ALBACORE
Volume 10, No 3, August 2026
Hal 431-445
DOI: https://doi.org/10.29244/core.10.3.431-445

P-ISSN 2549-132X, E-ISSN 2655-559X
Received: October 3, 2026
Revised: November 5, 2026
Accepted: November 6, 2026

SIMULATION AND FINANCIAL FEASIBILITY OF SEINE NET FISHERIES AT BRONDONG FISHING PORT

Simulasi Keuntungan dan Kelayakan Usaha Jaring Tarik Berkantong di PPN Brondong

Oleh:
Abyan Putrama, Tri Nanda Citra Bangun*, Vita Rumanti Kurniawati
Departemen Pemanfaatan Sumberdaya Perikanan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, IPB University, Bogor Indonesia
*Korespondensi penulis: trinanda@apps.ipb.ac.id

ABSTRACT

The transition from cantrang to seine net (Jaring Tarik Berkantong/JTB) has raised fishers' concerns regarding potential declines in catch production and operational profitability. This study was conducted to analyze operational costs, cost-determining factors, and profit decline simulations as a basis for assessing the sustainability of fishing gear transition. The objectives of this study were to estimate fishing operational costs, identify factors influencing operational costs, and analyze the tolerance threshold of profit decline under seine net operations. This research employed a descriptive case study approach through observation and structured interviews involving 15 respondents, consisting of vessel owners and skippers selected using purposive sampling. Data were analyzed using Causal Loop Diagram (CLD), Revenue-Cost Ratio (R/C Ratio), Break Even Point (BEP), and catch decline simulation scenarios. The results showed that average operational costs reached IDR 46.1 million per trip, with fuel accounting for the largest proportion (54%). The R/C Ratio of 2.08 indicated that the business was financially feasible, with a production break-even point of 3,523.56 kg per trip. Simulation results revealed that the business remained viable under catch reductions of up to 40%, whereas declines exceeding 55% could potentially lead to financial losses. These findings indicate that the transition to seine net remains economically promising, provided that operational efficiency is strengthened as an adaptive strategy for fishers.

Key words: *cantrang, seine net, financial feasibility, operational-costs, profit-simulation*

ABSTRAK

Transisi penggunaan cantrang ke Jaring Tarik Berkantong (JTB) menimbulkan kekhawatiran nelayan terhadap penurunan hasil tangkapan dan keuntungan usaha. Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis biaya operasional, faktor-faktor penentu biaya, dan simulasi penurunan keuntungan sebagai dasar pertimbangan keberlanjutan transisi alat tangkap. Penelitian bertujuan menghitung kebutuhan biaya operasional melaut, mengidentifikasi faktor yang memengaruhi biaya operasional, serta menganalisis batas toleransi penurunan keuntungan usaha JTB. Metode yang digunakan adalah studi kasus deskriptif melalui observasi dan wawancara terstruktur terhadap 15 responden pemilik atau nakhoda kapal yang dipilih secara *purposive sampling*. Analisis menggunakan *Causal Loop Diagram* (CLD), *Revenue Cost Ratio* (R/C Ratio), *Break Even P*oint (BEP), dan simulasi skenario penurunan hasil tangkapan. Hasil penelitian menunjukkan rata-rata biaya operasional mencapai Rp46,1 juta/trip dengan komponen terbesar bahan bakar (54%). Nilai R/C *Ratio* sebesar 2,08 menunjukkan usaha layak secara finansial, dengan titik impas produksi 3.523,56 kg/trip. Simulasi menunjukkan usaha masih layak hingga penurunan hasil tangkapan 40%, sedangkan penurunan lebih dari 55% berpotensi menimbulkan kerugian. Hasil ini menunjukkan transisi JTB tetap prospektif dengan penguatan efisiensi operasional sebagai strategi adaptasi nelayan.

Kata kunci: biaya operasional, cantrang, jaring tarik berkantong, kelayakan finansial, simulasi keuntungan

© The Author(s) 2026. This article is licensed under a Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License., which permits use, sharing, adaptation, distribution, and reproduction in any medium or format, as long as you give appropriate credit to the original author(s) and the source, and indicate if changes were made.

PENDAHULUAN

Sektor perikanan tangkap di Pelabuhan Perikanan Nusantara (PPN) Brondong, merupakan salah satu pilar ekonomi perikanan yang sangat strategis. Sebagai pelabuhan tipe B, PPN Brondong memiliki fasilitas dan aktivitas pendaratan ikan yang sangat tinggi dengan dominasi alat tangkap jenis pukat tarik. Pertumbuhan produksi yang tercatat mengalami peningkatan dari 55.000 ton pada tahun 2023 menjadi 56.248 ton pada tahun 2024 menunjukkan potensi besar sekaligus beban eksploitasi yang tinggi terhadap sumber daya kelautan di wilayah tersebut (Direktorat Jenderal Perikanan Tangkap 2024; Suharyanto *et al*. 2022; Taurusman *et al*. 2025).

Keberlanjutan sektor ini telah menghadapi tantangan regulasi yang signifikan. Pemerintah melalui Kementerian Kelautan dan Perikanan telah menerbitkan Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan No. 18 Tahun 2021 telah melarang penggunaan alat tangkap tidak ramah lingkungan seperti cantrang (KKP, 2021). Sebagai solusinya, nelayan diwajibkan melakukan transisi ke Jaring Tarik Berkantong (JTB). JTB dirancang dengan spesifikasi teknis yang lebih selektif, terutama pada penggunaan mata jaring berbentuk kotak (*square mesh*) di bagian kantong, yang bertujuan untuk meminimalisir tangkapan ikan muda dan menjaga regenerasi stok ikan di laut (Taurusman *et al*. 2025; Wulandari *et al*. 2025).

Fakta di lapangan menunjukkan bahwa proses transisi ini memicu kekhawatiran mendalam di kalangan nelayan mengenai aspek ekonomi. Terdapat persepsi bahwa JTB mengakibatkan penurunan volume hasil tangkapan dibandingkan cantrang, sehingga mengancam pendapatan nelayan. Suryawati & Pramoda (2016) mengemukakan bahwa dampak pergantian alat tangkap cantrang (Permen No 2 Tahun 2015) mengakibatkan penurunan pendapatan nelayan sebesar Rp3.140.000.000/bulan, sementara rata-rata pendapatan untuk kapal cantrang mencapai Rp20.000.000/bulan. Salah satu penyebab penurunan hasil tangkapan adalah karena JTB memiliki ukuran *square mesh* yang lebih besar dibandingkan cantrang, yaitu sebesar 2 inchi. Ketidakpastian volume hasil tangkapan menjadi hambatan utama, mengingat biaya operasional perikanan di PPN Brondong sangat bergantung pada harga perbekalan serta bahan bakar (Mulyadi 2011).

