

Perancangan Tata Letak Mesin Pendingin dan Instalasi Panel Surya sebagai *Supply* Daya Sistem Pendingin Ruang Muat Kapal Ikan KM. Jaya Putra

Sabilil Huda Al Hakiki¹, Urip Prayogi², Belly Yan Dewantara³

^{1,2} Jurusan Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknik dan Ilmu Kelautan, Universitas Hang Tuah, Surabaya

³Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik dan Ilmu Kelautan, Universitas Hang Tuah, Surabaya

^{1,2,3}Jln. Arief Rahman Hakim No. 150, Keputih, Kec. Sukolilo, Kota Surabaya, 60111, Indonesia

Email: ¹hudaalhakiki@gmail.com, ²yogi@hangtuah.ac.id, ³bellyyandewantara@hangtuah.ac.id

Intisari— Pendingin ruang muat kapal ikan merupakan sebuah ruangan yang dirancang khusus dengan kondisi suhu tertentu yang mempunyai fungsi utama untuk mempertahankan mutu ikan hasil tangkapan nelayan dengan cara membekukan ikan hasil tangkapan dan menyimpan ikan yang telah dibekukan selain itu bertujuan untuk menghambat berkembangnya bakteri pada ikan sehingga dapat menjaga kesegarannya dan berkualitas. Perencanaan sistem pendingin box / Palka Kapal Ikan menggunakan Tenaga Surya melalui Panel Surya. Pada penelitian sebelumnya, belum dilakukan perancangan tata letak komponen-komponen Panel Surya dan belum dilakukan perancangan instalasi kelistrikan Panel Surya pada kapal ikan. Oleh karena itu perlu diadakannya Penelitian mengenai Perancangan Tata Letak Mesin Pendingin Dan Instalasi Panel Surya Sebagai *Supply* Daya Sistem Pendingin Ruang Muat KM. JAYA PUTRA. Manfaat pada penelitian yang akan dilakukan yaitu dapat menghasilkan perancangan tata letak komponen-komponen Panel Surya serta merancang instalasi kelistrikan pada panel surya yang terpasang pada KM. JAYA PUTRA. Selain itu pihak pemilik kapal dapat mengaplikasikan hasil dari penelitian tersebut. Dengan studi kasus tersebut, perlu dilakukan perancangan menggunakan *software AutoCAD* sebagai desain 2 dimensi, kemudian diterapkan desain 3 dimensi menggunakan *software Rhinoceros* agar dapat memberikan gambaran visual secara nyata pada penelitian tata letak yang akan dilakukan.

Kata Kunci: Kapal Ikan, Panel Surya, Tata Letak.

I. PENDAHULUAN

Pendingin ruang muat kapal ikan merupakan sebuah ruangan yang dirancang khusus dengan kondisi suhu tertentu yang mempunyai fungsi utama untuk mempertahankan mutu ikan hasil tangkapan nelayan dengan cara membekukan ikan hasil tangkapan dan menyimpan ikan yang telah dibekukan. Keseluruhan tahapan kegiatan tersebut dilakukan dalam serangkaian proses higienis, sehingga ikan dapat di bekukan dengan suhu internal -18°C dalam waktu 8 jam [1].

Supply daya pendingin ruang muat kapal ikan masih menggunakan *diesel generator* pasalnya kebutuhan bahan bakar pada pembangkit masih menggunakan bahan bakar solar, konsumsi bahan bakar solar atau bahan bakar minyak bumi sebagai sumber energi saat ini masih menjadi prioritas utama. Konsumsi yang berlebihan dan ketergantungan pada sumber bahan bakar minyak bumi akan menimbulkan kelangkaan dikarenakan pembentukannya yang membutuhkan waktu yang sangat lama. Penggunaan bahan bakar minyak bumi juga merupakan salah satu penyebab *global warming* dan hujan asam akibat emisi gas yang dihasilkan dan dibuang ke lingkungan. Semakin menurunnya cadangan sumber bahan bakar minyak bumi sebagai bahan bakar pembangkit [2].

Energi terbarukan umumnya dianggap sebagai sumber energi yang tidak ada habisnya, matahari, angin, hidro, energi panas bumi dan lain-lain. Pengelolaan penggunaan energi yang sangat diperlukan adalah menyediakan energi berupa tenaga listrik dengan biaya seminimal mungkin dan dampak alam yang sekecil-kecilnya. Teknologi panel surya yang digunakan untuk pembangkit listrik tenaga surya berupa sistem terpusat, sistem *stand alone* dan sistem *hybrid* [3].

