

STANDARISASI HASIL TANGKAPAN PER-UNIT UPAYA PENANGKAPAN (CPUE) ALBAKORA (*Thunnus alalunga*) RAWAI TUNA DI SAMUDERA HINDIA

Fathur Rochman^{a,*}, Ririk Kartika Sulistyaningsih^a dan Gussasta Levi Arnenda^a

^aLoka Penelitian Perikanan Tuna, Jl. Mertasari no. 140 Sidakarya, Denpasar-Bali, Indonesia

*Koresponden penulis : fathurmasabio1@gmail.com

Abstrak

Albakora (*Thunnus alalunga*) adalah jenis tuna sub-tropis yang hidup di perairan lepas pantai Samudera Pasifik, Atlantik dan Hindia. Hasil tangkapan Albakora di Samudera Hindia pada tahun 2013-2017 rata-rata sebesar 36.235 ton per tahun. Status sumber daya ikan albakora di perairan Samudera Hindia diperkirakan mendekati kondisi lebih tangkap. Tujuan penelitian adalah untuk mendapatkan standarisasi CPUE armada rawai tuna Indonesia yang beroperasi di Samudera Hindia Bagian Timur. Informasi ini sangat penting untuk memberikan indikasi perkembangan perikanan albakora di perairan Samudera Hindia. Data yang dianalisis adalah data observer pada tahun 2006-2018 yang meliputi 2.811 setting rawai tuna. Untuk standarisasi CPUE digunakan model analisis GLM (*Generalized Linear Model*) yang mengikutsertakan variabel penjelas antara lain: tahun, sub-area penangkapan, musim penangkapan dan jumlah pancing antar pelampung. Hasil menunjukkan bahwa variabel penjelas (tahun, sub-area penangkapan dan jumlah pancing antar pelampung) memberikan kontribusi yang signifikan dalam penentuan standarisasi CPUE, kecuali variabel musim penangkapan. Penelitian menyarankan agar data yang dipersiapkan mencakup data area yang lebih sempit (5 x 5 grid bujur dan lintang) dan penambahan variabel penjelas seperti suhu permukaan air laut (*sea surface temperature*), suhu dibawah permukaan air (*sub-surface temperature*), oksigen terlarut, dan kelimpahan nutrisi.

Kata Kunci: CPUE, Standarisasi, Albakora, GLM, long line, Indian Ocean

Abstract

Albacore (*Thunnus alalunga*) is sub-tropical tuna that live in the high seas of the Pacific, Atlantic and Indian Ocean. The average catches of albacore from 2013-2017 was 36,235 ton per year. The stock status of the Indian Ocean albacore estimated near overfished. The aims of this study is to provide the CPUE standardization of Indonesian tuna longline operated in the Eastern Indian Ocean. This information is important to give the development indication of albacore fisheries in the Indian Ocean. Data were analyzed from onboard observer program during 2006-2018 consist of 2,811 setting. Data then will be analysis using GLM (Generalized Linear Models) include explanatory variables as supporting variables. The result showed that the explanatory variable give a significant contribution to CPUE standardization except the catch season variable This research suggests that the prepared data must include narrower area data (5 x 5 grids of longitude and latitude) and the addition of explanatory variables such as sea surface temperature, sub-surface temperature, dissolved oxygen and abundance of nutrients.

Keywords: CPUE, Standardization, Albacore, GLM, long line, Indian Ocean

PENDAHULUAN

Albakora (*Thunnus alalunga*) adalah tuna sub-tropis yang hidup di daerah lepas pantai Samudera Pasifik, Atlantik dan Hindia [13], [16]. Total hasil tangkapan Albakora di Samudera Hindia diperkirakan mencapai 38.713 ton pada 2017 dengan rata-rata hasil

tangkapan sebesar 36.235 ton dari 2013 sampai dengan 2017 [13]. Hasil tangkapan Albakora di Samudera Hindia sangat tinggi dan melebihi tingkat potensi lestariannya (*MSY*; *Maximum Sustainable Yield*) dengan kematian akibat penangkapan (*fishing mortality*) F_{2017}/F_{MSY} sebesar 1,346 dengan biomas pemijahan (*spawning biomass*)

Article history:

Diterima / Received 05-01-2021

Disetujui / Accepted 09-04-2021

Diterbitkan / Published 30-04-2021

©2021 at <http://jfmr.ub.ac.id>

SB₂₀₁₇/SB_{MSY} sebesar 1,281 [13]. Status perikanan Albakora di Samudera Hindia saat ini adalah tidak dalam kondisi lebih tangkap namun mengarah ke status lebih tangkap (*subject to overfishing*), sehingga pemanfaatan Albakora di Samudera Hindia perlu dilakukan dengan hati-hati dengan manajemen yang baik dan berkelanjutan [13]. Albakora yang ditangkap oleh armada rawai tuna Indonesia yang beroperasi di Samudera Hindia Bagian Timur adalah berupa produk beku dan merupakan bahan baku utama pengalengan ikan (*canning*) yang di ekspor ke Swedia (53,5%), Italia (18,7%), Polandia (17,8%) dan Jepang (10%) [8]. Intensitas penangkapan Albakora di Samudera Hindia Bagian Timur sangat tinggi dan terus berkembang terutama pada armada-armada rawai tuna Indonesia, Taiwan dan China [13], namun data data hasil tangkapan di Samudera Hindia Bagian Timur tidak tercatat dengan baik sehingga tidak dapat dijadikan sebagai bahan manajemen stok ikan (*stock assessment*) oleh IOTC (*Indian Ocean Tuna Commission*) [13].

Hasil tangkapan per-unit upaya penangkapan (CPUE; *Catch per Unit Effort*) adalah merupakan jumlah ikan yang didapatkan (jumlah atau berat) yang diperoleh dari sejumlah upaya penangkapan (*efforts*) pada rentang waktu tertentu. CPUE digunakan sebagai indek kelimpahan suatu spesies ikan dalam suatu perairan yang berarti bahwa adanya perubahan dalam CPUE akan diikuti oleh perubahan stok ikan yang ada dalam suatu perairan [7], [15], [17], [19], [20]. Indeks kelimpahan pada perikanan rawai tuna sebagian besar didasarkan pada indeks CPUE [25].