Nelayan merasa enggan beralih sepenuhnya karena khawatir pendapatan yang diperoleh tidak mampu menutupi beban biaya tetap dan variabel yang harus dikeluarkan setiap kali melaut. Mengacu pada hal tersebut, nelayan di PPN Brondong cenderung tetap membawa alat tangkap cantrang dan JTB pada saat kegiatan melaut, dan hanya menggunakan cantrang pada saat operasional alat tangkap di daerah penangkapan ikan (DPI). Nelayan juga cenderung tidak memodifikasi baik dari kapal yang digunakan dan jumlah trip yang digunakan pada alat tangkap cantrang untuk peralihan ke JTB. Selain itu, tidak adanya data empiris mengenai simulasi keuntungan JTB di PPN Brondong yang objektif menyebabkan nelayan sulit memprediksi kelayakan usaha mereka dimasa depan. Analisis ekonomi yang mendalam sangat diperlukan untuk memberikan gambaran mengenai titik impas (*break even point*) dan rasio keuntungan (*revenue cost ratio*) sebagai dasar pertimbangan dalam pengambilan keputusan (Sugiarto *et al*., 2002; Arumtyas *et al*., 2023).

Berdasarkan permasalah di atas, diduga perlu dilakukan simulasi terkait skenario penurunan keuntungan hasil tangkapan cantrang, untuk mengestimasi jumlah keuntungan terendah jika nelayan beralih menggunakan alat tangkapan JTB. Penelitian ini bertujuan untuk menghitung biaya operasional kebutuhan melaut, mengidentifikasi faktor-faktor yang berpengaruh pada biaya operasional, dan simulasi penurunan keuntungan cantrang jika nelayan beralih menggunakan JTB. Melalui simulasi skenario penurunan keuntungan cantrang, penelitian ini diharapkan dapat memberikan edukasi strategis bagi nelayan dan pemangku kebijakan mengenai ambang batas toleransi operasional JTB agar tetap menguntungkan secara finansial dan berkelanjutan secara ekologis.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di PPN Brondong, Kabupaten Lamongan, Jawa Timur. Seluruh rangkaian pengambilan data lapangan sampai dengan pengolahan data dilakukan selama periode bulan Februari hingga Oktober 2025. Pendekatan penelitian yang digunakan adalah metode deskriptif melalui studi kasus untuk mendapatkan gambaran mendalam mengenai operasional unit penangkapan ikan. Pengumpulan data dilakukan dengan teknik observasi langsung dan wawancara menggunakan kuesioner terstruktur kepada responden. Menurut Arikunto (2019), metode survei dengan pendekatan wawancara efektif digunakan untuk menggali informasi primer dari populasi yang memiliki karakteristik seragam dalam aktivitas ekonominya.

Penentuan jumlah sampel kapal dilakukan dengan metode *purposive sampling* terhadap 15 unit kapal JTB yang masih menggunakan alat tangkap cantrang atau membawa dua alat tangkap sekaligus (JTB dan cantrang). Ukuran kapal sampel adalah berkisar antara 30 hingga 51 GT. 15 Sampel kapal tersebut digunakan untuk memperoleh nilai keuntungan dari alat tangkap cantrang dan diestimasikan kelayakan finansialnya jika kapal tersebut berganti menggunakan JTB. Kriteria responden yang dipilih adalah nakhoda atau pemilik kapal yang telah memiliki pengalaman operasional minimal 5 tahun dan secara aktif melakukan pendaratan hasil tangkapan di PPN Brondong. Besaran sampel ini diasumsikan representatif sesuai dengan pernyataan Arikunto (2019) yang menyebutkan bahwa untuk populasi besar, pengambilan sampel sebesar 10-15% sudah mencukupi untuk mewakili karakteristik data.

Analisis faktor-faktor yang memengaruhi biaya operasional disusun menggunakan pendekatan sistem melalui *Causal Loop Diagram* (CLD). CLD merupakan diagram yang digunakan untuk menggambarkan hubungan sebab-akibat antar variabel dalam suatu sistem serta menunjukkan bagaimana hubungan tersebut saling memengaruhi melalui umpan balik (*feedback loop*). CLD membantu memahami keterkaitan antar faktor dan bagaimana perubahan pada satu faktor dapat memengaruhi faktor lainnya dalam suatu sistem (Bala *et al.* 2017; Barbrook-Johnson & Penn 2022). Pada penelitian, teknik ini digunakan untuk memetakan hubungan timbal balik antara variabel GT kapal, jumlah awak kapal, durasi melaut, serta konsumsi logistik dan energi. CLD membantu dalam memahami kompleksitas pengeluaran usaha perikanan di mana satu variabel dapat memicu peningkatan pada variabel lainnya, sehingga memberikan kerangka kerja yang komprehensif untuk identifikasi biaya.

Komponen biaya yang dianalisis dipisahkan menjadi biaya tetap dan biaya variabel. Biaya tetap mencakup beban penyusutan dan pemeliharaan alat, sementara biaya variabel meliputi pengeluaran Bahan Bakar Minyak (BBM), es balok, logistik konsumsi, serta upah tenaga kerja. Klasifikasi biaya ini merujuk pada prinsip manajemen keuangan perikanan menurut Mulyadi (2011), yang menyatakan bahwa akurasi dalam pencatatan biaya operasional sangat menentukan keberhasilan perhitungan laba bersih suatu usaha.

Untuk mengukur kelayakan finansial JTB, penelitian ini menerapkan analisis rasio pendapatan dan biaya atau *Revenue Cost Ratio* (R/C Ratio). Indikator ini merupakan alat ukur efisiensi usaha di mana jika nilai R/C lebih besar dari satu (R/C > 1), maka usaha tersebut dinyatakan layak secara finansial. Sesuai dengan teori yang dikemukakan oleh Sugiarto *et al.* (2002), rasio ini memberikan gambaran langsung mengenai besarnya pendapatan yang diperoleh dari setiap satu satuan biaya yang dikeluarkan. Adapun persamaan rumus yang digunakan pada penelitian ini, adalah sebagai berikut (Suratiyah, 2015):

$$\pi = TR - TC \quad (1)$$

Keterangan:
π : Keuntungan
TR : Total penerimaan (*Total Revenue*)

TC : Total pengeluaran (*Total Cost*)

$$R/C = \frac{R}{TC} \quad (2)$$

Keterangan:
R : Penerimaan pendapatan bersih/keuntungan pemilik modal (*revenue*)
C : Pengeluaran (*Cost*)

Selain R/C *Ratio*, analisis BEP juga dilakukan untuk menentukan ambang batas minimum produksi atau harga agar usaha tidak mengalami kerugian. Pada penelitian ini tidak mempertimbangkan faktor musim penangkapan ikan. Data penelitian menggunakan total hasil tangkapan pada tahun 2024. Perhitungan BEP mencakup BEP harga (Rp/kg) dan BEP produksi (kg). Analisis ini krusial untuk mengetahui seberapa jauh volume tangkapan boleh menurun sebelum usaha menyentuh titik kritis kerugian, yang menjadi landasan dalam menentukan strategi keberlanjutan usaha (Sugiarto *et al.* 2002). Perhitungan BEP menggunakan rumus sebagai berikut (Suratiyah, 2015).

