

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Unit penangkapan yang berpengaruh dalam menjaga kondisi ikan selama operasi penangkapan adalah kapal. Kapal yang melakukan operasi penangkapan terutama didaerah yang jauh dari *fishing basenya*, perlu menjaga kualitas ikan agar kondisinya tetap baik ketika didaratkan. Pada kapal tersebut terdapat palka untuk menyimpan ikan yang dilengkapi dengan bahan pendingin untuk menurunkan suhu ikan dan mempertahankan kualitasnya sebelum didaratkan. Operasi pengakapan ikan dapat dikatakan berhasil apabila jumlah ikan hasil tangkapan sesuai dengan kapasitas palka dan pada saat didaratkan mutunya masih baik. Oleh karena itu untuk mendukung operasi penangkapan ikan keberadaan palka mutlak diperlukan terutama pada kapal yang beroperasi lebih dari satu hari. Konstruksi dan jenis material palka harus memenuhi persyaratan biologis, teknis, sanitasi, dan ekonomis agar dapat menyimpan ikan dalam kondisi baik. Kebocoran panas dari luar kapal dapat mempengaruhi kualitas ikan sehingga kapal harus dilengkapi dengan insulasi. Kemampuan insulasi untuk menghambat kebocoran panas dari luar palka akan mempengaruhi kebutuhan bahan pendingin. Insulasi tersebut akan mempengaruhi penurunan beban panas yang diterima palka. Besarnya beban panas yang akan diterima palka akan menentukan seberapa banyak jumlah pendingin es yang diperlukan untuk mempertahankan suhu ikan didalam palka.

### **1.2. Tujuan Penelitian**

Mendesripsikan konstruksi palka, menghitung beban panas yang akan diterima palka dan menentukan rasio antara kebutuhan minimum es sesuai denga jumlah ikan.

### **1.3. Permasalahan**

Banyak nelayan dan pemilik kapal ikan hanya mengetahui bahwa insulasi harus ada pada kapal purse seine untuk mencegah agar es tidak cepat mencair. Namun menyangkut kemampuan insulasi untuk menahan panas dari luar palka belumlah mereka ketahui dengan seksama, padahal factor tersebut amatlah penting untuk menentukan jumlah es yang akan dibutuhkan sesuai dengan persyaratan tingkat kesegaran ikan.

Penelitian ini akan diarahkan pada besarnya beban panas yang akan diterima palka yang akan mempengaruhi rasio kebutuhan es dan jumlah ikan.

### **1.4. Manfaat Penelitian**

Mempertahankan mutu ikan tangkapan sehingga baik secara ekonomis bagi pemilik kapal maupun kesehatan bagi konsumen tetap tercapai.

### **1.5. Sistematika Penulisan**

#### **BAB I PENDAHULUAN**

Pada Bab I, Berisikan tentang latar belakang, batasan masalah, tujuan, dan metode pengumpulan data, serta sistematika penulisan.

#### **BAB II LANDASAN TEORI**

Pada Bab II, Membahas tentang landasan teori yang berhubungan dengan proses pendinginan diruang palka ikan yang berinsulasi.

#### **BAB III Metode Penelitian**

Pada Bab ini, berisikan tentang metode penelitian yang akan dilaksanakan.

#### **BAB IV PEMBAHASAN**

Pada bab ini berisikan Analisa Data dilakukan pada pendinginan rauang palka kapal ikan.

#### **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

Pada bab ini berisikan tentang kesimpulan yang dapat ditarik serta saran yang akan diberikan.

## **BAB II**

### **LANDASAN TEORI**

#### **2.1. Material Kapal**

Material kapal merupakan bahan dasar yang harus ada sebelum pembuatan kapal dimulai. Pemilihan material kapal didasarkan pada pertimbangan kekuatan, ketahanan, kelas kualitas dan jumlah serta ukuran yang diperlukan. Pada saat operasi akan ada bagian yang akan selalu terendam dalam air, ada yang kadang terendam kadang tidak terendam dan yang selalu mengenai sinar matahari dan sekali sekali terkena hujan. Material kayu sebagai bahan dasar kapal masih banyak digunakan khususnya kapal penangkap ikan mengingat harganya murah yang tersedia didalam negeri, juga karena pengalaman pembuatan kapal kayu yang sudah menjadi keahlian bangsa Indonesia sejak dahulu kala. Beberapa aspek penting dalam hal penggunaan kayu sebagai bahan dasar kapal adalah sifat fisik dan mekanis, mudah diperoleh sesuai kebutuhan dan harga yang relatif murah.

#### **2.2. Kapasitas Palka**

Palka adalah bagian dari kapal ikan yang berfungsi untuk menyimpan dan menjaga kondisi ikan hasil tangkapan. Ukuran palka harus cukup memadai untuk menyimpan dan menjaga kondisi ikan hasil tangkapan. Volume palka harus dihitung secara cermat karena kalau terlalu besar akan mengakibatkan pemborosan dan mempengaruhi olah gerak kapal karena bila palka terlalu besar dan diisi penuh maka beban yang akan dipikul oleh kapal sangat besar. Menurut Nomura dan Yamazaki volume palka harus proposional dengan ukuran pokok kapal. Dan oleh karena factor penyimpanan erat kaitannya dengan kapasitas palka dimana kapasitas kapal merupakan hasil perkalian antara volume palka dan factor penyimpanan, sedangkan besarnya factor prnyimpanan

tergantung pada jenis dan ukuran ikan, metode penganan ikan, suhu ikan, lamanya penyimpanan dan rasio penggunaan es dan ikan. Tabel berikut ini merupakan perkiraan dari factor penyimpanan.

**Tabel 2.1. Perkiraan Nilai Factor Penyimpanan**

Metode Penyimpanan ikan	Faktor penyimpanan (kg/m <sup>3</sup> )
Ikan dicampur dengan es curah	561
Ikan yang disiangi dan disimpan dalam rak-rak	248
Ikan yang disimpan dalam kotak	497

Catatan: Faktor penyimpanan es balok 715 kg/m<sup>3</sup>

### 2.3. Persyaratan Palka

Disain, konstruksi dan jenis material yang digunakan palka harus mengikuti persyaratan agar dapat mengamankan ikan hasil tangkapan semaksimal mungkin. Dengan demikian harus memenuhi secara teknis, biologis, sanitasi, higienis serta ekonomis. Teknis: Palka harus diinsulasi dengan insulator yang baik untuk menghambat aliran panas dari luar masuk kedalam ruang palka. Pendinginan palka pada temperature yang jauh lebih rendah dibandingkan sekitarnya dan relative stabil adalah yang diharapkan untuk menjaga mutu ikan tangkapan. Dalam hal ini lapisan penutup palka perlu dibuat dari bahan yang kedap air, ringan, permukaan yang halus dan keras, tidak menimbulkan genangan air dan tahan karat.

Biologis; Palka harus mampu mengatasi masalah pertumbuhan bakteri pada ikan, yaitu mampu menekan laju pertumbuhan bakteri karena setelah penangkapan akan langsung disimpan diruang palka dimana ikan secara natural akan menuju proses pembusukan. Bakteri yang berperan pada proses pembusukan akan menghasilkan bau yang tidak sedap dan menghasilkan gas yang bercampur dengan udara yang membahayakan keselamatan jiwa yang bekerja didalam palka. Untuk itu palka harus dapat berfungsi

menyerap panas ikan dan membuang keluar ruang palka beserta udara busuk yang terkurung didalam palka.

Sanitasi dan Higienis; Palka harus aman bagi ikan dan nelayan yang bekerja didalamnya dan bebas dari pencemaran bacterial, pencemaran bahan dan pengkaratan logam korosif. Pencemaran juga bisa ditimbulkan dari ikan itu sendiri, dari es yang kotor, dari peralatan palka atau yang bersumber dari manusia. Untuk itu kebersihan palka senantiasa harus menjadi prioritas utama.

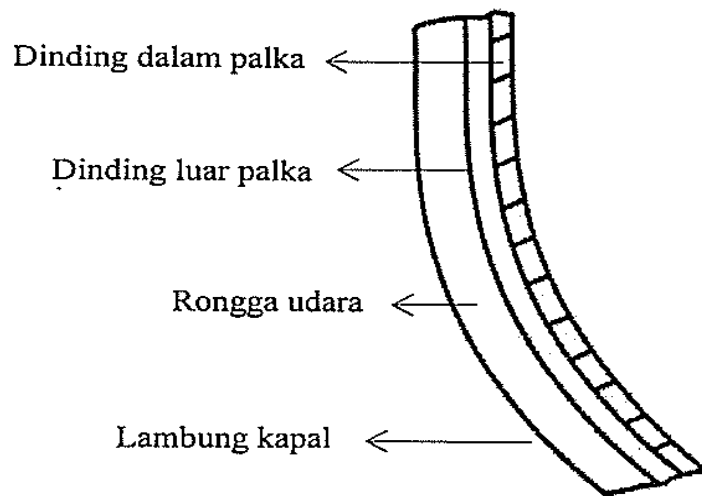
Ekonomis; Material palka selain kuat dan tahan lama, harga murah dan yang lebih penting adalah konstruksi yang disesuaikan dengan kapasitas yang diharapkan.

#### **2.4. Insulasi kapal**

Insulator adalah bahan yang mempunyai ketahanan yang tinggi terhadap panas yang berfungsi sebagai penyekat dan apabila diletakan diantara dua material dengan suhu yang berbeda akan memperlambat laju aliran panas pada kedua benda tersebut dengan kriteria; Konduktivitas panas rendah, permeabilitas terhadap air rendah, mempunyai densitas yang tinggi, mempunyai sifat mekanis yang baik dan kuat menahan beban, tidak mudah terbakar, tahan terhadap pembusukan dan tidak mudah rusak, memiliki ukuran yang tetap pada berbagai temperature dan kelembaban, mudah diperoleh dan harga terjangkau.

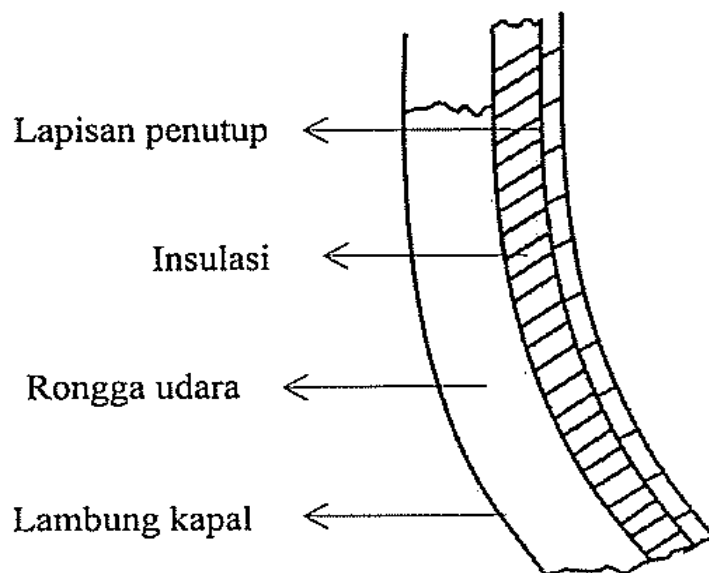
Berdasarkan pembagian tipe kapal menurut ketersediaan insulasi yaitu palka tanpa insulasi dan palka berinsulasi.