Permasalahan utama dalam penghitungan nilai indek CPUE adalah bahwa nilai indek CPUE hanya berdasarkan pada jumlah tangkapan ikan per-satuan upaya penangkapan tanpa mengikutsertakan variabel-variabel yang berpengaruh terhadapnya seperti strategi penangkapan, musim penangkapan, lokasi penangkapan dan kondisi lingkungan perairan [1], [4], [10], [19] [20], [24]. Sehingga penetapan indeks CPUE yang hanya berdasarkan pada jumlah ikan per upaya penangkapan tidak dapat menggambarkan kondisi aktual dari sumberdaya perikanan itu sendiri [4], [19], [20], [24]. Perlu dilakukan upaya standarisasi

CPUE dengan mengikutsertakan variabel-variabel tersebut dalam analisis non parametrik dan fungsi linier.

Perbaikan data dan informasi terkait dengan komposisi dan struktur hasil tangkapan Albakora pada perikanan rawai tuna Indonesia yang beroperasi di perairan Samudera Hindia Bagian Timur perlu segera dilakukan. Dengan perbaikan data hasil tangkapan albakora diharapkan dapat meningkatkan peran Indonesia dalam berkontribusi penyediaan data untuk pengkajian stok di Samudera Hindia secara menyeluruh. Standarisasi CPUE adalah metode penghitungan indeks CPUE dengan cara menghilangkan pengaruh bias dari *spatio temporal* dan pengaruh lingkungan yang terjadi selama proses penangkapan ikan sehingga data yang dihasilkan dapat mencerminkan kondisi yang sebenarnya di alam [23].

Standarisasi CPUE merupakan salah satu unsur untuk keperluan kajian stok (*stock assessment*) sumber daya albakora di Samudera Hindia. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa model standarisasi CPUE albakora dan perbandingan antara CPUE nominal dan terstandarisasi bagi armada rawai tuna Indonesia yang beroperasi di Samudera Hindia Bagian Timur (area kompetensi 2 Samudera Hindia). Standarisasi CPUE ini akan diperlukan dalam analisis kajian stok albakora di perairan Samudera Hindia bersama-sama dengan negara-negara anggota IOTC lainnya.

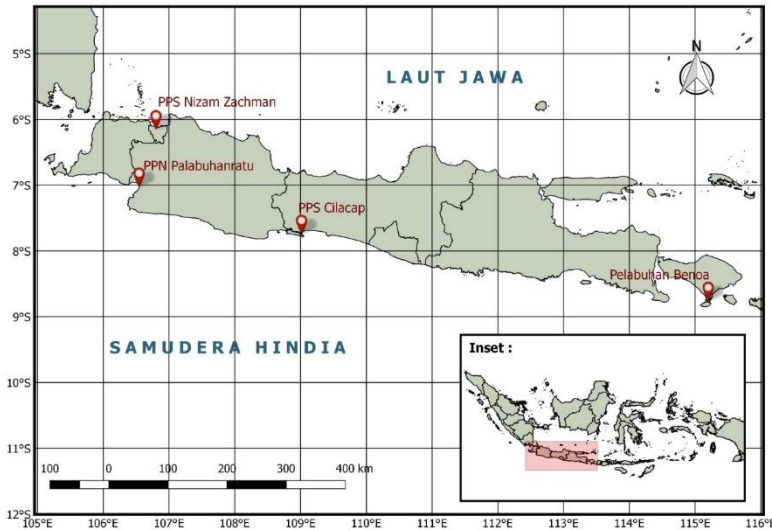
METODE

Pengumpulan Data

Data hasil tangkapan tuna albakora diperoleh dari kegiatan observer (*onboard scientific observer program*) perikanan rawai tuna yang berbasis di Muara Baru (Jakarta), Palabuhanratu (Jawa Barat), Cilacap (Jawa Tengah) dan Benoa (Bali) seperti disajikan pada Gambar 1. Pemilihan basis kegiatan observer dilakukan di empat lokasi karena merupakan basis utama pemberangkatan observer armada rawai tuna yang melakukan penangkapan di Samudera Hindia. Pemilihan sampel dilakukan secara sensus dari seluruh kegiatan observasi armada rawai tuna yang diberangkatkan dari empat pelabuhan

tersebut. Jenis data yang dikumpulkan terdiri dari data waktu operasi, spesifikasi rawai tuna, posisi dan koordinat penangkapan

(lintang-bujur), ukuran kapal (GT), data hasil tangkapan [panjang (cmFL)-berat (kg)], CPUE dan musim penangkapan (muson).



Gambar 1. Peta basis kegiatan observer rawai tuna di Samudera Hindia Bagian Timur

Analisis Data

Analisis data penelitian menggunakan data CPUE nominal sebagai basis data dan data variabel penjelas (*explanatory variables*) yang meliputi taktik dan strategi penangkapan yang dilakukan oleh armada rawai tuna Indonesia. Data hasil tangkapan dan jumlah pancing per set digunakan untuk menghitung laju pancing (hook rate) atau CPUE nominal. CPUE nominal adalah jumlah hasil tangkapan Albakora per 100 mata pancing yang dihitung berdasarkan persamaan yang dikemukakan De Metrio [9]:

$$HR = \frac{JL}{JP} A \quad (1)$$

Dimana:

- HR = Laju Pancing (hook rate)
- JL = Jumlah Hasil Tangkapan
- JP = Jumlah Pancing
- A = 100 mata pancing

Data diolah dengan menghitung CPUE ikan albakora dari masing-masing kegiatan setting pancing rawai tuna yang dilakukan pada periode tahun 2006 sampai dengan tahun 2018. Data CPUE nominal adalah data *dependent*, dimana data ini dipengaruhi variabel-variabel penjelas sebagai variabel

independent. Variabel penjelas selanjutnya dibuat data kategorial dengan menyertakan tahun, nomor trip, nomor setting, tanggal, musim, area, jenis rawai dan jenis umpan. Jenis rawai secara kategorial dibedakan berdasarkan jumlah pancing antar pelampung (*hooks between float/HBF*) yang berpengaruh terhadap kedalaman mata pancing sehingga dapat dibedakan antara rawai tuna tipe laut dalam dan rawa tuna tipe permukaan atau menengah.

Variabel penjelas dalam penentuan upaya penangkapan adalah taktik dan strategi penangkapan yang dilakukan oleh armada rawai tuna Indonesia. Taktik dan strategi penangkapan sering berbeda antara nelayan satu dengan nelayan lainnya meskipun dengan target ikan yang sama. Perbedaan taktik dan strategi yang ada selanjutnya akan diikuti pula oleh perbedaan jumlah hasil tangkapan dan CPUE nominal hasil tangkapan. Variabel penjelas yang dipergunakan pada standarisasi CPUE adalah variabel yang secara langsung berpengaruh terhadap hasil tangkapan dan CPUE seperti: tahun penangkapan, musim penangkapan, area penangkapan, jumlah pancing antar pelampung (kedalaman pancing) dan variabel-variabel pendukung lainnya. Variabel penjelas yang berpengaruh terhadap CPUE digunakan pada standarisasi CPUE

dengan menggunakan GLM (*Generalized Linier Model*).

