

## RESPONS RADIKAL KELEBIHAN KAPASITAS PENANGKAPAN ARMADA PUKAT CINCIN SEMI INDUSTRI DI LAUT JAWA

Suherman Banon Atmaja<sup>1)</sup>, Duto Nugroho<sup>2)</sup>, dan Mohamad Natsir<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Peneliti pada Balai Riset Perikanan Laut, Muara Baru-Jakarta

<sup>2)</sup> Peneliti pada Pusat Penelitian Pengelolaan Perikanan dan Konservasi Sumber Daya Ikan, Ancol-Jakarta

Teregistrasi I tanggal: 1 Pebruari 2011; Diterima setelah perbaikan tanggal: 19 April 2011;

Disetujui terbit tanggal: 31 Mei 2011

### ABSTRAK

Kapasitas penangkapan berlebih sebagai masalah utama bagi pengelola perikanan. Antisipasi penurunan kapasitas penangkapan armada pukat cincin dilakukan dengan cara perubahan radikal wilayah operasi penangkapan melalui relokasi usaha perikanan dari kawasan jenuh tangkap (wilayah pengelolaan perikanan 712 Laut Jawa) ke perairan yang relatif rendah tingkat pemanfaatannya di kawasan timur Indonesia (wilayah pengelolaan perikanan 715, 716) dan Samudera Hindia (wilayah pengelolaan perikanan 573). Analisis produktivitas kapal contoh yang digambarkan berdasarkan atas besarnya hasil tangkapan per upaya (ton/tawur), menunjukkan bahwa hasil tangkapan per upaya tertinggi ditemukan di perairan Kepulauan Kangean dan Laut Maluku sekitar 3 ton/tawur, sedangkan yang terendah di Samudera Hindia sekitar 1,11 ton/tawur. Kapal pukat cincin Pekalongan yang beroperasi di Laut Maluku dan Samudera Hindia melakukan perubahan secara fisik melalui penerapan metode pembekuan *plate freezing* atau pembekuan cepat (*sharp freezing*). Sementara itu, terjadinya perubahan radikal untuk meningkatkan efisiensi operasional kapal pukat cincin dari Pekalongan dilakukan dengan cara manual sebagian besar hasil tangkapan di laut sebagai akibat tingginya tingkat kompetisi dan rendahnya peluang keberhasilan. Selain itu terjadi perubahan pada sistem bagi hasil, untuk meningkatkan efisiensi dan peluang keberhasilan operasi penangkapan, dengan memberlakukan sistem kontrak kerja nelayan untuk kali setiap trip.

**KATA KUNCI :** kapasitas penangkapan, relokasi, perubahan masukan, pukat cincin, Laut Jawa

**ABSTRACT :** *Radical response on overcapacity of Pekalongan semi industrial purse seiner in the Java Sea. By: Suherman Banon Atmaja, Duto Nugroho, and Mohamad Natsir*

*The existence of excessive fishing capacity generally recognized as a major problem for the fisheries managers whose have responsibility for the declining of fishery resources and economically wasteful. In some cases, reduction capacity was anticipated not by reducing the boat activities or changing the fishing gear, but through a radical change by relocating of fishing effort from the fully exploited fishing ground (fishery management area 712 Java Sea) to the areas with relatively low or medium exploited levels in eastern part of Indonesia (fishery management area 715, 716) and the Indian Ocean (fishery management area 573). As the boat productivity derived from catch per unit of effort (ton/haul), the results showed that the highest catch per unit of effort occurred in Kangean Islands waters and the Moluccas Sea with approximately 3 ton/setting, while the lowest catch per unit of effort occurs in the Indian Ocean of 1.11 ton/haul. In relation with these aspects, there are some radical changes on operational aspects in which most of the catch has been transhiped at sea to increase the efficiency due to high level of competitiveness and low probability of successful fishing the boat that operatings in the Maluku Sea and Indian Ocean were modified through some physically treatments on fish hold through freezing method using plates (plate freezing or sharp freezing). In addition, several changes from the sharing system occurred to increase the probability of successful trips, most of the fishermen was contracted for each fishing trip.*

**KEYWORDS:** *fishing capacity, relocation, input change, purse seine, Java Sea*

### PENDAHULUAN

Perkembangan sistem penangkapan pada armada perikanan pukat cincin secara terus-menerus menyesuaikan aktivitasnya sejak tahun 1980 sampai saat ini. Peningkatan kemampuan tangkap dilakukan melalui perubahan masukan secara fisik yaitu

perkembangan teknologi dan adaptasi taktik dan strategi pemanfaatannya. Laju eksploitasi pukat cincin meningkat pesat seiring dengan tingginya permintaan pasar lokal terhadap jenis ikan pelagis kecil di mana salah satu indikator peningkatan tersebut dapat digambarkan dengan bertambahnya jumlah kapal sejak tahun 1980-1995 dan peningkatan kemampuan

tangkap dan kapasitas penangkapan serta perluasan daerah penangkapan ke wilayah pengelolaan perikanan yang berbeda (Potier, 1998; Atmaja, 2008).