Kapal tidak berinsulasi; Seluruh sisi dinding, loteng dan lantai palka tidak dipasang selubung penahan panas. Palkal jenis ini tidak dapat menahan kebocoran panas dari luar palka dan hanya terdapat pada kapal ikan kecil dengan operasi penangkapan tidak lebih dari satu hari. Struktur dinding palka dari luar kedalam adalah lambung kapal, rongga udara, dinding luar palka dan dinding dalam palka seperti pada gambar 2.1.



**Gambar 2.1. Struktur dinding kapal tanpa insulasi**

Palka berinsulasi; Secara alamiah, panas akan mengalir dari suhu tinggi ke suhu rendah. Dengan kata lain, panas dari luar palka akan menerobos ke dalam palka. Untuk itu diperlukan insulasi guna mereduksi panas yang masuk ke dalam palka. Struktur dinding palka berinsulasi sebagaimana terlihat pada gambar 2.2.



**Gambar 2.2. Struktur dinding kapal berinsulasi**

## **2.5. Palka berinsulasi yang dilengkapi dengan refrigerasi mekanik**

Suatu system refrigerasi yang menggunakan tenaga khusus untuk menggerakannya guna memproduksi dingiin dengan bantuan mesin atau alat, dinamakan refrigerasi mekanik (ilyas,1983). Teknik yang paling sederhana merefrigerasi palka dengan cara memasang pipa pendingin (evaporator) pada loteng dekat palka atau dapat juga diletakkan pada sisi dekat palka. Fungsi pipa pendingin adalah untuk menahan panas yang masuk ke dalam palka.

Palka berinsulasi yang dilengkapi dengan refrigerasi mekanik terbagi atas palka pembekuan dan palka pendinginan (ilyas,1983). Perbedaan utama dari segi desain dan konstruksi kedua jenis palka tersebut terletak pada tebal insulasi dan kebutuhan refrigerasinya. Palka pembekuan memiliki ketebalan insulasi dan kebutuhan refrigerasinya. Palka pembekuan memiliki ketebalan insulasi dan kebutuhan refrigerasi yang lebih besar dibandingkan dengan palka pendinginan (slamet, 1991)

## **2.6 . Bahan-bahan insulasi**

Pemilihan beban insulasi yang tepat sangat besar pengaruhnya. Menurut ilyas (1983), beberapa factor yang perlu dipertimbangkan dalam memilih bahan insulasi antara lain:

- a) Ketepatan dan kecocokan sesuai dengan fungsi insulasi;
- b) Harga awal dan biaya pemasangan;
- c) Biaya pemeliharaan dan perbaikan palka;
- d) Keadaan iklim, cuaca, suhu dan kelembaban;
- e) Daya awet yang diinginkan dan;
- f ) Suhu di dalam palka.

Beberapa bahan yang dapat digunakan sebagai bahan insulasi antara lain (clucas,1981):

- a) Udara tidak bergerak; udara diam yang mati terkurung di antara dinding rangkap mejajar dan lembaran logam adalah bahan insulasi yang paling baik. Besarnya arus panas total yang

melintasi rongga udara itu adalah jumlah dari arus panas oleh radiasi, konveksi dan konduksi. Sekali terjadi arus konveksi dan radiasi udara akan berubah menjadi bahan insulasi yang jelek.

- b) Gabus : merupakan bahan insulasi dalam bentuk butiran atau lembaran, berpori, rongga udara terkurung dan halus. Bahan ini tidak tahan terhadap api dan serangga.
- c) Kayu : kayu yang kering adalah bahan insulasi yang baik tetapi apabila kayu ini lembab akan menjadi konduktor. Kayu hanya efektif sebagai dinding palka, sehingga perlu diisi dengan bahan insulasi jenis lain antara dua lapis dinding.
- d) *Fiberglass* : adalah gelas atau kaca dalam bentuk serat fleksibel. Bersifat tahan api, tahan panas, tidak berbau dan tahan terhadap serangga.
- e) *Mineralwool* : adalah bahan yang berisi sel udara halus. Tahan terhadap api dan dapat diperoleh dalam bentuk butiran dan lembaran. Dalam penggunaannya perlu dilindungi dengan bahan kedap air;
- f) *Expanded polysterene* atau *Styrofoam* : merupakan bahan yang memiliki konduktivitas yang sangat rendah, ringan, tahan terhadap serangga, tidak mudah lapuk, tahan terhadap asam encer dan alkali pekat, tidak tahan terhadap pelumas dan bensin, terbakar dengan lambat dan mudah dikeringkan;
- g) *Foamglass* : merupakan matrik gelas yang terkurung masa sel gas yang sangat halus. Tahan terhadap api, tahan terhadap uap air dan tahan terhadap serangga; dan
- h) *Polyurethane* : merupakan bahan yang memiliki permeabilitas yang baik, tahan terhadap bahan kimia, pelumas dan pelarut. Lazimnya bahan dapat terbakar, tetapi dibuat tahan api. Dapat dipasang dalam bentuk panel, dipasang ditempat, atau disemprotkan.



Karakteristik beberapa bahan insulasi yang umum digunakan disajikan pada tabel 2.2.

**Tabel 2.2. Sifat-sifat penting beberapa bahan insulasi yang biasa digunakan**

Sifat material insulasi	gabus	Foam glass	Expanded polystyrene	Expanded polyurethane
Density (kg/m <sup>2</sup> )	100-150	145	15-30	40
Thermal conductivity (kcal/m/jam/°C)	0,032	0,046	0,030	0,025
Permeability	cukup	Sempurna	Baik	baik
Compression test (kg/m3)	5.000	30.000	2.000	3.000
Biaya pasang	Agak tinggi	Agak tinggi	Agak tinggi	tinggi
Keamanan terhadap api	jelek	Sangat baik	jelek	jelek

Sumber: ilyas (1983)

## 2.7. Struktur dan bentuk insulasi

Struktur insulasi dan pemasangannya akan sangat tergantung pada material yang tersedia dan desain kapal. Teknik pemasangan insulasi yang baik adalah setelah kulit kapal disediakan rongga udara, diatas rongga udara dipasang bahan penahan insulasi kemudian diteruskan dengan pemasangan lapisan insulasi dan ditutup dengan lapisan penutup. Dengan demikian, akan terbentuk struktur dinding seperti tampal pada gambar 2. Pada sisi dalam dan luar lapisan insulasi sebaiknya dipasang lapisan penutup kedap air karena bahan insulasi yang diserapi air akan hilang daya insulasinya (ilyas,1983). Lapisan penutup tersebut juga harus keras, permukaannya halus, mudah dicuci dan tahan karat (anhar,1992).

Menurut wibowo dan yunizal (1998), insulasi dapat dipasang pada dinding bagian dalam palka dan diletakkan di atas jari-jari badan kapal dengan pengikat paku. Penempatan insulasi pada bagian tersebut berfungsi untuk memperkuat palka. Sebagai penguat insulasi itu sendiri, pada tiap sudut dan beberapa bagian ruang diberi penguat kayu kaso.

Bentuk bahan insulasi menurut Halowell (1980) diacu dalam Kirana (1997) ada bermacam-macam, diantaranya adalah:

- a) *Loose fill insulation*, terdiri atas butiran-butiran kecil yang tidak beraturan;
- b) *Semi rigid insulation* atau *blanket insulation*, bentuk insulasi ini sepeerti selimut. Sering juga disebut dengan insulasi semi kaku;
- c) *Rigid insulation* atau insulasi kaku, tipe ini sering digunakan dalam industry dan termasuk dalam tipe instalasi, contohnya *fiberglass* dan *polyurethane*;
- d) *Pre fabricated panels* (lembaran siap pakai). Insulasi ini telah dirancang oleh pabrik dan biasanya digunakan untuk menginsulasi ruang pendingin berukuran kecil; dan
- e) *Sprayed on insulation*, merupakan tipe insulasi yang dimodifikasi dengan menambahkan bahan-bahan lain dengan maksud untuk memperbaiki asli dari bahan tersebut dan pemasangannya dengan cara disemprotkan.

## **2.8. Pendinginan ikan**

Pendinginan ikan adalah proses menurunkan suhu ikan pada pusat termal menjadi 0°C dan dipertahankan selama penyimpanan, pengangkutan dan distribusi.

Pendinginan ikan dapat dilakukan dengan berbagai cara diantaranya adalah pendinginan dengan es, pendinginan dengan udara dingin, dan pendinginan dengan air dingin baik air tawar, air laut maupun air garam. Ikan yang didinginkan dengan es saja disebut ikan basah sedangkan yang didinginkan dengan garam dan es disebut ikan olahan (ilyas, 1983).

Pendinginan dengan es merupakan cara yang paling banyak dilakukan untuk penanganan ikan di dalam palka khususnya pada kapal purse seine pekalongan. Hal ini dikarenakan pengesan ikan tidak akan merubah sifat asli ikan (afrianto da nevi, 1989). Ikan yang didinginkan dengan cara ini juga akan dipertahankan

kesegarannya selama 14-15 hari bergantung pada jenis ikan, cara penanganan, tingkat kesegaran yang diinginkan dan suhu yang digunakan (direktorat jenderal pom, 1997).