GLM adalah analisis non parametrik dan merupakan model umum yang fleksibel pada model regresi linier. Model persamaan GLM dalam standarisasi CPUE mengacu pada [3], [5] dimana:

$$CPUE = c + \beta_1 j \text{ tahun}_{ij} + \beta_2 j \text{ musim}_{ij} + \beta_3 j \text{ sub-area}_{ij} + \beta_4 j \text{ pancing antar pelampung}_{ij} + \text{offset}(\log(\text{upaya})) + e_i \quad (2)$$

Dimana:

- c = adalah konstanta (intersep)
- β = ikan yang tertangkap per 100 mata pancing
- i = periode pencatatan data di tahun ke- i
- j = periode pencatatan data di tahun ke- j
- ij = periode pencatatan dari tahun ke- i sampai dengan tahun ke- j
- $n(1,2,3)$ = koefisien untuk variabel ke- n
- e_i = nilai kesalahan

Selang kepercayaan 95% digunakan dalam analisis GLM dimana terdapat batas atas dari rata-rata (*mean*) (*Upper Control Limit*; UCL) dan batas bawah dari rata-rata (*mean*) (*Lower Control Limit*; LCL) dimana selang kepercayaan didefinisikan sebagai:

$$\text{Selang kepercayaan (UCL dan LCL)} = \bar{Y} \pm t_{1-\frac{\alpha}{2}, N-1} \frac{S}{\sqrt{N}} \quad (3)$$

Dimana:

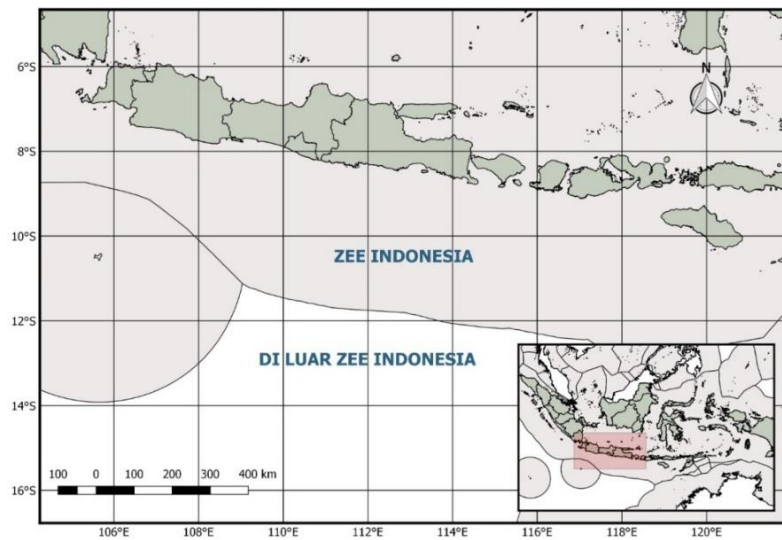
- \bar{Y} = nilai rata-rata sampel
- S = standar deviasi
- N = jumlah sampel
- α = selang kepercayaan
- t = distribusi nilai t

Variabel penjelas yang digunakan pada penelitian ini antara lain:

- a. Tahun
Tahun adalah periode observasi laut (*onboard observer*) dari tahun 2006 sampai dengan 2018. Tahun observasi

diatur menggunakan data kategorial dalam model GLM. Tahun 2006 diatur sebagai data kategorial 1, 2007 sebagai data kategorial 2 dan seterusnya mengikuti [19].

- b. Musim Penangkapan
Musim penangkapan dibagi menjadi dua (2) data kategorial dimana penangkapan yang dilakukan pada musim barat (*west monsoon*) (Desember sampai dengan Mei) dimasukkan kedalam data kategorial 2 dan penangkapan yang dilakukan pada musim timur (*east monsoon*) (Juni sampai dengan Nopember) dimasukkan sebagai data kategorial 2.
- c. Area Penangkapan
Area penangkapan berdasarkan posisi koordinat lintang dan bujur penangkapan selama kegiatan observasi. Area penangkapan dibagi menjadi 2 kategori data yaitu area penangkapan yang dilakukan di dalam Zona Ekonomi Eksklusif Indonesia (IZEEI) sebagai data kategori 1 dan area yang dilakukan di luar Zona Ekonomi Eksklusif Indonesia (OZEEI) sebagai data kategorial 2 (Gambar 2).
- d. Jumlah Pancing antar Pelampung (*Hooks Between Floats*; HBF)
Jumlah pancing antar pelampung bervariasi dari 4 sampai 24 pancing antar pelampung. HBF yang digunakan sebagai variabel penjelas mewakili jenis rawai tuna yang digunakan oleh nelayan rawai tuna Indonesia. HBF dengan jumlah pancing ≤ 12 pancing kami gunakan dalam analisis GLM [19]. HBF dengan jumlah pancing ≤ 12 pancing di kategorikan sebagai rawai tuna permukaan dan menengah dan HBF > 12 yang dikategorikan sebagai tipe rawai laut dalam sesuai dengan kriteria dalam penelitian sebelumnya [2],[14]. Penggunaan rawai tuna tipe permukaan dan menengah ditetapkan sebagai data kategorial 1 dan rawai tuna tipe laut dalam sebagai data kategorial 2.



