

ANALISIS UPAYA EFEKTIF DARI DATA VESSEL MONITORING SYSTEM DAN PRODUKTIVITAS PUKAT CINCIN SEMI INDUSTRI DI SAMUDERA HINDIA

Suherman Banon Atmaja¹⁾, Mohamad Natsir¹⁾, dan Adi Kuswoyo²⁾

¹⁾ Peneliti pada Balai Riset Perikanan Laut, Muara Baru-Jakarta

²⁾ Teknisi Litkayasa pada Balai Riset Perikanan Laut, Muara Baru-Jakarta

Teregistrasi I tanggal: 23 Maret 2011; Diterima setelah perbaikan tanggal: 11 Juli 2011;

Disetujui terbit tanggal: 25 Agustus 2011

ABSTRAK

Akhir-akhir ini pukat cincin yang dioperasikan menggunakan rumpon laut-dalam (payao) telah menjadi masalah serius pada perikanan tuna. Hal ini karena hasil tangkapan komersialnya lebih menurunkan stok ikan tuna dibandingkan metode lainnya. Tujuan penelitian ini adalah mengevaluasi aktivitas penangkapan dari kapal pukat cincin berdasarkan atas data mendekati waktu sebenarnya (*nearly real time*) *vessel monitoring system* dan catatan nelayan yang digunakan untuk mengestimasi jumlah tawur dan produktivitas. Hasil penelitian menyimpulkan bahwa estimasi tawur dari data *vessel monitoring system* lebih besar dari aktivitas penangkapan yang sebenarnya, alasan perbedaan berkisar 24-43%. Hal ini diakibatkan lebih banyak kegagalan tawur dan tidak ada aktivitas penangkapan karena kondisi cuaca yang buruk. Produktivitas dari lima trip kapal contoh selama tahun 2010 menunjukkan hasil tangkapan berkisar 14-63 ton/trip dengan produktivitas berkisar 0,5-1,73 ton/tawur, di mana produktivitas terendah terjadi pada trip keenam (bulan Juli sampai Agustus). Hasil tangkapan didominasi oleh ikan cakalang (*Katsuwonus pelamis*), sedangkan gerombolan ikan cakalang kerap kali bercampur dengan juvenile madidihang (*Thunnus albacares*) dan juvenile tuna mata besar (*Thunnus obesus*) yang menghuni lapisan permukaan dan memangsa terutama jenis ikan epipelagis. Keberhasilan perikanan pelagis sebagian besar tergantung pada pengaruh-pengaruh jangka pendek, seperti kondisi gelombang besar, arus, terang bulan, dan suhu permukaan laut.

KATA KUNCI: analisis, upaya, efektif, *vessel monitoring system*, produktivitas, pukat cincin, Samudera Hindia

ABSTRACT: *Efforts effective analysis of the data vessel monitoring system and productivity of purse seiners semi industry in the Indian Ocean. By: Suherman Banon Atmaja, Mohamad Natsir, and Adi Kuswoyo*

*Recently, the purse seiners that operated using fish aggregating devices has become a serious problem in tuna fisheries. This commercial catches affected on the declining of tuna stocks compared to other methods. The objective of this study is to evaluate the activity of purse seiners based on nearly real time vessel monitoring system data and records data of the fishermen which was used to estimate haul numbers and productivity. The research concluded that the estimated haul of vessel monitoring system by data is larger than the actual fishing activity, which the difference ranged from 24-43%. It causes more failure haul and no fishing activity due to bad weather conditions. Productivity of 5 trips vessel samples during the year 2010/2011 showed the catch per trip ranges from 14-63 tons and productivity ranges from 0.5-1.73 ton/haul, in which the lowest productivity occurred on the six trip (July until August). The catch was dominated by skipjack (*Katsuwonus pelamis*) and schools of skipjack often mix with juvenile yellowfin (*Thunnus albacares*), and big eye (*Thunnus obesus*). The fish inhabit the surface layer and feed mainly on epipelagic prey. The success of pelagic fishery is largely depend on short term factors, such as the huge waves, currents, moon light and sea surface temperature.*

KEYWORDS: *efforts effective, analysis, vessel monitoring system, productivity, purse seiners, Indian Ocean*

PENDAHULUAN

Perikanan pukat cincin semi industri melewati suatu masa bergolak pada periode kemerosotan hasil tangkapan dan kinerja ekonomi di Laut Jawa, telah

mendorong pengusaha melakukan relokasi usaha perikananannya secara swakarsa. Sementara pengusaha tidak merelokasi usahanya, melakukan diversifikasi usaha dengan mengganti perangkat penangkapannya, dengan mengalihkan sebagian kapal penangkap

menjadi kapal penangkap cumi-cumi (*Loligo* sp.) dan berganti alat tangkap dengan menggunakan jaring cantrang (Atmaja, 2008). Relokasi usaha perikanan tersebut juga dituangkan dalam salah satu hasil rumusan rencana pengelolaan perikanan Laut Jawa, yaitu menutup secara bertahap penambahan kapal penangkapan baru khususnya untuk kapal-kapal di atas 30 GT dan mendorong pengalihan daerah penangkapan ke wilayah pengelolaan perikanan yang dalam kondisi *under exploited*.

