

## PERGESERAN HALMAHERA EDDY KAITANNYA DENGAN PRODUKTIVITAS TANGKAPAN IKAN CAKALANG DI PERAIRAN SEKITARNYA

### HALMAHERA EDDY DISPLACEMENT IN RELATION TO PRODUCTIVITY SKIPJACK IN SURROUNDING WATERS

Gentio Harsono<sup>1</sup>, Supartono<sup>1</sup>, D. Manurung<sup>2</sup>, Agus S. Atmadipoera<sup>2</sup>,  
Mulyono S. Baskoro<sup>3</sup>, Fadli Syamsudin<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Sekolah Staf Komando Angkatan Laut

<sup>2</sup>Departemen Ilmu dan Teknologi Kelautan

Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor

<sup>3</sup>Departemen Pemanfaatan Sumberdaya Perikanan

Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor

Korespondensi :

#### ABSTRACT

The water between Mindanao and New Guinea is one of areas fisheries potential skipjack (*Katsuwonus pelamis*) most advanced in the western pacific. The main of fisheries industry this type of dominated by purse-seine by large size (50-100 Gross Tonnage). The role of a Halmahera Eddy is very importance in the dynamics of fisheries in the region, but there is no that explain it yet. Data series arrest skipjack catch per unit of effort (CPUE) of Western Central Pacific Fisheries Commission (WCPFC) for a decade the period July 2002-December 2012 analyzed in order to see the relationship between shifting Halmahera Eddy with the productivity skipjack in the study areas. The results show that the productivity skipjack in the study areas correlates strongly against a meridional shifting of Halmahera Eddy where CPUE showing an increase in skipjack with lag time on two months after Halmahera Eddy center shifted to the north. While to zonal shifting have a correlation in which weak.

Keywords: *Catch per Unit Effort*, Halmahera Eddy, *skipjack*, *purse seine*

#### ABSTRAK

Perairan antara Mindanao dan Papua merupakan salah satu wilayah potensial perikanan cakalang (*Katsuwonus pelamis*) yang paling maju di Pasifik barat. Sebagian besar industri perikanan jenis ini didominasi oleh kapal jenis *purse-seine* dengan ukuran besar (50-100 GT). Peran arus pusar Halmahera menjadi penting dalam dinamika perikanan di wilayah ini, namun belum ada yang menjelaskannya. Seri data penangkapan cakalang *Catch per Unit Effort* (CPUE) dari *Western Central Pacific Fisheries Commission* (WCPFC) selama satu dekade periode Juli 2002-Desember 2012 dianalisis guna melihat hubungan antara pergeseran Halmahera Eddy dengan produktivitas ikan cakalang di wilayah studi. Hasilnya menunjukkan bahwa produktivitas ikan cakalang di wilayah studi berkorelasi kuat terhadap pergeseran meridional Halmahera Eddy di mana CPUE cakalang memperlihatkan peningkatan dengan jeda waktu 2 bulan setelah pusat Halmahera Eddy bergeser ke utara sedangkan untuk pergeseran zonalnya mempunyai korelasi yang lemah.

Kata kunci: *Catch per Unit Effort*, Halmahera Eddy, produktivitas cakalang, *purse seine*

#### PENDAHULUAN

Perairan antara Mindanao - Papua New Guinea (PNG) merupakan bagian dari wilayah *Warm Pool* (WP) yang selama ini selain dikenal dengan suhu permukaan lautnya terhangat di dunia (> 29 °C) juga merupakan perairan yang miskin akan produktivitas primernya (oligotropik) di mana konsentrasi klorofil-a permukaan < 0.1 mg/m<sup>3</sup> (Messie & Radenac 2006). Ditambahkan oleh Sprintall and Tomczak (1992) dan Allain *et al.* (2007), perairan WP mempunyai ciri pada lapisan

permukaannya berupa salinitas permukaan yang rendah (umumnya <33.5 PSU), akibat presipitasi lebih tinggi dibandingkan evaporasinya, adanya lapisan gendala (*barrier layer*) yang menghalangi massa air lapisan bawahnya melakukan intrusi ke lapisan atasnya yang berakibat kandungan unsur nitratnya rendah.