Cara pendinginan lain yang juga banyak dilakukan pada kapal purse seine pekalongan adalah pendinginan dengan es dan garam. Cara ini dilakukan dengan menyimpan ikan dalam media pendingin yang terbuat dari campuran garam Kristal dan es batu. Campuran ini mempunyai titik cair yang jauh di bawah  $^{\circ}\text{C}$  sehingga mampu menurunkan suhu ikan lebih cepat dan efisien. Sifat asli ikan yang didinginkan dengan cara ini akan hilang. Hal ini dikarenakan adanya penetrasi garam ke dalam tubuh ikan (direktorat jenderal pom, 1997). Garam menyerap cairan pada tubuh ikan sehingga ikan tetap awet dan tubuhnya tidak hancur (ilyas, 1983). Ketika didaratkan tubuh ikan kaku dan mengkerut. Jumlah garam yang ideal digunakan untuk mendinginkan ikan dengan cara ini adalah 15-20% dari berat ikan (afrianto dan evi, 1989)

Menurut afrianto dan evi (1989), ada dua cara pengesan ikan, yaitu:

- a) Pengesan tidak langsung; cara ini merupakan cara pendinginan hasil tangkapan menggunakan media pendingin. Media pendingin tersebut digunakan untuk menurunkan suhu ruang penyimpanan; dan
- b) Pengesan langsung; cara ini merupakan cara yang umum dilakukan untuk penanganan ikan di dalam palka. Pengesan langsung ini menggunakan es sebagai media pendinginnya. Dalam prakteknya, ada berbagai metode yang digunakan dalam pengesan ikan secara langsung. Metode yang sering digunakan adalah metode tumpukkan dan metode berlapis. Metode tumpukkan dilakukan dengan menebarkan es batu ke dalam palka membentuk lapisan dasar. Kemudian di atasnya ditebarkan ikan yang dicampur dengan es curah. Pada bagian teratas dibuat lapisan penutup dengan es curah yang lebih tebal

sehingga seluruh permukaan ikan tertutup oleh es. Sama halnya dengan metode tumpukan, pada metode berlapis juga dibuat lapisan dasar. Namun pada bagian atasnya, antara es dan ikan diatur dengan berlapis-lapis.

## **2.9. Kebutuhan refrigerasi untuk pendinginan ikan**

Kebutuhan refrigerasi pada pendinginan ikan dihitung melalui dua tahap, pertama tahap penurunan suhu mencapai suhu penyimpanan optimal ( $0^{\circ}\text{C}$  untuk ikan basah dan  $3^{\circ}\text{C}$  untuk ikan olahan) dan ke dua, tahap pemeliharaan suhu pada suhu penyimpanan. Pada pendinginan ikan di dalam palka dengan metode pengesan, kebutuhan refrigerasi dihitung dari beban panas yang diterima palka (Ilyas, 1983).

Pada pengesan ikan, beban penerimaan panas total didalam palka paling sedikit berasal dari tiga sumber pengaliran panas, yakni :

- A. Beban penerimaan panas melalui dinding dan atap palka;  
bergantung pada luas permukaan bagian tersebut, selisih suhu antara luar dan dalam palka, material penyusun, serta ketebalan dinding dan atap. Besarnya panas yang menerobos ke dalam palka melalui dinding dan atap tiap satuan waktu disebut laju pengaliran panas. Jumlah es yang dibutuhkan untuk melawan beban panas tersebut merupakan hasil bagi antara besarnya beban panas melalui dinding dan atap dengan kalor laten pelelehan es (Anonymous, 1956 diacu dalam Ilyas, 1983).  
Konduktivitas termal adalah kemampuan bahan untuk merambatkan panas. Jenis material yang dipakai akan menentukan besarnya konduktivitas termal. Semakin rendah konduktivitas termalnya bahan tersebut semakin baik (Ilyas, 1983). Daftar nilai konduktivitas termal ditampilkan pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3.a. Daftar nilai konduktivitas termal beberapa bahan insulasi

Bahan Insulasi	Nilai Konduktivitas Termal (kkal/m/jam/°C)
<i>Glaswool</i>	0,039
Gabus	0,032
<i>Polyurethane</i>	0,025
Serbuk gergaji	0,065
Kayu	0,15
<i>polystyrene</i>	0,03
Plester beton	0,72

( Sumber: Ilyas(1983) )

Tabel 2.3. b. Daftar nilai konduktivitas termal berbagai bahan

Bahan	$k(W/m.^{\circ}C)$	Bahan	$k(W/m.^{\circ}C)$
<i>Logam</i>		<i>Bukan Logam</i>	
Perak	410	Kuarsa	41,6
Tembaga	385	Magnesit	4,15
Aluminium	202	Marmar	2,08 – 2,94
Nikel	93	Batu pasir	1,83
Besi	73	Kaca, jendela	0,78
Baja karbon	43	Kayu	0,08
Timbal	35	Serbuk gergaji	0,059
Baja krom-nikel	16,3	Wol kaca	0,038
Emas	314	Karet	0,2
		Polystyrene	0,157
		Polyethylene	0,33
		Polypropylene	0,16
		Polyvinyl Chlorida	0,09
		Kertas	0,166
<i>Zat Cair</i>		<i>Gas</i>	
Air raksa	8,21	Hidrogen	0,175
Air	0,556	Helium	0,141
Amonia	0,540	Udara	0,024
Minyak lumas SAE 50	0,147	Uap air (jenuh)	0,0206
Freon 12	0,073	Karbon-dioksida	0,0146

(Sumber: USU 2014)

Ketebalan insulasi dapat disesuaikan menurut kebutuhan palka. Selain itu, juga dipengaruhi oleh beberapa factor (Ilyas, 1983), diantaranya adalah :

- 1) Jenis insulasi, biaya pemasangan dan daya awet insulasi tersebut;
- 2) Cuaca, iklim, kondisi dan radiasi matahari;
- 3) Konstruksi palka;
- 4) Selisih suhu luar dan dalam palka; dan
- 5) Kapasitas ruangan yang tersedia yang dapat dimanfaatkan.

Selain dengan mengatur ketebalan insulasi, alternative lain yang dapat digunakan untuk menghambat laju pengaliran panas adalah dengan mengurangi ventilasi, mengurangi pemasangan pipa-pipa yang melewati palka berinsulasi, memperbaiki konstruksi palka, menutup lubang palka serapat mungkin dan menutup insulasi dengan lapisan penutup (Ilyas,1983).

#### B. Beban panas dari muatan produk

Beban panas produk adalah beban yang diterima oleh palka akibat penurunan suhu ikan pada suhu penyimpanan. Besarnya beban panas ini tergantung pada panas spesifik ikan, berat ikan dan panas jenis ikan. Jumlah es yang dibutuhkan untuk menurunkan suhu ikan pada suhu penyimpanan diperoleh dari pembagian beban panas produk dengan kalor later pelelehan es (Ilyas, 1983). Pada proses pendinginan ikan olahan, beban panas juga berasal dari garam yang digunakan sebagai media pendingin.

#### C. Beban penerimaan panas dari pergantian udara

Beban penerimaan panas ini disebut juga beban pelayanan karena membuka tutup palka atau kebocoran lainnya. Besarnya beban penerimaan panas dari sumber ini sulit dihitung dengan tepat. Ada perancang memperkirakan beban panas pelayanan ini 15% dari beban penerimaan panas dinding dan atap. Perancang lain memperkirakan 20% untuk pelayanan ringan dan 33 1/3% untuk pelayanan normal. Jumlah es yang dibutuhkan untuk melawan panas ini juga ditentukan dengan

membagi beban penerimaan panas dengan kalor laten pelelehan es (Ilyas, 1983).

Beban penerimaan panas total ke dalam palka dihitung dengan menjumlahkan ketiga beban penerimaan panas. Hasil tersebut masih ditambah 10% sebagai faktor pengaman (Anonymous, 1956 diacu dalam Ilyas, 1983).

### 2.10. Kebutuhan Refrigasi pendinginan ikan

Pendinginan ikan dihitung melalui dua tahap. Pertama, tahap penurunan suhu hingga mencapai suhu penyimpanan optimal (0°C untuk ikan basah dan 3°C untuk ikan olahan). Tahap kedua, tahap mempertahankan suhu penyimpanan. Metode yang digunakan pada proses pendinginan ikan diruang palka yaitu Metode dimana kebutuhan refrigerasi dihitung dari beban panas yang diterima palka.

### 2.11. Metode perhitungan

Analisis ini digunakan untuk menghitung luas dinding palka, volume palka, beban panas yang diterima palka dan kebutuhan es. Hasil perhitungan tersebut dituangkan akan dituangkan dalam bentuk diagram agar dapat terlihat jelas fluktuasinya kemudian dianalisis untuk mengetahui factor-faktor yang mempengaruhinya.

Luas didnding palka diukur dengan berbagai metode. Hal ini dikarenakan bentuk dinding kapal yang berbeda-beda. Pada dinding palka yang berbentuk trapesium, luas permukaannya dapat dihitung dengan rumus 2.1.

$$A = \frac{(p_1 + p_2)h}{2} \dots \dots \dots (2.1)$$

Pada dinding yang berbentuk lengkung, luas permukaannya dapat dihitung dengan metode trapezoidal rumus 2.2., yaitu:

$$A = \sum \left( \frac{(p_1 + p_2)h}{2} \right) \dots \dots \dots (2.2)$$

Atau dengan metode simpson, rumus 2.3.

$$A = \frac{(1p_1 + 4p_2 + 1p_3)h}{3} \dots \dots \dots (2.3)$$

Dimana :

p = Panjang

A = Luas, dan

h = jarak antar ordinat.

Volume palka kotor diperoleh dari ujuran geometri. Pengukuran volume palka kotor dilakukan dengan metode Simpson. Rumus 2.4

$$V_u = \frac{(1A_1 + 4A_2 + 1A_3)h}{3} \dots \dots \dots (2.4)$$

Volume palka kotor ini apabila dikalikan dengan rasio penggunaan palka akan diperoleh volume efektif bersih dari palka tersebut, menurut Fyson(1985), secara matematis dapat dirumuskan dengan seperti pada rumus 2.5:

$$V_b = kxV_u \dots \dots \dots (2.5)$$

Dimana :

$V_u$  = volume bruto atau volume geometri ruangan ( $m^3$ );

$V_b$  = volume bersih ruangan ( $m^3$ ) dan,

k = rasio penggunaan ruangan.

Rasio penggunaan ruangan tergantung pada cara penyimpanan, ukuran ruangan dan bentuk geometri. Rasio penggunaan ruangan untuk penyimpanan dengan es adalah 0,9.

Besarnya kapasitas penyimpanan palka dihitung dengan rumus (Fyson, 1985), rumus 2.6.

$$Kapasitas = V_b \times \text{Faktor penyimpanan} \dots \dots \dots (2.6)$$

Laju pengaliran panas ke dalam palka dapat dihitung dengan rumus 2.7.:

$$Q_1 = U_a A (T_1 - T_2) \dots \dots \dots (2.7)$$

A = Luas permukaan palka ( $m^2$ );

$T_1$  = Suhu udara luar ( $^{\circ}C$ );



$T_2$  = Suhu udara palka ( $^{\circ}\text{C}$ );

$Q_1$  = Laju pengaliran pansas ke dalam palka (kkal/jam);

$$U = \frac{1}{\frac{1}{f_o} + \frac{1}{f_i} + \frac{x_1}{k_1} + \frac{x_2}{k_2} + \frac{x_3}{k_3} + \dots + \frac{x_n}{k_n}} \dots \dots \dots (2.8)$$

Dimana:

$x$  = Tebal bahan insulasi (m);

$k$  = tetapan konduktivitas termal (kkal/m/jam/ $^{\circ}\text{C}$ );

$f_o$  = koefisien konduktivitas permukaan bagian dalam ( $f_o=4$ );

$f_i$  = koefisien konduktivitas permukaan bagian luar ( $f_i=1,65$ ); dan

$U$  = koefisien menyeluruh pengaliran panas (kkal/ $\text{m}^2$ /jam/ $^{\circ}\text{C}$ ).

