



**TUGAS AKHIR - ME 141501**

**ANALISA PENGGUNAAN CAMPURAN ES DAN  
GARAM SEBAGAI PENDINGIN IKAN DI ATAS  
KAPAL IKAN TRADISIONAL UNTUK  
NELAYAN DI PULAU SAPUDI ,MADURA**

**FEBI SETYOWIDODO  
NRP 4212 100 045**

**Dosen Pembimbing  
Ir. Alam Baheramasyah, M.Sc.  
Dr.Beny Cahyono ST,MT**

**Jurusan Teknik Sistem Perkapalan  
Fakultas Teknologi Kelautan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2016**



**FINAL PROJECT - ME 141501**

**ANALYSIS THE MIXED USE OF ICE AND  
SALT AS A FISH COOLER ON TRADITIONAL  
FISHING BOAT FOR FISHINGMAN IN SAPUDI  
ISLAND, MADURA**

**FEBI SETYOWIDODO  
NRP 4212 100 045**

**Advisor  
Ir. Alam Baheramsyah, M.Sc  
Dr. Beny Cahyono ST., MT.**

**Departement of Marine Engineering  
Faculty Of Marine Technology  
Sepuluh Nopember Institute of Technology  
Surabaya 2016**

**LEMBAR PENGESAHAN**

**ANALISA PENGGUNAAN CAMPURAN ES DAN  
GARAM SEBAGAI PENDINGIN IKAN DI ATAS KAPAL  
IKAN TRADISIONAL UNTUK NELAYAN DI PULAU  
SAPUDI MADURA**

**SKRIPSI.**

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh  
Gelar Sarjana Teknik

pada

Bidang Studi *Marine Machinery and System* (MMS)

Progam Study S-1 Jurusan Teknik Sistem Perkapalan

Fakultas Teknologi Kelautan

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

**FEBI SETYOWIDODO**

NRP 4212 100 045

Disetujui oleh Pembimbing Skripsi:

Ir. Alam Baheramsyah, M.Sc

Dr. Beny Cahyono ST., MT.



SURABAYA

April, 2016

## LEMBAR PENGESAHAN

### ANALISA PENGGUNAAN CAMPURAN ES DAN GARAM SEBAGAI PENDINGIN IKAN DI ATAS KAPAL IKAN TRADISIONAL UNTUK NELAYAN DI PULAU SAPUDI MADURA

### TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik  
pada

Bidang Studi *Marine Machinery and system* (MMS)  
Program Studi S-1 Jurusan Teknik Sistem Perkapalan  
Fakultas Teknologi Kelautan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

**FEBI SETYOWIDODO**  
NRP. 4212 100 045

Disetujui oleh Ketua Jurusan Teknik Sistem Perkapalan:



**Dr. Eng Muhammad Badrus Zaman, ST., MT.**  
NIP. 1997 0802 2008 0110 07

# **ANALISA PENGGUNAAN CAMPURAN ES DAN GARAM SEBAGAI PENDINGIN IKAN DI ATAS KAPAL IKAN TRADISIONAL UNTUK NELAYAN DI PULAU SAPUDI ,MADURA**

**Nama** : Febi Setyowidodo  
**NRP** : 4212100045  
**Jurusan** : Teknik Sistem Perkapalan,FTK-ITS  
**Pembimbing** : Ir. Alam Baheramsyah, M.Sc  
Dr. Bany Cahyono ST, MT

## **ABSTRAK**

*Ikan setelah ditangkap dan mati, secara keseluruhan ikan akan mengalami proses penurunan mutu yang menjurus kearah pembusukan ikan. Penurunan mutu ini diakibatkan karena adanya aktifitas bakteri, aktifitas enzim, maupun kombinasi dari keduanya. Selama ini usaha untuk menurunkan suhu ikan yaitu dengan menerapkan teknik pendinginan hasil perikanan sudah terbukti berhasil dalam mengawetkan ikan dan memperluas usaha perikanan*

*Pada tugas akhir ini, akan dilakukan percobaan untuk mengetahui pengaruh kombinasi pendingin yang digunakan, terhadap mutu ikan. Media pendingin yang digunakan adalah es dan garam. Semua media pendingin dimasukkan pada coolbox dan digoyang-goyangkan.*

*Hasil eksperimen menunjukkan bahwa penggunaan campuran senyawa NaCl dengan kadar 13% didalam pecahan es dapat berfungsi sebagai pre cooling dan mampu untuk menurunkan temperatur awal hingga  $-14^{\circ}\text{C}$ . Kemudian eksperimen dilanjutkan untuk mengkombinasikan pendingin dengan ikan, hal ini digunakan untuk mengetahui sejauh mana performance dari kombinasi pendingin yang digunakan dan seberapa jauh pengaruh penggoyangan terhadap mutu ikan. Hasil dari eksperimen menunjukkan bahwa variasi 50% ikan : 50% es dengan temperatur*

*terendahnya berada di  $0,19^{\circ}\text{C}$  dan mampu mempertahankan kesegaran ikan hingga 780 menit. Sedangkan variasi 50% ikan : 43,5% es :6,5% garam digoyang dengan temperatur terendahnya -  $1,33^{\circ}\text{C}$  dan mampu mempertahankan kesegaran ikan hingga 600 menit.*

*Kata kunci : teknik pendinginan, media pendingin, mutu ikan*

# ANALYSIS THE MIXED USE OF ICE AND SALT AS A FISH COOLER ON TRADITIONAL FISHING BOAT FOR FISHINGMAN IN SAPUDI ISLAND, MADURA

**Name** : Febi Setyowidodo  
**NRP** : 4212100045  
**Major** : Marine Engineering, FTK-ITS  
**Advisor** : Ir. Alam Baheramsyah, M.Sc  
Dr.Beny Cahyono ST.,MT.

## ABSTRACT

*Fish after being arrested and died, the whole fish will undergo a process of degradation that leads towards the decomposition of fish. Degradation is caused due to bacterial activity, the enzyme activity, or a combination of both. During this time an effort to lower the temperature of the fish is by applying cooling techniques fishery products have been proven successful in preserving fish and fishery business expand*

*In this final project, will be tested to determine the combined effect of coolant used, the quality of the fish. The cooling medium used is ice and salt. All of the cooling medium is inserted in the coolbox and shaken.*

*The experimental results showed that the use of a mixture of compounds with the NaCl content of 13% in the icefalls can serve as pre-cooling and is able to lower the initial temperature to  $-14^{\circ}\text{C}$ . Then the experiment was continued to combine cooler with fish, it is used to determine the extent to which performance of the combination of refrigerant used and how far shaken influence on the quality of the fish. Results of the experiments showed that the variation of 50% of the fish: 50% of ice at its lowest is in  $0.19^{\circ}\text{C}$  and able to maintain the freshness of the fish up to 780 minutes. While variations of 50% of the fish: 43.5% ice: 6.5% of salt is shaken with*

*-1.33 lowest temperature <sup>0</sup>C and able to maintain the freshness of the fish up to 600 minutes.*

*Keywords: refrigeration technique, cooling medium, quality of fish*

## **KATA PENGANTAR**

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas limpahan rahmat serta Hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir sebagai syarat untuk memperoleh gelar sarjana di Jurusan Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya dengan Judul :

### **“Analisa Penggunaan Campuran Es dan Garam sebagai Pendingin Ikan diatas Kapal Ikan Tradisional untuk Nelayan di Pulau Sapudi, Madura”**

Penulis menyadari bahwa terselesaikannya penyusunan tugas akhir ini tidak terlepas dari bantuan dan dukungan dari berbagai pihak, maka pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Basuki, Ibu Watini, Adek Amanda, Mbah Mesinah, dan seluruh keluarga yang senantiasa memberikan do'a dan kasih sayangnya kepada penulis, sehingga penulis bisa menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan lancar.
2. Bapak Ir. Alam Baheramsyah, M.Sc, selaku Dosen Pembimbing pertama dan kepala Laboratorium Mesin Fluida dan Sistem yang telah memberikan kesempatan atas waktu bimbingan, bantuan, arahan, masukan dan nasehat selama pengerjaan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Dr. Beny Cahyono ST., MT selaku Dosen Pembimbing kedua yang telah memberikan banyak dorongan, masukan dan fasilitas agar terselesaikannya Tugas Akhir ini.
4. Bapak Ir. Sardono Sarwito M.Sc selaku dosen Wali selama menempuh pendidikan Strata-1 Jurusan Teknik Sistem Perkapalan, yang telah memberikan bimbingan, bantuan, arahan, masukan dan nasehat selama pengerjaan Tugas Akhir ini.
5. Bapak Dr. Eng. M. Badrus Zaman, ST., MT., selaku Ketua Jurusan Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknologi

- Kelautan ITS, yang telah memberikan kesempatan penulis untuk menyelesaikan Tugas Akhir.
6. Bapak Indra Ranu Kusuma ST., M.Sc., selaku Koordinator Tugas Akhir Jurusan Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan ITS, yang telah memberikan kesempatan penulis untuk menyelesaikan Tugas Akhir.
  7. Keluarga Besar Bismarck'12 Teknik Sistem Perkapalan yang selalu memberi dukungan dan semangat.
  8. Seluruh Civitas Laboratorium Mesin Fluida dan Sistem, terima kasih atas dukungan dan bantuannya yang telah diberikan untuk pengerjaan Tugas Akhir ini.
  9. Seluruh civitas akademika Teknik Sistem Perkapalan yang sedikit banyak membantu memberikan informasi selama pengerjaan Tugas Akhir.
  10. Teman-teman asrama SDM IPTEK, KOS Q 9, kontrakan DF, AL Mi'raj, Al Bahri, JMMI, dan anak SMANGAT NGETOP, atas kekeluargaannya dan kebersamaannya selama kuliah ini.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa laporan ini masih jauh dari kesempurnaan. Untuk itu adanya kritik dan saran yang bersifat membangun sangat penulis harapkan demi kesempurnaan penulisan selanjutnya.

Akhir kata, semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi kita semua dan dapat menjadi tambahan ilmu dan pedoman untuk melakukan penulisan selanjutnya.

Surabaya, April 2016  
Penulis

## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PENGESAHAN .....</b>	<b>I</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>iv</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>vi</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xv</b>
<b>BAB 1 PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
<b>1.1 Latar belakang .....</b>	<b>1</b>
<b>1.2 Perumusan Masalah.....</b>	<b>3</b>
<b>1.3 Batasan Masalah.....</b>	<b>4</b>
<b>1.4 Tujuan dan Manfaat.....</b>	<b>4</b>
<b>1.5 Sistematika Penulisa.....</b>	<b>5</b>
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>7</b>
<b>2.1 Karakteristik Fisik dan Kimiawi Ikan .....</b>	<b>7</b>
2.1.1 Penyebab dan penurunan mutu ikan.....	9
<b>2.2 Metode pendinginan ikan.....</b>	<b>11</b>
2.2.1 Metode pendinginan ikan dengan pengesan .....	12
2.2.2 Metode Pendinginan Ikan dengan Air yang Didinginkan .....	13
<b>2.3 Karakteristik dari sifat garam.....</b>	<b>13</b>
<b>2.4 Bahan Isolasi .....</b>	<b>14</b>
<b>2.5 Bahan Pendingin .....</b>	<b>18</b>
<b>2.6 Cara Mengamati dan Menguji Penurunan Mutu Ikan... </b>	<b>21</b>

## **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

<b>3.1</b> UMUM.....	23
<b>3.2</b> Studi Literatur .....	24
<b>3.3</b> Perencanaan Coolbox ikan dan Bahan-bahan Eksperimen	
3.3.1 Perhitungan Pemilihan Ukuran Lapisan <i>Coolbox</i>	24
3.3.2 Bahan-bahan dan Peralatan Praktikum .....	28
<b>3.4</b> Persiapan Percobaan .....	31
3.4.1 Menyiapkan coolbox ikan .....	31
3.4.2 Media pendingin ikan .....	31
3.4.3 Beban Pendinginan .....	32
<b>3.5</b> Percobaan	
3.5.1 Tempat percobaan .....	32
3.5.2 Pelaksanaan .....	32

## **BAB IV ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN..... 35**

<b>4.1</b> Eksperimen tanpa beban .....	35
4.1.1 Hasil eksperimen Es + garam 98% : 2% .....	36
4.1.2 Hasil eksperimen Es + garam 96% : 4% .....	36
4.1.3 Hasil eksperimen Es + garam 95% : 5% .....	37
4.1.4 Hasil eksperimen Es + garam 93% : 7% .....	38
4.1.5 Hasil eksperimen Es + garam 92% : 8% .....	39
4.1.6 Hasil eksperimen Es + garam 91% : 9% .....	40
4.1.7 Hasil eksperimen Es + garam 90% : 10% .....	40
4.1.8 Hasil eksperimen Es + garam 88% : 12% .....	41
4.1.9 Hasil eksperimen Es + garam 87% : 13% .....	42

4.1.10 Hasil eksperimen Es + garam 86% : 14% .....	43
4.1.11 Hasil eksperimen Es + garam 85% : 15% .....	43
4.1.12 Hasil eksperimen Es + garam 84% : 16% .....	44
4.1.13 Hasil eksperimen Es + garam 82% : 18% .....	45
4.1.14 Hasil eksperimen Es + garam 81% : 19% .....	46
4.1.15 Hasil eksperimen Es + garam 80% : 20% .....	47
4.1.16 Hasil eksperimen Es + garam 79% : 21% .....	48
4.1.17 Hasil eksperimen Es + garam 78% : 22% .....	48
<b>4.2 Eksperimen dengan menggunakan beban .....</b>	<b>51</b>
4.2.1 Hasil eksperimen es dan garam 100%:0% .....	52
4.2.2 Hasil eksperimen es dan garam 90%:10% digoyang	52
4.2.3 Hasil eksperimen es dan garam 90% : 10% tidak digoyang .....	53
4.2.4 Hasil eksperimen es dan garam 87%:13% digoyang	54
4.2.5 Hasil eksperimen es dan garam 87%:13% tidak digoyang .....	55
<b>4.3 Kualitas Ikan .....</b>	<b>56</b>
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>58</b>
<b>5.1 KESIMPULAN .....</b>	<b>58</b>
<b>5.2 SARAN .....</b>	<b>58</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>59</b>

## DAFTAR TABEL

2.1 Hubungan saling pengaruh antara temperatur, kegiatan bakteri, dan mutu ikan serta umur simpan .....	10
2.2 Berat bagian daging yang dapat dimakan dari berbagai jenis ikan .....	11
2.3 Sifat-sifat Es.....	12
2.4 Karakteristik dari beberapa bahan isolasi .....	14
2.5 perbedaan ikan segar dengan kan busuk .....	21

## DAFTAR GAMBAR

2.1 Diagram Campuran Brine .....	16
3.1 Coolbox Aluminium .....	28
3.2 Coolbox pendingin.....	28
3.3 Motor penggerak.....	29
3.4 Lab Jack .....	29
3.5 Timbangan .....	30
3.6 Pecahan Es .....	31
3.7 Garam Dapur.....	32
4.1 Hasil dari eksperimen es dan garam dengan prosentase 98%;2% .....	36
4.2 Hasil dari eksperimen es dan garam dengan prosentase 96%;4% .....	37
4.3 Hasil dari eksperimen es dan garam dengan prosentase 95%;5% .....	37
4.4 Hasil dari eksperimen es dan garam dengan prosentase 93%;7% .....	38
4.5 Hasil dari eksperimen es dan garam dengan prosentase 92%;8% .....	39
4.6 Hasil dari eksperimen es dan garam dengan prosentase 91%;9% .....	40
4.7 Hasil dari eksperimen es dan garam dengan prosentase 90%;10% .....	41
4.8 Hasil dari eksperimen es dan garam dengan prosentase 88%;12% .....	42
4.9 Hasil dari eksperimen es dan garam dengan prosentase 87%;13% .....	42
4.10 Hasil dari eksperimen es dan garam dengan prosentase 86%;14% .....	43
4.11 Hasil dari eksperimen es dan garam dengan prosentase 85%;15% .....	44

4.12 Hasil dari eksperimen es dan garam dengan prosentase 84%;16%	45
4.13 Hasil dari eksperimen es dan garam dengan prosentase 82%;18%	46
4.14 Hasil dari eksperimen es dan garam dengan prosentase 81%;19%	46
4.15 Hasil dari eksperimen es dan garam dengan prosentase 80%;20%	47
4.16 Hasil dari eksperimen es dan garam dengan prosentase 79%;21%	48
4.17 Hasil dari eksperimen es dan garam dengan prosentase 78%;22%	49
4.18 Hasil dari eksperimen es dan garam tanpa menggunakan beban pendingin	50
4.19 Hasil eksperimen es dan garam 100%: 0%	52
4.20 Hasil eksperimen es dan garam 90%: 10% dengan penggoyangan	53
4.21 Hasil eksperimen es dan garam 90%: 10% dengan tanpa penggoyangan	54
4.22 Hasil eksperimen es dan garam 87%: 13% dengan penggoyangan	54
4.23 Hasil eksperimen es dan garam 87%: 13% dengan tanpa penggoyangan	55
4.24 Hasil Eksperimen dengan menggunakan beban pendingin	56

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Penanganan ikan di atas kapal memegang peran penting dalam rantai industri perikanan. Secara umum penanganan ikan dibagi menjadi dua yaitu penanganan ketika di laut dan ketika di darat. Penanganan di atas kapal (laut) memegang penting dalam penentuan kualitas ikan tangkapan. Ikan hasil tangkapan nelayan harus dijaga kesegarannya sampai ikan tersebut sampai ke tempat pengepul, tingkat kesegaran ini terkait dengan cara penanganan ikan di atas kapal. Kecepatan pembusukan ikan dipengaruhi oleh cara penangkapan, kondisi biologis dari ikan dan penanganan ikan di atas kapal. Oleh karena itu penanganan ikan setelah ditangkap menjadi hal penting dalam menjaga kesegaran dari ikan tersebut. Cara untuk menjaga kesegaran ikan rata-rata menggunakan proses pendinginan atau pembekuan (Afrianto dan Liviawaty, 1989).