Sejarah perubahan pukat cincin dengan sasaran penangkapan ikan pelagis kecil ke pelagis besar merupakan hasil proses pembelajaran dari kapten kapal (tekong) nelayan Aceh. Nelayan Pekalongan hanya memiliki pengalaman di perairan dangkal di Paparan Sunda untuk memperoleh keterampilan mengeksploitasi sumber daya ikan cakalang dan tuna (*Thunnus*) di perairan laut-dalam, pengusaha mengontrak nelayan Aceh. Kegiatan nelayan Aceh meliputi pembuatan dan rancang bangun jaring, serta mengoperasikannya. Pada waktu operasi penangkapan dengan mengikutsertakan beberapa tekong pukat cincin sebagai anak buah kapal. Kini sebagian besar kapten kapal sudah mampu mengadopsi keterampilan nelayan Aceh.

Salah satu metode yang sangat diperlukan untuk melakukan pengelolaan perikanan adalah *monitoring, control, and surveillance* atau pemantauan, pengendalian, dan pengawasan. Sistem pemantauan kapal perikanan (*vessel monitoring system*) merupakan salah satu bentuk sistem pengawasan di bidang penangkapan dan/atau pengangkutan ikan, dengan menggunakan satelit dan peralatan transmitter yang ditempatkan pada kapal perikanan guna mempermudah pengawasan dan pemantauan terhadap kegiatan atau aktivitas kapal ikan berdasarkan atas posisi kapal yang terpantau di monitor *vessel monitoring system* di pusat pemantauan kapal perikanan (*fisheries monitoring center*). Flewelling *et al.* (2002) mengatakan bahwa secara umum status berbagai stok ikan dan lingkungan laut telah memunculkan insentif yang kuat bagi negara-negara untuk menerapkan *vessel monitoring system* sebagai suatu komponen dari keseluruhan strategi *monitoring, control, and surveillance*. Lebih jauh, kemajuan teknologi, khususnya yang terkait dengan *vessel monitoring system* yang berbasis satelit, berpotensi untuk meningkatkan efektivitas sistem *monitoring, control, and surveillance* melalui dihasilkannya berbagai data yang berguna dengan biaya yang relatif murah dibandingkan hanya dengan mengandalkan tindakan *monitoring, control, and surveillance* yang lebih tradisional, seperti penegakan hukum di laut secara

manual. Sistem pemantauan kapal (*vessel monitoring system*) digunakan terutama untuk tujuan penegakkan perikanan, tetapi juga memberikan informasi tentang distribusi spasial dan temporal dari aktivitas penangkapan untuk digunakan dalam perikanan dan pendugaan lingkungan serta pengelolaan (Lee *et al.*, 2010). Analisis terintegrasi *vessel monitoring system* dan data *log book* akan memungkinkan data perikanan yang akan dianalisis pada skala spasial jauh lebih akurat dan membuka berbagai aplikasi yang potensial (Gerritsen & Lordan, 2011).

Regulasi ini berdasarkan atas Keputusan Menteri Kelautan dan Perikanan (Permen K.P. Nomor: 05/MEN/2008 tentang usaha perikanan tangkap dan Permen K. P. Nomor: 05/MEN/2007 tentang penyelenggaraan sistem pemantauan kapal perikanan, yang mengamanatkan kewajiban kapal-kapal perikanan untuk memasang transmitter *vessel monitoring system*, sebagaimana diamanatkan dalam Undang-Undang Nomor 31 tahun 2004 tentang perikanan. Selama ini data *vessel monitoring system* belum digunakan untuk evaluasi alokasi upaya penangkapan berdasarkan atas perilaku aktivitas penangkapan dan estimasi upaya penangkapan efektif secara mendekati waktu sebenarnya (*nearly real time*).

Sebagai diskusi pendahuluan, tulisan ini memberi gambaran penggunaan data *vessel monitoring system* untuk estimasi upaya penangkapan efektif dan produktivitas dari kapal contoh.