Wilayah daratan sekitar HE merupakan perairan yang masuk dalam segitiga pertumbuhan karang dunia mulai dari pantai sekitar Jayapura, perairan Raja Ampat hingga Pulau Morotai di utara Halmahera. Wilayah

terumbu karang ini dikenal mempunyai tingkat produktivitas perairan tinggi. Hal ini dapat terlihat dengan jelas citra Sea WiFS maupun Aqua MODIS. Interaksi internal *tide* dengan *sill* di selat Halmahera serta sungai-sungai besar seperti Membramo dan Matabori juga membawa sejumlah besar nutrisi masuk dalam aliran arus permukaan *New Guinea Coastal Current* (NGCC) ini (Burns *et al.* 2007; Muchtar 2004). Demikian pula halnya dengan pengaruh Laut Maluku yang mempunyai intensitas *up welling* cukup tinggi terutama saat musim tenggara.

Eddy selama ini dikenal sebagai sumber utama variabilitas dalam proses biologi dan biogeokimia di lautan terbuka (Siegel *et al.* 2008). Berbagai jenis ikan pelagis di perairan seluruh dunia berkorelasi erat dengan wilayah-wilayah perairan dimana eddy terbentuk ini terbentuk (Zainuddin *et al.* 2006). Meskipun perairannya termasuk dalam kategori oligotropik, namun kondisinya sangat kontras dengan produktivitas perikananannya (Lehodey *et al.* 1997; Messie & Radenac 2006). Selain peran Eddy sendiri yang sudah dikenal dalam transportasi massa air, salinitas dan *bahang* di sejumlah samudera (Kurogano & Kamachi 2003; Kashino *et al.* 1999).

Pemanfaatan citra klorofil permukaan untuk identifikasi suatu Eddy maupun *ring* telah dilakukan beberapa peneliti. Souza *et al.* (2002) dengan menggunakan satelit Sea WiFS, altimetri dan pengukuran hidrografi *insitu* berhasil mendeteksi aktivitas Eddy di selatan wilayah pertemuan Brazil-Malvinas meliputi *life cycle*, dimensi, suhu permukaan laut (SPL), konsentrasi klorofil-a permukaan, anomali tinggi muka laut serta pergeseran terhadap suatu Eddy. Sementara Kai & Marsac (2010) menginvestigasi sejumlah Eddy skala menengah (*meso-scale eddy*) di kanal Mozambique Samudera Hindia barat dengan menggunakan citra altimetri, suhu permukaan laut dan sebaran klorofil-a sebagai kunci dalam menentukan karakteristik Eddy dan habitat perairannya. Demikian pula halnya Veldoven (2005) mengidentifikasi Eddy/*ring* di perairan Agulhas dengan citra altimetri yang sebelumnya belum dipublikasikan yang kemudian menamakan Eddy/*ring* tersebut dengan nama dirinya. Penelitian yang paling mendekati dalam menjelaskan biologi di sekitar pusaran arus Halmahera dilakukan oleh Christian *et al.* (2004). Mereka melihat fenomena munculnya *blooming phytoplankton* yang membentuk seperti pita gelap (*ribbon of dark*) disepanjang sumbu ASKU ketika episode El Niño berlangsung. Sedangkan Harsono *et al.* (2014) berhasil mengidentifikasi Halmahera

Eddy dan pergeserannya menggunakan seri data citra klorofil-a dari data Aqua MODIS.

Kashino *et al.* (2013) dengan menggunakan seri data SADCP pelayaran TOCS tahun 2006 (mewakili musim barat laut-tahun El Niño), TOCS 2007 (mewakili musim barat laut-tahun La Niña), TOCS 2011 (musim tenggara-tahun Normal) dan TOCS 2013 (mewakili musim barat laut-tahun Normal) menyebutkan bahwa selama tahun El Niño, HE bergeser ke selatan di sekitar 3 °N 131 °E dan selama tahun La Niña, HE bergeser ke barat laut disekita 5 °N/129 °E. Sedangkan selama musim tenggara, HE terlihat bergeser ke utara di sekitar 5 °N/129 °E dan selama musim barat laut bergeser ke selatan di sekitar 3 °N/131 °E.

Pola perkembangan dan pergeseran HE diduga terkait dengan pola ruaya dan produktivitas ikan cakalang sebagai ikan permukaan yang menyukai suhu permukaan laut yang hangat. Spesies cakalang yang merupakan tuna dengan ukuran rata-rata dewasa lebih kecil dibandingkan dengan spesies tuna lainnya dan pemakan utama *macrozoo* plankton dan mikronekton. Spesies diet ikan cakalang ini diduga berkorelasi erat dengan dinamika oseanografi akibat pergeseran Halmahera Eddy.

