh selat di

Indonesia) secara akurat perlu dilakukan pengukuran arus di jalur-jalur yang dilewati secara simultan dan dalam jangka waktu yang panjang (sering dikatakan dengan "mooring"). Tetapi hal ini sukar untuk dilakukan karena memerlukan peralatan canggih yang banyak jumlahnya dan biaya yang besar. Pengukuran arus yang dilakukan selama ini sifatnya hanya perlokasi, misalnya di Selat Lombok. Selat Makassar, Selat Timor dan lain-lain.

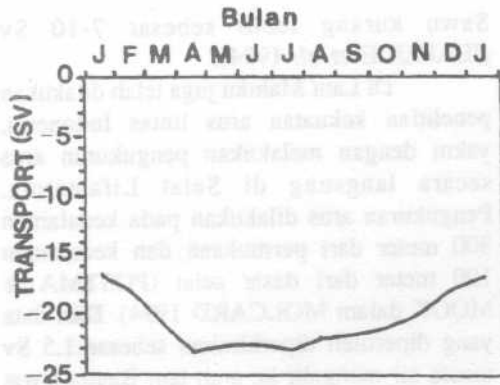
Nilai volume transport dari arus lintas Indonesia yang ada sekarang adalah merupakan hasil prediksi dengan menggunakan berbagai metoda tak langsung. Meskipun menggunakan metoda yang berbeda-beda, tetapi angka-angka yang didapat oleh para ahli mendekati nilai yang sama. Dari laporan-laporan terdahulu diperoleh perkiraan nilai total volume transport Arus Lintas Indonesia antara 1-20 Sv ke arah Samudera Hindia (FIEUX *et al.* 1994). Dari nilai volume transport total tersebut sebagian besar melewati Selat Makassar. Komponen ARLINDO yang melewati Selat Makassar tersebut sebagian langsung menuju Samudera Hindia melalui Selat Lombok, dan sebagian lagi menuju ke Laut Banda. MURRAY & ARIEF (1988) setelah melakukan penelitian arus di Selat Lombok melaporkan bahwa volume transport ke arah Samudera Hindia yang melalui selat tersebut adalah $(1,7 \pm 1,2)$ Sv. Ini adalah merupakan aliran langsung dari Selat Makassar dengan melewati lapisan permukaan diatas 350 dbar. Hal ini dimungkinkan karena kedalaman sill di Selat Lombok adalah 350 meter.

Volume transport massa air yang berasal dari Selat Makassar dan kemudian ke Laut Banda menurut perkiraan sekarang adalah sekitar 15 Sv (GORDON dalam ILAHUDE *et al.* 1994) Dari nilai tersebut kira-kira sebesar 7 Sv melewati Laut Timor menuju Samudera Hindia (CRESSWELL *et al.* 1993). Dan Massa air yang melewati Laut

Sawu kurang lebih sebesar 7-10 Sv (ILAHUDE *et al.* 1994).

Di Laut Maluku juga telah dilakukan penelitian kekuatan arus lintas Indonesia, yakni dengan melakukan pengukuran arus secara langsung di Selat Lifamatola. Pengukuran arus dilakukan pada kedalaman 300 meter dari permukaan dan kedalaman 100 meter dari dasar selat (POSTMA & MOOK dalam MOLCARD 1994). Dari data yang diperoleh diperkirakan sebesar 1,5 Sv massa air mengalir ke arah laut Banda lewat Selat Lifamatola ini. Sedangkan data-data volume transport massa air Pasifik Selatan yang masuk lewat Laut Halmahera kemudian ke Laut Seram belum ada.

Masih dalam usaha menentukan kekuatan arus lintas Indonesia, MIYAMA *et al.* (1994) melakukan perhitungan total volume transport Arus Lintas Indonesia dengan suatu metoda yang dinamakan dengan Metoda Euler-Lagrange. Dalam modelnya Miyama dan kawan-kawan menghitung massa air yang melewati garis sejajar ekuator pada posisi $8,5^{\circ}$ LS. Garis tersebut memotong semua selat yang dilalui oleh Arus Lintas Indonesia. Dengan metoda ini mereka mendapatkan nilai total volume transport sebesar 20 ± 3 Sv. Nilai tersebut tidak jauh berbeda dengan hasil penelitian-penelitian sebelumnya. Selain itu dengan model tersebut juga dihitung total volume transport untuk tiap bulan (lihat gambar 2). Nilai positif volume transport pada gambar 2 berarti massa air mengalir ke arah Samudera Pasifik. Dan sebaliknya nilai negatif berarti massa air mengalir ke arah Samudera Hindia. Dari gambar 2 dapat disimpulkan bahwa transport massa air ARLINDO berasal dari Pasifik menuju ke Samudera Hindia. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian yang didapat oleh para ahli yang lain. Dari gambar 2 juga terlihat bahwa Arus Lintas Indonesia ini menguat pada waktu monsun timur, dan melemah pada waktu monsun barat.