$$BEP = \frac{TC}{P} \quad (3)$$

Keterangan:
BEP : Titik impas
TC : Total biaya operasional per trip
P : Harga jual rata-rata ikan per kg

Penelitian ini melakukan simulasi keuntungan melalui pengembangan berbagai skenario penurunan hasil tangkapan, mulai dari penurunan 10% hingga 60%. Simulasi ini bertujuan untuk menguji ketahanan finansial usaha JTB dalam menghadapi kondisi yang dianggap nelayan sebagai dampak negatif transisi alat tangkap. Model simulasi ini didasarkan pada prinsip manajemen risiko untuk memprediksi stabilitas pendapatan awak kapal dan keuntungan pemilik di bawah tekanan penurunan produktivitas tangkapan (Sugiarto *et al*. 2002).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Operasional kapal JTB di PPN Brondong didominasi oleh armada berukuran 14 hingga 51 GT, yang melibatkan tenaga kerja rata-rata sebanyak 17 orang per unit kapal. Durasi penangkapan ikan (*trip*) berlangsung cukup intensif, yakni berkisar antara 12 hingga 15 hari, yang mencakup perjalanan menuju *fishing ground* di Laut Jawa hingga Selat Makassar. Aktivitas penangkapan dilakukan dengan metode sapuan dasar perairan, di mana efisiensi operasional sangat bergantung pada sinergi antara tenaga mesin kapal dan ketangkasan ABK dalam melakukan manajemen waktu pada tahap *setting* dan *hauling* (Wiyono 2010a; Purwanto 2015; Wijayanto *et al*. 2019). Gambar konstruksi JTB disajikan pada **Figure 1**.

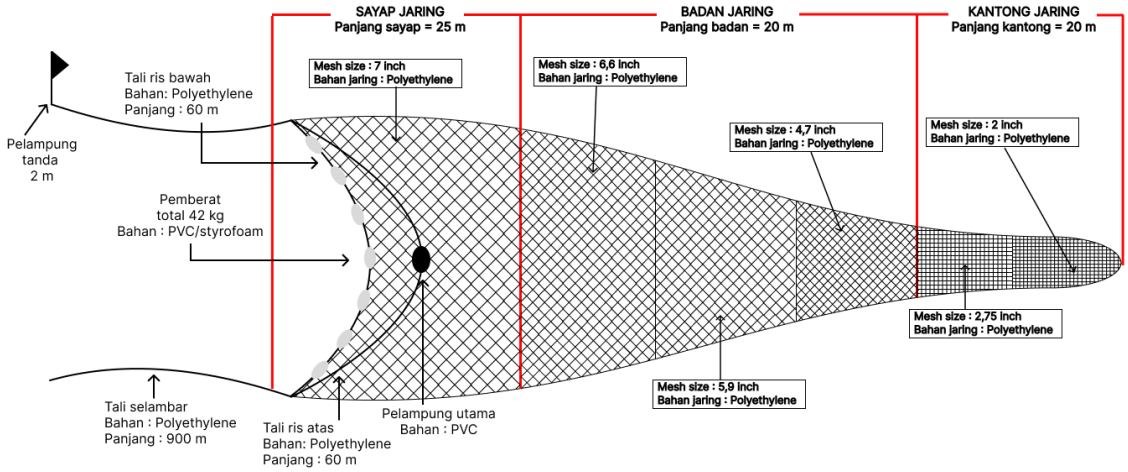


Figure 1. *Construction of seine net at PPN Brondong (modified from Ramadhan et al., 2022)*

Gambar 1. Konstruksi jaring tarik berkantong di PPN Brondong (modifikasi dari Ramadhan *et al.* 2022)

Secara teknis, penggunaan JTB menuntut adaptasi pada aspek penggunaan bahan bakar dan logistik akibat jarak tempuh yang jauh serta beban alat tangkap yang ditarik. Daerah pengoperasian JTB umumnya sama dengan daerah pengoperasian cantrang. Tidak ada perubahan untuk lama trip, jumlah ABK, dan jumlah biaya operasional dari nelayan JTB yang melakukan peralihan dari alat tangkap cantrang. Struktur pengeluaran menunjukkan bahwa konsumsi solar menjadi variabel paling sensitif, menyerap hingga 54% dari total biaya operasional, terutama pada kapal-kapal berukuran besar (Yaqin *et al.* 2024; Yuwandana *et al.* 2025). Untuk menjaga kualitas hasil tangkapan utama seperti kurisi dan swanggi, kapal-kapal ini mengandalkan sistem rantai dingin dengan kebutuhan es balok yang mencapai 17,9% dari total biaya per trip (Mulyadi 2011; Direktorat Jenderal Perikanan Tangkap 2024).

Kebutuhan Biaya Operasional untuk Melaut

Analisis biaya operasional pada perikanan Jaring Tarik Berkantong (JTB) di PPN Brondong dilakukan dengan menghitung rata-rata pengeluaran dari 15 kapal sampel berukuran 14 hingga 51 GT. Struktur biaya ini difokuskan pada biaya variabel per *trip* penangkapan yang dibagi menjadi dua kategori utama, yaitu kebutuhan operasional manusia dan kebutuhan operasional teknis kapal (Putra *et al.* 2021). Kebutuhan operasional manusia mencakup seluruh biaya logistik yang diperlukan untuk menunjang aktivitas awak kapal selama di laut yang meliputi bahan pangan, air minum dan air bersih. Pengeluaran untuk konsumsi harian awak kapal yang disesuaikan dengan jumlah ABK dan durasi melaut (Nur *et al.* 2023). Air minum dan air bersih dipergunakan untuk konsumsi dan sanitasi selama operasional penangkapan. Kebutuhan manusia yang disediakan untuk 15 kapal sampel disajikan pada **Table 1**.

Berdasarkan data operasional (**Table 1**), volume air minum yang dibawa berkisar antara 30 hingga 100 galon per trip dengan estimasi biaya mencapai Rp240.000 hingga Rp800.000 per perjalanan. Kapal dengan kapasitas besar seperti KM Sri Kumpul (29 GT) dan KM Baharu (51 GT) tercatat membawa muatan maksimal sebanyak 1.900 liter. Variasi konsumsi air minum harian sangat dipengaruhi oleh jumlah ABK dan efisiensi pola penggunaan di atas kapal, bukan sekadar ukuran *Gross Tonnage* (GT) kapal tersebut.

Sebagai contoh, KM Sri Kumpul menunjukkan tingkat konsumsi 6,2 liter per orang per hari, sementara KM Baharu menunjukkan efisiensi yang lebih tinggi dengan 4,9 liter per orang per hari meskipun kapasitas kapalnya lebih besar. Sebaliknya, kapal yang lebih kecil seperti Jaya Muda hanya membawa 570 Liter untuk durasi trip singkat selama 6 hari. Hal ini menegaskan bahwa manajemen logistik yang ketat diperlukan untuk menjaga stamina fisik nelayan sekaligus mengoptimalkan pengeluaran perbekalan selama operasi penangkapan berlangsung (Litaay *et al.* 2017; Iskandar *et al.* 2024).