## METODE PENELITIAN

### Sumber data

Pergeseran Halmahera Eddy. Pola pergeseran Halmahera Eddy ditentukan berdasarkan pergerakan pusat Halmahera Eddy yang diidentifikasi berdasarkan jejak klorofil-a yang terbawa pusaran arus Halmahera dan membentuk rona, dengan demikian pergeseran Halmahera Eddy dikenali melalui rona (*feature*) sebaran klorofil permukaan ini dari citra yang dibuat (Harsono *et al.* 2014).

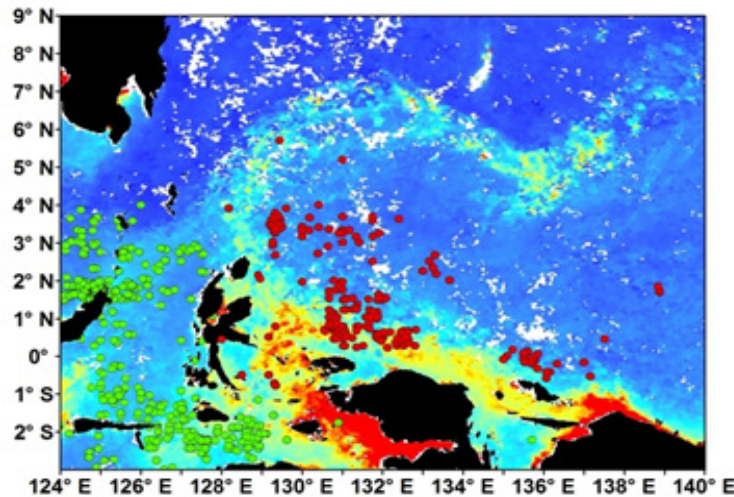
Data sebaran konsentrasi klorofil-a permukaan yang digunakan merupakan seri data citra satelit Aqua-MODIS Level-3 komposit bulanan resolusi spasial 0.05° (4 km x 4 km) selama rentang waktu bulan Juli 2002-Desember 2012.

Citra klorofil ini merupakan sumber utama dalam pengamatan dan pencatatan data statistik yang akan diambil untuk analisis deret waktu (*time series*). Proses pengolahan data klorofil-a permukaan Aqua MODIS menjadi citra dilakukan dengan bantuan perangkat lunak Arch GIS Ver. 10.1, sedangkan analisis deret waktu menggunakan perangkat lunak Matlab Ver. 7.0.

## Data perikanan tangkap cakalang (*Katsuwonus pelamis*)

Data perikanan tuna cakalang yang digunakan berasal dari data perikanan tangkap lainnya adalah produktivitas ikan cakalang yang diperoleh dari *Western Central Pacific Fisheries Commission* (WCPFC) dalam klasifikasi *public domain*. Data produktivitas ikan cakalang yang digunakan dalam penelitian

ini berasal dari hasil tangkapan kapal *purse seine* dimana cakalang yang ditangkap adalah yang beruaya bebas (*free schooling*) dan bukan berasal dari hasil tangkapan disekitar gelondongan kayu yang mengapung atau dari penangkapan sekitar rumpun. Data penangkapan cakalang yang digunakan adalah dalam batas-batas koordinat 0°N-5°N dan 130°E -135°E. Data yang ini diunduh dari website: <http://www.wcpfc.int/doc>.



Gambar 1. Halmahera Eddy diidentifikasi berdasarkan data citra klorofil-a dari Aqua Modis. Terlihat sebaran kapal *purse seine* (titik warna merah dan hijau) di sekitar pusaran Halmahera Eddy (Harsono *et al.* 2014)

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada Gambar 1 diperlihatkan sebaran kapal *purse-seine* saat melakukan operasi penangkapan di sekitar wilayah kajian. Kapal jenis *purse-seine* merupakan jenis kapal yang digunakan dalam menangkap cakalang di wilayah pengelolaan pasifik barat dan tengah. Berdasarkan gambar tersebut ditunjukkan bahwa lokasi-lokasi dimana kapal *purse-seine* melakukan penangkapan berada (terkonsentrasi) di dalam dan disekitar sabuk klorofil-a permukaan tinggi. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh sifat biologi cakalang yang merupakan tuna permukaan yang menyukai air hangat. Pertemuan antara massa air hangat yang dibawa oleh arus Pantai Utara Papua (NGCC/NGCUC) dengan massa air yang lebih rendah suhunya dari perairan dalam sekitar Indonesia menyebabkan konsentrasi ikan cakalang cenderung di sekitar utara kepala burung Papua dan timur laut Halmahera. Namun demikian, konsentrasi kapa-kapal *purse-seine* yang beroperasi di wilayah ini sangat tergantung adanya rumpun (*Fish Aggregation Device/FAD*). Sehingga posisi *purse-seine* yang diplot dalam peta tersebut kemungkinan juga merupakan posisi *purse-seine* saat menangkap ikan di rumpun.