Gambar 2. Volume transport ARLINDO (MIYAMA *et al.* 1994)

Pengaruh Musim Terhadap Arlindo

Pada umumnya pola arus laut Perairan Indonesia dipengaruhi oleh perubahan angin monsun, terutama pada lapisan permukaan. Pada waktu monsun timur yang terjadi dari Bulan Juni hingga Bulan Agustus, massa air dari Laut Banda didorong ke arah Laut Flores, kemudian ke Laut Jawa dan Selat Makassar didorong oleh angin yang datang dari barat menyeberangi Laut Flores menuju Laut Banda (WYRTKI 1961). Tetapi Arus Lintas Indonesia yang berasal dari Pasifik tidak dipengaruhi oleh adanya perubahan angin monsun, malah yang terjadi adalah sebaliknya. Arus Lintas ke arah selatan yang melewati Selat Makassar yang paling kuat terjadi kira-kira pada musim panas bagi belahan bumi utara, yang pada waktu itu angin monsun berasal dari arah tenggara. Ini menandakan bahwa kekuatan ARLINDO dipengaruhi oleh adanya variasi musiman pada sirkulasi laut lapisan atas di sekitar ekuator (upper equatorial circulation), yang terjadi di Pasifik bagian barat. Ketika North Equatorial Counter Current (disingkat dengan NECC dan arahnya menuju ke timur) lemah, dan New Guinea Coastal Current (NGCC) berarah menuju ke barat, yang terjadi dari musim semi hingga musim panas, sebagian

dari massa air yang dibawa oleh Arus Mindanao (Mindanao Current, disingkat dengan MC) mengalir masuk ke Laut Sulawesi. Massa air dari Arus Mindanao ini kemudian menuju ke selatan lewat Selat Makassar sebagai Arus Lintas Indonesia. Sebagai akibatnya transport massa air ke arah selatan di Selat Makassar menguat. Sebaliknya pada waktu NECC menguat dan NGCC menuju ke arah timur, yang terjadi antara musim gugur dan musim dingin maka MC bergabung NGCC. Gabungan arus yang menuju ke arah timur tersebut sudah terbentuk di Laut Sulawesi dan kemudian berasosiasi menjadi Mindanao Eddy di tenggara Filipina. Sebagai akibatnya arus ke arah selatan di Selat Makassar melemah.

Pada lapisan dengan kedalaman menengah (kira-kira 300 meter) selain MC. Equatorial Under Current (EUC) di Pasifik Barat juga memegang peranan terhadap kuat lemahnya ARLINDO. Karena kekuatan EUC bervariasi terhadap musim, maka ARLINDO untuk lapisan kedalaman menengah juga bervariasi secara musiman. Pada musim dingin ketika EUC melemah, pengaruhnya tidak kelihatan. Inti dari MC mensuplai massa air ke arah selatan yang melewati Selat Makassar, sehingga Arus Lintas Indonesia menguat. Ini berbeda dengan arus pada lapisan permukaan yang melemah pada musim ini. Sebaliknya dari musim semi ke musim panas. EUC menguat, dan MC ini bergabung kuat dengannya. Meskipun cabang dari MC yang berada di barat mengalir ke laut Sulawesi, tetapi sebagian besar kembali lagi ke Pasifik setelah berputar berlawanan dengan arah jarum jam di Laut Sulawesi. Keadaan ini berlangsung sampai musim gugur tiba (LINDSTROM *et al.* dalam MIYAMA *et al.* 1994).