Table 1. *Ship's crew operational requirements for 15 fishing vessels per trip*

Tabel 1. Kebutuhan operasional ABK pada 15 kapal per trip

Nama Kapal	GT	Lama Trip (Hari)	Jumlah ABK	Biaya Pangan (Rp)	Pangan per ABK(Rp) per hari	Air Minum (Liter)	Kebutuhan Air Minum per ABK/hari (Liter)	Air Bersih (Ton)	Kebutuhan Air Bersih per ABK/hari (Liter)
KM Jaya Muda	14	6	12	2.453.976	34.083	570	7,9	1	14
KM Tauhid Ilahi	21	13	14	7.929.922	43.571	570	3,1	12	66
KM Pesona Laut	22	13	15	7.868.250	40.350	1.140	5,8	12	62
KM Joyo Selamet	27	14	14	7.497.000	38.250	1.140	5,8	12	61
KM Kurnia Aji	29	15	16	6.346.800	26.445	950	4	18	75
KM Hasil Alam	29	17	15	9.294.750	36.450	1.520	6	12	47
KM Sri Kumpul	29	17	18	22.320.864	72.944	1.900	6,2	12	39
KM Seger	30	15	16	8.962.560	37.344	1.330	5,5	12	50
KM Sniper 3	30	17	17	11.806.517	40.853	1.520	5,3	16	55
KM Bismillah	30	18	16	15.138.144	52.563	760	2,6	12	42
KM Sumber Kuat	30	18	17	12.496.428	40.838	1.330	4,3	12	39
KM Hasil Laut Biru	30	18	17	11.393.910	37.235	1.520	5	12	39
KM Semi Jaya	30	20	20	17.165.200	42.913	1.140	2,8	12	30
KM Unggol Pangan	40	21	18	14.482.314	38.313	1.140	3	12	32
KM Baharu	51	23	17	16.680.842	42.662	1.900	4,9	27	69

Selain air minum, kebutuhan air bersih untuk keperluan operasional teknis dan mandi juga menjadi komponen biaya yang signifikan dengan rata-rata konsumsi mencapai 12,93 ton per trip. Mayoritas kapal JTB menggunakan standar 12 ton air bersih untuk durasi melaut antara 13 hingga 21 hari, dengan total biaya rata-rata sebesar Rp147.440. Distribusi kebutuhan ini sangat kontras antara kapal terkecil (1 ton) dan kapal terbesar (27 ton), di mana penyimpanan dilakukan menggunakan palka,

drum, atau gentong. Secara keseluruhan, stabilitas pasokan air bersih dan minum di PPN Brondong menjadi indikator kesiapan sarana prasarana yang mendukung keberlanjutan ekonomi dan kesejahteraan para nelayan (Suharyanto *et al.* 2022). Adapun total pengeluaran kebutuhan manusia pada setiap kapal sampel yang disajikan pada **Table 2**.

Berdasarkan **Table 2**, pengeluaran untuk kebutuhan logistik awak kapal pada operasional JTB di PPN Brondong menunjukkan rentang yang sangat dinamis antar armada. Data menunjukkan bahwa KM Jaya Muda mencatat total biaya perbekalan terendah sebesar Rp2.705.376, sementara KM Sri Kumpul mencapai angka tertinggi hingga Rp23.257.664. Variasi pengeluaran ini dipengaruhi secara signifikan oleh perbedaan jumlah awak kapal (ABK), durasi melaut, serta volume kebutuhan pangan dan air yang harus dipenuhi selama satu kali perjalanan penangkapan.

Table 2. *Total expenditure on ship's crew provisions (food, drinking water, and clean water) per trip*

Tabel 2. Total pengeluaran kebutuhan ABK (pangan, air minum, dan air bersih) per trip

No	Nama Kapal	ABK	Biaya Pangan (Rp)	Biaya Air Minum (Rp)	Biaya Air Bersih (Rp)	Total Biaya per Kapal (Rp)	Total Biaya per ABK (Rp)
1	KM Jaya Muda	12	2.453.976	240.000	11.400	2.705.376	225.448
2	KM Tauhid Ilahi	14	7.929.922	240.000	136.800	8.306.722	593.337
3	KM Pesona Laut	15	7.868.250	480.000	136.800	8.485.050	565.670
4	KM Joyo Selamet	14	7.497.000	480.000	136.800	8.113.800	579.557
5	KM Kurnia Aji	16	6.346.800	400.000	205.200	6.952.000	434.500
6	KM Hasil Alam	15	9.294.750	640.000	136.800	10.071.550	671.437
7	KM Sri Kumpul	18	22.320.864	800.000	136.800	23.257.664	1.292.092
8	KM Seger	16	8.962.560	560.000	136.800	9.659.360	603.710
9	KM Sniper 3	17	11.806.517	640.000	182.400	12.628.917	742.877
10	KM Bismillah	16	15.138.144	320.000	136.800	15.594.944	974.684
11	KM Sumber Kuat	17	12.496.428	560.000	136.800	13.193.228	776.072
12	KM Hasil Laut Biru	17	11.411.910	640.000	136.800	12.188.710	716.983
13	KM Semi Jaya	20	17.165.200	480.000	136.800	17.782.000	889.100
14	KM Unggol Pangan	18	14.482.314	480.000	136.800	15.099.114	838.840
15	KM Baharu	17	16.680.842	800.000	307.800	17.766.642	1.045.097

Ditinjau dari perspektif biaya per individu, efisiensi pembagian sumber daya terlihat dari adanya perbedaan biaya per ABK di setiap kapal. KM Jaya Muda memiliki biaya per kapita paling ekonomis sebesar Rp225.448, berbanding terbalik dengan KM Sri Kumpul yang mencapai Rp1.292.092 per orang. Beberapa kapal lainnya seperti Unggol Pangan dan Semi Jaya berada pada kisaran menengah (Rp776.072–Rp889.100), sedangkan kelompok kapal seperti Kurnia Aji dan Hasil Alam berada pada rentang Rp434.500 hingga Rp716.983. Fenomena ini menunjukkan bahwa penambahan jumlah awak kapal cenderung meningkatkan total biaya operasional secara kumulatif, namun tidak selalu berbanding lurus dengan kenaikan biaya per individu karena adanya faktor efisiensi skala dalam pengelolaan logistik.

Kebutuhan operasional teknis kapal meliputi es balok untuk mendinginkan hasil tangkapan, bahan bakar minyak (BBM), dan pelumas. Kebutuhan operasional teknis kapal disesuaikan dengan lama trip penangkapan dan GT kapal. Kebutuhan operasional teknis kapal disajikan pada **Table 3**. Berdasarkan **Table 3**, volume es yang dibawa per trip sangat bervariasi antara 130 hingga 1.200 balok dengan rata-rata 653 balok, di mana biaya yang dikeluarkan berkisar antara Rp1.625.000 hingga Rp15.000.000 per perjalanan.