Pembangkit listrik tenaga surya sebagai salah satu solusi energi listrik yang ramah lingkungan harus dapat dimanfaatkan secara optimal bagi para nelayan yang sedang melaut, juga sangat membutuhkan listrik di kapal untuk keperluan penangkapan ikan pendinginan dan penerangan [4]. Penerapan pembangkit listrik tenaga surya teknologi adalah memanfaatkan potensi energi matahari tersedia di kapal penangkap ikan merupakan solusi yang tepat dan unggul [5].

II. LANDASAN TEORI

Kapal merupakan alat transportasi yang paling efektif untuk membantu penyebaran ekonomi di Indonesia, hal ini dikarenakan kapal mampu membawa berbagai macam kebutuhan yang akan *disupply* kesuatu daerah. Kapal ikan contohnya yang merupakan salah satu tipe kapal yang memiliki fungsi utama untuk menangkap ikan. Besarnya dimensi dari kapal ikan akan memberikan fungsi tambahan pada kapal tersebut, seperti halnya kapal penangkap ikan tidak hanya dapat melakukan untuk menangkap ikan yang namun kapal tersebut juga dapat digunakan sebagai tempat penyimpanan hasil

tangkap ikan hingga kapal tersebut kembali merapat ke dermaga [6].

Tata letak adalah bagaimana mengubah sumber daya yang transformasinya diposisikan satu dengan yang lain dan bagaimana berbagai tugasnya dialokasikan ke sumber daya transformasi tersebut [7]. Selain itu pengertian tata letak sendiri dapat didefinisikan sebagai sumber pengatur peletakan suatu barang maupun komponen-komponen serta menciptakan area kerja yang efisien, aman dan ergonomis .

Sistem kerja panel surya yaitu kumpulan sel surya yang ditata sedemikian rupa agar efektif dalam menyerap sinar matahari, yang bertugas menyerap sinar matahari yaitu sel surya. Sel surya sendiri terdiri dari beberapa komponen *photovoltaic* atau komponen yang dapat mengubah cahaya (*photo*) menjadi listrik (*voltaic*).



Gambar 1. Panel Surya

Energi dari panel surya sering dijadikan sebagai energi alternatif untuk mengatasi kenaikan harga listrik konvensional dan juga non subsidi. Energi utamanya berasal dari energi matahari yang bisa Anda dapatkan secara gratis. Secara letak geografis, Indonesia berada di garis khatulistiwa, sehingga Indonesia sangat kaya akan sumber energi surya dengan intensitas radiasi matahari rata-rata sekitar 4.8 kWh/m² per hari di seluruh wilayah Indonesia.

Berdasarkan daya yang akan dibangkitkan (W_{peak}), maka jumlah panel surya yang diperlukan, diperhitungkan dengan rumus sebagai berikut:

$$P_{wattpeak} = area\ array \times PSI \times \eta_{pv}$$

Dimana:

Area array = area yang tersedia untuk panel surya

PSI = *peak solar insolation*

η_{pv} = efisiensi panel surya

Pada penggunaan panel surya yaitu terdapat baterai yang sebagai sumber penyimpanan, pemilihan kebutuhan baterai yaitu memiliki perhitungan untuk memilih kapasitas baterai sebagai berikut.

Konsumsi total energi beban: Daya pendingin x waktu operasi

$$AH: \frac{(Total\ load\ consumption \times autonomy\ day)}{(Tegangan\ Batrai \times DOD)}$$

Untuk kebutuhan sebuah panel surya yaitu memiliki perhitungan yang dimana menghitung luasan area setelah itu menghitung kebutuhan daya panel untuk memenuhi kebutuhan daya. Rumus luasan area dan kebutuhan daya panel surya sebagai berikut.

$$E_L = PV\ area \times G_{av} \times \eta_{pv} \times TCF \times \eta_{out}$$

Dimana:

E_L = pemakaian energi perhari (kWh/hari)

PV area = luasan panel surya

G_{av} = isolasi harian matahari rata-rata (kWh/m²/hari)

η_{pv} = efisiensi panel surya

TCF = faktor koreksi suhu

η_{out} = efisiensi inverter

Berikut perhitungan kebutuhan daya panel surya untuk memenuhi kebutuhan daya pada kapal.