Gambar 2. Sub-area penangkapan kegiatan observasi rawai tuna di Samudera Hindia (2 kategorial sub-area: 1. Di dalam ZEE, 2. Di luar ZEE Indonesia)

Tabel 1. Variabel penjelas (faktor dan kovariat)

Faktor	Level	Kategori	Tipe Data
Tahun	1 sd 14	2006- 2018	Kategorial
Musim	1	Musim Barat (Desember – Mei)	Kategorial
	2	Musim Timur (Juni – Nopember)	
Area Penangkapan	1	Di dalam ZEE	Kategorial
	2	Diluar ZEE	
HBF	1	≤ 12 pancing	Kategorial
	2	>12 pancing	

HBF, hook between float; jumlah pancing antar pelampung
 ZEE, zona ekonomi eksklusif (200 NM)

Penelitian ini menggunakan distribusi *Tweedie* dan *log link function* untuk menyempurnakan distribusi frekuensinya mengingat hasil CPUE yang diperoleh terdapat nilai nol (0) dan *power parameter* (K) pada range 1,1 sampai dengan 2 [5], [3]. Model terbaik dalam penentuan CPUE standar didasarkan pada kriteria AIC (*Akaike Information Criterion*) [22]. Penggunaan AIC diperlukan untuk menghindari *overfitting* pada jumlah data yang lebih dari 1000 data [22]. Model terbaik adalah model dengan nilai AIC yang paling rendah. Variabel-variabel terbaik (tahun, HBF, area dan musim penangkapan) dengan nilai AIC terendah akan digunakan dalam model GLM standarisasi CPUE Albakora. CPUE nominal tahunan adalah rata-rata CPUE tiap tahun yang dihitung berdasarkan jumlah ikan per 100 mata pancing sedangkan CPUE yang terstandarisasi adalah nilai indeks CPUE

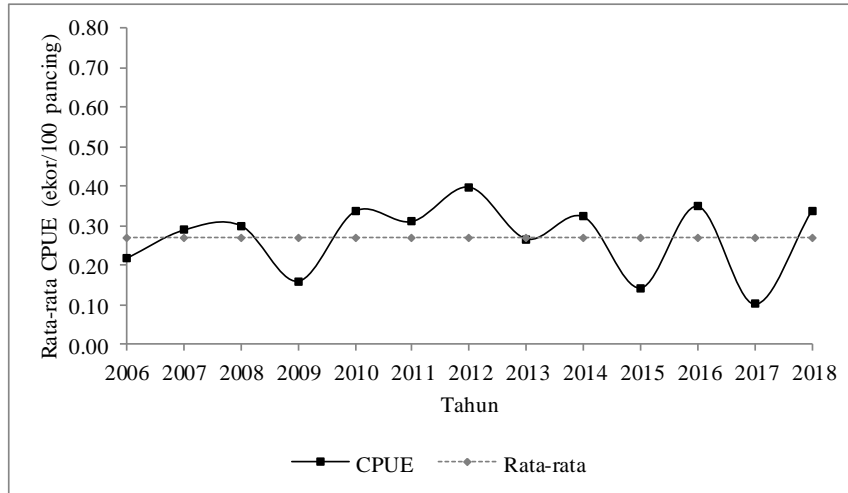
berdasarkan indeks variabel-variabel penjelas yang mempunyai pengaruh nyata dalam model GLM. Nilai CPUE nominal akan terkoreksi dengan indeks CPUE yang terstandarisasi karena nilai CPUE nominal tidak bersifat absolut dikarenakan pengaruh variabel penjelas (faktor lingkungan dan teknik penangkapan ikan). Nilai CPUE nominal yang diperoleh pada suatu koordinat tertentu pada musim yang sama akan mempunyai nilai yang berbeda tiap tahunnya sehingga indeks CPUE diperlukan dengan metode GLM dengan mengikutsertakan variabel-variabel yang berpengaruh.

HASIL DAN PEMBAHASAN

CPUE Nominal dan CPUE Terstandarisasi

Rata-rata CPUE nominal selama kegiatan observer tahun 2006 sampai dengan 2018 berfluktuasi dari 0,10-0,40 dengan rata-rata CPUE keseluruhan sebesar 0,27 (Gambar 3). Rata-rata CPUE nominal tertinggi diperoleh pada tahun 2012 dan terendah pada tahun 2017. Rata-rata CPUE

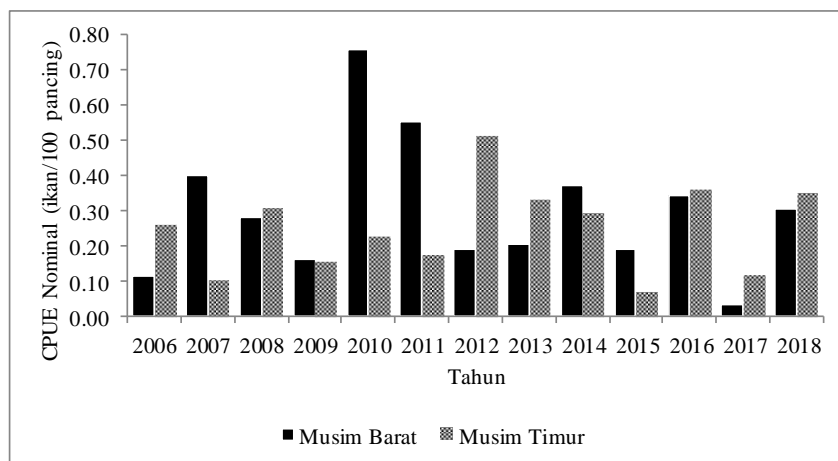
nominal yang berada dibawah rata-rata terdapat pada tahun 2006 (0,22), 2009 (0,16), 2015 (0,14) dan 2017 (0,10) sedangkan yang berada diatas rata-rata terdapat pada tahun 2007 (0,29), 2008 (0,30), 2010 (0,34), 2012 (0,40), 2014 (0,32) dan 2016 (0,35).



Gambar 3. Rata-rata CPUE nominal Albakora selama kegiatan observasi rawai tuna dari tahun 2006 sampai dengan 2018.

CPUE nominal pada musim timur (Juni-Nopember) berada pada kisaran 0,07-0,51 dengan rata-rata 0,25 dan pada musim barat (Desember-Mei) berada pada kisaran 0,04-0,76 dengan rata-rata 0,30. Rata-rata CPUE antara musim barat dan timur berbeda-beda

tiap tahunnya, namun secara rata-rata CPUE Albakora di Samudera Hindia lebih tinggi pada musim barat antara bulan Desember sampai dengan Mei tiap tahunnya daripada yang terjadi pada musim timur antara Juni sampai dengan Nopember (Gambar 4).