Seperti telah disinggung diatas, sumber utama dari ARLINDO ini adalah Mindanao Current yang membawa massa air Pasifik Utara. Massa air Pasifik Utara inilah yang kemudian melewati Selat Makassar. Tidak

ada massa air Pasifik Selatan yang masuk ke Selat Makassar tersebut. Waktu tempuh bagi massa air ini untuk sampai di Samudera Hindia relatif pendek, hanya beberapa bulan. Oleh karenanya ketika tiba di Selat Lombok massa air ini hampir tidak kehilangan sifat-sifat aslinya. Ada sedikit massa air Pasifik Utara dan Pasifik Selatan yang masuk ke Laut Banda melalui Laut Halmahera untuk selanjutnya ke Samudera Hindia. Sebelum sampai di Samudera Hindia terjadi pencampuran kedua massa air ini. Karena waktu tempuhnya sampai beberapa tahun, massa air tersebut sudah kehilangan sifat aslinya ketika sampai di Samudera Hindia.

DAMPAK YANG DITIMBULKAN OLEH ARLINDO BAGI INDONESIA

Seperti telah disinggung di muka bahwa keadaan topografi dasar perairan Indonesia sangat beragam. Hal ini berpengaruh besar terhadap bentuk aliran massa air dari Pasifik ke arah Samudera Hindia. Proses turbulensi, sinking, upwelling, down welling dan sebagainya sering terjadi mengiringi perjalanan ARLINDO ini. Dan biasanya proses-proses tersebut diikuti oleh proses fisis maupun proses-proses yang lain.

Salah satu contoh adalah peristiwa upwelling yang terjadi di bagian barat Laut Flores, tepatnya di sebelah selatan Sulawesi. Proses ini disebabkan oleh "sill" yang berada di jalur yang dilalui oleh massa air Pasifik. Sill tersebut sering disebut dengan sill Dewakang. Adanya sill dengan kedalaman 550 meter di ujung akhir Selat Makassar ini menghalangi jalannya massa air dari Selat Makassar yang menuju ke Laut Flores, sehingga aliran massa air hanya terjadi pada kedalaman di atas 550 meter saja. Aliran massa air pada bagian atas yang terjadi di Laut Flores ini seolah-olah menyeret lapisan air yang berada dibawahnya ke arah timur. Oleh sebab itu terjadinya kekosongan massa

air di bagian atas Laut Flores bagian barat (diselatan Sulawesi). Massa air di bagian bawah yang datang dari arah timur naik untuk mengisi kekosongan tersebut (GORDON *et al.* 1994). Naiknya massa air dari lapisan bawah yang kaya akan bahan "makanan" inilah yang menyebabkan perairan menjadi subur. Peristiwa naiknya massa air dari lapisan bawah disebut dengan upwelling. Sill-sill serupa banyak terdapat di perairan Indonesia, khususnya diselat-selat yang dilalui Arus Lintas Indonesia. Bahkan menurut GROEN (1965), hampir semua cekungan laut yang ada di Indonesia memiliki sill. Oleh sebab proses seperti diatas besar kemungkinan juga terjadi di tempat-tempat lain.

Perairan Indonesia bagian timur seperti Laut Banda, Laut Arafura, Laut Maluku terkenal sebagai daerah upwelling yang subur. Ini terjadi karena pada musim timur, massa air di lapisan atas perairan tersebut terdorong oleh angin timur sampai ke Laut Jawa, Laut Natuna dan Laut China Selatan. Kekosongan air dilapisan permukaan inilah yang diisi oleh massa air dari bawah yang kaya akan bahan makanan. Internal waves yang terjadi sebagai akibat bekerjanya gaya-gaya pasang surut, dan Arus Lintas Indonesia berperan dalam memperkuat proses upwelling ini.

Sebuah pepatah yang berbunyi "sambil menyelam minum air" atau "sekali merengkuh dayung dua tiga pulau terlampaui", rupanya berlaku juga disini. Dalam penelitian ARLINDO yang dilakukan di Laut Banda dan sekitarnya, didapatkan suatu fenomena menarik. Yakni didapaknya hubungan antara perubahan suhu permukaan laut yang disebabkan oleh pencampuran/pengadukan oleh pasang surut dengan intensitas hujan konvektif yang terjadi di Indonesia (TIM SURVEI 1996). Hal ini nampak dari kesamaan periode pembentukan awan konvektif dengan periode pasang surut, yakni setengah bulanan. Tetapi bagaimana mekanisme dari proses ini, ada atau tidaknya

pengaruh ARLINDO dan hal-hal lain yang ada hubungannya dengan masalah tersebut masih dalam taraf penelitian. Kalau masalah ini terungkap dengan tuntas maka hasil penelitian ARLINDO ini akan dapat memberikan sumbangan dalam mengungkap masalah-masalah yang berhubungan dengan cuaca iklim di Indonesia.