BAHAN DAN METODE

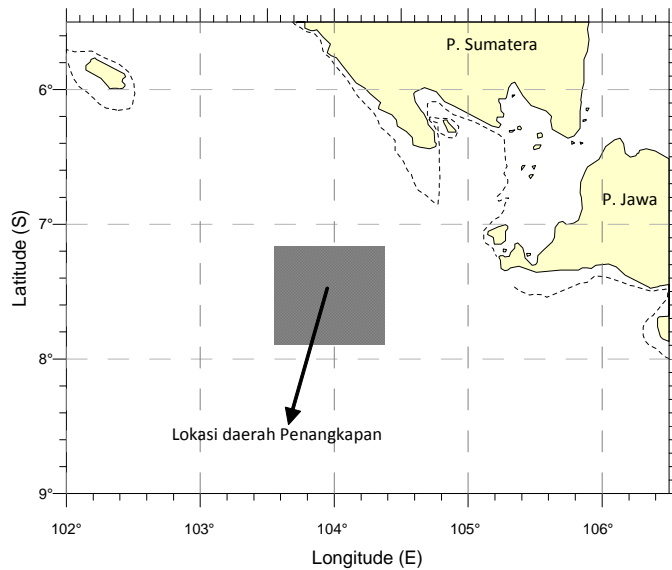
Data untuk tulisan ini diperoleh berdasarkan atas hasil pengumpulan data dengan dua cara, yaitu melalui pencatatan data langsung di lapangan yang dilakukan melalui enumerasi yang dilakukan oleh nakhoda kapal dan pengumpulan data *vessel monitoring system* untuk masing-masing kapal contoh.

Total enumerasi yang dilakukan oleh nakhoda kapal didapatkan lima trip, enumerasi ini dilakukan pada periode bulan Pebruari 2010 sampai Pebruari 2011, adapun data yang dicatat meliputi posisi tawur, jumlah hasil tangkapan, spesies dominan, dan kondisi umum cuaca. Pengumpulan data *vessel monitoring system* dilakukan untuk memperoleh data sekunder dari aktivitas penangkapan kapal pukat cincin contoh.

Data *vessel monitoring system* yang digunakan adalah data *vessel monitoring system* dari kapal contoh pada periode bulan Mei 2009 sampai Maret 2010. Bentuk-bentuk data *vessel monitoring system*

mendekati waktu sebenarnya yang digunakan dalam penelitian ini berupa posisi, kecepatan, dan arah haluan kapal, keseluruhan posisi dari data vessel

monitoring system yang digunakan terletak pada lokasi penelitian sebagaimana ditampilkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Lokasi daerah penangkapan kapal contoh.
 Figure 1. Fishing ground location of sample vessel.

Untuk menunjang data dan informasi tersebut juga dilakukan wawancara atau diskusi dengan nakhoda dan anak buah kapal. Klasifikasi kapal contoh memiliki bobot 27 GT, mesin 280 PK, jaring berukuran (panjang 1.600 m, dalam 100 m), dan mata jaring bagian kantong 2 inci, posisi kantong di pinggir). Alat bantu penangkapan adalah rumpon laut-dalam (payao) setiap kapal sekitar 5-7 payaos, lampu sorot (*spotlight*) 35 buah berkisar 20.000-30.000 watt dan *fish finder*. Selain itu, kapal contoh telah menggunakan metode pembekuan cepat (*plate freezing* atau *sharp freezing*).

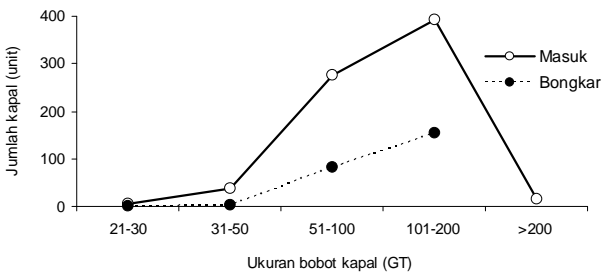
Data selanjutnya diolah dengan analisis kualitatif yang disajikan dalam bentuk analisis deskriptif. Analisis deskriptif berupa grafik berdasarkan atas data *vessel monitoring system* mendekati waktu sebenarnya berupa posisi, kecepatan, dan *heading* kapal, untuk estimasi upaya penangkapan efektif dan aktivitas penangkapan (estimasi posisi tawur), sedangkan produktivitas kapal mulai dicatat oleh enumerator (nakhoda kapal) dan produktivitas dikatakan dengan hasil tangkapan per tawur.