$$Kapasitas\ panel\ surya = \frac{(AH\ batrai \times Tegangan\ batrai \times DOD)}{Specific\ energy\ yield}$$

III. METODE PENELITIAN

Penelitian ini memiliki beberapa tahapan yang akan dilakukan. Tahapan-tahapan yang akan dilakukan dalam penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi masalah dimana pada tahap ini dilakukannya pencarian solusi untuk permasalahan pada latar belakang.
2. Tahap selanjutnya yaitu studi literatur yang merupakan tahap untuk mencari referensi teori yang relevan dengan kasus atau permasalahan yang akan diteliti. Lalu pengumpulan data di lapangan, beberapa data yang dikumpulkan dari lapangan yaitu :

a. Data Kapal

Data utama kapal yang dibutuhkan adalah ukuran utama kapal sebagai berikut :

- Nama Kapal : KM. JAYA PUTRA
- Tipe Kapal : Kapal Ikan Purse Seine
- Ukuran Utama :
 - LOA : 17,7 m
 - B : 3,8 m
 - D : 2 m
 - T : 1,7 m

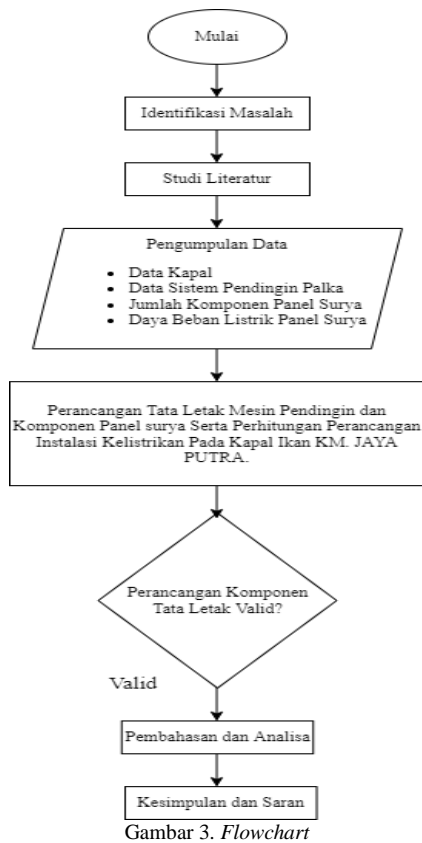


Gambar 2. Kapal Ikan Purse Seine

b. Data Beban Kebutuhan Kelistrikan Panel Surya Pada Kapal
Data beban kelistrikan panel surya pada kapal antara lain :

- a. Panel Surya : 455 WP
- b. Batrai : 48V 500AH

Berikut adalah *flowchart*

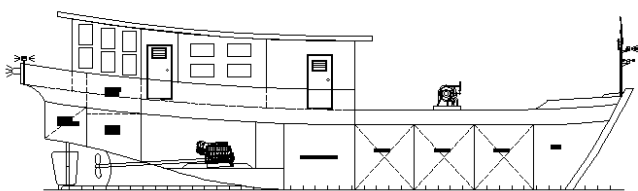


Gambar 3. Flowchart

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

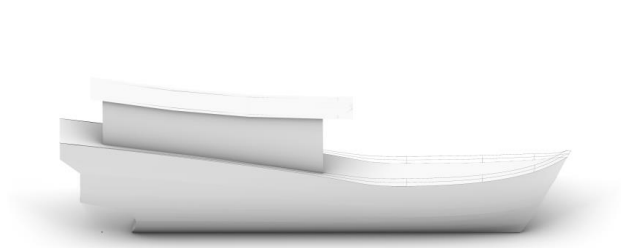
A. Pembuatan Model

Pada pembahasan ini menjelaskan perbandingan model lama dan model baru dengan penambahan komponen panel surya dan komponen lainnya. Untuk gambar kapal yang belum dipasang komponen panel surya dapat dilihat pada gambar.



Gambar 3. Kapal Ikan Purse Seine dua dimensi.

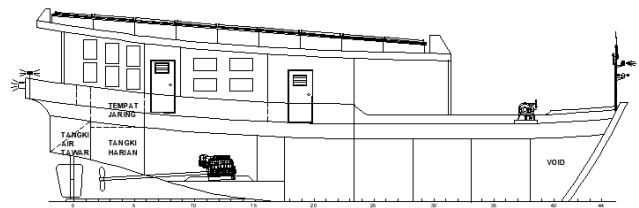
Mengubah gambar dua dimensi ke tiga dimensi yaitu menggunakan *tools rhinoceros* yang dimana gambar tersebut dijadikan 3 dimensi. Dalam proses mengubah gambar dari dua dimensi ke tiga dimensi yaitu dibutuhkan gambar *general arrangement* kapal ikan *purse sein* tersebut agar gambar dua dimensi dapat diubah.