Kapasitas ini berkorelasi linear dengan ukuran kapal dan durasi melaut, seperti KM Baharu (51 GT) yang memerlukan stok maksimal untuk operasi hingga 23 hari. Sesuai standar SNI 2729:2021, armada JTB wajib menerapkan rasio ideal es dan ikan sebesar 1:1 guna mempertahankan suhu pusat ikan pada kisaran 0°C–5°C. Langkah ini krusial untuk memitigasi risiko penurunan mutu (*quality loss*) yang dapat berdampak langsung pada penurunan harga jual di pasar (Litaay *et al.* 2017).

Table 3. *Ship's technical operational requirements*

Tabel 3. Kebutuhan operasional teknis kapal

Nama Kapal	GT	Lama Trip (hari)	Es Balok (Balok)	Total Biaya Es (Rp)	BBM (Liter)	Biaya BBM (Rp)	Pelumas (Liter)	Biaya Pelumas (Rp)
KM Jaya Muda	14	6	130	1.625.000	630	4.284.000	30	600.000
KM Tauhid Ilahi	21	13	400	5.000.000	2.310	15.708.000	40	800.000
KM Pesona Laut	22	13	400	5.000.000	1.890	12.852.000	20	400.000
KM Joyo Selamet	27	14	600	7.500.000	3.150	21.420.000	20	400.000
KM Kurnia Aji	29	15	600	7.500.000	3.570	24.276.000	25	500.000
KM Hasil Alam	29	17	750	9.375.000	3.150	21.420.000	20	400.000
KM Sri Kumpul	29	17	720	9.000.000	4.620	31.416.000	30	600.000
KM Seger	30	15	650	8.125.000	5.250	35.700.000	25	500.000
KM Sniper 3	30	17	650	8.125.000	3.570	24.276.000	20	400.000
KM Bismillah	30	18	550	6.875.000	3.150	21.420.000	30	600.000
KM Sumber Kuat	30	18	650	8.125.000	4.200	28.560.000	30	600.000
KM Hasil Laut Biru	30	18	800	10.000.000	4.200	28.560.000	15	300.000
KM Semi Jaya	30	20	700	8.750.000	4.620	31.416.000	50	1.000.000
KM Unggol Pangan	40	21	1.000	12.500.000	3.780	25.704.000	50	1.000.000
KM Baharu	51	23	1.200	15.000.000	7.560	51.408.000	40	800.000

Bahan Bakar Minyak (BBM) memegang peranan sebagai komponen pengeluaran paling dominan yang menyerap lebih dari 50% total biaya variabel operasional. Konsumsi solar per trip menunjukkan disparitas yang lebar, yakni antara 3.150 hingga 5.250 liter untuk kapal berukuran 30 GT, dengan total biaya mencapai Rp4,3 juta hingga Rp51,4 juta (asumsi harga Rp6.800/liter). Variasi konsumsi ini tidak hanya dipengaruhi oleh spesifikasi teknis mesin dan usia kapal, tetapi juga sangat bergantung pada strategi navigasi nelayan dalam memanfaatkan arus laut serta jarak menuju lokasi penangkapan (*fishing ground*). Efisiensi penggunaan BBM menjadi titik kritis dalam menjaga profitabilitas usaha, terutama dalam fase transisi alat tangkap dari cantrang menuju JTB.

Selain aspek bahan bakar, pengelolaan pelumas pada armada JTB di PPN Brondong menunjukkan pola adaptasi teknis yang berbasis pada pengalaman empiris nelayan. Meskipun ukuran kapal relatif seragam, kebutuhan pelumas berkisar antara 15 hingga 50 liter per trip dengan biaya operasional Rp300.000 hingga Rp1.000.000. Nelayan cenderung menerapkan sistem penambahan (*top up*) dan membawa pelumas cadangan sebagai bentuk mitigasi risiko kerusakan mesin di tengah laut, alih-alih melakukan penggantian total secara kaku. Praktik pemantauan konsumsi bahan operasional ini berfungsi sebagai indikator efisiensi kinerja mesin yang sangat menentukan keberhasilan operasi penangkapan ikan secara keseluruhan (Prakasa *et al.* 2024). Adapun Total biaya kebutuhan operasional JTB yang disajikan pada **Table 4**.

Table 4. *Total operational requirements of seine net fishing vessels per trip at PPN Brondong*

Tabel 4. Total kebutuhan kapal JTB per trip di PPN Brondong

No	Nama Kapal	GT	Lama Trip (hari)	Total Biaya (Rp)	Solar (%)	Operasional Manusia (%)	Es Balok (%)	Pelumas (%)
1	KM Jaya Muda	14	6	9.214.376	46,5	29,4	17,6	6,5
2	KM Tauhid Ilahi	21	13	29.814.722	52,7	27,9	16,8	2,7
3	KM Pesona Laut	22	13	26.737.050	48,1	31,7	18,7	1,5
4	KM Joyo Selamet	27	14	37.433.800	57,2	21,7	20,0	1,1
5	KM Kurnia Aji	29	15	39.228.000	61,9	17,7	19,1	1,3
6	KM Seger	29	17	41.266.550	51,9	24,4	22,7	1,0
7	KM Hasil Alam	29	17	64.273.664	48,9	36,2	14,0	0,9
8	KM Sniper 3	30	15	53.984.360	66,1	17,9	15,1	0,9
9	KM Sri Kumpul	30	17	45.429.917	53,4	27,8	17,9	0,9
10	KM Bismillah	30	18	44.489.944	48,1	35,1	15,5	1,3
11	KM Sumber Kuat	30	18	50.478.228	56,6	26,1	16,1	1,2
12	KM Hasil Laut Biru	30	18	51.030.710	56,0	23,8	19,6	0,6
13	KM Semi Jaya	30	20	58.948.000	53,3	30,2	14,8	1,7
14	KM Unggol Pangan	40	21	54.303.114	47,3	27,8	23,0	1,8
15	KM Baharu	51	23	84.996.642	60,5	20,9	17,6	0,9

Berdasarkan **Table 4**, struktur biaya operasional kapal JTB di PPN Brondong menunjukkan fluktuasi yang signifikan dengan rentang biaya per trip antara Rp9,21 juta hingga Rp85 juta, serta nilai rata-rata mencapai Rp46,1 juta. Berdasarkan analisis proporsi biaya, konsumsi bahan bakar minyak (solar) menjadi komponen paling dominan yang menyerap rata-rata 54,0% dari total pengeluaran, disusul oleh biaya operasional manusia (25,7%), kebutuhan es balok (17,9%), dan pelumas (1,6%). Variasi strategi operasional terlihat pada kapal seperti Kapal Seger yang mengalokasikan hingga 66,1% biayanya untuk solar akibat jarak *fishing ground* yang jauh, sementara kapal lain seperti KM Sri Kumpul menitikberatkan pengeluaran pada aspek logistik manusia (36,2%) karena jumlah ABK yang lebih besar.