Besarnya beban penerimaan panas melalui pertukaran udara dihitung dengan rumus 2,9.

$$Q_2 = \frac{Q_1}{3} \dots \dots \dots (2.9)$$

Jumlah energi panas yang hilang dari ikan akibat penurunan suhu ikan sampai pada derajat tertentu dihitung dengan rumus 2.10.

$$Q_3 = mc(T_a - T_b) \dots \dots \dots (2.10)$$

Dimana:

$Q_3$  = jumlah energy panas (kkal);

$m$  = Berat ikan;

$T_a$  = Suhu awal ikan ( $^{\circ}\text{C}$ );

$T_b$  = Suhu akhir ikan ( $^{\circ}\text{C}$ ); dan

$c$  = panas spesifik ikan=0,84 (kkal/ $^{\circ}\text{C}$ /kg).

Jumlah panas yang berasal dari garam sebagai media pendingin ditentukan dengan rumus yang sama, yaitu rumus 2.11.

$$Q_4 = mc(T_a - T_b) \dots \dots \dots (2.11)$$

Dimana:

$Q_4$  = Jumlah energi panas (kkal);

$m$  = Berat garam (kg);

$T_a$  = Suhu awal garam ( $^{\circ}\text{C}$ );

$T_b$  = Suhu akhir garam ( $^{\circ}\text{C}$ ); dan

$c$  = panas spesifik garam (0,80 kkal/ $^{\circ}\text{C}$ /kg).

dengan demikian, kebutuhan refrigerasi palka dapat dihitung dengan rumus 2.12.

$$\text{Jumlah Es} = \frac{Q_1}{L} + \frac{Q_2}{L} + \frac{Q_3}{L} + \frac{Q_4}{L} \dots \dots \dots (2.12)$$

Dimana:

$Q_1$  : laju pengaliran panas melalui dinding dan atap (kkal/jam)

$Q_2$  : beban panas dari pertukaran udara (kkal/jam)

$Q_3$  : beban panas dari ikan (kkal)

$Q_4$  : beban panas dari garam (kkal) dan

$L$  : kalor laten pelelehan es (80 kkal/kg).

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **3.1. Waktu dan Tempat Penelitian**

Penelitian dilaksanakan pada tahun 2013 hingga 2014, di PPN Pekalongan, galangan kapal tradisional di kota Pekalongan dan galangan Kapal tradisional di kota Batang, Jawa Tengah. Pada tahap pertama dilakukan pengambilan data tentang konstruksi palka di galangan tradisional Batang dan ukuran geometri palka di PPN Pekalongan tahun pembuatan 2008. Data mengenai insulasi palka diambil pada tahun 2014.

#### **3.2. Materi dan Alat Penelitian**

Materi penelitian adalah palka kapal *Purse seine* produksi galangan kapal tradisional Batang. Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

- a. Penggaris
- b. Kamera
- c. Alat tulis
- d. Termometer
- e. Meteran
- f. Water pass dan
- g. Benang kasur.

#### **3.3. Metode Penelitian**

Penelitian bersifat deskriptif dengan metode studi kasus. Obyek yang menjadi kasus dalam penelitian ini adalah palka yang merupakan kapal *purse seine* produksi galangan kapal tradisional di Kota Batang. Data utama diperoleh dengan observasi dan wawancara dengan pemilik kapal, ABK, pemilik galangan dan pekerjanya. Data pendukung yang diperoleh dari penelusuran pustaka digunakan sebagai penunjang data primer.

Data primer yang diambil terdiri atas:

- a. Sistem insulasi palka, terdiri atas jenis bahan yang digunakan, cara pemasangan, lama pemasangan dan biaya pemasangan
- b. Jumlah hasil tangkapan dan lama trip
- c. Jumlah es dan garam yang digunakan
- d. Suhu garam dan
- e. Suhu luar palka.

Dimensi utama kapal, ukuran geometri palka dan ukuran balok-balok konstruksi diperoleh dengan pengukuran langsung. Pengukuran palka dilakukan dengan membagi dinding palka menjadi beberapa ordinat (Bab IV). Wawancara dan pengamatan langsung dilakukan untuk mengetahui hal-hal yang berhubungan dengan pembuatan kapal, palka, insulasi palka, jumlah es, jumlah garam dan lama trip.

Pengukuran suhu garam dan suhu palka dilakukan sebanyak 3 kali ulangan dan diukur setiap 30 menit. Hasil pengukuran suhu garam digunakan untuk menentukan jumlah es yang digunakan untuk mendinginkan garam sedangkan suhu luar palka digunakan sebagai suhu desain luar untuk menghitung laju pengaliran panas ke dalam palka. Termasuk dalam suhu luar palka adalah suhu lingkungan, suhu ruang mesin dan suhu ruang peralatan.

### **3.4 Asumsi**

Besarnya beban panas yang diterima palka dan kebutuhan es dihitung dengan menggunakan asumsi sebagai berikut:

- a) Suhu ikan yang ditangkap adalah 30 °C,
- b) Kemampuan insulasi untuk menyerap panas dari waktu ke waktu tetap dan
- c) Kecepatan penurunan suhu di dalam palka sama.
- d) Data spesifikasi kapal yang diteliti adalah:

<b>Nama Kapal : KM GERHANA BAHARI</b>				<b>Tahun pembuatan: 2008</b>		
DIMENSI UTAMA	LOA:	LWL:	LPP:	B (lebar):	D (dalam) :	Draft:
	22 m	18,9 m	18,4 m	7,2 m	2,1 m	1,7 m
RASIO	L/D: 10,48		L/B: 3,05		B/D: 3,43	
JUMLAH PALKA	10 lubang (kiri dan kanan)					
ABK	35 orang					
DAYA MOTOR	DIESEL Mitsubishi 315 HP					
Gross Tones	93.5					

The diagram consists of two parts: a side view (top) and a top view (bottom). The side view shows the vessel's profile with a superstructure labeled 'C' at the stern. The hull is divided into sections labeled 'A' (bow), '1', '3', '5', '7', '9', and 'B' (stern). The top view shows the deck layout with sections labeled 'C' (stern) and 'D' (deck area). A legend on the right explains the labels: B = Ruang peralatan, C = Ruang akomodasi, D = Kepala palka, and 1, 3, 5, 7, 9 = Nomor lubang palka. The side view is labeled 'lampak samping (non skala)' and the top view is labeled 'tampak atas (non skala)'.

Gambar 3.1. Bagian-bagian kapal secara umum (tanpa skala)

- e) Hal-hal yang berhubungan dengan pembuatan palka;
- f) Sistem insulasi palka, terdiri atas jenis bahan yang digunakan, cara pemasangan, lama pemasangan dan biaya pemasangan;
- g) Jumlah hasil tangkapan dan lama trip;
- h) Jumlah es dan garam yang digunakan;
- i) Suhu garam; dan
- j) Suhu luar palka.

Dimensi utama kapal, ukuran geomteri palka dan ukuran balok-balok konstruksi diperoleh dengan pengukuran langsung.

Pengukuran palka dilakukan dengan membagi dinding palka menjadi beberapa ordinat (Lampiran 1). Wawancara dan pengamatan langsung dilakukan untuk mengetahui hal-hal yang berhubungan dengan pembuatan kapal, palka, insulasi palka, jumlah es, jumlah garam dan lama trip.

Pengukuran suhu garam dan suhu palka dilakukan sebanyak 3 kali ulangan dan diukur setiap 30 menit. Hasil pengukuran suhu garam digunakan untuk menentukan jumlah es yang digunakan untuk mendinginkan gara sedangkan suhu luar palka digunakan sebagai suhu desain luar untuk menghitung laju pengaliran panas ke dalam palka. Termasuk dalam suhu luar palka adalah suhu lingkungan, suhu ruang mesin dan suhu ruang peralatan.

Haluan kapal KM. GERHANA BAHARI berbentuk *raked stern* (linggi condong) dengan tipe V. Badan kapal berbentuk *round flat bottom* dengan tipe buritan *elips*. Kapal ini merupakan kapal produksi galangan kapal di kota Batang sehingga bentuk badan kapalnya tidak seramping kapal buatan bagan siapiapi.

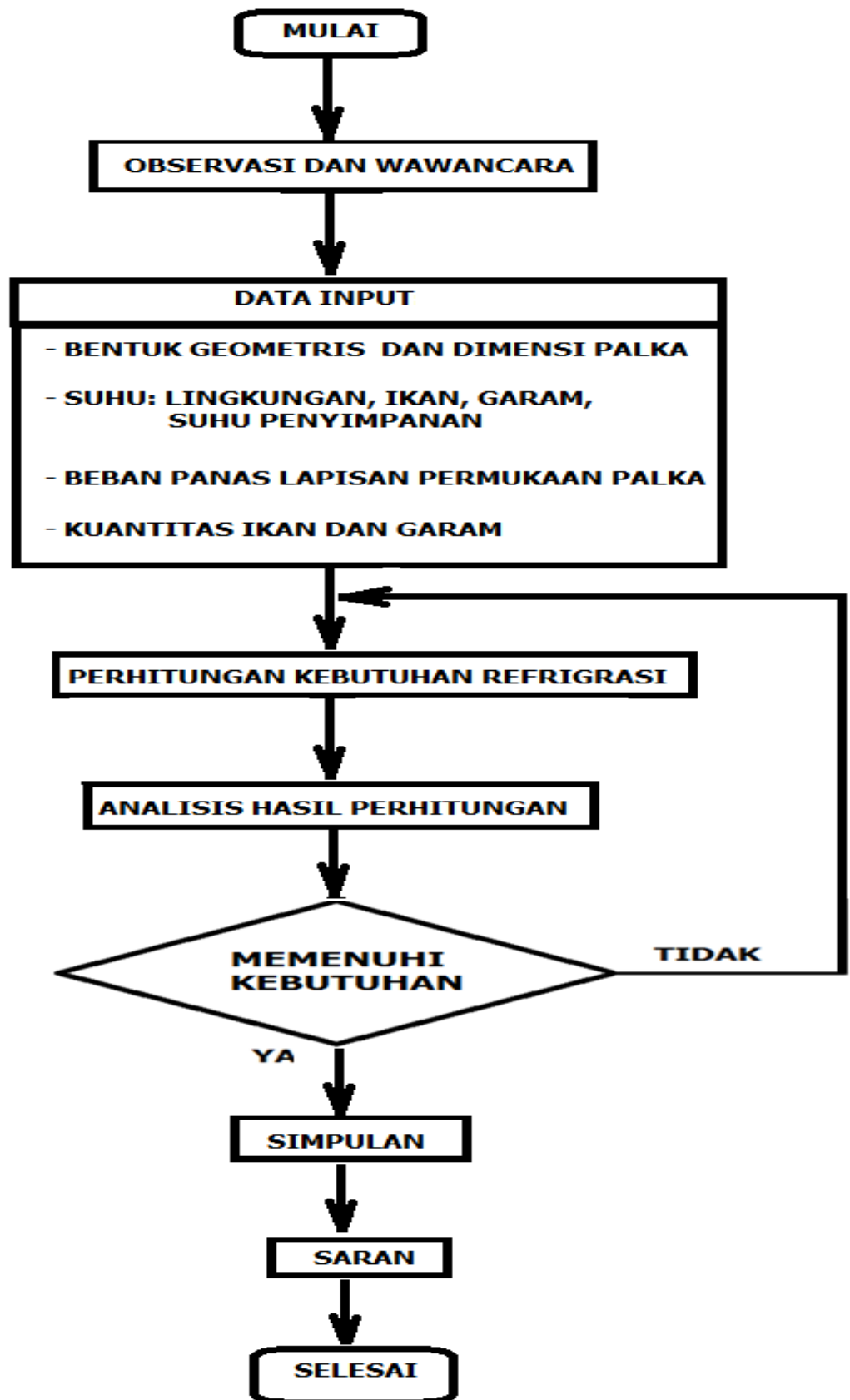
Kapal ini biasa melakukan operasi penangkapan di Kepulauan Natuna, Selat Karimata, Karimun Jawa,, Bawean, Masalembo, Matasiri, Lumu-lumu dan Pejantan. Satu kali trip berlangsung selama kurang lebih 30-40 hari dan biaya perbekalan yang harus dikeluarkan mencapai Rp. 50.000.000,-. Biaya tersebut dialokasikan untuk 20 ton es balok, 4 ton garam, 40 drum bahan bakar, 2 tangki air tawar dan ransum.