Kebanyakan kajian pengelolaan perikanan berdasarkan atas proses biologi dan pemahaman dinamika nelayan. Hilborn & Walters (1992) mengatakan bahwa model-model dinamika jangka panjang, kurang mempertimbangkan perubahan upaya yang cepat yang berkaitan dengan keputusan harian, seperti kapan, di mana, dan ikan apa?. Dalam hal ini, keputusan nelayan sehari-hari kurang dieksplorasi dari perubahan jangka panjang dalam dinamika armada perikanan, meskipun memiliki relevansi khusus dalam adaptasi nelayan.

Peningkatan kapasitas penangkapan mencerminkan kebutuhan pengusaha dalam mengeksploitasi sumber daya ikan di mana fenomena ini berlangsung tanpa kendali. Peningkatan tersebut berjalan sampai berada di atas ambang batas maksimum kemampuan pemulihan biomassa ikan tersebut. Kapasitas berlebih tersebut dipercaya menjadi salah satu alasan utama kegagalan pengelolaan perikanan. Pada kondisi tersebut pengelolaan perikanan tidak mungkin diperbaiki kecuali tingkat kapasitas penangkapan dapat diturunkan selama jangka waktu tertentu sampai tercapainya kesetaraan dengan produktivitas biologis dari biomassa ikan yang menjadi tujuan utama penangkapan.

Perkembangan eksploitasi perikanan pukat cincin semi industri yang berbasis di Pelakongan berada pada suatu masa kemerosotan hasil tangkapan dan penurunan kinerja ekonomi. Dengan demikian berdampak pada meningkatnya peluang terjadinya konflik antar pengguna di wilayah pengelolaan perikanan di Laut Jawa. Perubahan radikal melalui relokasi usaha perikanan ke kawasan timur Indonesia dan Samudera Hindia, serta diversifikasi usaha dengan mengalihkan sebagian kapal penangkap menjadi kapal penangkap cumi-cumi dan berganti alat tangkap dengan menggunakan jaring cantrang merupakan tanggapan pengusaha untuk mempertahankan usahanya (Atmaja, 2008; Atmaja, 2009).

Prakarsa perubahan diikuti dengan upaya pengendaliannya telah memberikan indikasi pengurangan kapasitas dan membebaskan tekanan pada stok sumber daya ikan pelagis di Laut Jawa. Dengan demikian diharapkan dapat memperbaiki proses pemulihan sesuai daya dukung biologi ikan-ikan pelagis kecil yang akan berdampak pada peningkatan profitabilitas kapal yang beroperasi dengan ukuran yang sesuai dengan daya dukung

sumber daya ikan.

Penelitian ini bertujuan untuk memberi gambaran perikanan pukat cincin semi industri di Laut Jawa dan sekitarnya dan prakarsa pengurangan kapasitas armada penangkapan. Pembuktian dilakukan berdasarkan atas serial data kapal pukat cincin dan kapal yang dijadikan contoh di tiga lokasi (Pekalongan, Jakarta, dan Bitung) dengan melibatkan nakhoda kapal sebagai observer.

## BAHAN DAN METODE

Data dikumpulkan dari beberapa kegiatan, yaitu data hasil tangkapan dari catatan nelayan, observasi langsung dengan mengikuti operasi penangkapan, dan melibatkan kapten kapal sebagai observer. Data catatan nakhoda kapal dilengkapi dengan informasi daerah dan lama operasi penangkapan berdasarkan atas wawancara pada saat melakukan pendaratan hasil tangkapan. Kapal pukat cincin yang digunakan sebagai contoh dua kapal yang beroperasi di sekitar Kepulauan Kangean dan satu kapal masing-masing yang beroperasi di Samudera Hindia dan Laut Maluku. Adapun kapal-kapal tersebut mempunyai spesifikasi seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Spesifikasi teknis kapal contoh  
Table 1. *Technical specification of sample purse seiners*

	Kangean		Laut Maluku	Samudra Hindia
GT (ton)	125	81	68	127
HP	350	300	280	370
Panjang jaring (m)	700	65	700	1.600
dalam (m)	70	70	90	100

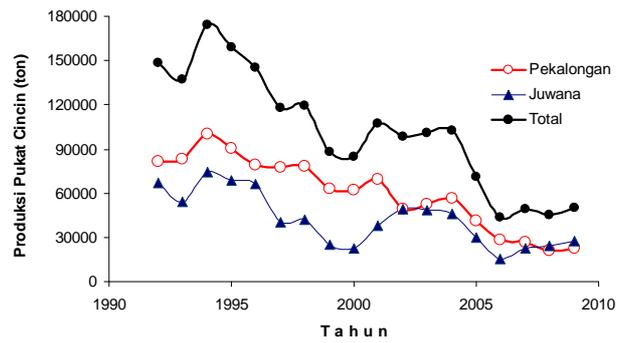
Analisis dilakukan secara deskriptif yang disajikan dalam bentuk grafik untuk menjelaskan produktivitas kapal selama pelayaran berlangsung di beberapa lokasi penangkapan (Samudera Hindia, Laut Maluku, dan Laut Jawa). Produktivitas dinyatakan dalam hasil tangkapan/tawur dan aktivitas penangkapan selama di daerah penangkapan.