Sumber daya laut terutama ikan merupakan sumber daya alam yang dapat diperbaharui yang dapat memberikan kontribusi besar bagi penerimaan devisa negara lewat komoditi ekspor, membuka sumber kesempatan kerja serta dapat dikelola dengan baik dan berkelanjutan. Salah satu indikator yang sangat penting adalah adanya kapal ikan tradisional yang beroperasi menangkap ikan di laut. Tempat penyimpanan ikan merupakan salah satu sarana paling utama yang harus dimiliki oleh kapal-kapal nelayan untuk menjaga agar ikan hasil tangkapan tetap dalam keadaan awet dan segar, apalagi kapal-kapal nelayan yang beroperasi dengan jarak tempuh yang jauh dan membutuhkan waktu yang relatif lama untuk melaut (Zulkaidir, 2004).

Pulau Sapudi merupakan pulau yang termasuk dari beberapa pulau yang ada di kepulauan Madura yang potensinya belum tergarap maksimal. Dengan sumber daya alam yang cukup besar terutama di sektor perikanan, maka pulau Sapudi akan dikembangkan sebagai

pusat perikanan terpadu di kepulauan Madura ini sekaligus sebagai sentral pembangunan pulau-pulau yang ada di kepulauan Madura.

Di Pulau Sapudi sebagian besar penduduknya adalah nelayan yang menggunakan berbagai jenis armada tangkap yang berbeda diantaranya adalah kapal motor, motor tempel, dan perahu dayung (perahu tanpa motor). Para nelayan yang menggunakan kapal motor umumnya melakukan operasi penangkapan dengan jarak tempuh yang lebih jauh dan membutuhkan waktu yang relatif lama. Ikan hasil tangkapan yang didapat oleh nelayan adalah ikan kakap merah, tongkol, kurisi, dan lain-lain.

Salah satu permasalahan yang kami ambil di Pulau Sapudi adalah keterbatasan listrik yang berpengaruh pada keterbatasannya penyediaan media pendingin untuk ikan pasca penangkapan. Pulau Sapudi hanya teraliri listrik mulai pukul 17.00 – 05.00 dengan sumber listriknya berasal dari PLTD yang dikelola oleh PLN, namun sayangnya belum bisa menyupai listrik sampai 24 jam. Pabrik es batu di pulau tersebut masih belum ada, sehingga para nelayan sebelum menangkap ikan harus pergi ke Pulau Kangean terlebih dahulu untuk membeli es batu.

Salah satu sarana yang paling penting dioptimalkan dalam operasional kapal-kapal ikan nelayan adalah sistem pendingin ikan di kapal pasca penangkapan. Perdagangan ikan menuntut mutu kesegarannya. Mutu kesegaran ikan dapat dijaga dengan melakukan sistem pendinginan yang baik dan optimal terhadap ikan hasil tangkapan.

Dalam skripsi ini akan melakukan analisa pengaruh penggunaan garam sebagai pendingin ikan. Tujuannya adalah untuk mengetahui seberapa besar pengaruhnya dalam upaya penghematan es. Dengan penggunaan garam ini diharapkan mampu untuk menjaga kesegaran ikan dari pada hanya menggunakan es batu saja. Setelah itu skripsi ini akan membahas tentang perancangan desain palkah kapal ikan yang mampu untuk menjaga kesegaran dan kualitas ikan tangkapan. Sehingga kami mengambil judul “Analisa Penggunaan Campuran Es dan Garam sebagai Pendingin Ikan di atas Kapal Ikan Tradisional untuk Nelayan

di Pulau Sapudi Madura”. Selain itu dalam skripsi ini juga akan melakukan eksperimen untuk membandingkan komposisi es batu dan garam.

## 1.2 Perumusan Masalah

Permasalahan yang sering dihadapi oleh para nelayan adalah bagaimana mempertahankan mutu kesegaran ikan hasil tangkapan. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, teknik pendingin merupakan suatu sistem yang digunakan untuk kapal-kapal nelayan untuk mempertahankan ikan hasil tangkapan agar tetap awet dan segar. Untuk menjaga agar ikan hasil tangkapan tetap dalam kualitas yang baik dan segar khususnya selama berada di perairan laut, maka sistem pendinginannya harus dilakukan sebaik mungkin dengan biaya operasional yang ekonomis serta perawatannya yang mudah. Selama ini para nelayan menggunakan sarana ruang muat penyimpanan ikan di kapal berupa *cool box* dengan media pendinginannya berupa es batu. Namun, demikian permasalahannya yang paling sering dihadapi adalah pada konsumsi es yang terlalu besar dan kemampuan pendingin yang kurang baik. Hal ini sangat berdampak pada ikan hasil tangkapan, dimana kualitas kesegarannya akan menurun dan menyebabkan harga jualnya akan menurun. Oleh karena itu diperlukan suatu modifikasi desain pada konstruksi ruang muat ikan terutama pada sistem isolasinya agar temperatur di dalamnya terjaga sesuai dengan kondisi pendinginan ikan dan daya awetnya dapat dipertahankan sesuai dengan proses penangkapan ikan oleh nelayan di kondisi operasional melaut. Kemudian konsumsi es pendingin dapat diperkecil sehingga dapat mengurangi biaya operasional yang dibutuhkan.

Berdasarkan uraian penjelasan tersebut data dirumuskan permasalahan, yaitu bagaimana:

- Melakukan eksperimen terkait dengan perbandingan es dan garam
- Melakukan eksperimen terkait pengaruh penggoyangan terhadap kualitas ikan.
- Melakukan analisis perbandingan pendingin yang terbaik

- Merencanakan desain dan konstruksi yang mampu untuk mempertahankan kondisi pendinginan di ruang muat

### **1.3 Batasan Masalah**

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

- Perencanaan ini hanya digunakan untuk kapal ikan yang ada Pulau Sapudi dan sistem pendinginan dan konstruksi yang akan dianalisa menggunakan komponen yang sudah ada.
- Hanya menggunakan garam (NaCl) dan es batu untuk eksperimen.
- Tidak memperhitungkan frekuensi penggoyangan.
- Tidak memperhitungkan analisa ekonomi dari penelitian.
- Tidak memperhitungkan struktur material yang digunakan.
- Eksperimen dilakukan dalam keadaan dimana ruang muat ikan dengan bergoyang.
- Waktu eksperimen disesuaikan temperatur dalam ruangan sampai temperatur 0°C.

### **1.4 Tujuan dan Manfaat**

Bermula dari latar belakang yang telah dipaparkan, maka tujuan dari pembuatan skripsi ini adalah

- Mendapatkan komposisi pendingin yang paling optimum.
- Meningkatkan kesegaran ikan dengan melakukan memodifikasi ruang muat kapal ikan.
- Melakukan efisiensi pendingin utama (es batu) dengan memberikan alternatif yaitu garam sebagai media yang mampu mempercepat proses pendinginan ikan.
- Mengetahui seberapa besar pengaruh penggoyangan terhadap proses pendinginan ikan dan kualitas ikan

## 1.5 Sistematika Penulisan

Untuk mengetahui lebih lanjut tentang bagaimana maksud dan isi tugas akhir ini, maka disini akan dijelaskan sistematis dari pembahasannya:

- Bab I Pendahuluan  
Yang berisi tentang latar belakang, permasalahan, batasan masalah, tujuan, manfaat, dan sistematika penulisan
- Bab II Tinjauan Pustaka  
Pada bab II ini membahas secara singkat teori-teori penunjang yang digunakan dalam tugas akhir.
- Bab III Metodologi  
Berisi metode-metode yang ditempuh untuk menyelesaikan perencanaan yaitu studi pustaka, akses *browsing* internet, perencanaan desain dengan *software*, dan analisa dan penulisan naskah
- Bab IV Analisa Data  
Analisa data diperoleh dari hasil pembahasan.
- Bab V Kesimpulan dan Saran  
Merupakan kesimpulan dari hasil perancangan serta beberapa saran untuk pengembangan selanjutnya.