HASIL DAN BAHASAN

Kondisi Data Perikanan

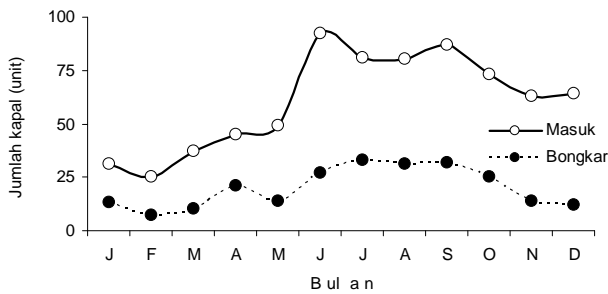
Dari data statistik Pelabuhan Perikanan Samudera

Nizam Zachman Jakarta menunjukkan jumlah kapal masuk sangat jauh lebih banyak dari kapal bongkar. Situasi ini mempunyai dua arti, pertama kapal yang masuk tidak membawa hasil tangkapan, dan kedua jumlah kapal yang dapat dimonitoring hasil tangkapannya hanya sebagian kecil, kemungkinan telah terjadi *unreported* baik *disreported* maupun *misreported*. Sebagian besar kapal pukat cincin yang masuk dan bongkar didominasi kapal yang berbobot di atas 50 GT (Gambar 2). Rata-rata kapal pukat cincin yang masuk melakukan kegiatan bongkar hanya 33% (Gambar 3), sedangkan rata-rata *catch per unit of effort* pukat cincin berdasarkan atas kapal masuk hanya 8,25 ton, sedangkan *catch per unit of effort* per bongkar sekitar 25,1 ton (Gambar 4). Pengamatan bongkar hasil tangkapan dari kapal contoh, aktivitas bongkar dilakukan dari jam 8.00-21.00 WIB selama dua hari, tidak ada pelelangan secara langsung. Hasil tangkapan berupa ikan beku ditimbang oleh pengurus kapal dan langsung diangkut oleh mobil, tanpa adanya kehadiran pegawai pelabuhan. Dengan demikian penggunaan data hasil tangkapan berdasarkan atas data statistik Pelabuhan Samudera Nizam Zachman sangat meragukan untuk dianalisis lebih lanjut. Situasi ini mendorong pendekatan individu kapal untuk memperoleh produktivitas melalui pencatatan hasil tangkapan harian dengan melibatkan nakhoda kapal.



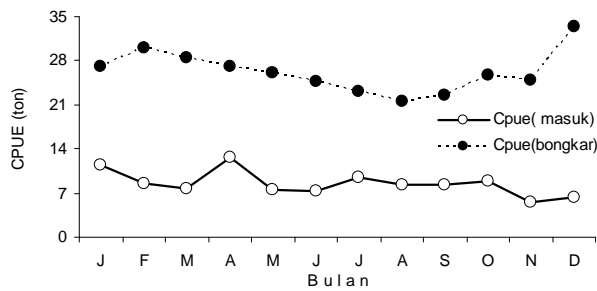
Gambar 2. Jumlah kapal pukat cincin yang masuk dan bongkar berdasarkan atas ukuran bobot tahun 2008.

Figure 2. The number of purse seiners entering and unloading based on the size of GT in 2008.



Gambar 3. Jumlah kapal pukat cincin yang masuk dan bongkar menurut bulan tahun 2008.

Figure 3. The number of purse seiners entered and unloading by month in 2008.



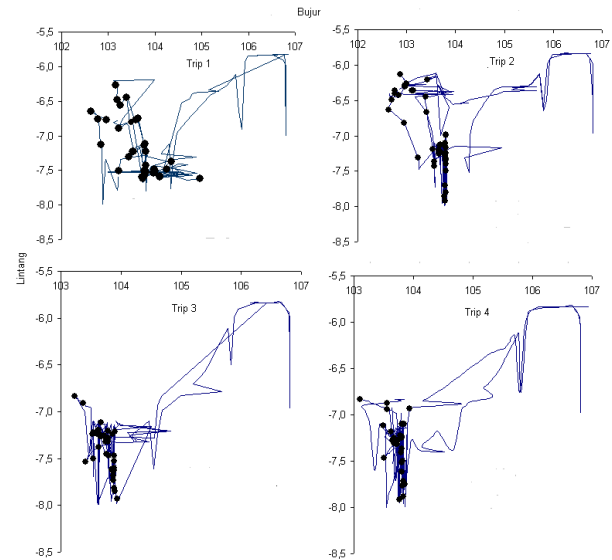
Gambar 4. Catch per unit of effort kapal pukat cincin menurut bulan tahun 2008.

Figure 4. Catch per unit of effort of the purse seiners by month in 2008.