## HASIL DAN BAHASAN

### Dampak Kelebihan Kapasitas Penangkapan

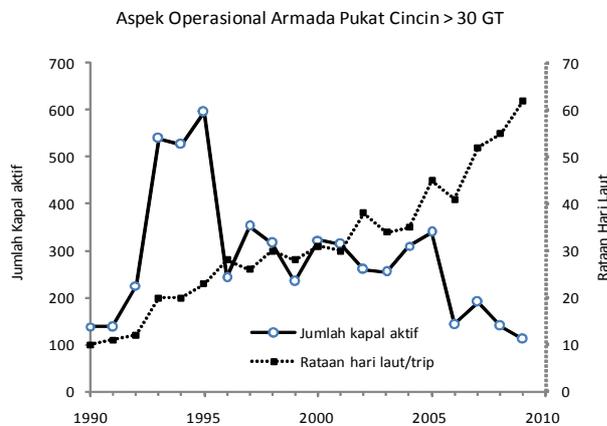
Data pendaratan harian armada pukat cincin selama kurun waktu tahun 1992-2009 memperlihatkan pola fluktuasi hasil tangkapan pukat cincin di Tempat Pendaratan Ikan Pelakongan dan Juwana yang cenderung menurun (Gambar 1). Gambar 2 memperlihatkan adanya dua puncak produksi, yaitu pada tahun 1994 dan 2002. Puncak produksi tahun

1994 merupakan keberhasilan armada dalam berkompetisi dengan penggunaan alat bantu lampu sorot dan ditunjang dengan kemampuan kapal untuk memperluas dan mencari daerah penangkapan baru. Produksi terendah terjadi pada tahun 2001 dan 2006, penurunan produksi setelah tahun 2005 lebih disebabkan oleh penurunan drastis aktivitas penangkapan sebagai akibat dari rendahnya peluang keberhasilan mendapatkan kelompok ikan. Kondisi ini berakibat pada ketidaksesuaian hasil tangkapan per trip dibandingkan biaya operasionalnya. Pada tahun 2009, jumlah kapal aktif di Pekalongan hanya tersisa sekitar 30% dibandingkan pada tahun 2005. Bila dibandingkan dengan jumlah tertinggi pada tahun 1995, perkiraan jumlah kapal berada pada kisaran 18-19%.



Gambar 2. Fluktuasi produksi ikan pelagis kecil di Tempat Pendaratan Ikan Pekalongan dan Juwana.

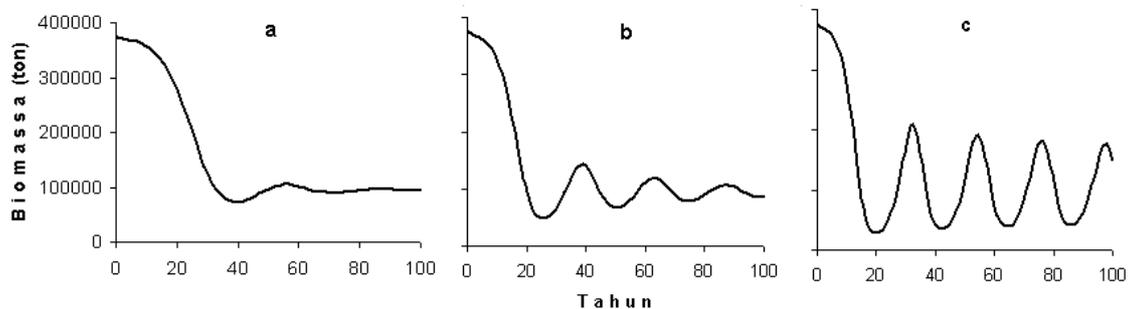
Figure 2. Fluctuation of small pelagic fish production in Pekalongan and Juwana.



Gambar 1. Aspek operasional armada pukat cincin yang berpangkalan di Pekalongan (tahun 1990-2009).

Figure 1. Operational aspects of purse seiners in Pekalongan landing place (1990-2009).

Penurunan aktivitas penangkapan tersebut tidak semata-mata dipengaruhi oleh faktor kenaikan biaya operasional, tetapi semakin menipisnya hasil tangkapan. Dari analisis dinamika biomassa menunjukkan bahwa krisis perikanan pukat cincin di Laut Jawa dan sekitarnya telah dibuktikan dengan sisa biomassa 1/4 dari biomassa awal dan perikanan telah mencapai kestabilan jangka panjang atau perikanan pelagis kecil telah mencapai titik jenuh (Atmaja & Nugroho, 2006; Atmaja, 2007). Penyusutan stok diterangkan lebih lanjut melalui tiga kemungkinan dari trajektori tren biomassa, yaitu biomassa menurun dratis pada tahun ke-20 sampai 30, biomassa berfluktuasi, pulihnya lebih rendah dari tingkat  $B_{MSY}$  (biomassa pada tingkat *maximum sustainable yield*), pemulihannya stok sangat lambat dan relatif tidak pulih (Gambar 3).