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Karakteristik Fisik dan Kimiawi Ikan**

Salah satu potensi sumber daya laut yang ada di Indonesia adalah perikanan tangkap. Perikanan tangkap ini termasuk sumber daya alam yang dapat diperbaharui oleh karena itu pengelolaannya bisa dieksplorasi secara maksimal dengan pengelolaan yang sesuai dengan aturan yang berlaku. Ikan mempunyai kandungan air yang tinggi antara 70%-80%, lemak antara 0,5%-20%, protein antara 18%-20%, serta mengandung juga berbagai vitamin dan mineral. Selain itu, ikan juga mengandung berbagai macam enzim dan berbagai senyawa organik lainnya.

Secara umum ikan yang sudah mati akan mengalami proses penurunan mutu yang menjurus pada pembusukan dan penurunan kualitas ikan. Penurunan mutu itu ini diakibatkan karena adanya aktivitas bakteri, aktivitas enzim, maupun kombinasi dari faktor-faktor tersebut. Adapun faktor-faktor yang mempengaruhi aktivitas bakteri dalam tubuh ikan, dari faktor-faktor tersebut terbagi menjadi dua yaitu faktor intern dan faktor ekstern. Faktor intern meliputi struktur biologi, nutrelin, derajat keasaman, serta adanya persaingan antar mikro organisme dalam ikan. Faktor ekstern dipengaruhi oleh kondisi-kondisi lingkungan, misalnya adalah temperatur lingkungan, kondisi air, dan lain-lain (Murniyati, 2000).

Fakta yang dapat diambil dari proses ikan yang setelah mati adalah ikan tersebut maka akan terjadi pengejangan atau dalam Bahasa latin biasa disebut dengan *rigor mortis* dimana bakteri mulai bekerja dan menyerang ikan. Hal ini dapat ditanggihkan dengan oleh pendinginan, biasanya para nelayan menggunakan es balok (H<sub>2</sub>O padat). Bakteri akan tumbuh pada temperatur -1<sup>o</sup>C hingga 5<sup>o</sup>C yang mengakibatkan pembusukan pada ikan. Mayoritas bakteri yang membusukkan ikan adalah tipe psikrofilik dimana tumbuh pada 30<sup>o</sup>C dan beberapa diantaranya masih hidup pada 7,5<sup>o</sup>C. Temperatur optimum psikrofilik terletak dalam deret temperatur 10<sup>o</sup>C sampai

20°C dengan laju pertumbuhannya dua kali lipat lebih cepat pada 3,5°C dan lima kali lebih cepat pada temperatur 10°C dibanding pada 0°C. Suatu percobaan yang dilakukan dengan menyimpan lempengan (filet) ikan dalam lemari dingin menunjukkan bahwa pada temperatur simpan pada temperatur 4°C, 2°C, 1°C, -1°C, 25°C, dan -2°C daya awetnya bagi masing-masing temperatur simpan adalah 3°C, 5°C, 6°C, 11°C, dan 16°C hari (Ilyas, 1983).

Perkembangbiakan bakteri pada ikan dipengaruhi oleh semakin rendahnya temperatur maka akan menghambat pertumbuhan bakteri. Table 2.1 berikut menjelaskan mengenai keterkaitan antara temperatur, kegiatan bakteri, dan penurunan mutu ikan yang menghimpun dari sejumlah studi yang telah dilakukan.

Tabel di halaman sebelumnya menunjukkan bahwa daya awet ikan pada kondisi temperatur penyimpanan yang berbeda-beda. Daya awet dinyatakan dalam deret, tergantung dari jenis ikan, dimana angka rendah untuk ikan berlemak dan angka tinggi untuk ikan yang tidak berlemak. Proses penurunan mutu ikan tersebut tidak dapat dihambat secara total.

Secara garis besar, terdapat tiga daerah pembusukan yang terjadi pada tubuh ikan yaitu pada selaput lendir permukaan ikan, insang, serta isi perut. Pertumbuhan bakteri pembusuk akan tertahan pada deret temperatur antara -1°C sampai 5°C. Pembusukan ikan secara *bacterial* akan lebih menonjol pada jenis ikan dasar (kakap, bawal, dll), sedangkan pada jenis ikan palagik (kembung, laying, lemuru), tipe pembusukan lebih bersifat ketengikan oksidatif, terhubung tingginya kadar lemak pada jenis ini. Mayoritas dari bakteri *marine* yang membusukkan ikan adalah tipe psikofilik (bakteri yang suka pada temperatur rendah), bertumbuh pada temperatur 30°C, bahkan beberapa diantaranya masih hidup pada -7,5°C. Temperatur optimum psikofilik terletak pada deret temperatur 10°C-20°C, dimana laju pertumbuhan ikan akan mencapai dua kali lebih cepat pada temperatur 3,5°C dan lima kali lebih cepat pada temperatur 10°C dibandingkan pada temperatur 0°C. Proses deteriorisasi (penurunan mutu) tidak dapat dihentikan secara keseluruhan. Apa

yang dilakukan manusia hanyalah untuk memperlambat terjadinya proses tersebut. Cara, metode atau teknik yang diusahakan dan diterapkan oleh manusia guna memperlambat dan mengontrol faktor-faktor penyebab kerusakan pada ikan, yang merupakan prinsip dasar dari metode pengawetan dan pengolahan ikan.

Dengan bantuan panca indera, seseorang dapat mengamati kondisi *organoleptic* yang dimiliki ikan, yaitu bagaimana keadaan rupa, bau (odor), cita rasa, maupun tekstur dari daging ikan tersebut. Pada pengamatan faktor rupa, dapat diamati perubahan yang terjadi pada mata, insang, selaput lendir permukaan tubuh, sayatan, isi perut, dan lain-lain. Pengamatan tersebut meliputi perubahan warna dan viskositas.

### **2.1.1 Penyebab dan proses penurunan mutu ikan**

- a. *Autolysis (self digestion, enzymatic)* daging mulai mengurai secara biokimia setelah ikan mati. Setelah fase *rigor mortis* dilalui, enzim dalam perut dan dalam daging aktif mengurai komponen ikan yang mengakibatkan perubahan-perubahan warna, rasa, tekstur, dan rupa dari ikan. Penguraian berlangsung cepat terutama ikan kecil, ikan berlemak, ikan yang kenyang makanan sehingga perutnya terbusal, misalnya pada ikan lemuru, herring, dan kembung. Kecepatan *autolysis* sangat tergantung pada temperatur, tidak dapat dihentikan pada temperatur 0°C, Proses hanya berlangsung lebih lambat. Kegiatan enzim dapat direduksi/dikurangi dan dikontrol dengan cara pendinginan, penggaraman, dan pengasaman, atau dapat dihentikan dengan cara pemasakan ikan tersebut.
- b. *Bakteriologis* (bakteri penyebab utama pembusukan). Ada pada ikan hidup, daging steril, tetapi terdapat pemusatan sejumlah besar bakteri pada selaput lendir permukaan ikan, insang dan saluran pencernaan, yang setelah mati, menjadi pusat pembusukan. Selama proses penurunan mutu, bakteri menerobos kedalam daging, berbiak cepat didalamnya, mengurai komponen-komponen daging dan menghasilkan senyawa-senyawa antara lain amoniak dan bau busuk yang menusuk yang

berakibat pada pembusukan ikan. Kegiatan bakteri dapat dihentikan dengan menurunkan temperatur ikan, yaitu dengan cara mendinginkan ikan.