Analisis Upaya Efektif dari Data Vessel Monitoring System

Berdasarkan atas data vessel monitoring system dan aktivitas penangkapan kapal contoh menunjukkan tujuan daerah penangkapan relatif sama (Gambar 5

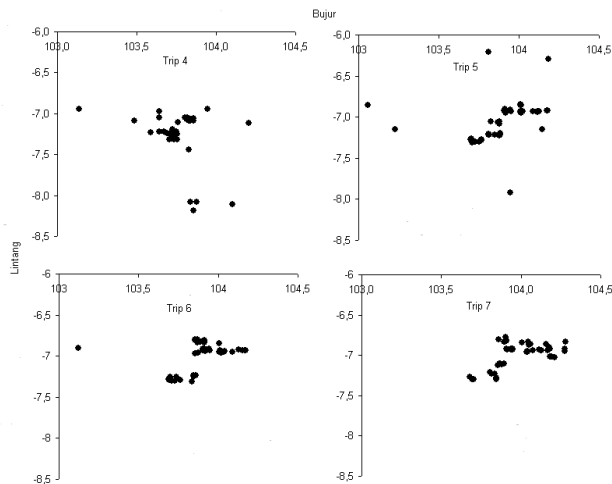
dan 6). Hal ini menegaskan bahwa perikanan pukat cincin yang beroperasi di perairan laut-dalam didukung dengan keberadaan rumpun laut-dalam (payao).



Gambar 5. Ploting track dari data mendekati waktu sebenarnya vessel monitoring system dan estimasi posisi tawur pada trip 1-4.

Figure 5. Ploting track of nearly real time vessel monitoring system and estimation of position haul on trip 1-4.

Sumber/Sources: Pengawasan Sumber Daya Kelautan dan Perikanan (Tahun 2009-2010)



Gambar 6. Posisi tawur pada trip ke 4-7 kapal contoh.

Figure 6. The position of haul on the trip 4-7 of vessel samples.

Berdasarkan atas empat trip (bulan Mei 2009 sampai Maret 2010) yang mengandung data *vessel monitoring system* menunjukkan estimasi tawur selama di daerah penangkapan berkisar 92-100% (Tabel 1). Estimasi tawur ini ditentukan berdasarkan

atas kecepatan kapal pada malam hari jam 4.00-5.00 pagi, dengan mengabaikan keputusan nakhoda tidak melakukan aktivitas tawur karena kondisi cuaca yang buruk dan pada saat posisi kapal sedang berlindung.

Tabel 1. Upaya penangkapan efektif berdasarkan atas data *vessel monitoring system*
 Table 1. *Effective of fishing effort based on vessel monitoring system data*

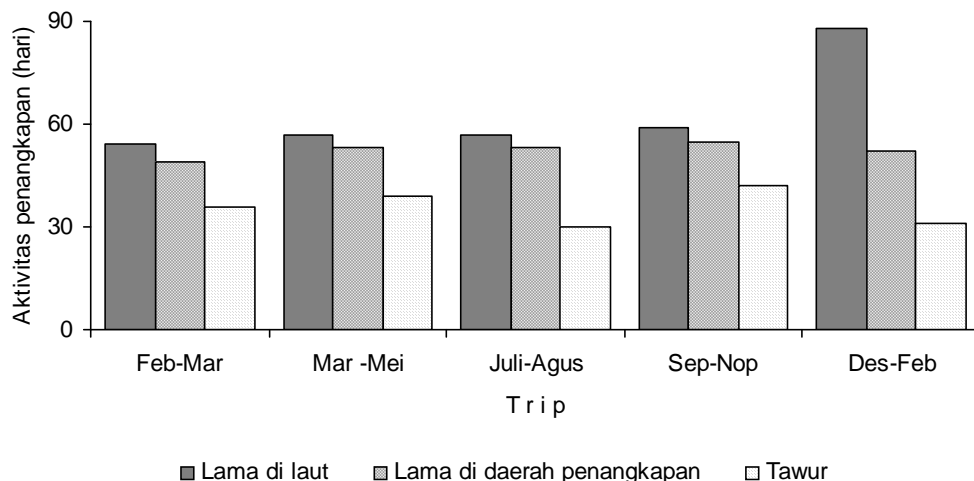
	Trip 1 bulan Mei- Juli 2009 (hari)	Trip 2 bulan Agustus- Oktober 2009 (hari)	Trip 3 bulan Nopember- Januari 2009 (hari)	Trip 4 bulan Pebruari- Maret 2010 (hari)
Menuju daerah penangkapan	3,8	2,1	2,1	2,6
Di daerah penangkapan	43	52	47	49
Kembali ke pelabuhan	2,4	2,5	2	1,9
Lama trip	49,2	56,6	51,1	53,5
Estimasi tawur	43	52	44	43
Persentase aktivitas tawur (%)	100	100	94	92

Pada lima trip sebagai kapal contoh selama bulan Pebruari 2010 sampai Pebruari 2011 menunjukkan bahwa aktivitas tawur selama di daerah penangkapan berkisar 57-76% (Tabel 2). Rendahnya aktivitas tawur pada trip bulan Juli sampai Agustus 2010 dan trip bulan Desember 2010 sampai Maret 2011 (Tabel 2 dan Gambar 7) tersebut diakibatkan karena tidak melakukan aktivitas penangkapan yang disebabkan kondisi cuaca yang buruk (dari catatan nelayan menunjukkan bahwa kecepatan gelombang mencapai lebih dari 15 knot memicu tinggi gelombang sekitar 3 m, arus timur yang kuat dan angin barat yang kencang). Pada trip bulan Desember 2010 sampai