Gambar 3. Trajektori dinamis biomassa (*non linier chaotic dynamics*).  
Figure 3. Biomass dynamic trajectories (*non linier chaotic dynamics*).

Situasi ini mengisyaratkan krisis perikanan akan berlangsung dalam jangka panjang dan tingkat produksi akan selalu berada di bawah puncak produksi pukat cincin selama periode tahun 1992-1995. Stok ikan pelagis yang tersisa tidak mampu lagi mendukung jumlah armada perikanan yang terlanjur masuk ke dalam usaha perikanan.

Krisis perikanan ini bukan karena kurangnya ilmu pengetahuan tentang stok ikan yang dieksploitasi, melainkan faktor *eksternal* dan kegagalan untuk memahami dan mengelola nelayan. Beddington *et al.* (2007) mengatakan pengelolaan perikanan komersial jelas memerlukan pemahaman ilmiah yang baik tentang perilaku stok ikan yang dieksploitasi, tetapi penilainya didominasi oleh model populasi yang dikembangkan oleh Beverton dan Holt, untuk penilaian *single spesies* sekitar 50 tahun yang lalu. Sekarang ilmu pengetahuan perikanan, tidak boleh hanya fokus pada dinamika populasi ikan tetapi juga mengintegrasikan analisis dinamika perilaku nelayan dan armada perikanan.

Para ahli ekologis mengkhawatirkan usaha terus-menerus untuk mengembangkan perikanan tangkap secara tidak terkontrol dan tidak dikelola secara baik, berdampak kepada penurunan kualitas ekosistem perairan. Mackinson *et al.* (1997) mengatakan bahwa selama periode *collapse*-nya, armada penangkapan cenderung meningkatkan *catchability* pada banyak stok ikan pelagis kecil, dengan perlengkapan teknologi yang lebih canggih, efektif, dan efisien. Hasil akhirnya adalah bahwa hasil tangkapan per unit upaya penangkapan hampir konstan dan dicapai tanpa ukuran stok. Tiga model *catchability* digunakan untuk menyoroti konsekuensi perilaku ikan dan teknologi penangkapan ikan selama periode stok ikan *collapse* yang diungkapkan oleh Pitcher (1995). Pengaruh taktik penangkapan (cahaya dan rumpon) terhadap perilaku ikan membuat gelombolan ikan lebih mudah tertangkap oleh alat tangkap pukat cincin. Kepadatan ikan di sekitar kelompok kapal pukat cincin menunjukkan dua kali lebih tinggi daripada di luar kelompok kapal pukat cincin. Hubungan antara biomassa dan gerombolan ikan pada malam hari, ketika tidak adanya kapal pukat cincin, peningkatan jumlah gerombolan ikan dibangkitkan dari bawah. Sementara di daerah penangkapan di mana kapal pukat cincin hadir, struktur spasial kapal adalah mirip dengan kepadatan ikan. Para nelayan tampaknya dapat mendeteksi konsentrasi ikan pada siang hari

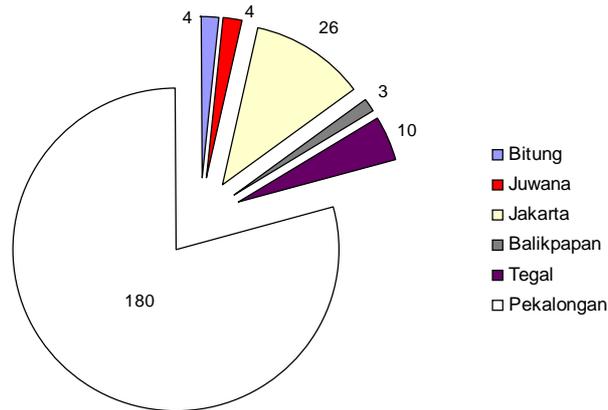
sebagai patokan menentukan pemilihan lokasi penangkapan pada malam hari (Potier *et al.*, 1997). Pada rumpon laut dalam, densitas yang paling tinggi ditemukan pada lapisan permukaan sampai kedalaman 25 m. Tingginya aktivitas penangkapan pukat cincin di sekitar rumpon mengakibatkan kelimpahan ikan di sekitar rumpon turun drastis (Priatna *et al.*, 2010).

Pada dasarnya praktek penangkapan adalah memindahkan jumlah besar dari spesies ikan, yang mendorong ke arah perubahan jaringan makanan. Sementara tekanan ekologis, degradasi fisik habitat hayati (degradasi mangrove, merusakkan terumbu karang, dan pencemaran (sedimentasi, eutrofikasi, dan kekurangan oksigen) berimplikasi langsung terhadap penurunan produktivitas primer perairan dan proses pemulihan (*renewable*) biota laut termasuk ikan, secara langsung akan mempengaruhi kuantitas dan kualitas stock ikan. Perubahan iklim memperburuk situasi perikanan dengan meningkatnya kadar keasaman laut dan pemutihan terumbu karang, mengancam habitat ikan bertelur dan daerah asuhan (*nursery*), pergeseran arus-arus lautan dan planktonnya serta ikan kecil dalam rantai makanan laut (Jackson *et al.*, 2001; Maguire, 2005). Secara umum, ahli perikanan telah mengenali penurunan sumber daya ikan dunia, kerugian keanekaragaman hayati laut akibat *overfishing*, polusi, dan tekanan lain seperti perubahan iklim (Mongabay.com., 2006).