Keseluruhan material kapal terbuat dari berbagai jenis kayu. Lunas kapal dibuat dari kayu ulin (*Ensidiroxy lonzwageri, T.et*), Linggi haluan, linggi buritan, linggi baling-baling, sento dan bungkuk dibuat dari kayu bangkirai (*shorea laevifalla* Endert). Gading-gading dan lantai dek dibuat dari kayu laban (*Vitex pusbescens* Vahl). Kulit

kapal, palka dan rumah-rumah dibuat dari kayu jati (*tectona grandis*, L).penggunaan kayu yang berbeda-beda tersebut bertujuan untuk mendapatkan kekuatan yang sesuai dengan fungsi masing-masing bagian tersebut. Selain itu juga untuk mempermudah pengerjaan dan memperkecil biaya.

Penggunaan kayu sudah sesuai dengan yang disarankan oleh BKI.Kayu ulin (*ensidiroxy lonzwageri*, T.et) termasuk dalam kelas awet I dan kelas kuat I. Kayu ini cocok untuk lunas karena mampu memenuhi persyaratan teknis lunas.Lunas kapal harus kuat, tidak mudah pecah dan tahan terhadap binatang laut.Kayu bangkirai (*Shorea laevifalla* Endert) lazim digunakan untuk linggi, sento dan bungkuk.

Untuk mendapatkan data utama akan dilakukan melalui wawancara dan observasi dan data pendukung akan dilakukan melalui penelusuran pustaka sebagaimana terlihat diagram alir berikut ini.



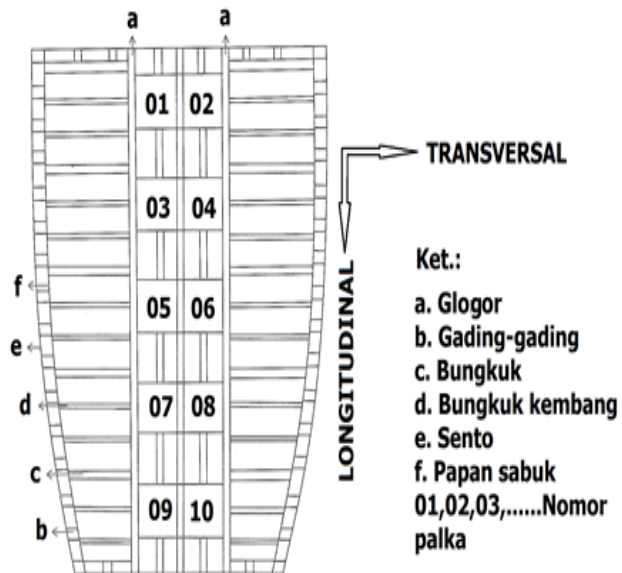
Gambar 3.2. Diagram alur penelitian



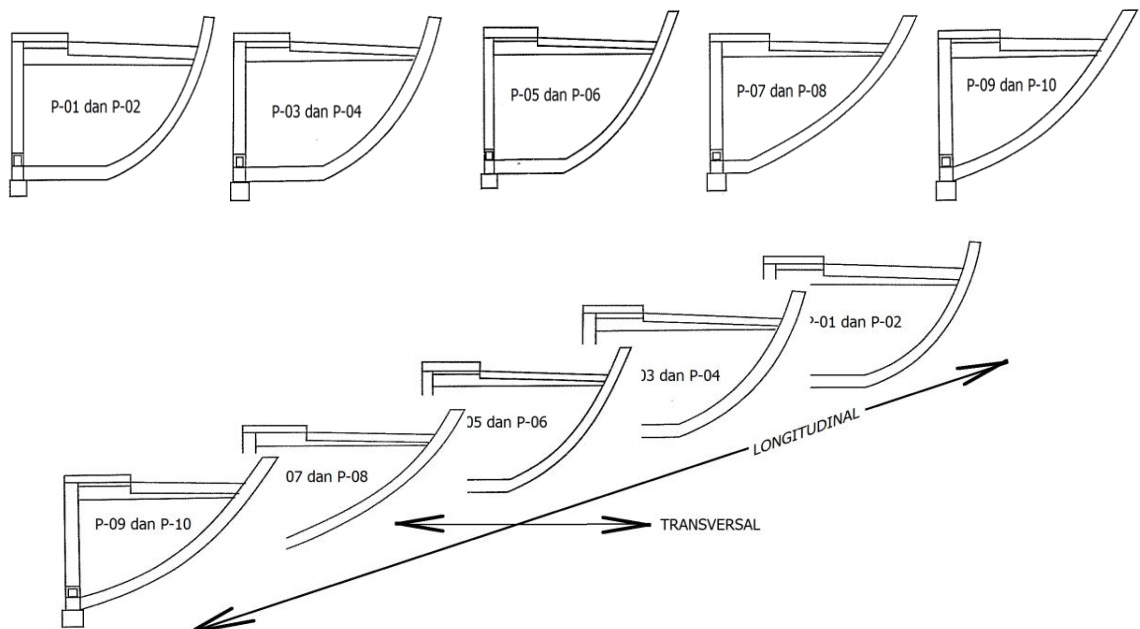
## BAB IV PEMBAHASAN

### 4.1. Dimensi palka

#### A. Penampang longitudinal



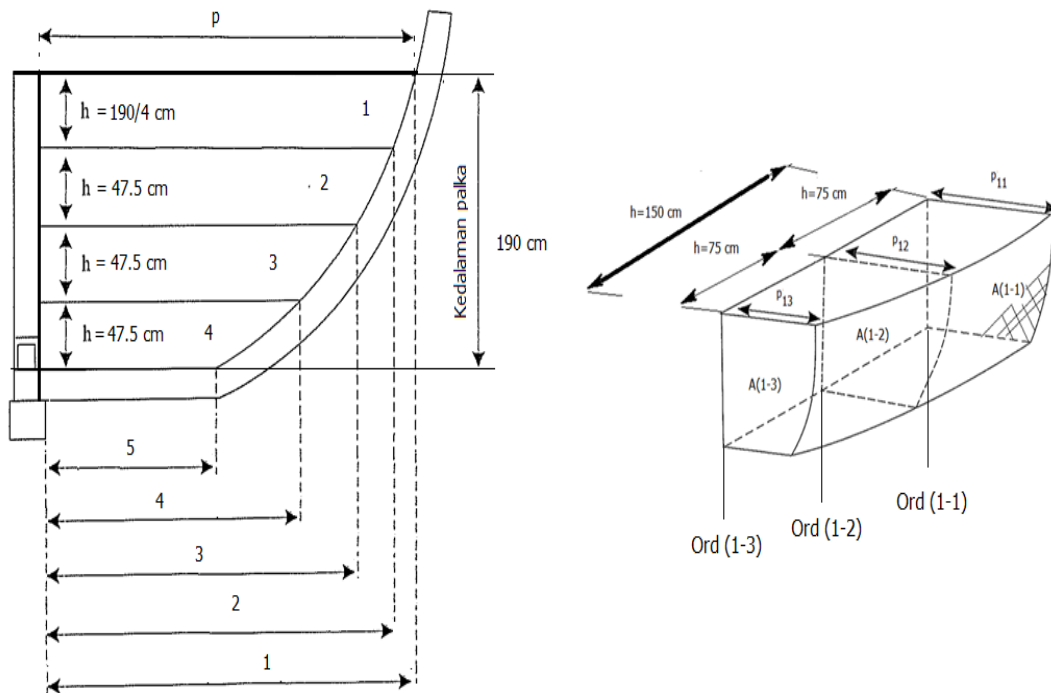
**Gambar 4.1. Struktur palka/ (pandangan atas tanpa skala)**



**Gambar 4.2. Penampang longitudinal dibawah dek (tanpa skala)**

## B. Dimensi Permukaan palka

### SEKAT LUBANG PALKA:



**Gambar 4.3. Gambar ukuran lubang palka dan pembagian ordinat**

Hasil pengukuran dimensi sekat longitudinal seperti pada gambar 4.3. diatas dimana untuk posisi vertical pada sisi bidang transversal memiliki ukuran tinggi dan lebar yang sama masing-masing 190 cm dan 150 cm berupa bidang persegi panjang (tabel 4.2), sedangkan pada dinding (kanan) untuk keperluan perhitungan bidang dinding dibagi dalam 4 lapisan sama besar yaitu  $190/4= 47.5$  cm sehingga masing lapisan terbagi menjadi 5 ordinat (1,2,3,4 dan 5). Sedangkan pada arah longitudinal masing-masing palka dibagi dalam 3 ordinat (p1-1, p1-2 dan p 1-3 atau p1.1,p1.2 dan p1.3) yang mana setiap lubang palka memiliki ukuran p1.1, p1.2 dan p1.3 bervariasi sebagaimana terlihat pada tabel 4.1. Demikian pula sekat dinding dengan panjang lekuk setiap lubang juga bervariasi seperti pada tabel 4.3. dan sekat atap palka untuk keperluan perhitungan juga dibagi oleh 3 kordinat p1.1, p1.2 dan p1.3 dengan variasi ukuran seperti pada tabel 4.4.