**Tabel 2.1** Hubungan saling pengaruh antara temperatur, kegiatan bakteri dan mutu ikan serta umur simpan.

No	Temperatur	Kegiatan Bakteri	Mutu ikan
1.	Pada deret temperatur tinggi : 25 <sup>0</sup> C hingga 10 <sup>0</sup> C 10 <sup>0</sup> C hingga 2 <sup>0</sup> C	Luar biasa cepat  Pertumbuhan lebih cepat	Cepat menurun dan daya awet sangat pendek (3-10 jam) Mutu menurun kurang cepat, daya awetnya pendek (2-5 hari)
2.	Pada deret temperatur rendah : 2 <sup>0</sup> C hingga -1 <sup>0</sup> C  -1 <sup>0</sup> C	Pertumbuhan bakteri jauh berkurang  Kegiatan dapat ditekan	Penurunan mutu agak dihambat, daya awetnya wajar (3-10 hari)  Penurunan mutu minim, daya awet sebagai ikan basah maksimum (5-20 hari)
3.	Pada deret temperatur sangat rendah : -2 <sup>0</sup> C hingga -10 <sup>0</sup> C  -18 <sup>0</sup> C dan lebih rendah	Dapat ditekan, tidak aktif  Ditekan minimum, bakteri tersisa tidak aktif	Penurunan mutu minimum, ikan jadi beku, tekstur dan rasa ikan rendah, daya awetnya panjang (7-30 hari) Mutu ikan beku lebih baik, daya awet sampai setahun.

*Sumber : Teknologi Refrigerasi Hasil Perikanan (Sofyan ilyas,1983)*

- c. Oksidasi (*Oxidative rancidity*). Terutama lemak ikan segar dioksidasi oleh oksigen udara yang menimbulkan bau dan rasa tengik (*racid flavor dan odor*). Kecepatan oksidasi lemak ini dapat diperlambat oleh penurunan Temperatur, melindungi produk tidak berhubungan udara (dibungkus/diisolasi), dengan

pembubuhan anti oksidan, produk tidak berkontak dengan logam-logam berat dan lain-lain. Kemunduran ikan sangat berbeda-beda menurut jenis ikan, musim, ukuran, kadar senyawa tertentu, temperatur, lingkungan hidup, dan lain-lain.

- d. Kondisi fisik ikan, secara biologis, berbagai jenis ikan sangat berlainan keadaan morfologinya, anatomi, fisiologi dan sebagainya. Perbedaan itu mempunyai arti tersendiri bagi makhluk itu, demikian pula bagi manusia yang ingin memanfaatkannya secara bio-techno-ekonomis.

**Tabel 2.2** Berat bagian daging yang dapat dimakan (dalam % berat) dari berbagai jenis ikan

Jenis ikan	%	Jenis ikan	%
Tengiri	55	Sardine	60
Kakap	37	Cucut	30
Ekor kuning	39	Shortneckcam	13-20
Kembung	50	Oyster	24
Cakalang	70	Topshell	20
Bonito	68	Scallop	50
Kerang bulu	12	Tigerpraw	50

*Sumber : Teknologi Refrigerasi Hasil Perikanan (Sofyan ilyas, 1983)*

## 2.2 Metode Pendinginan Ikan

Metode pendinginan yang bertujuan untuk mengawetkan ikan selalu memusatkan perhatian pada kegiatan memperlambat dan mengontrol faktor-faktor penyebab proses deteriorasi, dimana hal ini masih berlangsung tinggi pada temperatur diatas 0°C dan daya awet ikan yang masih relatif singkat. Telah dibuktikan bahwa laju pertumbuhan bakteri yang merupakan penyebab utama dari pembusukan ikan dapat ditekan secara efektif pada temperatur -1°C. Metode pendinginan ikan yang sampai sekarang diterapkan secara luas di seluruh dunia, yaitu: pendinginan dengan es, dengan udara dingin, dan dengan air yang didinginkan, pada pendinginan ikan basah, temperatur pada pusat termal ikan idealnya diturunkan mencapai 0°C, lalu temperatur ikan dipertahankan pada 0°C tersebut

selama penyimpanan dan distribusi. Sedangkan rata-rata temperatur ideal ikan pada saat penangkapan adalah 20°C (Ilyas,1983).

### 2.2.1 Metode pendinginan ikan dengan pengesan (*icing*)

Metode ini banyak diterapkan oleh para nelayan untuk mengatasi penurunan kualitas ikan. Dengan demikian metode ini merupakan metode terbaik yang telah diterapkan oleh para nelayan dalam menjaga mutu kesegaran ikan, khususnya pada saat berada di laut, terutama setelah menilai beberapa keunggulan dari metode ini yaitu:

- a. Es mempunyai kapasitas pendingin yang sangat besar per tahun berat atau volume, dimana untuk melelehkan 1 kg es diperlukan energi sebesar 80 kilo kalori (k.kal) panas.
- b. Es tidak merusak ikan serta tidak membahayakan bagi yang memakannya, es mudah dibawa dan harganya murah.
- c. Hancurnya es dapat mempercepat proses pendinginan pada ikan
- d. Sentuhan dengan es menyebabkan ikan senantiasa dingin, basah, dan lebih segar.
- e. Es mempunyai thermostat sendiri

Berikut adalah tabel sifat-sifat es (H<sub>2</sub>O padat) pada kondisi temperatur tertentu.

**Tabel 2.3** Sifat-sifat Es (H<sub>2</sub>O padat)

Sifat Es (H <sub>2</sub> O padat)	Keterangan	Satuan
Titik Lebur	-	0°C
Densitas	Pada temperatur 0°C	920 kg/m <sup>3</sup>
Panas spesifik	Pada 0°C	0,49 k.kal/kg <sup>0</sup> C
	Pada -20°C	0,46 k.kal/kg <sup>0</sup> C
Panas laten	Pada 0°C	80 k.kal/kg
Konduktivitas termal	Pada 0°C	1,91 k.kal/m.jam <sup>0</sup> C
	Pada -10°C	1,99 k.kal/m.jam <sup>0</sup> C

*Sumber : fresh fish handling (Myers,M.,1981)*

Pada kapal-kapal nelayan tradisional hampir semuanya menggunakan sistem pendinginan ikan dengan metode pengesan dalam menjaga mutu kesegaran ikan hasil tangkapannya. Metode ini sangat praktis dan paling mudah dalam pengoperasian dan perawatannya. Sedangkan metode dengan udara dingin dan air yang

didinginkan umumnya digunakan pada kapal-kapal penangkap ikan yang modern dan sekala yang besar dan metode ini membutuhkan banyak peralatan yang diantaranya adalah kompresor, kondensor dan evaporator selain itu juga dibutuhkan investasi yang lebih banyak.

### **2.2.2 Metode Pendinginan Ikan dengan Air yang Didinginkan**

Metode ini berkaitan dengan pemanfaatan air yang didinginkan sebagai media pendingin guna menurunkan temperatur ikan basah serendah mungkin dengan tujuan untuk mengawetkan dan menjaga mutu kesegaran ikan. Metode ini jarang dipakai pada kapal-kapal tradisional karena dianggap rumit dalam pengoperasiannya.

### **2.3 Karakteristik dari sifat garam**

Garam yang dicampur dengan es memungkinkan titik beku lebih rendah daripada ketika es yang hanya terdiri dari air. (Fahrenheit, 2012)

Kemampuan media pendingin es yang ditambah garam dapat mempercepat penurunan temperatur ikan, sehingga akan menghasilkan temperatur akhir ikan yang rendah dan berdampak positif terhadap upaya mempertahankan kesegaran ikan. Es yang tidak mengandung garam akan mencair lebih dahulu dibandingkan es yang mengandung garam, titik beku garam lebih rendah dari pada titik beku es yang tidak mengandung garam. Rendahnya temperatur dan kecepatan penurunan temperatur ikan dapat menghambat proses biokimia dan pertumbuhan bakteri pembusuk. Media pendinginan es ditambah garam banyak digunakan dalam penanganan ikan segar. Metode ini banyak digunakan oleh para pedagang pengecer ikan untuk menyimpan ikan yang tidak terjual pada penjualan hari pertama. Es yang ditambah garam dapat menyerap panas dair tubuh ikan lebih besar dari pada es saja.

Para nelayan umumnya menggunakan garam untuk mempercepat proses pendinginan setelah ikan ditangkap. Garam dipilih karena harganya lebih terjangkau dan mudah mendapatkannya dipasaran. Garam dipilih karena mampu untuk mendinginkan lebih rendah dari

0°C, bahkan garam mampu untuk mendinginkan hingga -3°C. Hal ini sangat membantu para nelayan untuk mengupayakan kesegaran ikan setelah ditangkap.

Jumlah garam yang ditambah dalam es minimal 2% dan maksimum 10% dari berat es batu yang digunakan. Penambahan garam lebih dari 10% akan menyebabkan daging ikan menjadi asin. Jumlah penambahan garam pada ikan akan mempengaruhi titik lebur es, dimana semakin banyak jumlah garam yang ditambahkan maka titik lebur es semakin rendah (Widyastuti, 2010).