## Hubungan pergeseran Halmahera Eddy dengan produktivitas cakalang

Pada Gambar 2, disajikan peta wilayah perairan studi yang menjadi wilayah pengambilan data perikanan cakalang (dalam tanda kotak warna merah), berada dalam area lintang 0 - 5 °N dan bujur 130 °E - 135 °E. Dalam peta tersebut juga ditumpang susun (*overlay*) dengan sebaran titik pusat HE selama penelitian berlangsung (Juni 2002-Desember 2012).

Jumlah tangkapan per unit usaha (*Catch Per Unit Effort/CPUE*) dalam wilayah sampling selama penelitian berlangsung disajikan pada Gambar 3. Berdasarkan grafik pada gambar tersebut menunjukkan bahwa jumlah tangkapan mengalami peningkatan mencolok pada periode 2002-2003 dan jumlah tangkapan maksimum pada tahun 2009-2010 dan tahun 2012. Menurut Lehaodey *et al.* (2011) peningkatan jumlah tangkapan cakalang selama periode 2009-2010 disebabkan karena meningkatnya jumlah kapal *purse-seine* yang merupakan kapal dengan ikan target cakalang.

Pada Gambar 4 disajikan grafik variasi musiman CPUE yang diperoleh dari analisis deret waktu data tangkapan cakalang di

wilayah sampling.

Berdasarkan Gambar 4 tersebut, dapat diketahui bahwa produktivitas cakalang umumnya tinggi saat pertengahan tahun (sekitar Mei-Juli) dan menurun saat akhir dan awal tahun. Selama tahun 2002-2008, produktivitas cakalang mengalami fase *calm* dimana produktivitas umumnya stagnan, namun pada 2009 sampai akhir 2012, produktivitas terlihat mengalami perubahan kenaikan yang tajam. Bila dikaitkan dengan pergeseran meridional HE dalam skala musiman, maka akan terlihat pola kesamaan perubahan amplitudo berupa peningkatan kisaran amplitudo selama kurun waktu 2009-2012. Fluktuasi CPUE terendah terjadi pada peralihan tahun 2002-2003 dan tertinggi terjadi tahun 2010. Kondisi ini kemungkinan terkait akibat pengaruh pergeseran iklim yang menyebabkan perubahan kondisi oseanografi di wilayah tersebut.

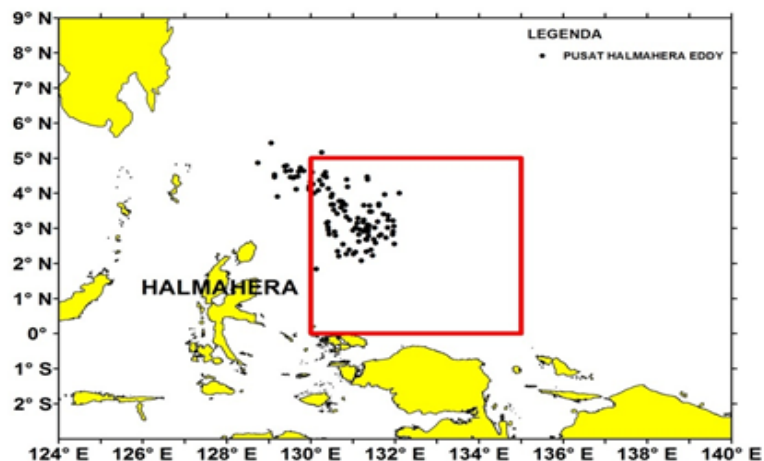
Pada Gambar 5 disajikan grafik variasi antartahunan CPUE cakalang pada wilayah sampling. Berdasarkan gambar tersebut, dapat diketahui bahwa CPUE cakalang mengalami peningkatan selama 2002, 2005, 2010 dan 2012 dan mengalami penurunan pada peralihan tahun 2003-2004, 2008 dan 2011.