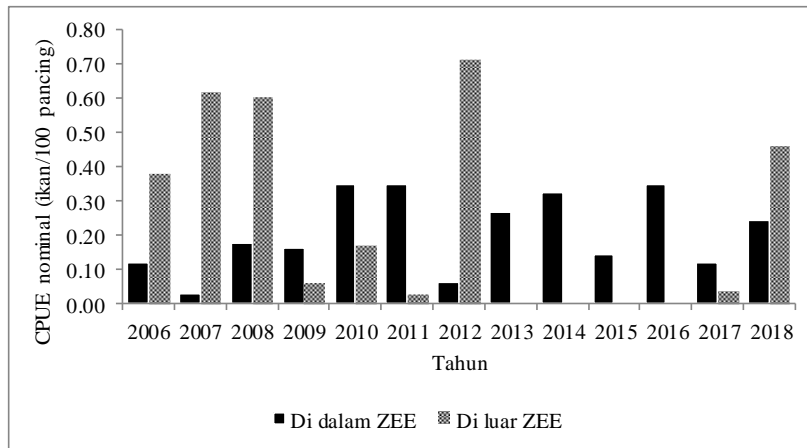
Gambar 4. CPUE nominal Albakora berdasarkan musim penangkapan (musim timur dan musim barat) selama kegiatan observasi berlangsung pada 2006-2018

CPUE nominal yang didasarkan pada sub-area penangkapan diperoleh hasil bahwa

CPUE Albakora yang ditangkap di dalam Zona ekonomi Eksklusif (ZEE) Indonesia

berkisar antara 0,03-0,35 dengan rata-rata CPUE sebesar 0,21. Sedangkan CPUE Albakora yang ditangkap di luar ZEE Indonesia berkisar antara 0,04-0,72 dengan rata-rata 0,24. Hasil tangkapan Albakora

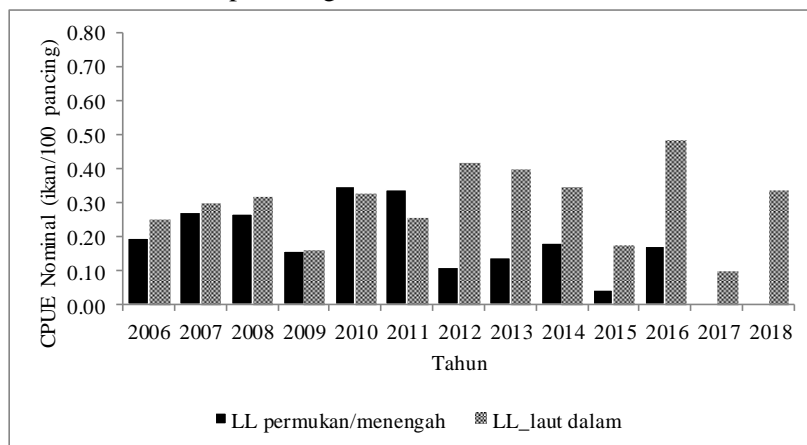
yang ditangkap diluar ZEE Indonesia lebih tinggi dibandingkan dengan hasil tangkapan Albakora di dalam ZEE Indonesia (Gambar 5).



Gambar 5. CPUE nominal Albakora berdasarkan sub-area penangkapan (sub-area 1 di dalam ZEE, sub-area 2 di luar ZEE)

Hasil tangkapan Albakora berdasarkan jenis rawai tuna yang digunakan juga menunjukkan hasil yang berbeda. Pada tipe rawai tuna permukaan atau menengah (HBF \leq 12 pancing) memiliki nilai CPUE nominal berkisar antara 0,00 sampai dengan 0,35 dengan rata-rata sebesar 0,17. Sedangkan pada tipe rawai tuna laut dalam (HBF $>$ 12 pancing) memiliki nilai nominal CPUE berkisar antara 0,10 sampai dengan

0,49 dengan rata-rata sebesar 0,30. Penggunaan rawai tuna tipe laut dalam dengan penggunaan mata pancing lebih dari 12 antar pelampung memberikan hasil tangkapan yang lebih tinggi dibandingkan dengan tipe rawai tuna permukaan dengan penggunaan mata pancing kurang dari atau sama dengan 12 pancing antar pelampung (Gambar 6).



Gambar 6. CPUE nominal Albakora berdasarkan tipe rawai tuna (1. rawai tuna tipe permukaan/menengah dan 2. Rawai tuna tipe laut dalam)

CPUE yang telah di standarisasi diperoleh dari analisis non parametrik fleksibel menggunakan GLM (Generalized Linier Model). CPUE yang telah

terstandarisasi merupakan variabel terikat (dependen) hasil penghitungan nilai konstanta (intersep), nilai CPUE (variabel independen; variabel penjelas) dan fungsi

link (penghubung) berdasarkan distribusi data (persamaan 2). Variabel independen yang berpengaruh terhadap nilai CPUE selanjutnya diuji nilai linieritasnya dengan probability Chi Square (Tabel 2). Hasil analisis GLM albakora yang melibatkan variabel penjelas ditemukan bahwa variabel penjelas yang

terdiri dari tahun, sub-area penangkapan dan jumlah pancing antar pelampung (HBF) signifikan berpengaruh terhadap nilai CPUE ($P < 0,05$). Level signifikansi masing-masing variabel penjelas disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Level signifikansi masing masing variabel penjelas pada standarisasi CPUE Albakora

	Deviance		DF			
	Df	Residual	Residual	DEV	Pr(>Chi)	PR(>F)
NULL			2810	13082		
Tahun	12	636.25	2798	12445.8	<0.000000(***	
Musim	1	1.32	2797	12444.4	0.55095	
Sub-Area	1	1188.73	2796	11255.7	<0.000000(***	
HBF	1	37.31	2795	11218.4	0.00151 **	

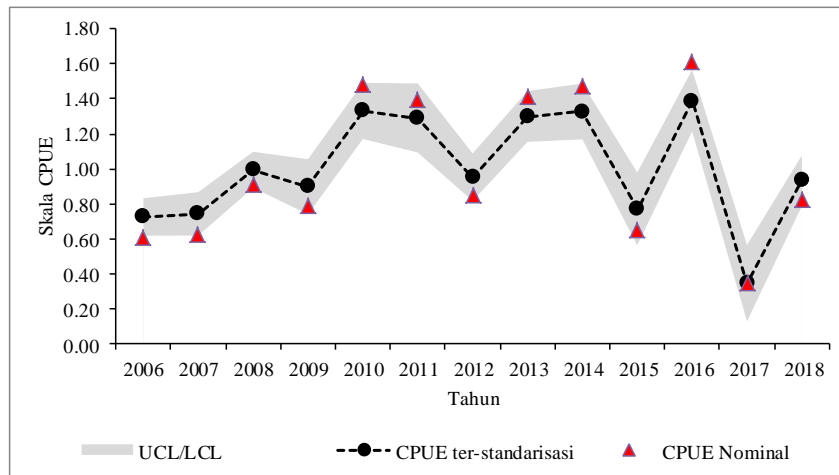
Signif. kode:	0****	0.001***	0.01**	0.05.	0.1'	1'