Berdasarkan atas data kapal registrasi Pekalongan yang telah dipasang *vessel monitoring surveillance* menjelaskan adanya korelasi yang erat antara menurunnya jumlah armada kapal perikanan yang berpangkalan di Pelabuhan Perikanan Nusantara Pekalongan dan perpindahan daerah penangkapan di luar wilayah pengelolaan perikanan 712 Laut Jawa, di mana pada umumnya telah melakukan relokasi usaha penangkapan (Gambar 4).

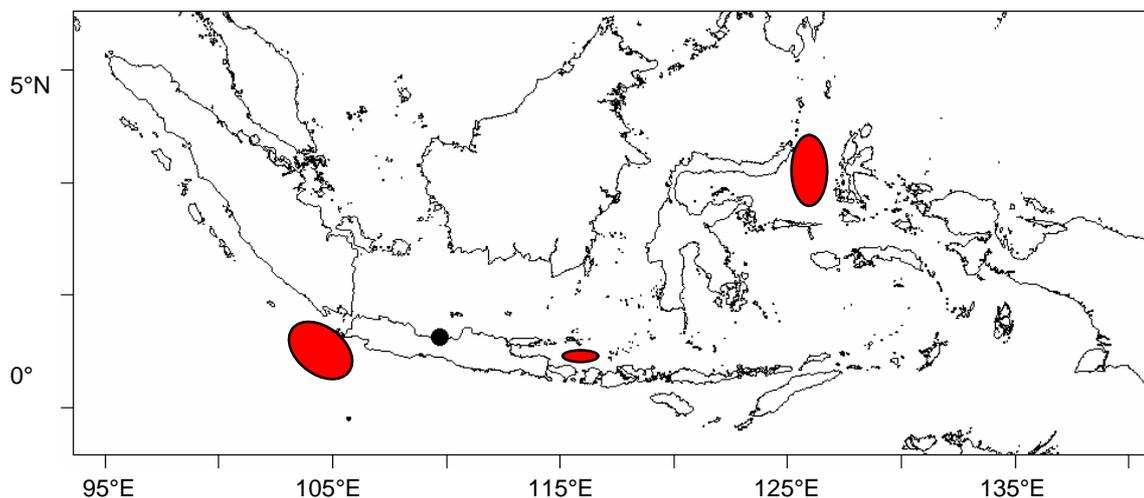
### Produktivitas Pukat Cincin

Berdasarkan atas kapal contoh dan data *vessel monitoring surveillance* memperlihatkan ekspansi daerah penangkapan ke kawasan timur Indonesia (Laut Maluku) dan ke Samudera Hindia (selatan Selat Sunda) dan bagian timur Laut Jawa berada di sekitar Kepulauan Kangean. Daerah penangkapan tersebut sudah masuk bagian wilayah pengelolaan perikanan Makasar dan Laut Flores (Gambar 5).



Gambar 4. Jumlah kapal registrasi di Pekalongan yang telah dipasang vessel monitoring surveillance dan wilayah operasionalnya.

Figure 4. Number of Pekalongan registered vessel that already vessel monitoring surveillance installed. Sumber/Sources: Satuan Kerja Pengawasan SDKP Pekalongan, P2SDKP/Fishing monitoring and surveillances, Pekalongan unit



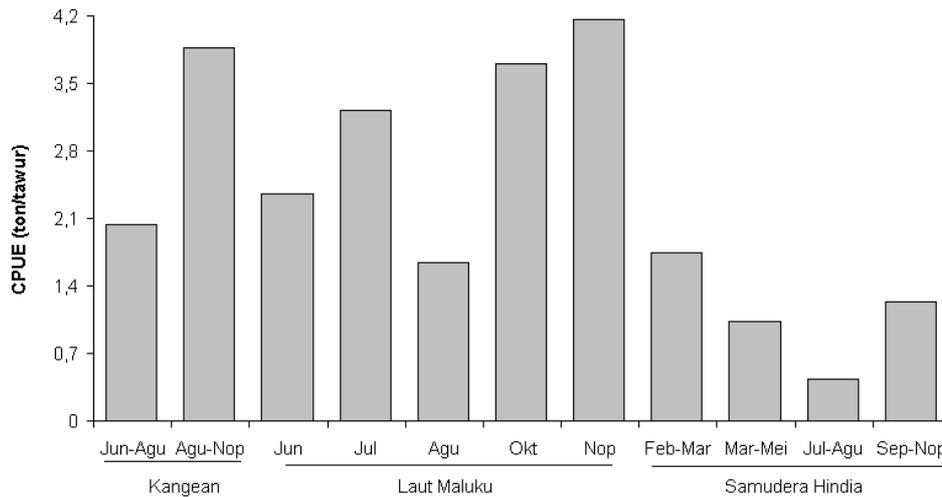
Gambar 5. Relokasi daerah penangkapan pukat cincin Pekalongan.