Efisiensi manajemen energi dan optimalisasi tenaga kerja menjadi faktor kunci dalam menjaga profitabilitas usaha, di mana kapal besar seperti KM Baharu (51 GT) meskipun memiliki biaya total tertinggi (Rp85 juta), mampu menunjukkan efisiensi pada pos operasional manusia sebesar 20,9%. Pengaturan navigasi dan pemilihan lokasi penangkapan yang strategis merupakan bentuk adaptasi krusial bagi nelayan dalam menghadapi transisi alat tangkap guna menekan biaya variabel yang tinggi.

Faktor Penentu Biaya Operasional JTB

Beban pengeluaran operasional dalam usaha perikanan Jaring Tarik Berkantong di PPN Brondong sangat dipengaruhi oleh variabel teknis armada, terutama ukuran kapal (*Gross Tonnage*/GT). Berdasarkan analisis CLD (**Figure 2**), kapasitas kapal menjadi variabel penggerak utama yang secara linear menentukan kebutuhan energi mesin dan jumlah tenaga kerja yang diperlukan. Kapal dengan GT yang lebih besar memerlukan konsumsi Bahan Bakar Minyak (BBM) yang jauh lebih tinggi untuk menggerakkan mesin utama serta sistem penarik jaring (*winch*). Hal ini selaras dengan temuan Wiyono (2010b) yang menyatakan bahwa dimensi kapal memiliki korelasi positif terhadap efisiensi energi, di mana solar mendominasi struktur biaya hingga mencapai 54% dari total pengeluaran per trip.

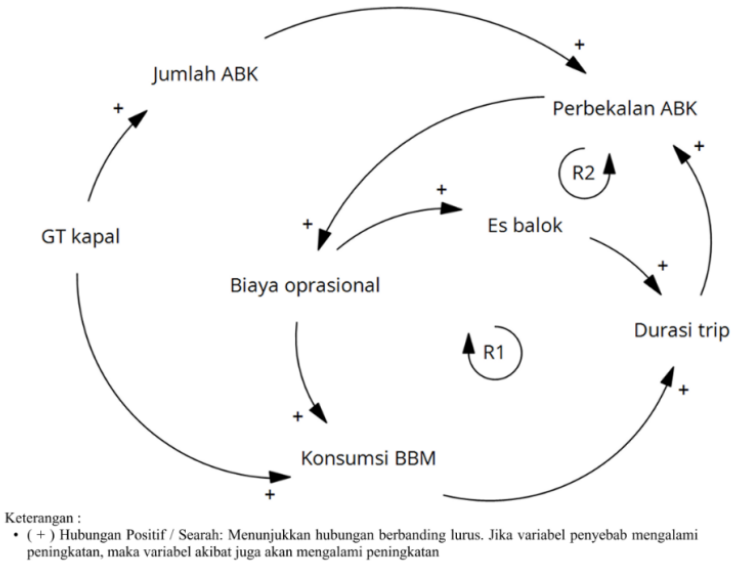


Figure 2. *Causal Loop Diagram (CLD) of factors affecting the operational costs of seine net fishing vessels*

Gambar 2. CLD faktor-faktor yang memengaruhi biaya operasional kapal JTB

Selain faktor teknis kapal, durasi operasional melaut dan penentuan daerah penangkapan ikan (*fishing ground*) menjadi faktor krusial yang mengendalikan biaya variabel. Semakin jauh lokasi penangkapan dari pelabuhan pangkalan, maka kebutuhan BBM dan es balok untuk menjaga kesegaran ikan akan meningkat secara signifikan. Manajemen waktu pada tahap *setting* dan *hauling* juga berperan penting; ketidakefisienan dalam operasi penangkapan dapat menyebabkan pemborosan energi yang tidak perlu. Optimalisasi waktu operasional dan ketepatan navigasi menuju daerah kelimpahan ikan adalah kunci utama dalam mereduksi biaya variabel yang sering kali fluktuatif akibat perubahan harga perbekalan di pasar.

Faktor sosial-ekonomi, khususnya jumlah awak kapal (ABK) dan sistem logistik, juga memberikan kontribusi besar terhadap total biaya tetap dan variabel. Peningkatan jumlah personel secara otomatis meningkatkan kebutuhan logistik konsumsi selama di tengah laut, yang menyerap rata-rata 25,7% dari anggaran operasional. Meskipun pengurangan jumlah ABK dapat menekan biaya, hal tersebut berisiko menurunkan produktivitas penanganan ikan pasca-tangkap yang berujung pada penurunan kualitas dan harga jual. Oleh karena itu, keseimbangan antara jumlah tenaga kerja dan kapasitas palka menjadi strategi adaptasi penting bagi nelayan dalam menghadapi transisi alat tangkap (Mulyadi 201).

Simulasi Penurunan Keuntungan Cantrang

Berdasarkan hasil analisis finansial pada kondisi normal, unit penangkapan JTB di PPN Brondong menunjukkan performa ekonomi yang sangat positif. Adapun hasil analisis finansial yang disajikan pada **Table 5**.

Table 5. *Cost and revenue structure of 14–51 GT seine net fishing vessels at PPN Brondong per year*

Tabel 5. Struktur biaya dan pendapatan cantrang 14-51 GT di PPN Brondong per tahun

Uraian	Nilai (Rp)
PENDAPATAN (TR)	
Total Hasil Tangkapan	312.093,33 kg
Harga Rata-rata	16.506 per kg
Total Pendapatan Kotor	5.151.521.792,67
BIAYA OPERASIONAL	
Biaya Operasional Per Trip	46.109.805,13
Jumlah Trip Per Tahun	17,53 trip
Total Biaya Operasional Per Tahun	808.458.583,34
BIAYA TETAP	
Penyusutan Kapal dan Alat	141.032.373
Biaya Tambat/Labuh dan Sandar	475.000
Total Biaya Tetap	141.507.373
Total Biaya Sebelum Bagi Hasil (TC_1)*	949.965.956,34
Pendapatan Setelah Biaya (TR - TC_1)	4.201.555.836,33
Pajak Hasil Tangkapan (5% dari TR)	257.576.089,63
Pendapatan Bersih Untuk Bagi Hasil	3.943.979.746,70
Bagi Hasil ABK (50% Pendapatan Bersih)**	1.971.989.873,35
Keuntungan Pemilik Kapal (50% Pendapatan Bersih) (*R*)	1.971.989.873,35
R/C Ratio (*R* / TC_1)	2,08

Keterangan:
*TC_1 (Total Cost Level 1): Total biaya operasional + biaya tetap sebelum sistem bagi hasil (Rp 949.965.956,34).
**Sistem bagi hasil 50:50 diterapkan setelah semua biaya operasional, biaya tetap, dan pajak dikurangkan

Mengacu pada **Table 5**, rata-rata pendapatan kotor yang diperoleh mencapai Rp169.100.000 per trip, sementara biaya operasional yang dikeluarkan rata-rata sebesar Rp46.100.000. Dengan struktur tersebut, usaha ini menghasilkan R/C *Ratio* sebesar 2,08, yang berarti setiap satu rupiah biaya yang dikeluarkan mampu memberikan penerimaan sebesar 2,08 kali lipat. Tingkat keuntungan ini menunjukkan bahwa transisi dari cantrang ke JTB tetap memiliki prospek ekonomi yang menjanjikan bagi pemilik kapal maupun awak kapal (Direktorat Jenderal Perikanan Tangkap 2024).