#### 2.4 Bahan isolasi

Suatu bahan dikatakan bersifat isolator apabila bahan tersebut mempunyai konduktivitas termal yang rendah yang mengakibatkan bahan tersebut memiliki hambatan termal yang tinggi untuk mengalirkan kalor. Isolator dapat mengurangi kalor yang mengalir dari tempat yang temperaturnya tinggi ke tempat yang temperatur lebih rendah pada suatu sistem.

Beberapa faktor penting yang harus diperhatikan dalam pemilihan bahan isolasi adalah sifat konduktivitas termalnya yang rendah, tidak mudah memuai akibat adanya beban dan temperatur lingkungan kerja, kuat dan tahan lama, harganya relatif murah dan dapat memperoleh dengan mudah dipasaran. Tabel 2.4 akan menjelaskan mengenai karakteristik beberapa bahan isolasi serta nilai konduktivitas termalnya.

**Tabel 2.4** Karakteristik Dari Beberapa Bahan Isolasi

No.	Bahan isolasi	Konduktivitas termal (k.kal/jam.m. <sup>0</sup> C)	Sifat kekedapannya
1.	Aluminium	0,0172	Sangat baik
2.	Sterofoam	0,0462	Sangat baik
3.	Fiber glass	0,0369	Sangat baik
4.	Expanded polyurethane	0,0201	Sangat baik
5.	Expanded polystyrene	0,0301	Sangat baik
6.	Plywood	0,2973	Baik

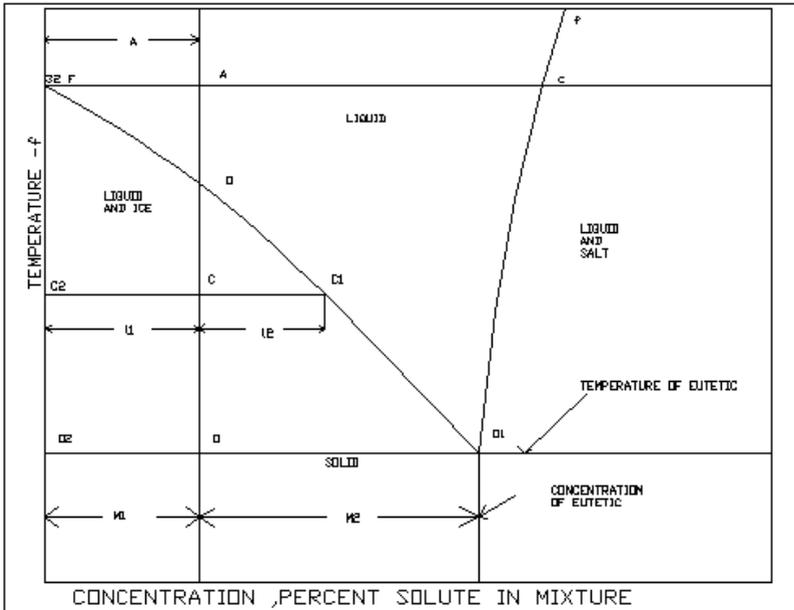
*Sumber : Fresh Fish Handling (Myers,M.,1981)*

Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam pemasangan isolasi adalah bahwa isolasi harus membentuk selubung yang kontinu di

sekitar ruangan dingin, tidak boleh terputus-putus dan tebalnya harus merata. Sedangkan di sebelah dalam ruangan (sisi dingin) material isolasi perlu dilindungi dengan lapisan penutup berbentuk aluminium, baja yang di galvanisasi, plastik yang diperkuat dan sebagainya. Disamping itu pula, hal yang penting diperhatikan adalah ketebalan dari sistem isolasi. Ketebalan sistem isolasi yang terlalu besar tidak menguntungkan secara teknis dan ekonomis. Justru dengan semakin tebalnya isolasi akan mengurangi ruang muat ikan.

Material aluminium mempunyai daya hantar yang baik dan sekaligus mempunyai refleksi panas yang besar. Diantara keunggulannya adalah mempunyai sifat yang tahan terhadap korosi sehingga sangat sesuai bila diaplikasikan di bidang kelautan. Selain itu bersifat ulet, mudah dibentuk lembaran, dan termasuk logam ringan. Dipasaran, Aluminium mempunyai kadar 98-99%, dimana zat yang masih tercampur pada aluminium contohnya: Cu, Fe, Si, dan  $Al_2O_3$  (Wardoyo A, 1998).

Proses percampuran garam dengan es dalam bentuk padatan pada konsentrasi tertentu akan menghasilkan suatu campuran yang dinamakan dengan *brane*. Jika pecahan es dalam solid dilarutkan dalam garam pada konsentrasi tertentu, maka campuran tersebut dapat mencapai suatu temperatur yang sangat rendah, dimana campuran dalam kondisi ini dikatakan dengan campuran *eutectic* (*eutectic mixture*) dan temperatur pada kondisi tersebut dinamakan dengan temperatur *eutectic* (Pierce, J.D., et.al, 1972). Gambar berikut menunjukkan diagram proses pelarutan garam dan es dalam wujud padatan.



Gambar 2.1 Diagram campuran Brine

Sumber : ASHRAE Hand Book of Fundamental (Pierce, J.D.et,al, 1972)

Gambar diatas menunjukkan suatu proses pencampuran larutan garam dan pecahan es dalam wujud padatan (*solid*) sampai campuran tersebut mencapai suatu kondisi dimana es dalam wujud solid larut sempurna bersama garam sampai berwujud cairan (*liquid brine*). Pada diagram terlihat pula bahwa selama proses pelarutan antara garam dan es sampai campuran berwujud cairan, temperatur selama proses tersebut dapat mencapai dibawah 32°F (0°C). Untuk aplikasi pada ruang muat ikan kapal, *brine* cukup efektif digunakan sebagai media pendinginan awal untuk menurunkan temperatur di dalam ruang muat ikan sebelum ikan hasil tangkapan dimasukkan ke dalam ruang muat. Selain itu *brine* juga dapat berfungsi sebagai isolasi termal untuk menghambat laju aliran panas dari lingkungan sekitarnya. Campuran *brine* dapat diberikan diantara material pada

permukaan sebelah dalam ruang muat ikan (*internal lining*) dengan bahan isolasi yang mempunyai konduktivitas termal yang rendah. Material yang digunakan di sebelah dalam ruang muat biasanya berupa lembaran material jenis logam yang mempunyai sifat tahan terhadap korosi, seperti lembaran aluminium. Sedangkan bahan isolasinya berupa bahan-bahan yang mempunyai sifat konduktivitas termal yang rendah, mempunyai sifat kedapannya terhadap air yang baik serta mempunyai berat yang relatif ringan, seperti *fiber glass*, *plastic*, *sterofoam*, *polyurethane*, dan lain-lain.

Isolasi vacuum (*vacuum insulation*) merupakan suatu pengembangan teknologi baru yang dikembangkan untuk keperluan isolasi termal, dimana menurut Musgrave, D.S, *vacuum insulation* ini 4 sampai 7 kali lebih baik dari pada material isolasi konvensional. Nilai tahanan termal (*resistance thermal*) dari *vacuum insulation* mencapai 25 sampai 30 *resistance per inch thickness* (1/C). Nilai ini terbukti jauh lebih besar dari pada material isolasi konvensional yang biasa digunakan seperti sterofoam yaitu sebesar 3,6 R/in, *fiber glass* sebesar 4 R/in, *expanded polyurethane* sebesar 6,25 R/in serta *expanded polystyrene* sebesar 5 R/in.

Kemudian hal lain yang penting diperhatikan dalam mendesain sistem isolasi ruang muat pendinginan ikan pada kapal nelayan adalah bahan isolasi yang digunakan pada bagian paling luar dari konstruksi ruang muat ikan, dimana material yang digunakan harus mempunyai sifat kekuatan yang cukup baik untuk menahan benturan serta getaran mesin kapal. Selain itu pula material ini mempunyai sifat konduktivitas termal yang rendah serta tidak mudah menyerap air.

Beberapa bahan isolasi yang sudah diaplikasikan untuk menjaga kesegaran dari ikan, diantaranya adalah *fiber glass*, *plastic*, *polyurethane*, *polystyrene*, dan sterofoam. Plastik merupakan bahan sintetis yang berasal dari minyak mineral, gas alam, atau dibuat dari bahan asal batu bara, batu kapur, dan juga dari binatang dan

tumbuhan-tumbuhan. Keuntungan menggunakan isolasi berbahan plastik adalah lebih ulet dan kuat. Kekurangannya dari bahan ini adalah cenderung memuai menjadi lebih panjang dengan adanya beban, pada temperatur yang relatif lebih tinggi sifatnya menjadi kurang baik dan terjadi perubahan polimer selama pemakaian yang kemungkinan sekali karena aksi dari sinar ultra violet serta kebanyakan bahan termoplastik mulai melunak pada temperatur yang sangat rendah (Armanto, 1999).