**Tabel 4.1. SEKAT LONGITUDINAL** Dimensi permukaan palka

h (meter)					
1		2		3	4
0.475		0.475		0.475	0.475
LUBANG-01					
		p (meter)			
p	Ordinat	1-1	1-2	1-3	
	1	3.2	3.15	3.15	
	2	2.95	2.9	2.85	
	3	2.65	2.55	2.55	
	4	2.2	2.1	2.05	
	5	1.45	1.35	1.3	
LUBANG-03					
		p (meter)			
p	Ordinat	1-1	1-2	1-3	
	1	3.15	3.15	3.15	
	2	2.85	2.8	2.8	
	3	2.55	2.45	2.45	
	4	2.05	2	2	
	5	1.3	1.15	1.15	
LUBANG-05					
		p (meter)			
p	Ordinat	1-1	1-2	1-3	
	1	3.05	3.05	3.05	
	2	2.75	2.65	2.65	
	3	2.35	2.3	2.3	
	4	1.85	1.7	1.7	
	5	1	0.75	0.75	
LUBANG-07					
		p (meter)			
p	Ordinat	1-1	1-2	1-3	
	1	2.95	2.85	2.7	
	2	2.5	2.4	2.2	
	3	2.1	1.95	1.75	
	4	1.5	1.25	1	
	5	0.5	0.25	0.05	
LUBANG-09					
		p (meter)			
p	Ordinat	1-1	1-2	1-3	
	1	2.55	2.45	2.25	
	2	2.15	1.9	1.7	
	3	1.7	1.45	1.25	
	4	1	0.7	0.55	
	5	0	0	0	

**Tabel 4.2. SEKAT TRANSVERSAL**

Palka	p (m)	h (m)
P-01	1.5	1.9
P-03	1.5	1.9
P-05	1.5	1.9
P-07	1.5	1.9
P-09	1.5	1.9

**Tabel 4.3. SEKAT DINDING**

Palka	p (m)	h (m)
P-01	4.4	1.5
P-03	4.35	1.5
P-05	4.15	1.5
P-07	3.9	1.5
P-09	3.6	1.5
	3.05	

**Tabel 4.4. SEKAT ATAP**

Palka	Ordinat	p (cm)	h (cm)
P-01	1-1	3.2	0.75
	1-2	3.15	
	1-3	3.15	
P-03	1-1	3.15	0.75
	1-2	3.15	
	1-3	3.15	
P-05	1-1	3.05	0.75
	1-2	3.05	
	1-3	3.05	
P-07	1-1	2.95	0.75
	1-2	2.85	
	1-3	2.7	
P-09	1-1	2.55	0.75
	1-2	2.45	
	1-3	2.25	

#### 4.2. Perhitungan luas sekat.

##### A. Sekat longitudinal.

Sesuai dengan bentuk sekat longitudinal berupa trapezium sebagaimana terlihat pada gambar 4.3.dengan ukuran dimensi masing-masing lubang sebagaimana ditunjukkan pada tabel 4.1,

maka pendekatan perhitungan menggunakan metode trapezoidal yang ditunjukkan oleh rumus 2.1.

Untuk menghitung luasan palka A(1-1) pada ordinat  $p_1, p_2, p_3, p_4,$  dan  $p_5$  dengan ukuran berturut-turut 3,2 m , 2,95 m, 2,65 m, 2,2 m dan 1,45 m dengan  $h= 47.5$  m. Sehingga diperoleh masing luasan ordinat adalah:

$$A_{1-2}(1-1) = (p_1+p_2) \times 0.5 \times h = (3.20+2,95) \times 0.5 \times 47.5 = 1.460625 \text{ m}^2$$

$$A_{2-3}(1-1) = (p_2+p_3) \times 0.5 \times h = (2,95+2,65) \times 0.5 \times 47.5 = 1.33 \text{ m}^2$$

$$A_{3-4}(1-1) = (p_3+p_4) \times 0.5 \times h = (2,65+2,20) \times 0.5 \times 47.5 = 1.151875 \text{ m}^2$$

$$A_{4-5}(1-1) = (p_4+p_5) \times 0.5 \times h = (2.20+1,45) \times 0.5 \times 47.5 = 0.866875 \text{ m}^2$$

$$\text{Luasan total } A(1-1) = A1(1-1)+A2(1-1)+A3(1-1)+A4(1-1) = 4.809375 \text{ m}^2 .$$

Dan hasil perhitungan untuk luasan sekat longitudinal lainnya disajikan pada tabel 4.4.berikut.

**Tabel 4.4. LUAS SEKAT LONGITUDINAL**

SEKAT LONGITUDINAL			
LUBANG-01	LUAS (m <sup>2</sup> )		
Ordinat	A(1-1)	A(1-2)	A(1-3)
1-2	1.460625	1.436875	1.425
2-3	1.33	1.294375	1.2825
3-4	1.151875	1.104375	1.0925
4-5	0.866875	0.819375	0.795625
TOTAL	4.809375	4.655	4.595625

SEKAT LONGITUDINAL			
LUBANG-03	LUAS (m <sup>2</sup> )		
Ordinat	A(1-1)	A(1-2)	A(1-3)
1-2	1.425	1.413125	1.413125
2-3	1.2825	1.246875	1.246875
3-4	1.0925	1.056875	1.056875
4-5	0.795625	0.748125	0.748125
TOTAL	4.595625	4.465	4.465

SEKAT LONGITUDINAL			
LUBANG-05	LUAS (m <sup>2</sup> )		
Ordinat	A(1-1)	A(1-2)	A(1-3)
1-2	1.3775	1.35375	1.35375
2-3	1.21125	1.175625	1.175625
3-4	0.9975	0.95	0.95
4-5	0.676875	0.581875	0.581875
TOTAL	4.263125	4.06125	4.06125

SEKAT LONGITUDINAL			
LUBANG-07	LUAS (m <sup>2</sup> )		
Ordinat	A(1-1)	A(1-2)	A(1-3)
1-2	1.294375	1.246875	1.16375
2-3	1.0925	1.033125	0.938125
3-4	0.855	0.76	0.653125
4-5	0.475	0.35625	0.249375
TOTAL	3.716875	3.39625	3.004375

SEKAT LONGITUDINAL			
LUBANG-09	LUAS (m <sup>2</sup> )		
Ordinat	A(1-1)	A(1-2)	A(1-3)
1-2	1.11625	1.033125	0.938125
2-3	0.914375	0.795625	0.700625
3-4	0.64125	0.510625	0.4275
4-5	0.2375	0.16625	0.130625
TOTAL	2.909375	2.505625	2.196875

## B. Sekat Transversal

Seperti terlihat pada gambar 4.3 dimana luasan ini berbentuk persegi dengan panjang  $p_1 = p_2 = p_3 = p_4 = p_5 = p_6 = p_7 = p_8 = p_9 = 1,5$  m dan tinggi = kedalaman,  $h = 1,9$ m, maka luasan masing lubang adalah  $A_1 = A_2 = A_3 = A_4 = A_5 = A_6 = A_7 = A_8 = A_9 = 2,95$ m<sup>2</sup>. Seperti disajikan pada table 4.5.

Tabel 4.5. LUAS SEKAT TRANSVERSAL

Palka	Luas (m <sup>2</sup> )
P-01	2.85
P-03	2.85
P-05	2.85
P-07	2.85
P-09	2.85

### C. Sekat Dinding.

Seperti terlihat pada gambar 4.3.yaitu pada bidang transversal dinding dimana berdasarkan hasil pengukuran, setiap lubang memiliki panjang lengkungan yang bervariasi seperti terlihat pada tabel 4.3. Sehubungan dengan bentuk seperti demikian maka luasan setiap sekat dinding akan dihitung dengan pendekatan metode trapezoidal yang ditunjukkan oleh rumus 2.1. Untuk menghitung luasan dinding lubang palka P-01 sampai dengan P-09 dengan ukuran lengkungan setiap sisi dinding dengan ukuran lengkungan lubang 1 sisi pinggir adalah p1, lubang 1 sisi tengah adalah p2, lubang 3 sisi pinggir adalah p2 dan sisi tengah adalah p3, lubang 5 sisi pinggir adalah p3 dan sisi tengah adalah p4, lubang 7 sisi pinggir adalah p4 dan sisi tengah adalah p5, dan terakhir lubang 9 sisi pinggir adalah p5 dan sisi tengah adalah p6 dengan ukuran masing masing p1,p2,p3,p4,p5 dan p6 berturut-turut 4,4 m, 4,35 m, 4,15 m, 3,9 m, 3,6 m dan 3,05 m dengan harga h adalah  $0,5 \times 1,5 = 0.75$  m , 2,95 m, 2,65 m, 2,2 m dan 1,45 m dengan h= 47.5 m. Sehingga diperoleh masing luasan ordinat adalah:

$$A1 = (p1+p2) \times 0,5 \times h = (4,40+4,35) \times 0,5 \times 1,5 = 6.5625 \text{ m}^2$$

$$A3 = (p2+p3) \times 0,5 \times h = (4,35+4,15) \times 0,5 \times 1,5 = 6.375 \text{ m}^2$$

$$A5 = (p3+p4) \times 0,5 \times h = (4,15+3,90) \times 0,5 \times 1,5 = 6.0375 \text{ m}^2$$

$$A7 = (p4+p5) \times 0,5 \times h = (3,90+3,60) \times 0,5 \times 1,5 = 5.625 \text{ m}^2$$

$$A9 = (p5+p6) \times 0,5 \times h = (3,60+3,05) \times 0,5 \times 1,5 = 4.9875 \text{ m}^2$$

Seperti ditunjukkan oleh tabel 4.6.