Figure 5. Purse seine fleet relocation fishing grounds.

Pemilihan daerah penangkapan untuk kapal yang beroperasi di Samudera Hindia dan Laut Maluku berkaitan dengan keberadaan rumpon laut dalam. Sebaliknya kapal di perairan Kepulauan Kangean merupakan keputusan jangka pendek nakhoda dengan mempertimbangkan biaya yang dikeluarkan dalam penangkapan. Sementara durasi trip kapal yang beroperasi di perairan Kepulauan Kangean dan Laut Maluku, tidak dibatasi oleh ukuran palka, tetapi pendapatan per trip.

### Produktivitas Kapal Contoh

Rekaman data hasil tangkapan dari kapal contoh yang beroperasi di perairan Kepulauan Kangean, Laut Maluku, dan Samudera Hindia menunjukkan bahwa produktivitas tertinggi terjadi di perairan Kepulauan Kangean dan Laut Maluku sekitar 3 ton/tawur, sedangkan yang terendah di Samudera Hindia sekitar 1,11 ton/tawur (Gambar 6). Kondisi ini dapat dijelaskan lebih lanjut dengan hasil tangkapan per tawur dan aktivitas selama di daerah penangkapan (Gambar 7, 8, dan 9), variabilitas hasil tangkapan per tawur harian menjadi salah satu karakteristik utama suatu usaha perikanan.

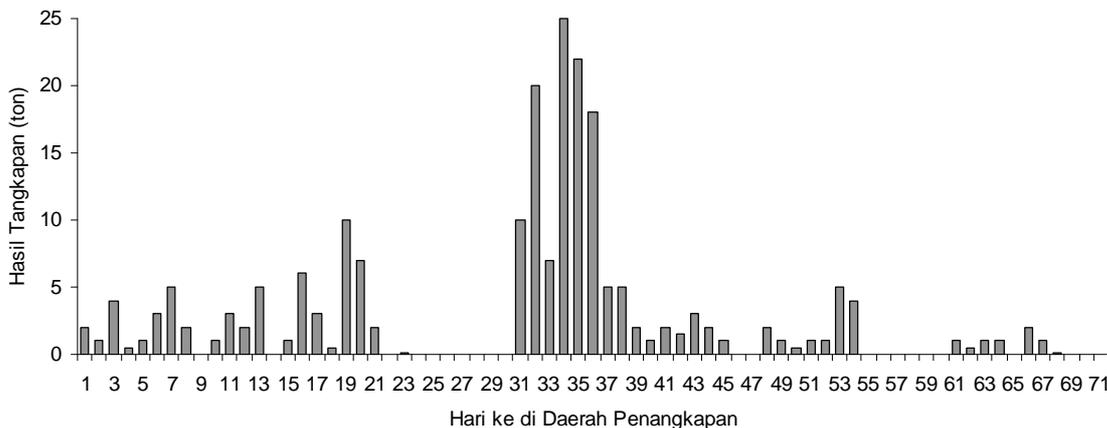


Gambar 6. Produktivitas kapal contoh menurut lokasi penangkapan.  
 Figure 6. Vessel sample productivity on each location.

**Daerah Penangkapan di Perairan Kepulauan Kangean**

Kapal Kasih Setia 1 (bulan Agustus sampai Nopember selama 78 hari laut) selama 71 hari di daerah penangkapan melakukan tawur 53 kali (75%) dengan total hasil tangkapan 204,77 ton, sedangkan 19 hari (25%) tidak melakukan tawur akibat cuaca buruk dan berlindung dengan cara masuk ke pulau terdekat pada saat terang bulan (Gambar 7). Hasil monitoring di Pelabuhan Pekalongan tercatat bahwa

kapal tersebut hanya mendaratkan hasil tangkapan sejumlah 47,79 ton (atau hanya 23,3% dari total hasil tangkap). Sementara kapal Samudera Indonesia (bulan Juni sampai Agustus selama 78 hari laut) hanya melakukan tawur 58 hari dengan hasil tangkapan 118,34 ton, sedangkan yang tercatat di pelabuhan hanya 66,931 ton (atau 56,6% dari total hasil tangkap). Dari informasi ini menunjukkan sebagian besar hasil tangkapan telah dijual di laut. Selain itu, sistem bagi hasil juga telah berubah, pada umumnya nelayan dikontrak setiap tripnya.



Gambar 7. Aktivitas tawur dan hasil tangkapan kapal contoh di perairan Kepulauan Kangean.  
 Figure 7. Setting activity and catch of sampel vessel in Kangean island waters.