Penggunaan fiber glass mulai berkembang sebagai material pembuat perahu atau kapal, namun juga serbagai macam barang sebagai *furniture*, kap lampu, *casing*, *bathub*, bahkan badan mobil. Beberapa tahun kemudian *fiber glass* mulai digunakan sebagai bahan pengganti untuk kayu, logam, beton dan lain-lain. Sebagai bahan isolasi pada konstruksi pengawetan produk, terutama pada aplikasi dibidang kelautan. *Fiber glass* sangat baik digunakan, terutama ditinjau dari beberapa keunggulannya yaitu: tahan terhadap korosi dan reaksi kimia, mempunyai konduktivitas termal yang rendah, kuat, dan ringan, tahan terhadap perubahan temperatur dan cuaca, tahan lama, mempunyai tingkat kestabilan bentuk yang tinggi, fleksibel, harga ekonomis dan tidak memerlukan perawatan khusus, dapat dicetak sebagai suatu bagian tanpa sambungan.

Beberapa bahan isolasi penting yang paling sering kita jumpai saat ini, terutama yang digunakan pada sistem isolasi penyimpanan dan pengawetan produk makanan adalah jenis sterofoam, polyurethane, dan polystyrene. Ditinjau dari nilai konduktivitas termalnya, jenis polyurethane sedikit lebih baik dari pada sterofoam, namun sterofoam harganya lebih murah dan lebih mudah didapatkan di pasaran.

## **2.5 Baban pendinginan**

Dalam mendesain suatu peralatan refrigerasi, hal terpenting yang perlu dipertimbangkan adalah besarnya beban pendinginan yang dibutuhkan. Untuk memperoleh besarnya beban pendingin yang dibutuhkan, maka kita harus memperkirakan seluruh sumber

panas yang mengalir ke dalam ruang pendingin, baik yang berasal dari dalam maupun dari luar ruangan. Pada sistem pendinginan yang menggunakan metode pengesan seperti pada ikan, beban penerimaan panas total didalam ruangan pendingin, paling tidak berasal dari beberapa sumber pengaliran panas, yaitu:

- a. Beban panas dari produk atau muatan yang disimpan yaitu beban panas yang dilepaskan oleh produk selama proses pendinginan. Apabila suatu produk ditempatkan ke dalam ruang penyimpanan pada kondisi temperatur lebih tinggi dari temperatur ruangan. Untuk menghitung besarnya panas yang dilepas oleh produk, maka perlu diketahui temperatur produk pada saat masuk ruangan pendingin serta temperatur akhir, massa produk serta panas spesifiknya. Besarnya panas yang dilepas oleh suatu produk dapat dihitung dengan rumusan sebagai berikut :

$$Q = m.c.\Delta T \quad (2.1)$$

Keterangan:

Q= jumlah panas yang dilepas (k.kal)

m= massa dari produk (kg)

c= panas spesifik dari produk (k.kal/kg °C)

$\Delta T$ = selisih temperatur awal dan akhir dari produk (°C)

- b. Beban transmisi panas melalui struktur ruang pendingin, yaitu beban panas yang diakibatkan oleh transmisi panas melalui struktur sisi, tutup dan alas dari ruang pendingin akibat adanya perbedaan temperatur antara bagian dalam dan bagian luar ruangan. Formula dasar yang digunakan untuk menghitung besarnya panas yang mengalir secara konduksi melalui suatu permukaan adalah sebagai berikut :

$$q = \frac{k.A(T_1 - T_2)}{x} \quad (2.2)$$

Keterangan:

$q$  = laju perpindahan panas yang mengalir ( k.kal/jam)

$A$ =luas permukaan perpindahan panas ( $m^2$ )

$T_1$ =temperatur pada sisi panas(temperatur udara luar) ( $C^0$ )

$T_2$ =temperatur pada sisi dingin(temperatur ruang pendingin) ( $C^0$ )

$x$  = tebal material isolasi (m)

$k$ = konduktivitas termal material (k.kal/m jam  $^0C$ )

Untuk medium perpindahan panas yang menggunakan material isolasi lebih dari satu , persamaan (2.2) diatas dapat disederhanakan menjadi :

$$q = U.A(T_1-T_2) \quad (2.3)$$

dengan

$$U = \frac{1}{\frac{1}{h_0} + \frac{x_1}{k_1} + \frac{x_2}{k_2} + \dots + \frac{x_n}{k_n} + \frac{1}{h_1}} \quad (2.4)$$

atau :

$$q = \frac{\Delta T}{R_{total}} \quad (2.5)$$

$$\text{dimana : } R_{total} = \frac{1}{h_0} + \frac{x_1}{k_1} + \frac{x_2}{k_2} + \dots + \frac{x_n}{k_n} + \frac{1}{h_1} \quad (2.6)$$

dimana  $x$  dan  $k$  adalah tebal dan konduktivitas termal masing-masing bahan.

$h_0$  = koefisien perpindahan panas udara luar (k.kal/ $m^2$  . jam  $^0C$ )

$h_i$  = koefisien perpindahan panas udara dalam (k.kal/ $m^2$  . jam  $^0C$ )

- c. Beban panas akibat infiltrasi udara, yaitu beban panas yang ditimbulkan akibat adanya perembesan udara luar ke dalam ruang pendingin karena adanya seperti pada saat membuka penutup ruang muat. Beban ini sukar dihitung dengan tepat. Sebagian perancang memperkirakan 15% dari beban penerimaan panas permukaan ruang muat, kemudian 20% untuk pelayanan ringan, 33,33% untuk pelayanan rata-rata atau normal serta 50% untuk pelayanan berat ( Ilyas,1983).
- d. Untuk menghitung jumlah es yang dibutuhkan untuk mendinginkan suatu produk dengan menggunakan es sebagai media pendinginnya, maka perlu diketahui bahwa tiap kg es pada saat meleleh pada  $0^0C$  dapat menyerap 80 k.kal, maka jumlah es

yang dibutuhkan mengatasi beban pendingin dapat dihitung dengan persamaan :

$$\text{Jumlah es} = \frac{\text{beban pendingin total (k.kal)}}{80 \text{ k.kal/kg}} \text{ (Kg)} \quad 2.7)$$

## 2.6 Cara mengamati dan menguji penurunan mutu ikan

### a. Uji *organoleptic*

Mengamati (khususnya dengan panca indera) dan mencatat perubahan-perubahan rupa, warna, odor, tekstur dari produk, yang terutama diperhatikan adalah rupa dari luar (mata, insang, isi perut, darah, daging, dan lain-lain). Menilai mutu produk, berapa jauh menyimpang dari mutu ikan yang sangat segar baru ditangkap, dan bagi produk olahan berapa jauh menyimpang dari mutu produk segera selesai diolah.

**Tabel 2.5** Perbedaan ikan segar dengan ikan busuk

Item	Ciri ikan segar	Ciri ikan busuk
Mata	Cemerlang, kornea bening, pupil hitam, mata cembung	Redup, tenggelam, pupil mata, kelabu tertutup lendir
Insang	Warna merah sampai merah tua, cemerlang tak berbau, tak ada off-odor	Kotor, warna pucat atau gelap, keabuan, berlendir dan berbau busuk.
Lendir	Terdapat lendir alami yang menutupi ikan yang baunya khas menurut jenis ikan. Rupa lendir cemerlang seperti lendir ikan hidup, bening.	Berubah kekuningan dengan bau tidak enak, atau lendirnya sudah hilang, atau lendirnya mongering dan putih susu, atau lendir pekat
Kulit	Cemerlang, belum pudar, warna asli kontras	Rupa pudar, bila pengesan kurang baik kulitnya mongering dan retak
Sisik	Melekat kuat, mengkilat dengan tanda dan warna khusus tetutup lendir jernih.	Banyak yang lepas, tanda dan warna yang khusus ini memudar dan lambat menghilang
Daging	Sayatan daging cerah dan elastis, bila ditekan tidak ada bekas jari	Lunak, teksturnya berubah, bila ditekan jari ada bekasnya

Sumber : *Teknologi Refrigerasi Hasil Perikanan (Sofyan ilyas, 1983)*

b. Uji mikrobiologis

1. Pada ikan segar, menentukan jumlah bakteri yang berkembang dengan cara hitung pelat total (*total plate count*)
2. Pada produk olahan, selain dengan HPT juga ditentukan dengan kadar ragii (*yeast*)
3. Uji kesehatan (*wholesomeness*) dari produk, yaitu penentuan adanya mikrobia yang berbahaya bagi kesehatan manusia, misalnya *E.Coli*, *Salmonella*, *Shigella*, dan lain-lain.

c. Uji Fisik

Menentukan perubahan-perubahan fisik pada produk, antara lain elastisitas daging, kecembung mata, keruhan air mata (khususnya ikan segar) dan pada olahan lain.