Tabel 4.6. LUAS SEKAT DINDING

Palka	Luas (m <sup>2</sup> )
P-01	6.5625
P-03	6.375
P-05	6.0375
P-07	5.625
P-09	4.9875

#### D. Sekat Atap.

Perhitungan luasan sekat atap yang berbentuk tirus dan untuk setiap lubang palka ordinat p1.1,p1.2 dan p1.3 dengan ukuran yang bervariasi untuk setiap lubang sebagaimana ditunjukkan oleh tabel 4.4. dan jarak antar ordinat adalah sama yaitu sebesar  $h=1.5 \text{ m}/2=0.75 \text{ m}$ . Untuk itu perhitungan luasan ini dilakukan dengan metode Simpson seperti yang ditunjukkan oleh rumus 2.3.Berdasarkan data tabel 4.4.dimana untuk lubang 1,  $p_{1.1}= 3.2 \text{ m}$ ,  $p_{1.2}= 3.15 \text{ m}$  dan  $p_{1.3}= 3.15 \text{ m}$ , maka  $A_1= h(1p_{11}+4p_{12}+1p_{13})/3=0,75(1 \times 3.2+4 \times 3,15+1 \times 3,15)/3=4,7375 \text{ m}^2$ . Dengan cara yang sama bagi lubang lainnya dan hasilnya seperti ditunjukkan oleh tabel 4.7.

**Tabel 4.7. LUAS SEKAT ATAP**

Palka	Luas (m <sup>2</sup> )
P-01	4.7375
P-03	4.7
P-05	4.5625
P-07	4.2625
P-09	3.65

#### E. Luas seluruh lubang sekat palka.

Berdasarkan pada hasil perhitungan tabel 4.4.sampai dengan dengan tabel 4.7, maka luas seluruh sekat satu sisi seperti terlihat pada tabel 4.8 dan semua angka dalam tabel dengan satuan meter.

Tabel 4.8.Luas seluruh lubang sekat palka.

BAGIAN SEKAT	P-01	P-03	P-05	P-07	P-09
LONGITUDINAL	4,809375	4,595625	4,263125	3,716875	2,909375
	4,655000	4,465888	4,061259	3,396250	2,505625
	4,595625	4,465000	4,061250	3,004375	2,196875
TRANSVERSAL	2,850000	2,850000	2,850000	2,850000	2,850000
DINDING	6,562500	6,375000	6,037500	5,625000	4,987500
ATAP	4,737500	4,700000	4,562500	4,262500	3,650000



F. Kapasitas palka.

Untuk menentukan kapasitas palka sebagai wadah penyimpanan ikan tangkapan yaitu dengan pendekatan metode Simpson dengan ordinat luasan masing-masing sekat longitudinal sebagai ordinat luasannya dan jarak antar lusannya tentunya adalah  $h = 1,5\text{m}/2 = 0,75$  m sehingga luasan masing-masing sekat lubang longitudinalnya seperti ditunjukkan oleh tabel 4.4. dapat ditentukan. Untuk volume palka lubang 1 dimana A11, A12 dan A13 berturut-turut seluas  $4.809375 \text{ m}^2$ ,  $4.655 \text{ m}^2$  dan  $4.595625 \text{ m}^2$ , sehingga volume lubang 1 adalah:

$$V1 = (1 \times A_{1,1} + 4 \times A_{1,2} + 1 \times A_{1,3}) \times h / 3 = (1 \times 4.809375 + 4 \times 4.655 + 4.595625) \times 0,75 / 3 = 7.00625 \text{ m}^3$$

dan untuk bolome lubang lainnya seperti terlihat pada tabel 4.9. Sehubungan dengan ukuran geometris masing-masing bidang lubang longitudinalnya tidak sama maka harga tersebut merupakan harga volume bruto. Untuk mendapatkan vokume netto, maka volume bruto harus dikalikan dengan factor 0,9 dan untuk mendapatkan kapasitas ikan ditambah dengan es harus dikalikan dengan berat jenis keduanya yaitu sekitar  $0.561 \text{ ton/m}^3$  dan untuk kapasitas es balok saja harus dikalikan dengan berat jenis es yaitu  $0.715 \text{ ton/m}^3$  dan hasilnya disajikan pada tabel 4.10.

**Tabel 4.9. Volume bruto masing-masing lubang palka**

Palka	Ordinat	Luas ( $\text{m}^2$ )	h (m)	Volume total ( $\text{m}^3$ )
P-01	1-1	4.809375	0.75	7.00625
	1-2	4.655		
	1-3	4.595625		
P-03	1-1	4.595625	0.75	6.73015625
	1-2	4.465		
	1-3	4.465		

P-05	1-1	4.263125	0.75	6.14234375
	1-2	4.06125		
	1-3	4.06125		
p-07	1-1	3.716875	0.75	5.0765625
	1-2	3.39625		
	1-3	3.004375		
P-09	1-1	2.909375	0.75	3.7821875
	1-2	2.505625		
	1-3	2.196875		

**Tabel 4.10. Tabel kapasitas lubang palka.**

Palka	Volume bruto	Volume netto	Es+lkan	Es balok/tanpa ikan
	(m <sup>3</sup> )	(m <sup>3</sup> )	ton	Ton
P-01	7.00625	6.305625	3.537455625	4.508521875
P-03	6.73015625	6.057140625	3.398055891	4.330855547
P-05	6.14234375	5.528109375	3.101269359	3.952598203
P-07	5.0765625	4.56890625	2.563156406	3.266767969
P-09	3.7821875	3.40396875	1.909626469	2.433837656
Total satu sisi	28.7375	25.86375	14.50956375	18.49258125
Total dua sisi	57.475	51.7275	29.0191275	36.9851625

#### **4.3. Beban panas.**

Beban panas yang akan mencairkan es yang telah dipersiapkan sejumlah yang terdapat pada tabel 4.10. akan sangat bergantung pada pertukaran panas menuju titik setimbangnya. Untuk setiap luasan permukaan dalam dan luar sekat terdiri dari papan kayu yang dipisahkan oleh bahan insulasi yang terbuat dari Expanded Polyurethane yang memiliki konduktivitas termal 0.025 kcal/m/jam/°C (tabel 2.2) dengan ketebalan x meter bervariasi untuk setiap bagian sekat sebagaimana ditunjukkan oleh tabel 4.11. Bahan-bahan yang mempengaruhi aliran panas yang masuk kedalam lubang palka sangat dipengaruhi oleh lingkungan yang membatasinya dalam hal ini berupa kayu, Polyurethane dan lapisan

udara tipis yang memiliki kemampuan insulasi yang berbeda beda. Untuk menentukan satu nilai yang mewakili ketiganya, nilai ini disebut koefisien menyeluruh aliran panas (U). Sesuai dengan rumus 2.8, harga U untuk sekat trasnveral adalah  $U = 1/((1/f_o) + (1/f_i) + (\sum x/k)) = 1/(0.60606061+0.61+6.4) = 0.131301476 \text{ kcal/m}^2/\text{jam}/^\circ\text{C}$ , maka nilai U untuk masing-masing bagian sekat seperti terlihat pada tabel 4.12.

**Tabel 4.11. Nilai konduktivitas dan ketebalan bahan sekat**

BAGIAN SEKAT	k	X	x/k
	(kkcal/m/jam/oC)	(m)	
Transversal	0.15	0.03	0.2
	0.025	0.15	6
	0.15	0.03	0.2
Dinding utama	0.15	0.04	0.266667
	0.025	0.2	8
	0.15	0.035	0.233333
Atap palka	0.15	0.03	0.2
	0.025	0.15	6
	0.15	0.03	0.2

**Tabel 4.12. Koefisien menyeluruh bagian sekat.**

BAGIAN SEKAT	$\sum x/k$	$f_o$	$f_i$	$1/f_o$	$1/f_i$	U (kcal/m <sup>2</sup> /jam/oC)
Transversal	6.4	1.65	1.639344262	0.60606061	0.61	0.131301476
Dinding utama	8.5	4	1.639344262	0.25	0.61	0.106837607
Atap palka	6.4	4	1.639344262	0.25	0.61	0.137741047

Laju konduksi panas yang berasal dari dinding dan atap palka memasuki ruang lubang palka (Q1), maka dengan menggunakan rumus 2.7, diperoleh harga  $Q_1 = U \times \Delta t \times A = 0.131233596 \times 32 \times 4.809375 = 20.19685039 \text{ kcal/jam}$ . Laju konduksi panas pada bagian lainnya seperti terlihat pada tabel 4.13.

**Tabel 4.13.Laju konduksi panas bagian sekat palka.**

Palka	Akses panas	U (kcal/m <sup>2</sup> /jam/oC)	Δt (oC)	A (m <sup>2</sup> )	Q1 (kcal/jam)
P-01	Transversal	0.131233596	35- 3=32	4.809375	20.19685039
	Dinding utama	0.106837607	28	6.5625	19.63141026
	Atap palka	0.137741047	28	4.7375	18.27134986
	Sub total				58.09961051
P-03	Dinding utama	0.106837607	28	6.375	19.07051282
	Atap palka	0.137741047	28	4.7	18.12672176
	Sub total				37.19723458

P-05	Transversal	0.131233596	29	4.263125	16.22449147
	Dinding utama	0.106837607	29	6.0375	18.70592949
	Atap palka	0.137741047	29	4.5625	18.22486226
	Sub total				53.15528322
P-07	Dinding utama	0.106837607	29	5.625	17.42788462
	Atap palka	0.137741047	29	4.2625	17.02651515
	Sub total				34.45439977
P-09	Dinding utama	0.106837607	29	4.9875	15.45272436
	Atap palka	0.137741047	29	3.65	14.57988981
	Transversal	0.131233596	28	2.196875	8.072506562
	Sub total				38.10512073

Akibat Q1 maka es yang berada dalam lubang palka akan mencair. Besarnya beban penerimaan panas (Q2) melalui pertukaran udara dihitung dengan rumus 2.9. dimana kalor laten mencair  $L = 80 \text{ kcal/kg}$ , untuk palka 1 (tabel 4.13), laju pencairan adalah  $Q1/L = 58.09961051/80 = 0.726245131 \text{ kcal/jam}$ ,  $Q2 = 1/3 \times Q1 = 1/3 \times 58.09961051 = 19.36653684 \text{ kcal/jam}$  dengan laju pencairan,  $Q2/L = 19.36653684/80 = 0.24208171 \text{ kcal/jam}$  sehingga dengan menggunakan rumus 2.11, total es mencair pada palka 1 adalah  $Q_{12} = Q_1 + Q_2 = 58.09961051 + 19.36653684 = 77.46614735 \text{ kcal/jam}$ .

Dengan demikian jumlah es yang mencair pada palka 1 adalah  $Q_{12}/L = 77.46614735/80 = 0.968326842 \text{ kg/jam}$ .

Untuk palka lainnya seperti terlihat pada tabel 4.14. Terlihat bahwa total beban penerimaan panas melalui dinding palka , atap palka dan pertukaran udara :589.3643968kcal/jam Akan mencairkan es sebanyak 7.36705496 kg/jam. Dalam hal ini,  $Q1/L$ =Jumlah es yang diperlukan untuk mengatasi sejumlah panas melalui dinding dan atap,  $Q2/L$ =Jumlah es yang diperlukan untuk mengatasi sejumlah panas melalui pertukaran udara,  $Q2$ = Beban panas palka yang berasal dari pertukaran udara dan  $Q12$ =Beban panas palka yang berasal dari dinding, atap dan pertukaran udara.