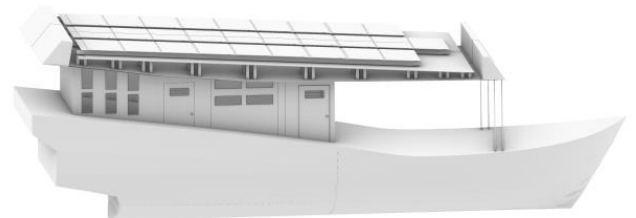
Gambar 4. Kapal Ikan Purse Seine Tiga Dimensi

B. Penambahan Komponen Pada Atap Kapal

Penambahan komponen pada atap kapal ikan *purse sein* yaitu komponen panel surya dan pemecah angin yang ditunjukkan pada gambar 5. Yang dimana sesuai dengan penelitian yang dilakukan. Penempatan panel surya yaitu diatas atap kapal ikan dimana penambahan atap yaitu bertujuan agar panel surya bisa mendapatkan sinar dari matahari dikarenakan atap kapal bukan ruangan tertutup dan panel mengikuti alur dari atap tersebut.



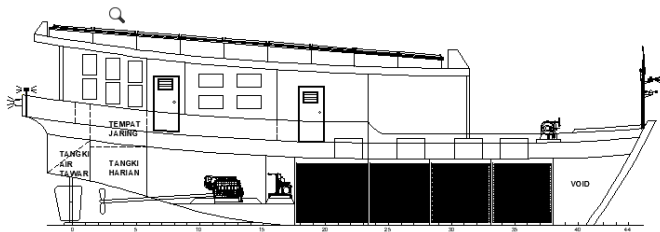
Gambar 5. Penambahan Komponen Panel Surya Dan Pemecah Angin



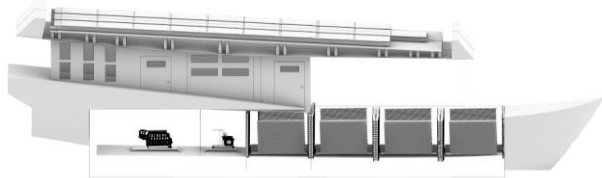
Gambar 6. Penambahan Komponen Panel Surya Dan Pemecah Angin Tiga Dimensi

C. Penambahan Komponen Mesin Pendingin

Penambahan mesin pendingin yang berletak pada *frame* (gading) 15-17. Semulanya kapal ikan KM Jaya Putra tidak memiliki *cold storage* atau pendingin pada palka ikan, ditambahnya komponen seperti mesin pendingin yaitu membantu nelayan agar bisa menyimpan ikan hasil tangkapan agar tetap segar dan tidak mudah busuk.



Gambar 7. Penambahan Mesin Pendingin dan Pipa Pendingin



Gambar 8. Penambahan Mesin Pendingin dan Pipa Pendingin Tiga Dimensi

Berikut spesifikasi komponen mesin pendingin

Spesifikasi	Keterangan
Tipe Unit	LH135E/6HE-28Y
Seri	Standart
Refrigeran	R134a
Suhu Acuan	Suhu titik embun
Suhu Evaporasi SST	-10,00 °C
Suhu Lingkungan	32,0 °C
Suhu Gas Hisap	20,00 °C
Mode Operasi	Otomatis
Sumber Daya Listrik	400v-3-50Hz
Kontrol Kapasitas	100%

D. Perhitungan Potensi dan Luasan Area

Panel surya digunakan sebagai sumber energi kedua untuk menghasilkan tenaga listrik dikapal. Daya listrik yang dihasilkan oleh panel surya digunakan untuk melakukan penghematan bahan bakar pada generator dalam penggunaan mesin refrigerasi atau mesin pendingin. Namun pada sistemnya, daya listrik yang berasal dari panel surya hanya digunakan untuk mensuplai kelistrikan pada komponen *van* evaporator mesin refrigerasi. Untuk melakukan perhitungan menentukan jumlah panel surya yang dibutuhkan guna mengetahui daya yang akan diperoleh dari perhitungan dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$P_{wattpeak} = area\ array \times PSI \times n_{pv}$$