Terkait dengan pergeseran HE, guna melihat pengaruh pergeseran HE dengan CPUE cakalang maka dilakukan uji korelasi terhadap kedua parameter tersebut. Pada Gambar 6 (a) disajikan grafik tumpang-susun antara pergeseran meridional HE dengan jumlah CPUE cakalang. Hasil perhitungan uji korelasi (*lag correlation*) pada taraf kepercayaan 95% diperoleh nilai koefisien korelasi  $r$  sebesar 0.72 dengan jeda waktu (*time lag*) selama 2 bulan (Gambar 7b). Hal ini menunjukkan bahwa pergeseran meridional Halmahera

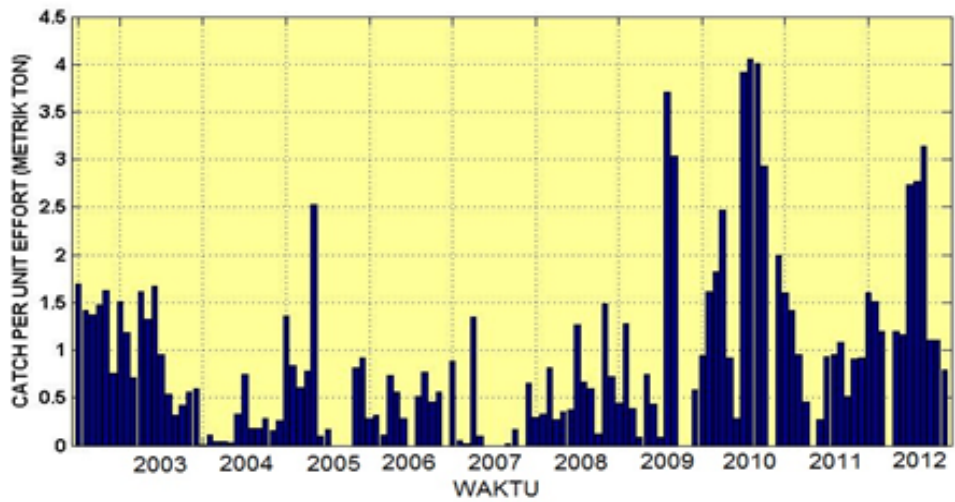
Eddy mempunyai pengaruh kuat terhadap fluktuasi CPUE cakalang di wilayah area yang menjadi lokasi *sampling*. Ketika Halmahera Eddy bergeser ke utara, 2 bulan kemudian kondisi oseanografi di lingkungan area sampling meresponnya dengan meningkatnya produktivitas cakalang.

Gambar 6 (b) menyajikan grafik tumpang-susun pergeseran zonal HE dengan CPUE cakalang wilayah sampling. Hasil uji korelasi terhadap kedua parameter tersebut diperoleh nilai koefisien korelasi  $r = -0.22$  pada taraf kepercayaan 95%. Hal ini menunjukkan bahwa hubungan pergeseran zonal dengan CPUE cakalang di wilayah sampling mempunyai tingkat korelasi yang lemah sehingga pengaruhnya kecil (Gambar 7a).

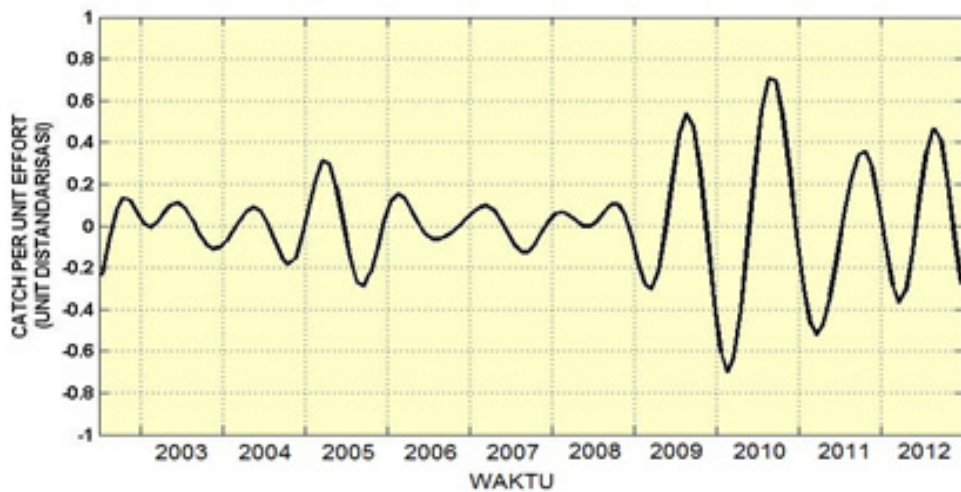
Fenomena tersebut menunjukkan bahwa dinamika oseanografi yang terjadi akibat pergeseran meridional lebih kuat pengaruhnya terhadap CPUE cakalang di wilayah sampling dibandingkan pergeseran zonalnya. Cakalang merupakan spesies tuna permukaan yang menyukai lingkungan perairan dengan suhu permukaan laut yang hangat. Ketika WP mengalami relaksasi dengan bergeser ke Pasifik tengah, maka HE akan merespons pergerakan WP tersebut dengan bergeser ke tenggara. Selama periode tersebut cakalang akan beruaya mengikuti pergerakan WP tersebut ke arah timur yang menyebabkan jumlah CPUE di wilayah studi menurun. Sebaliknya ketika WP semakin intensif di Pasifik Barat, HE meresponsnya dengan bergeser ke barat laut dan ruaya cakalang cenderung berada di wilayah yang menjadi *sampling* menyebabkan CPUE cakalang di wilayah tersebut meningkat.