Maret 2011 terlihat perbedaan yang mencolok antara jumlah hari di laut dengan lama di daerah penangkapan, karena hanya berlindung di Pulau Selatan Ujung Kulon selama 31 hari. Analisis cuaca Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika maritim menunjukkan pada periode tersebut badai tropis yang kemungkinan terjadi di perairan Samudera Hindia dengan ketinggian gelombang mencapai 3 m, dengan kecepatan angin mencapai 15-30 knot. Dengan demikian estimasi tawur berdasarkan atas data *vessel monitoring system* cenderung lebih besar dari aktivitas tawur yang sebenarnya.

Tabel 2. Upaya penangkapan efektif dan hasil tangkapan berdasarkan atas data *observer* tahun 2010-2011
 Table 2. *Effective of fishing effort and catch based on observer in the period of 2010-2011*

	Trip 4 (bulan Pebruari- Maret)	Trip 5 (bulan Maret- Mei)	Trip 6 (bulan Juli- Agustus)	Trip 7 (bulan September- Nopember)	Trip 8 (bulan Desember- Pebruari)
Lama trip	54	57	57	59	88
Di daerah penangkapan	49	53	53	55	52
Total hasil tangkapan (ton)	61,73	40,12	14,73	51,84	50
Tawur	36	39	30	42	31
<i>Catch per unit of effort</i> (ton/hari)	1,14	0,70	0,26	0,88	0,57
<i>Catch per unit of effort</i> (ton/tawur)	1,74	1,03	0,49	1,23	1,6
Persentase aktiviatas tawur	73%	74%	57%	76%	57%



Gambar 7. Lama trip, lama di daerah penangkapan, dan jumlah tawur.
 Figure 7. Day at sea, day at fishing grounds, and numbers of hauling.

Produktivitas

Pada umumnya nilai hasil tangkap per satuan (*catch per unit of effort*) menggambarkan kelimpahan stok ikan di suatu perairan. Nilai *catch per unit of effort* yang besar didapat dari usaha perikanan yang dilakukan terhadap kelimpahan stok yang tinggi pula, sebaliknya nilai *catch per unit of effort* yang kecil akan diperoleh dari kelimpahan stok yang rendah. Variabilitas *catch per unit of effort* dapat menggambarkan indeks kelimpahan nisbi pada suatu perairan. Pada Tabel 2 dan Gambar 8 menampilkan hasil tangkapan per trip, *catch per unit of effort* tertinggi dijumpai pada bulan Pebruari sampai Maret 2010 (trip 4) sebesar 61,73 ton, kemudian bulan September sampai Nopember 2010 (trip 7), dan bulan Maret sampai Mei 2010 (trip 5) masing-masing 51,84 dan 40,12 ton, sedangkan yang terendah dijumpai pada bulan Juli sampai Agustus 2010 (trip 6) sebesar 14,73 ton).

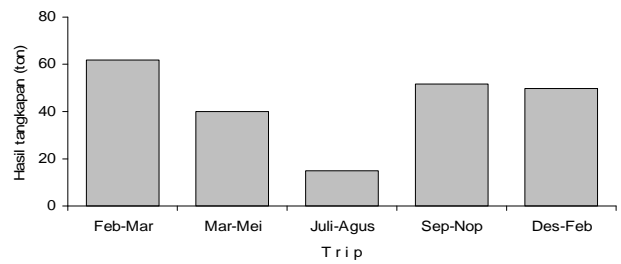
Hasil tangkapan didominasi ikan cakalang, gerombolan ikan cakalang kerap kali bercampur dengan juvenil madidihang dan juvenil tuna mata besar yang menghuni lapisan permukaan dan memangsa terutama jenis ikan epipelagis. Perubahan terjadi ketika kondisi suhu lapisan permukaan (suhu permukaan laut) hangat, perubahan ini mengakibatkan beberapa jenis ikan tuna dan cakalang pindah ke kolom air yang lebih dalam dan dingin. Ikan lebih sulit diakses oleh alat tangkap permukaan, karena ikan berada di luar jangkauan kedalaman jaring.