Nilai signifikansi tiap-tiap faktor penjelas adalah pengujian tingkat linieritas antara variabel dependen (CPUE terstandarisasi) dan variabel independen (variabel penjelas). Namun model terbaik dalam standarisasi Albakora adalah berdasarkan kriteria nilai AIC (*Akaike's Information Criterion*) dimana nilai AIC yang terendah yang dapat dimasukkan ke dalam model GLM. Nilai AIC masing-masing model GLM disajikan pada Tabel 3. Pengujian linieritas variabel musim secara independen (tunggal) tidak signifikan berpengaruh pada standarisasi CPUE namun secara permodelan mempunyai

nilai AIC lebih baik jika digabungkan dengan variabel-variabel penjelas lainnya sebagai model GLM dengan nilai AIC paling rendah. Sehingga opsi model terbaik pada standarisasi CPUE diperoleh pada model 5 dengan melibatkan semua komponen variabel penjelas. Estimasi skala standarisasi CPUE berdasarkan model 5 dan CPUE Nominal Albakora dari tahun 2006 sampai dengan tahun 2018 disajikan pada Gambar 7. Selang kepercayaan yang digunakan adalah 95% dengan nilai minimum (LCL) dan maksimum (UCL) yang juga terlampir pada Gambar 7.

Tabel 3. Daftar opsi model standarisasi Albakora berdasarkan nilai AIC, distribusi tweedie dan link function Log

No	Model	AIC	Probabilitas Distribusi	Fungsi Link
1	Mod. 1: Tangkapan ~ 1 + offset(log(Jumlah Pancing))	13272	tweedie	Log
2	Mod. 2: Tangkapan ~ Tahun + offset(log(Jumlah Pancing))	13120.9	tweedie	Log
3	Mod. 3: Tangkapan ~ Tahun + Musim + offset(log(Jumlah Pancing))	13122.6	tweedie	Log
4	Mod. 4: Tangkapan ~ Tahun + Musim + Sub-area + offset(log(Jumlah Pancing))	12784.7	tweedie	Log
5	Mod. 5: Tangkapan ~ Tahun + Musim + Sub-area + HBF + offset(log(Jumlah Pancing))	12776	tweedie	Log



Gambar 7. Skala CPUE nominal dan CPUE ter-standarisasi Albakora 2006-2018 berdasarkan data observasi laut di Samudera Hindia

Penelitian ini menunjukkan terdapat hubungan linieritas yang tinggi antara nilai CPUE dengan variabel tahun, sub-area penangkapan dan jumlah pancing antar pelampung (HBF). Hubungan linieritas ditunjukkan dengan nilai probabilitas *Chi-Kuadrat* $< \alpha$ 0,05 dan nilai probabilitas F hitung lebih besar dari F tabel seperti ditunjukkan pada Tabel 2. Sehingga diperkirakan bahwa perbedaan variabel diatas akan diikuti oleh perbedaan nilai CPUE secara *time series*. Hal ini dapat dilihat penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh [19], [20], [24] yang menyatakan bahwa variabel penjelas diatas cukup mewakili pada analisis GLM dalam menentukan indeks kelimpahan ikan dalam suatu perairan. Sehingga penafsiran sederhana tentang CPUE sebagai jumlah ikan per satuan upaya tidak dapat secara langsung digunakan sebagai basis informasi pada pengembangan indeks kelimpahan ikan [15]. Penggunaan data penangkapan secara *time series* (2006-2018) memungkinkan kita untuk menemukan fenomena atau kejadian baru yang berhubungan dengan praktik penangkapan dan kondisi lingkungan baik secara temporal maupun musiman (*seasonal*) berpengaruh terhadap pola kelimpahan ikan. Dengan menggunakan GLM dapat diketahui dengan pasti variabel-variabel independen yang secara signifikan berpengaruh terhadap CPUE [19].

Variabel tahun penangkapan (tahun observasi) terlihat secara jelas berpengaruh

terhadap nilai CPUE dengan nilai probabilitas *Chi-Kuadrat* sebesar 0,0000. Hal ini didukung oleh penelitian-penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa tahun observasi berpengaruh terhadap nilai CPUE seperti dalam [19], [20], [21]. Hubungan yang erat antara tahun observasi dengan CPUE dapat kita ketahui meskipun dengan model regresi linier sederhana. Variabel tahun observasi berpengaruh terhadap CPUE dikarenakan adanya perubahan strategi penangkapan, perubahan area penangkapan dan perubahan kondisi lingkungan tiap tahunnya. Variabel tahun observasi berkaitan erat dengan variabel-variabel penjelas lainnya seperti strategi penangkapan yang diwakili oleh tipe rawai tuna (tipe permukaan dan tipe laut dalam) dan posisi penangkapan (di dalam ZEE dan di luar ZEE). Posisi penangkapan ZEE dan di luar ZEE sangat dipengaruhi dengan karakteristik lingkungan tempat ikan tersebut ditangkap.

Penentuan sub-area penangkapan sangat berpengaruh terhadap jumlah tangkapan ikan Albakora karena Albakora termasuk dalam jenis tuna sub-tropis [6], [12], [18] yang sebagian siklus hidupnya berada di daerah sub-tropis (di luar ZEE Indonesia) dengan kondisi suhu permukaan yang lebih rendah dari suhu permukaan air laut di daerah tropis [12]. Distribusi Albakora yang matang gonad dan belum matang gonad banyak dipengaruhi oleh aspek suhu permukaan air laut, temperature di kedalaman 100 m dan Oksigen terlarut pada kedalaman 200 m.

Pada daerah tropis (selatan Jawa, Bali dan Nusa Tenggara) didominasi oleh Albakora dewasa yang siap untuk memijah sedangkan pada daerah sub-tropis (diluar ZEE Indonesia) didominasi oleh Albakora muda yang belum siap untuk memijah [6]. Daerah penangkapan diluar ZEE memiliki nilai skala CPUE nominal dan ter-standarisasi lebih tinggi dibandingkan dengan di daerah ZEE Indonesia meskipun dengan ukuran panjang cagak ikan (*fork length*) lebih rendah dari ikan yang ditangkap di ZEE (Gambar 5). Rata-rata ukuran ikan di daerah ZEE Indonesia adalah sebesar 98,49 cmFL dan di luar ZEE Indonesia sebesar 96,49 cmFL seperti yang dilaporkan pada penelitian sebelumnya [19].