**Kapal contoh Beroperasi di Samudera Hindia**

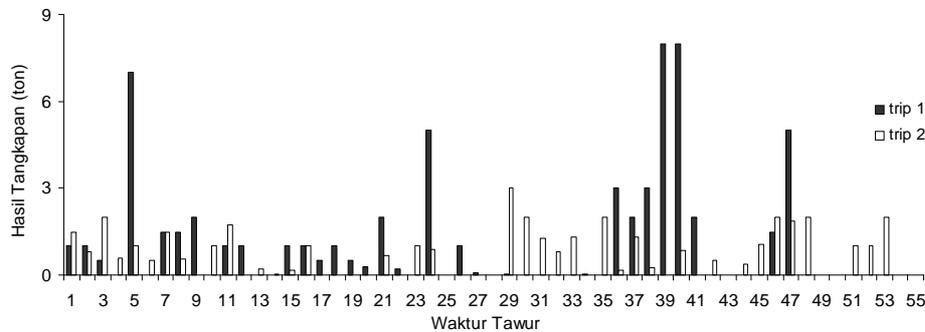
Kapal pukat cincin telah menggunakan metode pembekuan dengan lempeng pendingin (*plate freezing* atau *sharp freezing* (pembekuan cepat), di mana ruangan pembeku berlempeng logam memiliki ruang

yang terinsulasi dengan rak-rak yang terbuat dari kumparan-kumparan pipa yang menyalurkan pendingin. Ruangan pembeku jenis ini digunakan untuk membekukan ikan utuh.

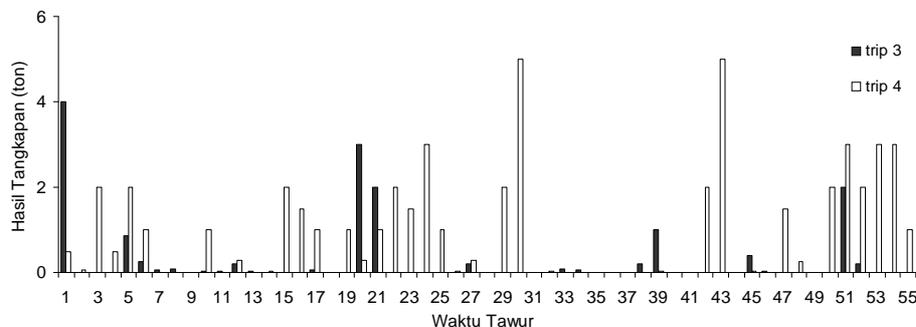
Rekaman data observasi dari empat trip

menerangkan fluktuasi hasil tangkapan dan terendah terjadi pada trip ketiga (Gambar 8 dan 9). Penurunan tersebut diakibatkan lebih banyak oleh kegagalan tawur dan tidak melakukan aktivitas penangkapan yang

disebabkan kondisi cuaca yang buruk (menurut informasi dari nelayan karena arus timur yang kuat dan angin barat yang kencang).



Gambar 8. Aktivitas tawur dan hasil tangkapan kapal contoh di Samudera Hindia.  
Figure 8. Setting activity and catch of sampel vessel in Indian Ocean.

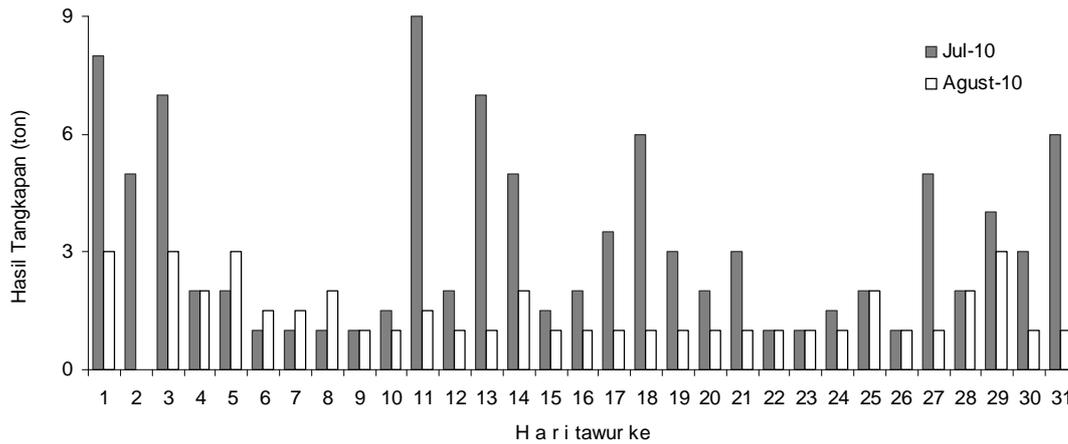


Gambar 9. Aktivitas tawur dan hasil tangkapan kapal contoh di Samudera Hindia.  
Figure 9. Setting activity and catch of sampel vessel in Indian Ocean.