Meski dari hasil penelitian ARLINDO telah banyak hal yang dapat diungkap, tetapi masih banyak pula masalah yang belum terjawab. Oleh sebab itu hasil penelitian ARLINDO di waktu mendatang diharapkan dapat bermanfaat tidak saja bagi ilmu pengetahuan, tetapi juga bagi usaha-usaha peningkatan kesejahteraan bangsa Indonesia umumnya.

DAFTAR PUSTAKA

- CRESSWELL. G.; A. FRISCHE; J. PETERSON and D. QUADFASL 1993. Circulation in the Timor Sea. *Journal Geophysical Research* 98 : 14379-14389.
- FIEUX, M.; C. ANDRIE; P. DELECLUSE; A.G. ILAHUDE; A. KARTAVTSEFK; F. MANTISI; R. MOLCARD AND J.C. SWALLOW 1994. Measurements within the Pacific-Indian oceans through flow region. *Deep Sea Research Journal* 41 : 1091-1130.
- FIEUX, M.; C. ANDRIE; A.G. ILAHUDE; N. METZL; R. MOLCARD and J.C. SWALLOW 1995. Hydrological and chlorofluoromethanes measurements at the entrance of the through flow into the Indian Ocean. *Journal Geophysical Research*.
- FIEUX, M.; R. MOLCARD and A.G. ILAHUDE 1995a. Geostrophic transport of the Pacific oceans through flow. *Journal Geophysical Research*
- GORDON A.L. 1986. Interocean exchange of thermocline water. *Journal Geophysical Research* 91 : 5037-5046.
- GORDON A.L.; A. FIELD; A.G. ILAHUDE 1994. Thermo cline of the Flores and Banda Seas. *Journal of Geophysical Research* 99 : 18235-18242,
- GORDON. A.L. and R. A. FINE 1996. Pathways of water between the Pacific and Indian Oceans in the Indonesian seas. *Nature* 379 : 146-149.
- GROEN 1965. *Waters of the sea*. D. Van Nostrand Company Limited, London.
- HAUTALA, S.L.; J.L. REID and N. BRAY 1994. Water mass distribution on isopycnals in the Indonesian seas. *Proceedings IOC-WESPAC Third International Scientific Symposium on Bali, Indonesia*.
- ILAHUDE, A.G., J. BANJARNAHOR. M. FIEUX and R. MOLCARD 1994. Comparison between the Sawu Sea and The Timor Sea in terms of the through flow circulation. *Proceeding IOC-WESTPAC Third International Scientific Symposium on Bali, Indonesia*.
- ILAHUDE, A.G. and A.L. GORDON 1994. Water Masses of the Indonesian Seas Through flow. *Proceeding IOC-WESTPAC Third International Scientific Symposium on Bali, Indonesia*.
- MIYAMA, T. AWAJI; K. AKIMOTO and IMASATO 1994. Seasonal transport variations in the Indonesian seas. *Proceeding IOC-WESTPAC Third International Scientific Symposium on Bali, Indonesia* : 650-664
- MOLCARD, R.; M.; FIEUX; J.C. SWALLOW; A.G. ILAHUDE and J. BANJARNAHOR 1994. Low frequency variability of the currents in Indonesian Channels. *Deep Sea Research J* 41 : 1643-1661.

- MURRAYS. P. and D. ARIEF 1988. Through flow into the Indian Ocean Through the Lombok Strait, January 1986. *Nature* 313 : 444-447
- WYRTKI K. 1961. Physical Oceanography of the Southeast Asian Waters. *Naga Report* 2. Scripps Inst. Of Oceanography.
- WYRTKI K. 1987. Through flow and the associated pressure gradient, *Journal of Geophysical Research* 92 : 12941-12946.
- TIM SURVEI P30-LIPI dan BPPT 1996. *Laporan Penelitian Oseanografi no. 19 Arlindo Circulation.*