Strategi penangkapan ikan lainnya adalah penggunaan rawai tuna tipe laut dalam ($HBF > 12$ mata pancing) dan tipe permukaan ($HBF \leq 12$ mata pancing). Penggunaan tipe rawai tuna baik tipe laut dalam maupun tipe permukaan memberikan pengaruh yang signifikan terhadap CPUE ikan Albakora (Tabel 2). Rata-rata CPUE rawai tuna yang menggunakan tipe rawai laut dalam lebih tinggi dari pada tipe rawai tuna permukaan dengan rata-rata nominal CPUE sebesar 0,30 berbanding 0,17 (Gambar 6) sehingga disarankan untuk menggunakan tipe rawai tuna laut jika target utama penangkapan Albakora. Pengaruh kuat juga ditunjukkan oleh penelitian-penelitian sebelumnya terhadap ikan tuna baik ikan tuna tropis maupun sub-tropis yang dilakukan oleh [11], [19], [20].

Terdapat beberapa perubahan variabel oceanografi yang disebabkan oleh perubahan area penangkapan dan tipe rawai tuna antara lain suhu permukaan air laut (*sea surface temperature*), suhu dibawah permukaan air (*sub-surface temperature*), oksigen terlarut (*dissolve oxygen*) dan kelimpahan nutrisi [6], [18]. Penelitian sebelumnya menemukan bahwa Albakora di Samudera Hindia dominan tertangkap pada lapisan termoklin (118-291 m) dengan suhu air (12,41-20,47°C), Oksigen terlarut (3,55-4,68 ml/l), salinitas (34,78-35,01 psu), nitrat (6,78-17,50 μ mol/l), fosfat (0,62-1,27 μ mol/l) dan silikat (10,06-24,77 μ mol/l). Hasil tangkapan Albakora terbanyak ditemukan pada kedalaman 156 m dengan suhu \pm 18,71°C, oksigen terlarut 4,68 ml/l, salinitas 34,78 dan nutrisi (nitrat, fosfat dan silikat)

masing-masing sebesar 10,71 μ mol/l, 0,86 μ mol/l dan 15,95 μ mol/l [18]. Perubahan parameter oseanografi akibat dari perubahan area penangkapan dan tipe rawai tuna akan mengakibatkan perubahan hasil tangkapan Albakora sehingga dalam standarisasi CPUE disarankan untuk memasukkan aspek oceanografi seperti suhu permukaan air laut (*sea surface temperature; sst*), suhu pada kedalaman 100 m (*temp_100*) dan oksigen terlarut sebagai tambahan variabel penjelas (*explanatory variables*) indeks dipol Samudera Hindia [13].

Penentuan area penangkapan dengan membagi dua daerah penangkapan (di dalam dan diluar ZEE Indonesia) menyebabkan adanya disparitas yang sangat tinggi pada nilai CPUE dimana penangkapan yang dilakukan di luar ZEE Indonesia memiliki nilai CPUE yang lebih tinggi dari pada penangkapan di dalam ZEE Indonesia (Gambar 5). Pada tahun 2013-2016 kegiatan pengambilan data tidak dapat menjangkau perairan diluar ZEE Indonesia sehingga hasil model GLM standarisasi CPUE pada tahun tahun tersebut tidak maksimal. Sehingga dengan adanya kendala tersebut perlu dilakukan upaya untuk mempersempit data kategorial sub-area penangkapan dengan pembagian yang lebih kecil misalnya dengan pembagian daerah penangkapan 5x5 *grid* bujur dan lintang penangkapan. Disamping itu disparitas nilai CPUE baik nominal dan terstandarisasi tiap tahunnya menunjukkan skala yang lebar (Gambar 7). Hal itu kemungkinan disebabkan oleh disparitas waktu atau periode yang terlalu panjang (tahun) sehingga diperlukan upaya untuk mempersempit distribusi sebaran data menjadi per bulan atau per kuartar (3 bulan) dalam model GLM standarisasi CPUE. IOTC menyarankan agar model GLM standarisasi CPUE menggunakan periode waktu per kuartar (3 bulan) untuk menekan disparitas tersebut [13].

Namun dari penelitian ini minimal kita dapat mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi hasil tangkapan Albakora. Jika target utama penangkapan adalah Albakora dan produk ikan beku, maka disarankan untuk menggunakan tipe rawai tuna laut dalam dengan jumlah mata pancing antar pelampung lebih dari 12 dan disarankan pula untuk beroperasi di luar ZEE Indonesia (>15°LS Samudera Hindia). Kapasitas

penyimpanan Albakora beku dan logistik harus memadai mengingat jarak yang lebih jauh dari pada di ZEE Indonesia. Lama perjalanan dan biaya yang tinggi dapat diatasi dengan adanya kapal pengumpul (*carrier vessel*) yang dapat menyuplai dan mengumpulkan hasil tangkapan ikan tanpa harus kembali ke pelabuhan untuk mendaratkan hasil tangkapan dan mengisi logistik kapal.

KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa beberapa variabel independen (*explanatory variables*) berpengaruh terhadap nilai CPUE Albakora. Namun perlu dilakukan upaya penyempurnaan metode GLM standarisasi CPUE sehingga tidak terjadi disparitas yang sangat tinggi tiap tahunnya. Armada rawai tuna dengan target utama Albakora disarankan meningkatkan kapasitas penyimpanan dan logistik untuk menangkap di luar ZEE Indonesia menggunakan tipe rawai tuna laut dalam dengan jumlah pancing antar pelampung lebih dari 12 mata pancing.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya pada Kementerian Kelautan dan Perikanan Indonesia, Badan Riset dan Sumberdaya Manusia Kelautan dan Perikanan, Pusat Riset Perikanan Tangkap dan Loka Riset Perikanan Tuna atas semua dukungan finansial. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada *scientific observer* atas peran utama dalam pengumpulan data hasil tangkapan tuna di Samudera Hindia.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] P. Bach, L. Dagorn, dan C. Misselis, "The role of bait type on pelagic longline efficiency," *ICES Annual Science Conference Theme Session J: Efficiency, Selectivity and impacts of passive gears.*, Brugge, Belgium, CM 2000/J: 01, Jan 2000.
- [2] A. Barata, D. Novianto, dan A. Bahtiar, "Distribusi tuna berdasarkan suhu dan kedalaman di Samudera Hindia," *Ilmu Kelautan.*, vol. 16, no. 3, hal. 165-170, Feb 2012.
- [3] M. Basson, and J. Farley, "Commercial spotting in the Australian surface fishery, updated to include the 2004/5 fishing season," *CCSBT 6th Meeting of the Stock Assessment Group and 10th Meeting of the Extended Scientific Committee.*, Taipei, Taiwan, 29 August - 3 September, and 5-8 September 2005, CCSBT-ESC/0509/23, Sep 2005.
- [4] K. A. Bigelow, M. N. Hampton, "Does habitat or depth influence catch rates of pelagic species?," *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science.*, vol. 64, no. 11, hal. 1581-1594, Nop 2007.
- [5] S. G. Candy, "Modelling catch and effort data using generalised linear models, the Tweedie distribution, random vessel effects and random stratum-by-year effects," *CCAMLR Science.*, vol. 11, hal. 59-80, Jan 2004.
- [6] I. C. Chen, P. F. Lee, dan N. W. Tzeng, "Distribution of Albacore (*Thunnus alalunga*) in The Indian Ocean and Its Relation to Environmental Factor," *Fish Oceanography.*, Vol. 14, no. 1, hal. 71-80. Des 2004.
- [7] C. S. Chen, dan T. S. Chiu, "Standardising the CPUE for the *Illex argentinus* fishery in the Southwest Atlantic," *Fish. Sci.*, vol. 75, hal. 265-272, Jan 2009.
- [8] T. L. O. Davis, dan R. Andamari, "Analysis of 2001 dinas export packing list data by species, product and destination," *CCSBT Indonesian Catch Monitoring Review.*, Queenstown, New Zealand, 10-11 April 2003. CCSBT-ICM/0304/7. April 2003.
- [9] G. De Metrio, dan P. Megalofonou, "Catch and Size Distribution, Growth and Sex Ratio of Swordfish (*Xiphias gladius* L.) in Gulf of Taranto," *FAO Fisheries Report* No. 394. Jan 1988.

- [10] J. Hampton, K. Bigelow, dan M. Labelle, "A summary of current information on the biology, fisheries and stock assessment of bigeye tuna (*Thunnus obesus*) in the Pacific Ocean, with recommendation for data requirements and future research," *Ocean Fisheries Programme Technical Report No. 36. Noumea, New Caledonia*, Secretariat of the Pacific Community, hal. 1-46, Jan 1998
- [11] H. Ijima, D. Ochi, T. Nishida, H. Okamoto, "Standardization of CPUE for stripe marlin (*Tetrapturus audax*) of Japanese longline fishery in Indian Ocean," Paper presented on 13th Working Party on Billfish, Olhao, Portugal, 1-5 September 2015. IOTC-2015-WPB13-17.16pp. Sep 2015.
- [12] IOTC, "Executive summary of the status of the albacore tuna resource (p. 14)," IOTC-2014- SC17-ES01Rev_1. Des 2014.
- [13] IOTC, "Report of the seventh session of the IOTC Working Party On Temperate Tuna: Assessment Meeting (p. 37). IOTC-2019-WPTMT07(AS)-R[E]. Jul 2019.
- [14] H. E. Irianto, Wudianto, F. Satria dan B. Nugraha, "Tropical tuna fisheries in the Indian Ocean of Indonesia," *Scientific Committee Meeting, IOTC-2013-WPTT15-20*.14p. Des 2013
- [15] M. N. Maunder dan A. E. Punt, "Standardizing catch and effort data: a review of recent approaches," *Fisheries Research.*, vol. 70, hal. 141-159. Agu 2004.
- [16] P. A. H. Medley, J. Gascoigne dan J. Akroyd, "An Evaluation of the Sustainability of Global Tuna Stocks Relative to Marine Stewardship Council Criteria (Version 6). ISSF Technical Report 2019-02. International Seafood Sustainability Foundation, Washington, D.C., USA, Feb 2019.
- [17] S. Ortega-Garcia, D. Lluch-Belda dan P. A. Fuentes, "Spatial, seasonal, and annual fluctuations in relative abundance of yellowfin tuna in the eastern Pacific Ocean during 1984-1990 based on fishery CPUE analysis," *Bulletin of Marine Science.*, vol. 72, no. 3, hal.613-628, Mei 2003.
- [18] F. Rochman, W. Pranowo, dan I. Jatmiko, "The influence of swimming layer and sub-surface oceanographic variables on catch of albacore (*Thunnus alalunga*) in Eastern Indian Ocean," *Indonesian Fisheries Research Journal.*, vol. 22, no. 2, hal. 69-76, Des 2016
- [19] F. Rochman, B. Setyadjie, dan A. Wujdi, "Standardizing CPUE of albacore (*Thunnus alalunga* Bonnaterre, 1788) on tuna longline fishery in Eastern Indian Ocean," *Indonesian Fisheries Research Journal.*, vol. 23, no. 1, hal. 29-37, Jun 2017.
- [20] L. Sadiyah, N. Dowling, dan B. I. Prisantoso, "Developing recommendations for undertaking CPUE standardization using observer program data," *Indonesian Fisheries Research Journal.*, vol. 18, no. 1, hal. 19-33, Jun 2012..
- [21] B. Setyadjie, H. A. Andrade, dan C. A. Proctor, "Standardization of catch per unit effort with high proportion of zero catches: an application to black marlin *Istiompax indica* (Cuvier, 1832) caught by Indonesian tuna longline fleet in the Eastern Indian Ocean," *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Science.*, vol. 19, no. 2, hal. 119-129, Mar 2018.
- [22] H. Shono, "Is model selection using Akaike's information criterion appropriate for catch per unit effort standardization in large samples?," *Fisheries Science.*, vol. 71, hal. 978-986, Sep 2005.

- [23] H. Shono, "Application of support vector regression to CPUE analysis for southern Bluefin tuna *Thunnus maccoyii*, and its comparison with conventional methods," *Fisheries Science*, vol. 80, hal. 879-886, Sep 2014
- [24] L. M. Song dan Y. W. Wu, "Standardizing CPUE of yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) longline fishery in the tropical waters of the northwestern Indian Ocean using a deterministic habitat-based model," *Journal of Oceanography*, vol. 67, hal 541, Okt 2011.
- [25] P. Ward dan S. Hindmarsh, "An overview of historical changes in the fishing gear and practices of pelagic longliners, with particular reference to Japan's Pacific fleets," *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, vol 17, no. 4, hal. 501-516. Apr 2007.