Ada banyak laporan tangkapan dan distribusi ikan pelagis besar (ikan tuna) yang berhubungan dengan suhu permukaan laut, pertemuan antara dua massa air yang memiliki suhu yang berbeda (*front* suhu permukaan laut) dan konsentrasi oksigen (Tameishi

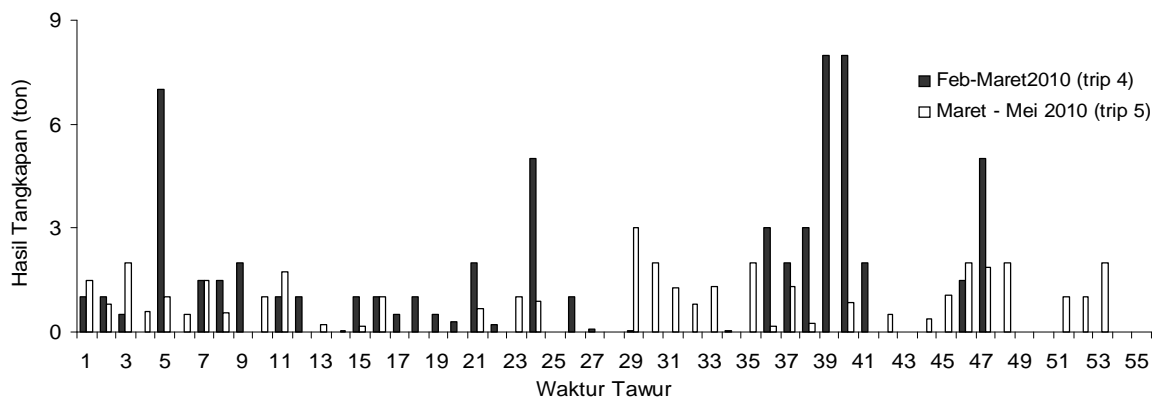
& Sugimoto, 1992 dalam Gaol, 2003). Dengan melakukan migrasi baik vertikal atau horisontal dalam rangka untuk tetap tinggal di habitat yang disukai atau mikro habitat, distribusi vertikal ikan pelagis biasa ditimbulkan dari kondisi dalam kolom air (Freon *et al.*, 2005). Penurunan suhu permukaan laut akan diikuti oleh peningkatan hasil tangkapan, sebaliknya peningkatan suhu permukaan laut akan diikuti oleh penurunan hasil tangkapan. Nelayan telah mengenali perubahan suhu permukaan laut melalui perubahan komposisi hasil tangkapan dari warna pada *fish finder* (apabila berwarna merah dapat dipastikan adalah gerombolan ikan layang (*Decapterus sp.*), sedangkan ikan cakalang berwarna kuning), di mana pada suhu lapisan permukaan hangat akan digantikan gerombolan ikan layang.

Romanov (2000) mengatakan bahwa hanya dua spesies, sebagai sasaran utama (ikan cakalang dan madidihang) yang tercatat dan dilaporkan. Sementara sebagian besar hasil sampingan non tuna yang berasosiasi dengan rumpun yang tidak dilaporkan tercatat lebih dari 40 spesies ikan dan hewan laut lainnya. Persentase spesies utama adalah ikan cakalang sekitar 70% dan madidihang sekitar 22%, sedangkan sisanya sebagai hasil sampingan (8%). Hallier & Gaertne (2008) mengatakan ikan cakalang yang tertangkap terutama ikan dewasa, sedangkan ikan madidihang dan tuna mata besar berukuran juvenil (FL < 100 cm). Hasil tangkapan ikan madidihang dan tuna mata besar di Samudera Hindia dan Atlantik, saat ini telah mendekati atau di atas hasil maksimum yang lestari. Menangkap proporsi besar ikan muda menurunkan hasil per rekrutmen. Dengan demikian, hasil tangkapan juvenil ini merupakan ancaman bagi kelangsungan hidup populasi ikan tuna.

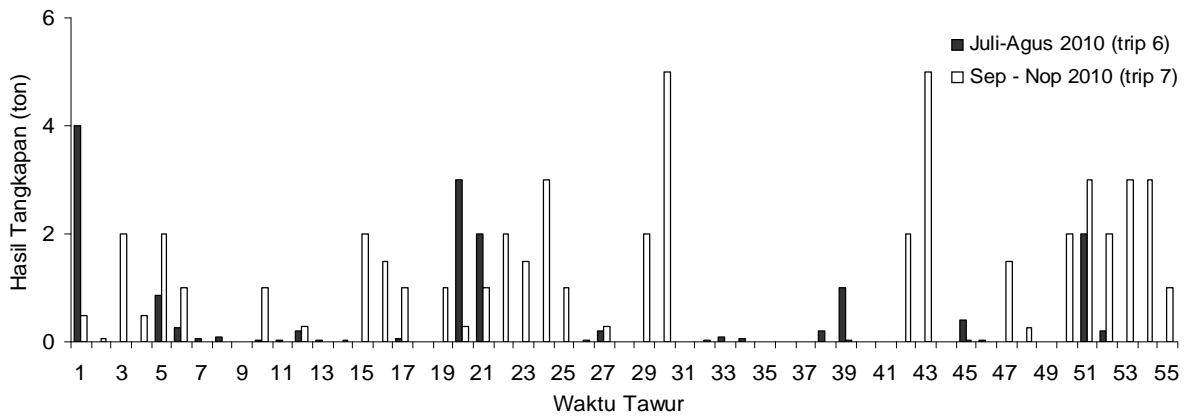
Fluktuasi hasil tangkap berdasarkan atas aktivitas tawur (Gambar 9a dan b) memperjelas bahwa pengaruh jangka pendek lingkungan adalah besar pengaruhnya terhadap tingkah laku dan penyebaran ikan dan *catchability*. Penyebaran biomassa ikan tampaknya bersifat random, perubahan hasil tangkapan dapat dikaitkan dengan perubahan pola agregasi dan mengakibatkan mempengaruhi *catchability* dan ketersediaan stok ikan yang dieksploitasi. Bagaimanapun keberhasilan aktivitas tawur jangka pendek dipengaruhi oleh lingkungan pada skala harian dan mingguan. Faktor lingkungan tersebut mempengaruhi tingkat agregasi kedalaman ikan.