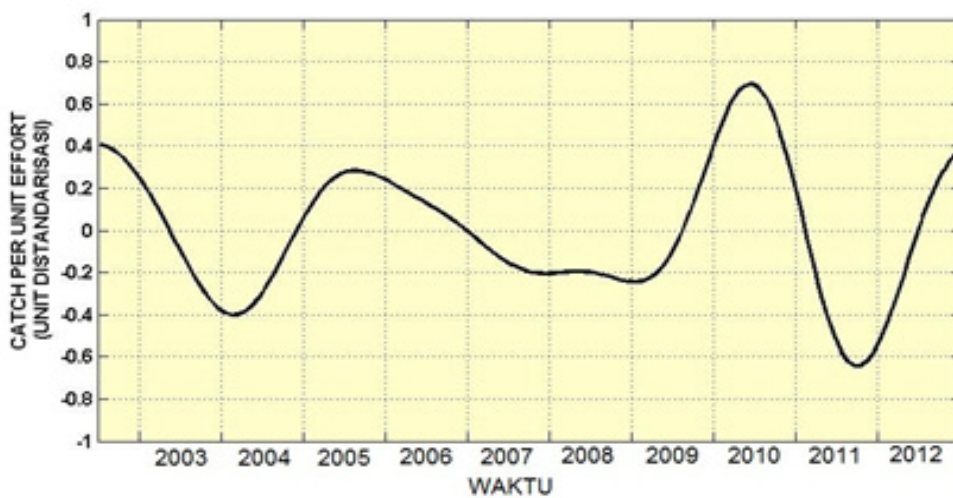
Gambar 2. Peta lokasi sampling data perikanan cakalang (kotak warna merah) dan sebaran titik pusat Halmahera Eddy (lingkaran hitam) selama periode penelitian



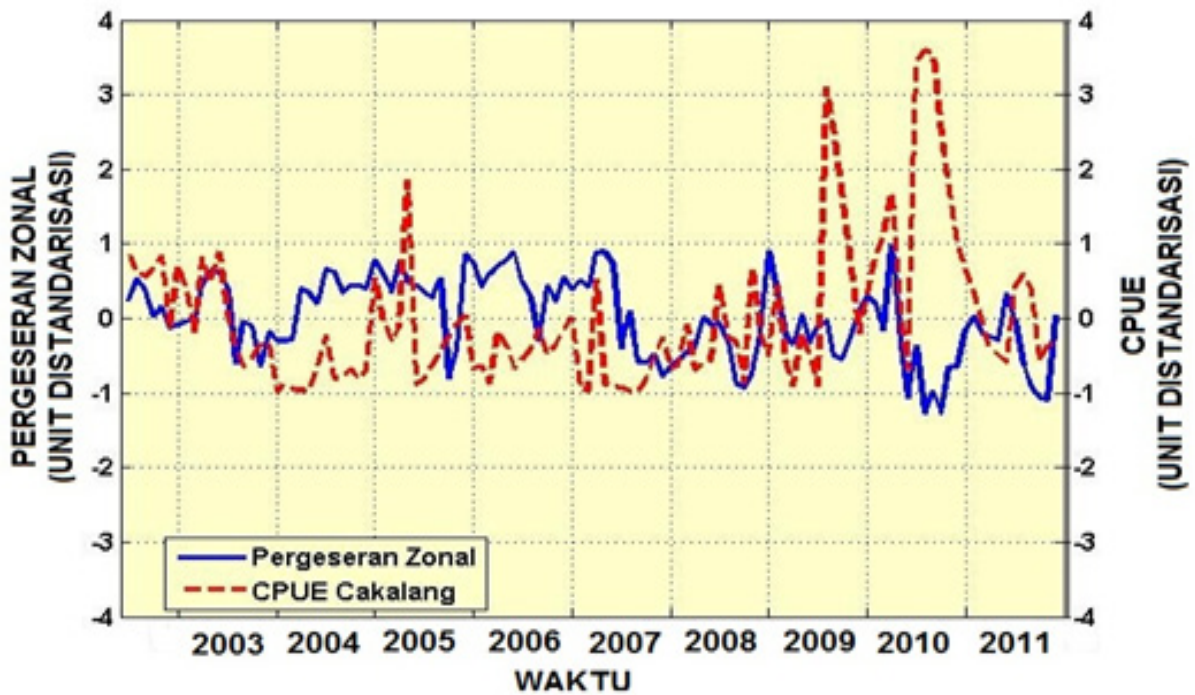
Gambar 3. Jumlah CPUE cakalang pada area perairan 0-5N / 130E-135E oleh kapal purse-seine selama periode penelitian. (Data diambil dari *Public Domain Western Central Pacific Fisheries Commission (WCPFC)*)