**Tabel 4.14. Laju pencairan es**

Palka	Q1 (kcal/jam)	Q1/L (kcal/jam)	Q2 (kcal/jam)	Q2/L (kcal/jam)	Q12 (kcal/jam)	Es mencair (kg/jam)
P-01	58.09961051	0.726245131	19.36653684	0.24208171	77.46614735	0.968326842
P-02	58.09961051	0.726245131	19.36653684	0.24208171	77.46614735	0.968326842
P-03	37.19723458	0.464965432	12.39907819	0.154988477	49.59631278	0.61995391
P-04	37.19723458	0.464965432	12.39907819	0.154988477	49.59631278	0.61995391
P-05	53.15528322	0.66444104	17.71842774	0.221480347	70.87371095	0.885921387
P-06	53.15528322	0.66444104	17.71842774	0.221480347	70.87371095	0.885921387
P-07	34.45439977	0.430679997	11.48479992	0.143559999	45.93919969	0.574239996
P-08	34.45439977	0.430679997	11.48479992	0.143559999	45.93919969	0.574239996
P-09	38.10512073	0.476314009	12.70170691	0.158771336	50.80682764	0.635085345
P-10	38.10512073	0.476314009	12.70170691	0.158771336	50.80682764	0.635085345
Total	442.0232976	5.52529122	147.3410992	1.84176374	589.3643968	7.36705496
Rata-rata	44.20232976	0.552529122	14.73410992	0.184176374	58.93643968	0.736705496

Berdasarkan pada harga laju penerimaan panas oleh es ( $Q12$ ), maka pada palka 1, untuk lama pelayaran 30 hari, 35 hari dan 40 hari maka jumlah es yang mencair adalah  $(Q12/L) \times 24 \times \text{jumlah hari}$  berturut-turut  $(77.46614735/80) \times 24 \times 30 = 77.46614735$  kg, 813.3945472 kg dan 929.5937682 kg. Untuk seluruh palka dapat dilihat pada tabel 4.15.

**Tabel 4.15. Jumlah es mencair per pelayaran**

Palka	JUMLAH ES MENCAIR (kg/pelayaran)			
	Q <sub>1,2</sub> (kcal/jam)	Hari		
		30	35	40
P-01	77.46614735	697.1953261	813.3945472	929.5937682
P-02	77.46614735	697.1953261	813.3945472	929.5937682
P-03	49.59631278	446.366815	520.7612842	595.1557533
P-04	49.59631278	446.366815	520.7612842	595.1557533
P-05	70.87371095	637.8633986	744.173965	850.4845315
P-06	70.87371095	637.8633986	744.173965	850.4845315
P-07	45.93919969	413.4527972	482.3615967	551.2703963
P-08	45.93919969	413.4527972	482.3615967	551.2703963
P-09	50.80682764	457.2614487	533.4716902	609.6819316
P-10	50.80682764	457.2614487	533.4716902	609.6819316
Total	589.3643968	5304.279571	6188.326167	7072.372762
Rata-rata	58.93643968	530.4279571	618.8326167	707.2372762

Jumlah panas yang keluar dari ikan Q<sub>3</sub> yaitu menggunakan rumus 2.10 dengan  $L=80\text{kcal//kg}$  sehingga untuk palka1,  $Q_3=mx(x_2-x_1)=1930 \times 0.84 \times (33-3)= 43772.4$  kcal yang membutuhkan es sejumlah  $Q_3/L=43772.4/80=547.155$  kg. Untuk palka lainnya disajikan pada tabel 4.16.

**Tabel 4.16. Kebutuhan es mengatasi panas ikan untuk diturunkan pada suhu penyimpanan**

Palka	Kapasitas ikan tangkapan, m (kg)	Q <sub>3</sub> (kcal)	Q <sub>3</sub> /L (kg)
P-01	1930	43772.4	547.155
P-02	1930	43772.4	547.155
P-03	1780	40370.4	504.63
P-04	1780	40370.4	504.63
P-05	1660	41832	522.9
P-06	1660	41832	522.9
P-07	1480	37296	466.2
P-08	1480	37296	466.2
P-09	1030	25956	324.45
P-10	1030	25956	324.45
Total	15940	378453.6	4730.67
Rata-rata	1576	37845.36	473.067

Untuk kebutuhan penyimpanan ikan olahan yang disimpan pada palka 1, 2, 3 dan 4 membutuhkan tambahan garam sebagaimana ditunjukkan oleh tabel 4.17. Dengan menggunakan rumus yang sama dengan diatas (mengatasi panas ikan) dan dengan harga C panas spesifik garam (0,80 kkal/°C/kg), maka jumlah es yang diperlukan untuk mengatasi panas garam dari temperature 30°C mejadi 3°C adalah pada tabel 4.16. sehingga total beban penerimaan panas produk (ikan dan garam) adalah 378453.6 +31536=409989.6 kkal dan untuk menurunkan panas produk pada suhu penyimpanan 3°C mmbutuhkan es sejumlah 394.2 + 4730.67=5124.87 kg.

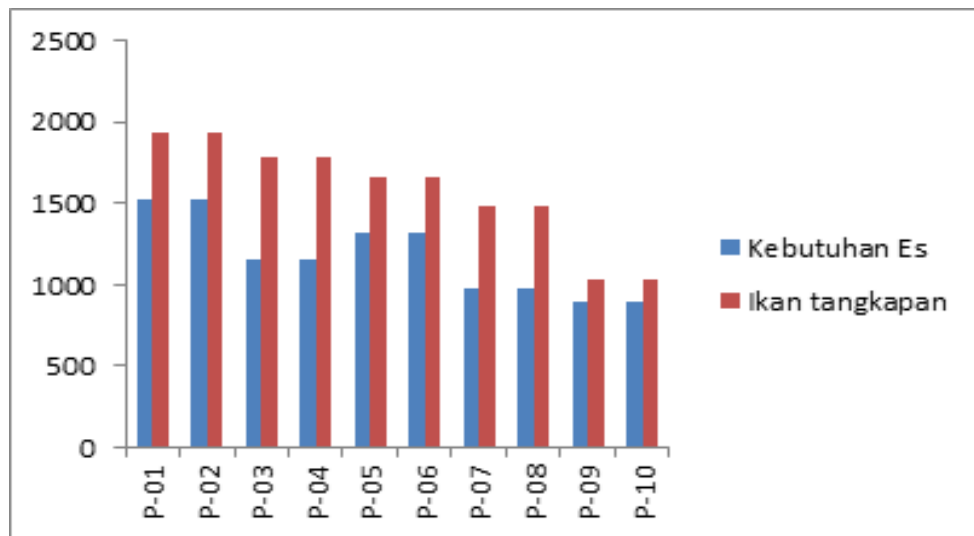
**Tabel 4.17. Kebutuhan es menurunkan suhu garam pada suhu penyimpanan**

Palka	Kebutuhan garam (kg)	Q4 (kkal)	Q4/L(kg)
PP-01	380	8208	102.6
P-02	380	8208	102.6
P-03	350	7560	94.5
P-04	350	7560	94.5
	<b>1460</b>	<b>31536</b>	<b>394.2</b>

Dengan demikian maka pada tabel 4,18 disajikan kebutuhan refrigrasi total untuk mendinginkan produk adalah jumlah es yang mencair per pelayaran+jumlah es untuk mendinginkan ikan+jumlah es untuk mendinginkan garam selanjutnya harga tersebut dapat dikalikan dengan 1.1 sebagai factor keamanan 10%. Dimana pada harga jumlah es merupakan kebutuhan es untuk mengatasi untuk mengatasi panas Q. Sedangkan rasio merupakan perbandingan antara kebutuhan es dengan hasil tangkapan.

Untuk keperluan evaluasi antara kebutuhan es terhadap ikan tangkapan, maka dapat digambarkan dalam bentuk kurva perbandingan berikut ini.

Gambar 4.4. Perbandingan kebutuhan Es dan Ikan tangkapan pada setiap palka





## **BAB IV**

### **SIMPULAN DAN SARAN**

#### **4.1. SIMPULAN**

- a. Bahan insulasi palka menggunakan polyurethane dimana struktur kapal dari luar ke dalam adalah lambung, insulasi polyurethane dan dinding dalam kapal. Konstruksi utama kapal terbuat dari kayu jati dengan panjang palka 1,5 meter, tinggi 1,9 m dan untuk kesepuluh palka memiliki lebar bervariasi antara 3,05 sampai dengan 3,2 meter yang disesuaikan dengan bentuk kapal.
- b. Total luas permukaan palka adalah yang mengalami proses pertukaran panas adalah  $123.451522 \text{ m}^2$  dengan volume  $51.7275 \text{ m}^3$ . Kapasitas penyimpanan untuk es curah dan ikan  $29.0191275 \text{ kg}$  sedangkan untuk balok saja  $38.55423 \text{ kg}$ .
- c. Total beban penerimaan panas melalui dinding, atap dan pertukaran udara kedalam palka adalah sebesar  $589.3643968 \text{ kcal/jam}$  yang akan mencairkan es sebanyak  $7.36705496 \text{ kg/jam}$ . Total beban penerimaan panas dari ikan dari hasil tangkapan seberat  $15940 \text{ kg}$  dan dari garam seberat  $1460 \text{ kg}$  adalah  $409989.6 \text{ kcal}$ . Dengan demikian jumlah es yang dibutuhkan untuk mendinginkan ikan dan garam pada suhu penyimpanan ( $0-3^{\circ}\text{C}$ ) adalah  $5124.87 \text{ kg}$ ;
- d. Rasio kebutuhan minimum es dan jumlah ikan pada seluruh palka rata-rata 1.35 dan yang terbesar pada palka nomor 03,04,07 dan 08 dan yang terkecil pada palka nomor 09 dan 10. Untuk mendinginkan ikan selama 30 hari dari tangkapan sebanyak  $15940 \text{ kg}$  membutuhkan es minimum sebanyak  $11826.49946 \text{ kg}$  sudah terpenuhi.

#### **4.2. SARAN**

- a. Perlu adanya pengurangan kadar garam pada palka nomor 03,04,07 dan 08, dengan mengusahakan agar rasio antara palka 01,02,03 dan 04 harus sama dan untuk 07 dan 08 harus sama dengan 09 dan 10.
- b. Untuk mendapatkan efisiensi yang lebih baik dan harga yang lebih murah dalam hal penggunaan insulasi, perlu dilakukan pengujian terhadap bahan-bahan insulasi lainnya sesuai dengan perkembangan produk insulasi yang ada yaitu yang memiliki konduktivitas termal yang lebih kecil dari yang digunakan.