Gambar 8. Total hasil tangkapan menurut trip.
Figure 8. Total catches by trip.



Gambar 9a. Fluktuasi hasil tangkapan menurut tawur.
Figure 9a. Fluctuations in the catch by haul.



Gambar 9b. Fluktuasi hasil tangkapan menurut tawur.
Figure 9b. Fluctuations in the catch by haul.

KESIMPULAN

1. Jumlah estimasi tawur dari data *vessel monitoring system* lebih besar dari pada aktivitas tawur yang sebenarnya. Penggunaan data *vessel monitoring system* dari perikanan pukat cincin pelagis besar lebih lanjut untuk keperluan *ploting* dalam menentukan penyebaran rumpun laut-dalam (payao).
2. Keberhasilan aktivitas tawur jangka pendek dipengaruhi oleh lingkungan pada skala harian dan mingguan, di mana faktor lingkungan tersebut mempengaruhi tingkat agregasi kedalaman ikan.
3. Penyebaran biomassa ikan tampaknya bersifat random, perubahan hasil tangkapan dapat dikaitkan dengan perubahan pola agregasi dan akibatnya berpengaruh pada *catchability* dan ketersediaan stok ikan yang dieksploitasi.

PERSANTUNAN

Tulisan ini merupakan kontribusi dari kegiatan hasil riset dinamika perilaku perikanan pukat cincin: perubahan pola eksploitasi dan substitusi alat tangkap, T. A. 2010, di Balai Riset Perikanan Laut-Muara Baru, Jakarta.

DAFTAR PUSTAKA

- Atmaja, S. B. 2008. *Sumber Daya Ikan Pelagis Kecil dan Dinamika Perikanan Pukat Cincin di Laut Jawa dan Sekitarnya*. Balai Riset Perikanan Laut. Pusat Riset Perikanan Tangkap. Badan Riset Kelautan dan Perikanan. 100 pp.
- Flewwelling, P., C. Cullinan, D. Balton, R. P. Sautter, & J. E. Reynolds. 2002. Recent trends in monitoring, control, and surveillance systems for

capture fisheries. *Food and Agriculture Organization Fisheries Technical Paper*. No.415. Rome. Food and Agriculture Organization. 200 pp.

- Fréon, P., P. Cury, L. Shannon, & C. Roy. 2005. Sustainable exploitation of small pelagic fish stocks challenged by environmental and ecosystem changes: A review. *Bulletin of Marine Science*. 76 (2): 385-462.
- Gaol, J. L. 2003. Kajian karakter oseanografi Samudera Hindia bagian timur dengan menggunakan multi sensor citra satelit dan hubungannya dengan hasil tangkapan tuna mata besar (*Thunnus obesus*). *Disertasi*. Sekolah Pasca Sarjana. Institut Pertanian Bogor. 226 pp.
- Gerritsen, H. & C. Lordan. 2011. Integrating vessel monitoring systems data with daily catch data from logbooks to explore the spatial distribution of catch and effort at high resolution. *ICES Journal of Marine Science*. 68: 245-252.
- Hallier, J. P. & D. Gaertne. 2008. Drifting fish aggregation devices could act as an ecological trap for tropical tuna species. *Marine Ecology Progress Series*. 353: 255-264.
- Lee, J., A. B. South, & S. Jennings. 2010. Developing reliable, repeatable, and accessible methods to provide high resolution estimates of fishing effort distributions from vessel monitoring system data. *ICES Journal of Marine Science*. 67: 1,260-1,271.
- Romanov, E. V. 2000. Bycatch in the soviet purse seine tuna fisheries on FAD Associated Schools in North Equatorial area of the Western Indian Ocean. *Proceedings of the Southern Scientific Research Institute of Marine Fisheries and Oceanography*. 45: 106-121.