### Kapal Contoh yang Beroperasi di Laut Maluku

Dalam melaksanakan operasi penangkapannya, kapal ini didukung oleh penggunaan rumpon laut-dalam (payaos) dan lampu di bawah air (*under water lamp*). Penggunaan rumpon laut-dalam setiap kapal sekitar 10-12 payaos, *under water lamp* delapan buah dengan daya 2.000 watt/lampu yang dibawa oleh kapal bantu (GT<20). Untuk menjaga kualitas hasil tangkapan, telah digunakan metode pembekuan seperti halnya

yang digunakan oleh pukat cincin yang beroperasi di Samudra Hindia serta dilayani dengan kapal angkut 10 kapal. Selama operasi penangkapan, lama tinggal di laut lebih dari empat bulan, untuk kajian ini menggunakan data bulan Juni sampai Nopember 2010 (Gambar 10). Dari catatan aktivitas tawur, terlihat bahwa hasil tangkapan per tawur pada bulan Juli cenderung lebih tinggi (3,3 ton/tawur) dibandingkan pada bulan Agustus 2010 (1,4 ton/tawur).



Gambar 10. Aktivitas tawur dan hasil tangkapan kapal contoh di Laut Maluku.  
 Figure 10. Setting activity and catch of sampel vessel in Mollucas Sea.

**KESIMPULAN**

1. Akibat terjadinya kelebihan kapasitas penangkapan di wilayah Laut Jawa khususnya armada *purse seine* besar mengakibatkan adanya perubahan-perubahan radikal pada armada penangkapan. Perubahan-perubahan tersebut berupa relokasi beberapa kapal pukat cincin ke wilayah perairan Indonesia Timur, perubahan sistem bagi hasil menjadi kontrak, transaksi jual beli ikan di laut dan perubahan *input* fisik berupa sistem pendingin atau lempengan (*plate freezing*).
2. Pada periode *collapse*-nya stok ikan armada penangkapan cenderung meningkatkan koefisien *catchability* yang lebih efektif dan efisien dalam memodifikasi perilaku agregasi ikan.
3. Monitoring hasil tangkapan menunjukkan bahwa rata-rata hasil tangkapan per tawur tertinggi ditunjukkan oleh armada yang beroperasi di perairan Kangean dan Laut Maluku, sementara yang memiliki rata-rata hasil tangkapan per tawur terendah adalah armada penangkapan yang beroperasi di Samudera Hindia.

**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. & D. Nugroho 2006. Interaksi antara biomassa dengan upaya penangkapan: Studi

kasus perikanan pukat cincin di Pekalongan dan Juwana. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*. 12 (1): 57-68.

Atmaja, S. B. 2007. Ketidakpastian besaran stok ikan dari model produksi surplus. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*. 13 (1): 1-9.

—. 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.

—. 2009. Dampak peningkatan koefisien teknologi (*catchability*) terhadap ambruknya stok ikan pelagis. *Seminar Nasional Perikanan Tangkap III*. Institut Pertanian Bogor. Tanggal 9-10 Nopember.

Beddington, J. R., D. J. Agnew, & C. W. Clark. 2007. Current problems in the management of marine fisheries. *Science*. 316 (5,832): 1,713-1,716.

Hilborn, R. & C. Walters. 1992. Quantitative fisheries stock assessment. *Choice, Dynamics, and Uncertainty*. Chapman and Hall. New York.

Jackson, J. B. C., M. X. Kirby, W. H. Berger, K. A. Bjorndal, L. W. Botsford, B. J. Bourque, R. H. Bradbury, R. Cooke, J. Erlandson, J. A. Estes, T. P. Hughes, S. Kidwell, C. B. Lange, H. S. Lenihan, J. M. Pandolfi, C. H. Peterson, R. S. Steneck, M. J. Tegner, & R. R. Warner. 2001. *Historical overfishing and the recent collapse of coastal ecosystems*. *Science*. 293: 629-638.

- Mackinson, S., U. R. Sumaila, & T. J. Pitcher. 1997. Bioeconomic and catchability: Fish and fishers behaviour during stock collapse. *Fisheries Research*. 31: 11-17.
- Maguire, J. J. 2005. Factors of unsustainability and overexploitation: Summary and findings. *Food and Agriculture Organization Project GCP/INT/788/JPN*. 18 pp.
- Mongabay.com. 2006. *All Stocks of Wild Seafood Species to Collapse by 2048 Says New Study*. November 2, 2006. [www.mongabay.com/news-index/fishing2.html-25k](http://www.mongabay.com/news-index/fishing2.html-25k).
- Pitcher, T. J. 1995. The impact of pelagic fish behaviour on fisheries. *SCI. MAR*. 59 (3-4): 295-306.
- Potier, M., P. Petitgas, & D. Petit. 1997. Interactions between fish and fishing vessels in the Javanese purse seine fishery. *Aquatic Living Resources*. 10: 149-156. Web of Science.
- Potier, M. 1998. Pêcherie de layang et senneurs semi industriels Javanais: Perspective historique et approche système. *Phd Thesis*. Université de Montpellier II. 280 pp.
- Priatna, A., D. Nugroho, & Mahiswara. 2010. Pengamatan terhadap keberadaan ikan pelagis rumpon laut-dalam pada musim timur di perairan Samudera Hindia sebelah selatan Teluk Pelabuhan Ratu dengan metode hidroakustik. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*. 16 (2): 83-171.