Analisis BEP memperkuat bukti ketahanan usaha ini dengan menunjukkan margin keamanan yang cukup lebar. Hasil perhitungan BEP disajikan pada **Table 6**. Titik impas produksi berada pada angka 3.283 kg per trip, jauh di bawah rata-rata produksi aktual yang mencapai 17.800 kg. Dari sisi harga, BEP berada pada tingkat Rp1.751/kg, sementara harga jual rata-rata ikan di pasar saat ini mencapai Rp9.500/kg. Jarak yang signifikan antara kondisi aktual dengan titik impas ini memberikan

perlindungan bagi nelayan terhadap risiko fluktuasi harga pasar maupun penurunan volume tangkapan musiman (Sugiarto *et al.* 2002).

Table 6. *Break-Even Point (BEP) calculation for 14–51 GT seine net fishing vessels at PPN Brondong*

Tabel 6. Perhitungan *BEP* kapal cantrang14-51 GT di PPN Brondong

Komponen	Nilai	Keterangan
Total Biaya (TC_1) per Tahun	Rp949.965.956,34	Biaya operasional + biaya tetap
Total Hasil Tangkapan	312.093,33 kg	Produktivitas *baseline* per tahun
Total Pendapatan (TR)	Rp5.151.521.792,67	312.093,33 kg × Rp16.506
Biaya per Kg	Rp3.043,85/kg	TC_1 / Total Tangkapan = Rp949,965,956.34/ 312,093.33 kg
BEP Produksi (Kg)	57.551,55 kg/tahun	TC_1 / P = Rp312.093,33 / Rp16.506 (Atau 3.523,56 kg per trip dengan 16,33 trip/tahun)
BEP Penjualan (Rp)	Rp949.965.956,34 /tahun	Nilai penjualan minimum untuk impas (Atau Rp58.161.181,00 per trip)
Margin Keamanan (Safety Margin)	81,56%	(312.093,33 - 57.551,55) / 312.093,33 × 100% = 254541,78 kg / 312.093,33 kg × 100%
Perbandingan Aktual vs BEP	5,42 kali	312.093,33 kg / 57.551,55 kg (Produktivitas aktual 542 % dari BEP)

Selanjutnya dilakukan simulasi penurunan keuntungan dari kapal cantrang yang disajikan pada **Table 7**. Pada simulasi skenario penurunan hasil tangkapan (**Table 7**), ditemukan bahwa batas toleransi kritis usaha JTB berada pada skenario penurunan sebesar 40% hingga 55%. Pada penurunan produksi 40% (Skenario 3), usaha masih dikategorikan layak dengan R/C Ratio 1,25, namun pendapatan bersih ABK mulai tertekan hingga mendekati angka Rp2.450.000 per bulan. Namun, jika produksi anjlok hingga 55% (Skenario 4), nilai R/C *Ratio* jatuh ke angka 0,94 yang menandakan usaha mulai mengalami kerugian finansial. Simulasi ini membuktikan bahwa stabilitas usaha sangat bergantung pada kemampuan alat tangkap JTB dalam mempertahankan minimal 60% dari produktivitas rata-rata saat ini.

Komponen biaya Bahan Bakar Minyak (BBM) muncul sebagai faktor determinan utama dengan rata-rata proporsi sebesar 54% dari total pengeluaran. Pada kapal tertentu seperti Kapal Seger, beban solar bahkan mencapai 66,1% akibat lokasi penangkapan yang jauh di wilayah Laut Jawa bagian utara. Tingginya ketergantungan pada solar membuat profitabilitas usaha JTB sangat sensitif terhadap kebijakan harga energi nasional. Strategi mitigasi yang dilakukan nelayan umumnya adalah dengan menyesuaikan durasi trip atau mencari lokasi penangkapan yang lebih efektif guna meminimalkan konsumsi bahan bakar (Direktorat Jenderal Perikanan Tangkap 2024).

Struktur biaya operasional manusia dan logistik (es serta perbekalan) menyerap sekitar 43,6% dari total anggaran melaut. Kapal seperti KM Sri Kumpul menunjukkan alokasi logistik yang tinggi (36,2%) karena membawa jumlah personel yang lebih banyak untuk mempercepat proses penanganan ikan di atas geladak. Meskipun menambah beban biaya, kecepatan penanganan ini krusial untuk menjaga kualitas rantai dingin ikan agar harga jual di PPN Brondong tetap kompetitif. Dengan demikian, keberhasilan transisi JTB tidak hanya ditentukan oleh aspek teknis jaring, tetapi juga oleh manajemen biaya operasional yang terintegrasi (Mulyadi 2011).

Table 7. *Catch simulation for 14–51 GT seine net fishing vessels*

Tabel 7. Simulasi hasil tangkapan cantrang 14-51 GT

Skenario	Hasil Tangkapan (kg)	Total Pendapatan (TR) (Rp)	Pendapatan Bersih untuk Bagi Hasil (Rp)	Pendapatan Bersih Pemilik Kapal (50%)* (Rp)	R/C Ratio
Baseline (100%)	312.093,33	5.151.521.792,67	3.943.979.746,70	1.971.989.873,35	2,08
Skenario 1 (90%)	280.884,00	4.636.369.613,40	3.454.585.176,39	1.727.292.588,20	1,82
Skenario 2 (80%)	249.674,67	4.121.217.434,13	2.965.190.606,09	1.482.595.303,04	1,56
Skenario 3 (70%)	218.465,33	3.606.065.254,87	2.475.796.035,79	1.237.898.017,89	1,30
Skenario 4 (60%)	187.256,00	3.090.913.075,60	1.986.401.465,48	993.200.732,74	1,05
Skenario 5 (50%)	156.046,67	2.575.760.896,33	1.497.006.895,18	748.503.447,59	0,79
Skenario 6 (40%)	124.837,33	2.060.608.717,07	1.007.612.324,88	503.806.162,44	0,53

*Keuntungan bersih pemilik kapal = 50% dari Pendapatan Bersih untuk Bagi Hasil (setelah dikurangi biaya operasional, biaya tetap, dan pajak)

KESIMPULAN DAN SARAN

Rentang dan Struktur Biaya Operasional: Biaya operasional kapal bervariasi berdasarkan ukurannya (Rp9,21–29,81 juta per *trip* untuk kapal < 27 GT dan Rp39,23–85,97 juta per *trip* untuk kapal > 27 GT), dengan rata-rata kapal JTB sebesar Rp 46,1 juta per *trip*. Komponen biaya didominasi oleh solar (46,5–66,1%), tenaga kerja (17,7–36,2%), dan es balok (14,0–23,0%), dimana tingkat efisiensinya sangat bergantung pada penggunaan BBM serta jumlah ABK. Faktor Penentu Biaya: Biaya operasional JTB di PPN Brondong dipengaruhi secara utama oleh lima variabel: ukuran kapal (GT), jumlah ABK, lamanya waktu pelayaran (*trip*), kebutuhan BBM, dan pasokan es balok.