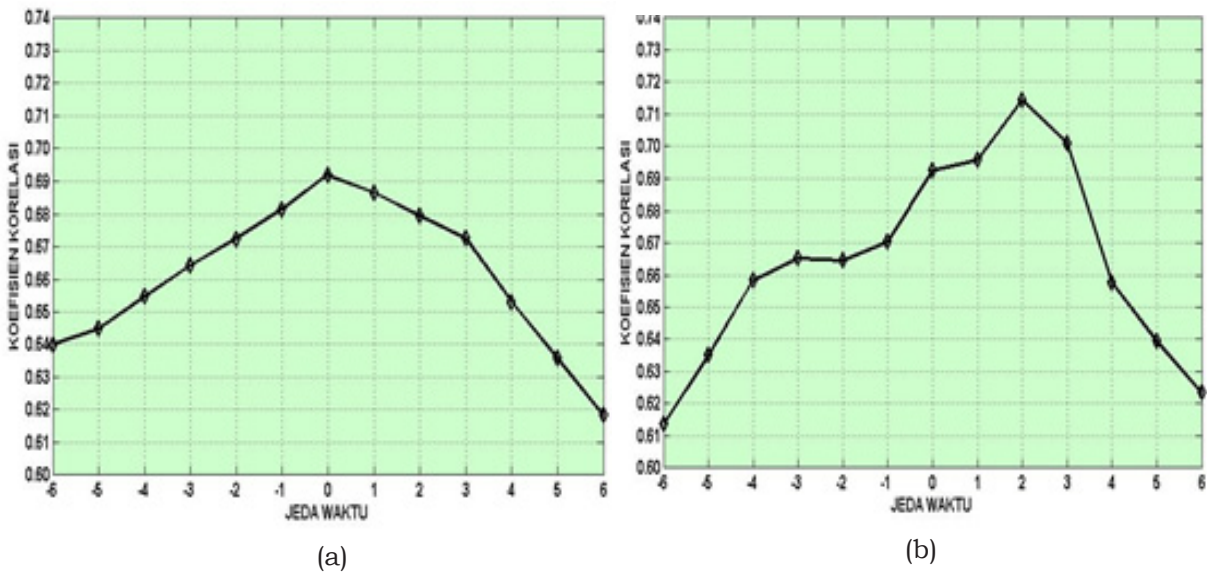
Gambar 4. Variasi musiman CPUE cakalang dalam wilayah *sampling*



Gambar 5. Variasi antar-tahunan CPUE cakalang dalam wilayah *sampling*



Gambar 6. Tumpang susun jumlah tangkapan per unit usaha (CPUE) dengan pergeseran Halmahera Eddy



Gambar 7. Jeda Waktu (a) Zonal (b) Meridional

### KESIMPULAN

Kapal-kapal *purse-seine* yang beroperasi di wilayah studi cenderung terkonsentrasi di wilayah bagian dalam dan tepi dari pusaran Halmahera Eddy sekitar timur laut