Dimana:

$$Area\ array = (39,55\ m^2)$$

$$PSI = (1000\ W/m^2)$$

$$N_{pv} = 16,8\%$$

Maka dari data yang diketahui dapat dihitung jumlah panel surya sebagai berikut.

$$P_{wattpeak} = 39,55 \times 1000 \times 0,168 = 5573,232\ Wp = 5,573232\ kW$$

4.5. Perhitungan Kapasitas Batrai

Untuk dapat mengetahui berapa baterai yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan dapat dilakukan perhitungan sebagai berikut:

$$\text{Konsumsi total energi beban} : 1596 \times 12\ \text{jam}$$

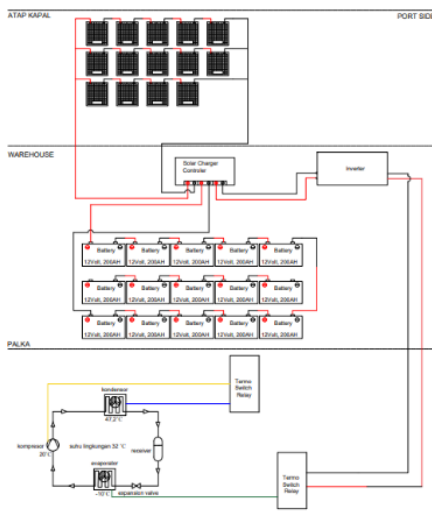
$$: 19152\ Wh\ \text{atau}\ 19,152\ Kwh$$

$$AH: \frac{(19,152\ Kwh \times 1\ \text{Hari})}{(48V \times 0,95)}$$

$$AH: 19,152\ Kwh / 45,6\ V$$

$$AH: 420\ Ah$$

Untuk menampung energi dari panel surya yang dihitung dari luasan yang tersedia pada kapal menggunakan baterai 500 AH sebanyak 1 baterai total 500 AH dengan sistem tegangan 3,2V. Sistem baterai 500 AH 3,2V untuk menjadi 48V dibutuhkan 15 baterai. 1 pack baterai dihubungkan secara paralel jadi (48V 500 AH) total jumlah baterai 3,2V 500Ah, 1 pack baterai terdiri dari 15 unit.



Gambar 9. Wiring Diagram Kelistrikan Panel Surya

Dari pemasangan komponen panel surya yaitu terdapat *wiring* diagram yang mana menunjukkan alur dari suatu kelistrikan, dimana alur kelistrikan yang dimaksud yaitu dari panel surya menuju ke mesin pendingin. Pengertian dari *wiring* diagram sendiri yaitu diagram atau gambar yang menghubungkan antara beberapa komponen listrik yang dinyatakan dalam simbol-simbol dan garis-garis penghubungnya.



Gambar 10. Batrai

Tabel 1. Spesifikasi Batrai

Spesifikasi	Keterangan
Usage	Solar Power
Capacity	500AH

<i>Dimension</i>	285x450x71 mm
<i>Aplication Type</i>	<i>Cycle Use</i>
<i>Voltage</i>	3,2V
<i>Weight</i>	14,3Kg

E. Perhitungan Kebutuhan Daya Panel Surya

Berikut perhitungan kebutuhan daya panel surya untuk memenuhi kebutuhan daya pada kapal. Pada perhitungan kali ini menggunakan rumus yang berbeda dengan rumus yang sebelumnya. Menghitung kebutuhan daya panel surya untuk memenuhi kebutuhan daya pada kapal, berikut rumus yang digunakan.

- $Kapasitas\ panel\ surya = (500\ Ah \times 48V \times 0,95) / 4,23 = 5390\ WP$

Jika menggunakan panel surya dengan kapasitas 200 WP maka perlu 28 panel surya. Jadi satu panel surya memiliki daya 200 WP jika dikalikan 28 unit yaitu total daya yang diperoleh 5600 WP.

- $Kapasitas\ panel\ surya = (500\ Ah \times 48V \times 0,95) / 4,23 = 5390\ WP$

Jika menggunakan panel surya dengan kapasitas 455 WP maka perlu 14 panel surya. Jadi satu panel surya memiliki daya 455 WP jika dikalikan 14 unit yaitu total daya yang diperoleh 6370 WP.