Ambang Kelayakan dan Kinerja Usaha: Batas minimum kelayakan usaha berada pada penurunan produksi hingga 60% (Skenario 4) dengan R/C *Ratio* 1,05, yang membutuhkan efisiensi logistik dan energi untuk bertahan. Penurunan produksi yang lebih dalam (Skenario 5 dan 6) menyebabkan usaha tidak layak karena R/C Ratio anjlok ke angka 0,79 dan 0,53.

DAFTAR PUSTAKA

Arikunto S. 2019. *Prosedur Penelitian: Suatu Pendekatan Praktik*. Jakarta (ID): Rineka Cipta.

Arumtyas A, Wijayanto D, Setyawan HA. 2023. Analisis Finansial Usaha Perikanan Tangkap Bottom Gill Net di Kabupaten Cilacap. *Jurnal Perikanan Tangkap: Indonesian Journal of Capture Fisheries,* 7(3):82–88.

Bala, B.K., Arshad, F.M. and Noh, K.M. (2017) System Dynamics: Modelling and Simulation. Singapore: Springer.

Barbrook-Johnson, P. and Penn, A.S. (2022) Systems Mapping: How to Build and Use Systems Maps. Cham: Springer.

Direktorat Jenderal Perikanan Tangkap. (2024). *Laporan Tahunan Statistik Perikanan PPN Brondong*. KKP RI.

Iskandar ANKBP. Zahidah, Sunardi, Kamarudin MKA. 2024. Measurement of fisheries provisioning services and its pressure to support sustainability of fisheries in the Jatigede Reservoir, Indonesia. *Environmental and Sustainability Indicators*, 22: 100405.

[KKP] Kementerian Kelautan dan Perikanan. 2021. Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia Nomor 18 Tahun 2021 tentang Penempatan Alat Penangkapan Ikan dan Alat Bantu Penangkapan Ikan di Wilayah Pengelolaan Perikanan Negara Republik Indonesia dan Laut Lepas serta Penataan Andon Penangkapan Ikan. Jakarta (ID): Kementerian Kelautan dan Perikanan.

Litaay C, Wisudo SH, Haluan J, Harianto B. 2017. Pengaruh perbedaan metode pendinginan dan waktu penyimpanan terhadap mutu organoleptik ikan cakalang segar. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*. 9(2):717-726.

Mulyadi S. 2011. *Ekonomi Kelautan*. Jakarta: PT RajaGrafindo Persada.

Nur FS. Suadi, Suwarman. 2023. Enhancing fishing port services quality to support fish supply chains of island fisheries at Belitung Island. *Jurnal Perikanan Universitas Gadjah Mada*, 25(2):129–141.

Prakasa FA, Nugraha KB, Kurniawan M. 2024. Pemasangan sistem pemantauan bahan bakar kapal KCT-1904 pada PT Pelayaran Nasional Ekalya Purnamasari. *Prosiding Seminar Implementasi Teknologi Informasi dan Komunikasi*. 3(1):28-35.

Purwanto P. 2015. Biomasa, produktivitas kapal penangkap dan potensi produksi ikan demersal di Laut Arafura. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*, 21(3):187–199.

Putra A. Mansyur K. Sulistiawati D, Nurdin MS. 2021. Sustainability of small-scale capture fisheries in Banggai Laut waters, Indonesia. *Journal of Marine Research*, 10(4):515–526.

Ramadhan MY, Limbong M, Telussa RF. 2022. Komposisi hasil tangkapan cantrang di Pangkalan Pendaratan Ikan (PPI) Kronjo. *Jurnal Ilmiah Satya Minabahari*. 8(1):36-49. DOI:10.53676/jism.v8i1.171.

Sugiarto, Sudjana R, Kelana S, Herlambang T, Brastoro. 2002. *Ekonomi Mikro: Sebuah Kajian Komprehensif.* Jakarta (ID): Gramedia Pustaka Utama.

Suharyanto, Goenaryo, Choerudin H, Dewi P, Hidayat T, Efyanto TK. 2022. Perbandingan cantrang dengan jaring tarik berkantong di Tegal. Dalam: *Prosiding Seminar Nasional Perikanan Indonesia ke-23*; 2022 Agu 23-24; Jakarta, Indonesia. Jakarta (ID): Politeknik AUP. hlm 133-142.

Suratiyah, K. 2015. *Ilmu Usahatani*. Edisi revisi. Jakarta: Penebar Swadaya.

Suryawati SH, Pramoda R. 2016. Dampak ekonomi pemberlakuan peraturan menteri kelautan dan perikanan no. 2 tahun 2015 terhadap aktivitas usaha nelayan cantrang di kota probolinggo, jawa timur. *Buletin Ilmiah "MARINA" Sosial Ekonomi Kelautan dan Perikanan*. 2(2):45-55

Taurusman AA, Wulandari TL, Nurani TW, Wiryawan B, Yulianto I, Novita Y. 2025. Assessing the indicated impact of cantrang (boat Danish seine) based on catch characteristics in Java Sea, Indonesia. *Fisheries and Aquatic Sciences,* 28(5):343–355.

Wijayanto D, Setiyanto I, Setyawan HA. 2019. Bio-economic model of Danish seine and purse seine fisheries in Rembang Regency, Indonesia. *Egyptian Journal of Aquatic Research.* 46(4): 63–70

Wiyono ES. 2010a. Komposisi, Diversitas dan Produktivitas Sumberdaya Ikan Dasar di Perairan Pantai Cirebon, Jawa Barat. *Ilmu Kelautan.* 15(4):214-220

Wiyono ES. 2010b. *Spesifikasi Unit Penangkapan Ikan*. Bogor (ID): IPB Press.

Wulandari U, Purwanti P, Primyastanto M, Setyohadi D, Abidin Z. 2025. Short-Term Financial Analysis to Measure the Feasibility of Danish Seine Net Business in Brondong Nusantara Fishing Port, Indonesia. *Egyptian Journal of Aquatic Biology and Fisheries,* 29(4):921–936.

Yaqin RI, Anjaska R, Demeianto B, Siahaan JP. 2024. Theoretical evaluation of fuel consumption in fishing vessel machinery. *Kapal: Jurnal Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Kelautan*, 21(3):181–189.

Yuwandana DP, Pahlevi MF, Kurniawati VR, Novita Y, Wiyono ES, 2025. Fuel saving model on seine net boats in Palabuhanratu. *International Journal of Marine Engineering Innovation and Research*, 10(3):980–987.