Halmahera dan utara kepala burung Papua. Produktivitas cakalang di wilayah studi mempunyai korelasi kuat terhadap pergeseran meridional Halmahera Eddy. CPUE cakalang memperlihatkan peningkatan dengan jeda waktu 2 bulan setelah pusat Halmahera Eddy bergeser ke utara. Pergeseran zonalnya

mempunyai korelasi yang lemah.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Allain V, Nicol S, Essington T, Okey T, Olson B, Kirby D. 2007. An ecopath with ecosim model of Western and Central Pacific Ocean warmpool pelagic ecosystem. Scientific Committee Third Regular Session, Western Central Pacific Fisheries Commission, Honolulu USA.
- Burns KA, Brunskill G, Brinkman D, Zagorskis. 2008. Organic carbon and nutrient fluxes to the coastal zone from the Sepik river outflow. *Continental Shelf Res.*
- Christian JR, Murtugudde R, Poy JB, McClain CR. 2004. A ribbon of dark water: phytoplankton blooms in the Meanders of Pacific North Equatorial Countercurrent. *Deep Sea Research. Part II* 51.
- Harsono G, Atmadipoera AS, Syamsudin F, Manurung D, Baskoro MS. 2014. Halmahera Eddy features observed from multisensor satellite oceanography. *As. J. of Sc. Res.* 7(4):571-580.
- Harsono G, Manurung D, Atmadipoera AS, Mulyono SB, Syamsudin F, 2014. Analisis pergeseran Halmahera Eddy menggunakan data satelit multisensor dan hidrografi. *Jurnal Segara Vol 10(1)* hal:61-70
- Harsono G. 2014. Kajian arus pusar Halmahera menggunakan data satelit multisensor dan hidrografi serta kaitannya dengan produktivitas cakalang [disertasi](tidak dipublikasikan). Bogor : Institut Pertanian Bogor
- Kai ET, Marsac F. 2010. Influence of mesoscale Eddies on spatial structuring of top predators' communities in the Mozambique channel. *Proceeding in Ocean* 86 hal:214-223.
- Kashino Y, Watanabe H, Herunadi B, Aoyama M, Hartoyo D. 1999. Current variability at the Pacific entrance of the Indonesian throughflow. *J. Geophys. Res.*
- Kashino Y, Atmadipoera AS, Kuroda Y, Lukijanto. 2013. Observed feature of the Halmahera and Mindanao Eddies, *J. Geophys. Res.*
- Lehodey P, Bertignac M, Hampton J, Lewis A, Picaut J. 1997. El Niño Southern oscillation and tuna in the Western Pacific. *Nature.* 389:715-718.
- Lehodey P. 2001. The pelagic ecosystem of the tropical Pacific Ocean: dynamic spatial modelling and biological consequences of ENSO. *Progress in Oceanography.* 49:439-468
- Lehodey P. 2004. A spatial ecosystem and populations dynamic model (SEAPODYM) for tuna and associated oceanic top-predator species: part I – lower and intermediate trophic components, standing committee on tuna and billfish (SCTB) 17 working paper (ECO-1), Oceanic Fisheries Programme Secretariat of The Pacific Community, Noumea:New Caledonia.
- Lehodey P, Hampton J, Brill RW, Nicol S, Senina I, Sibert J. 2011. Vulnerability of oceanic fisheries in the tropical Pacific to climate change. Johnson JE and Hobday (Eds.) Secretariat of the Pacific Community, Noumea:New Caledonia.
- Messie M, Radenac MH. 2006. Seasonal variability of the surface chlorophyll in the Western tropical Pacific from SeaWiFS data. *Deep Sea Research. Part I* 53.
- Muchtar M. 2004. Indo TROPICS studies on the plume of the Mamberamo river into the Bismarck Sea, West Papua, Indonesia. *Continental Shelf Res.*
- O'Reilly JE, Maritorena S, Mitchell BG, Siegel DA, Carder KL, Garver SA, Kahru M, McClain C. 1998. Ocean color algorithms for SeaWiFS. *J. Geophys. Res.*
- Souza RB, Mata MM, Garcia CAE, Kampel M, Oliviera EN, Lorenzetti JA. 2005. Multi-sensor satellite and in situ measurements of a warm core ocean eddy south the Brazil-Malvinas confluence region. *Remote Sensing of Environment.*
- Sprintall J, Tomczak M. 1992. Evidence of the barrier layer in the surface layer of the tropics. *J. Geophys. Res.*
- Veldhoven A. 2005. Observations of evolution of agulhas rings [thesis]. Netherlands: Universiteit van Utrecht.
- Zainuddin M, Kiyofuji H, Saitoh K, Saitoh S. 2006. Using multi-sensor satellite remote sensing and catch data to detect ocean hot spots for albacore (*Thunnus alalunga*) in the Northwestern North Pacific. *Deep Sea Research. Part II* 53

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih disampaikan kepada NOAA-NASA atas data chlorophyll-a dari

data Aqua MODIS. Terimakasih juga disampaikan kepada *Western-Central Pacific Fisheries Commission* (WCPFC) atas data perikanan cakalang di wilayah studi.