- $Kapasitas\ panel\ surya = (500\ Ah \times 48V \times 0,95) / 4,23 = 5390\ WP$

Jika menggunakan panel surya dengan kapasitas 500 WP maka perlu 12 panel surya. Jadi satu panel surya memiliki daya 500 WP jika dikalikan 12 unit yaitu total daya yang diperoleh 6000 WP. Dari perhitungan kebutuhan kapasitas panel surya diatas yaitu memilih jumlah kapasitas 455 WP. Dapat diketahui untuk panel surya yang dapat memenuhi kebutuhan pada luasan yang tersedia pada kapal adalah panel surya dengan kapasitas 455 Wp.



Gambar 11. Panel Surya

Tabel 2. Spesifikasi Panel Surya

Spesifikasi	Keterangan
<i>Max. Power (Pmax)</i>	455 Wp
<i>Max. Power Voltage (Vmp)</i>	41,7 V
<i>Max. Power Current (Imp)</i>	10.92 A
<i>Open Circuit Voltage (Voc)</i>	49,5 V
<i>Short Circuit Voltage (Isc)</i>	11,66 A
<i>Max. System Voltage</i>	1500 V
<i>Max. Series Fuse</i>	20 A
<i>Weight</i>	23,3 Kg
<i>Dimension</i>	2000 x 1000 x 35 mm

V. KESIMPULAN

Dari seluruh hasil yang dilakukan terkait analisa dan pembahasan terkait tata letak mesin pendingin dan instalasi panel surya sebagai *supplay* daya sistem pendingin ruang muat kapal ikan KM.Jaya Putra, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan analisa desain tata letak mesin pendingin didapatkan penempatan komponen terletak pada area ruang mesin karena pada area ruang mesin komponen mesin pendingin tidak terkontaminasi secara langsung dengan air laut sehingga mesin pendingin tidak mudah rusak. Penempatan mesin pendingin pada kapal ikan KM. Jaya Putra terletak pada *frame* (gading) 15-17.
2. Pada pembahasan penentuan peletakan komponen-komponen panel surya yaitu terletak diatap kapal untuk panel surya sedangkan untuk komponen pendukung seperti *batrai*, *inverter* dan lain-lain yaitu terletak pada ruang akomodasi. Dipembahasan peletakan komponen panel surya yaitu terdapat ukuran atap panel surya 11,7 meter dengan dimensi panel surya yaitu panjang 2 meter dan lebar 1 serta terdapat *batrai* untuk menyimpan energi yang memiliki kapasitas 48V 500 AH dan kebutuhan *inverter* yaitu mengikuti dari kebutuhan daya yang diperoleh dari panel surya dan *batrai*.meter
3. Desain sistem instalasi pada pembahasan kali ini yaitu digambarkan dengan *wiring* diagram yang dimana menunjukkan alur dari sistem kelistrikan yang berawal dari panel surya sampai menuju ke beban atau mesin pendingin. Selain itu juga menentukan perkabelan yang dimana sesuai kebutuhan dari setiap komponen.

REFERENSI

[1] S. A. Kwandang, "Pemanfaatan Cold Storage," 19 Januari 2021, 2021. <https://kkp.go.id/djpt/ppnkwardang/artikel/26458-pemanfaatan-cold-storage#:~:text=Cold storage merupakan sebuah ruangan,menyimpan ikan yang telah dibekukan.>

[2] Juami, "Prototipe sistem pendingin (freezer) ikan berbasis energi surya (photovoltaic) pada kapal nelayan," 2021.

[3] Y. Songli, K. Pasau, A. Kassa, and C. L. Rantererung, "Development of Solar Power Plant for Fish Cooling in the Fisherman Ship," *ARPN J. Eng. Appl. Sci.*, vol. 15, no. 8, pp. 991–997, 2020.

[4] C. L. Rantererung, S. Soeparman, R. Soenoko, and S. Wahyudi, "DUAL NOZZLE CROSS FLOW TURBINE AS AN

- ELECTRICAL,” vol. 11, no. 1, pp. 15–19, 2016.
- [5] Pradeepkumar. G, “A Review on Solar Drying System and its Applications. IJSRD - International Journal for Scientific Research & Development,” pp. 662–667, 2017.
- [6] M. M. Senatung, “Analisis Teknis Dan Ekonomis Pada Desain Sistem Cold Storage Kapal Ikan Tuna 30 Gt Dengan Menggunakan,” 2018.
- [7] R. Slack, N., Jones, A. B., & Johnston, “Operations management. Harlow: Pearson Education Limited.,” 2013.