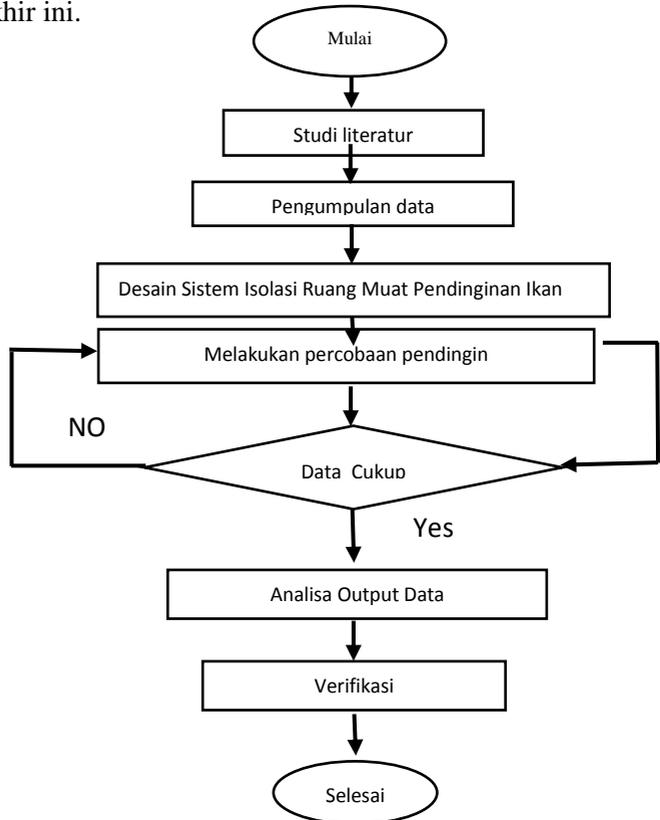
## BAB III METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1 UMUM

Metodologi yang digunakan dalam pengerjaan tugas akhir ini merupakan acuan untuk menyelesaikan permasalahan yang akan dianalisa. Metodologi penelitian ini mencakup semua langkah-langkah yang akan dilakukan untuk penyelesaian tugas akhir. Penyusunan tugas akhir ini dimaksudkan untuk mencapai tujuan tugas akhir yang telah dilakukan

#### *Flow Chart*

Berikut adalah *flow chart* yang merupakan gambaran mengenai alur penelitian tugas akhir ini.



### **3.2 STUDI LITERATUR**

Pengumpulan bahan referensi penunjang yang terkait dengan sistem pendingin yang dapat membantu penulis dalam menemukan teori-teori yang relevan dan literatur pendukung untuk memperkuat permasalahan yang ada dan untuk mendapatkan hasil analisa yang dapat dipertanggung jawabkan.

Proses studi literatur dilakukan dengan cara pencarian buku acuan yang berhubungan dengan tema permasalahan, penulisan karya ilmiah dan penelitian yang sudah ada serta dari hasil diskusi, buku acuan yang akan dipelajari nantinya berhubungan dengan teori sistem pendingin, Cara pengawetan ikan dan mutu ikan serta buku lainnya yang mengarah pada tema penulisan tugas akhir ini. Dengan tahapan studi ini diharapkan penulis bisa mengerjakan tugas akhir ini dengan didukung oleh teori yang benar dan dapat dipertanggungjawabkan.

### **3.3 PERENCANAAN *COOL BOX* IKAN DAN BAHAN-BAHAN EKSPERIMEN**

*Cool box* merupakan alat yang digunakan dalam penyimpanan makanan segar seperti ikan, buah atau sayur. Bahan tersebut akan dipindahkan ke tempat lain dalam kondisi segar. Sehingga diperlukan pelapisan dengan kualitas tinggi agar waktu pendinginannya lebih lama yang berakibat bahan makanan akan tetap segar. Pada umumnya, bahan yang digunakan untuk melapisi *cool box* terbuat dari *polyurethane*. *Polyurethane* ini diharapkan dapat menahan udara panas yang masuk maupun keluar *cool box*. *Cool box* tersebut yang sering digunakan oleh para nelayan saat melakukan penangkapan ikan. Pada percobaan ini digunakan dua macam *cool box*, yaitu *cool box* beban pendingin dan *cool box* ruang pendingin.

#### **3.3.1 Perhitungan Pemilihan Ukuran Lapisan *Cool box***

Perhitungan pada optimasi tebal isolasi.

Perhitungan pada optimasi ketebalan isolasi didasarkan beban pendingin yang bekerja pada ruang muat pendinginan ikan. Beban pendingin tersebut dapat berasal dari beberapa sumber pengaliran panas, yaitu :

1. Beban panas dari produk atau muatan ikan yang tersimpan. Beban panas ikan dapat dihitung dengan persamaan :

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T$$

dimana :

$Q$  = jumlah panas yang dilepas ikan (k.kal)

$m$  = massa dari ikan

$c$  = panas spesifik dari ikan = 0,76k.kal/kg  $^{\circ}\text{C}$  (Jordan,1985)

$\Delta T$  = selisih temperatur awal dan akhir ikan (C)

Temperatur awal ikan (temperatur ideal ikan pada saat penangkapan) adalah 20  $^{\circ}\text{C}$ -30  $^{\circ}\text{C}$  dan temperatur yang diinginkan akhir sebesar 0  $^{\circ}\text{C}$  . Maka :

$$\Delta T = (30 \text{ }^{\circ}\text{C} - 0 \text{ }^{\circ}\text{C}) = 30 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

Sedangkan massa ikan yang dapat tertampung dalam ruang muat ditentukan berdasarkan dimensi ruang muat ikan. Dimensi ( 0,56 x 0,42 x 0,36) m. Dari dimensi yang telah ditentukan dengan pertimbangan-pertimbangan, untuk mengetahui volume bersih ruang muat yang dapat di isi ikan, maka pada setiap sisinya dikurangi dengan tebal isolasi optimum, diperoleh :

$$\text{Panjang} = 0,4 \text{ m} , \text{ lebar} = 0,20 \text{ m} , \text{tinggi} = 0,245 \text{ m}$$

Maka volume bersihnya ;

$$V = (p \times l \times t) \text{ m}^3$$

$$V = (0,4 \times 0,2 \times 0,245) \text{ m}^3 = 0,0196 \text{ m}^3$$

Oleh karena berat jenis air adalah 1000 kg/m<sup>3</sup>, maka dengan volume tersebut dapat diisi ikan keseluruhan sebesar :

$$V = 0,0196 \text{ m}^3 \times 1000 \text{ kg/m}^3 = 19,6 \text{ kg}$$

Berdasarkan teoritis, bahwa banyaknya es yang dibutuhkan untuk mendinginkan 1 kg ikan ke temperatur  $0^{\circ}\text{C}$  adalah 0,23 kg es ( Fresh Fish Handling), maka banyaknya es yang dibutuhkan untuk mendinginkan 19,6 kg ikan dapat dihitung sebagai berikut :

$$m_{\text{es}} = 0,23 \times 19,6 = 4,508 \text{ kg}$$

karena yang kami lakukan untuk melakukan eksperimen adalah ikan dengan berat 10 kg maka es yang dibutuhkan sebesar =

$$m_{\text{es}} = 0,23 \times 10 = 2,3 \text{ kg}$$

jadi :

$$Q = 10 \text{ kg} \times 0,76 \text{ k} \cdot \frac{\text{kal}}{\text{kg } ^{\circ}\text{C}} \times 30 \text{ } ^{\circ}\text{C}$$

$$= 228 \text{ k.kal}$$

2. Beban transmisi panas melalui struktur ruang pendingin , yaitu beban panas yang diakibatkan oleh transmisi panas melalui struktur sisi dan alas,tutup dari ruang pendingin akibat adanya perbedaan temperatur antara bagian-dalam dan bagian luar ruangan. Formula dasar yang digunakan untuk menghitung besarnya panas yang mengalir secara konduksi melalui suatu permukaan adalah sebagai berikut :

$$q = \frac{k \cdot A \cdot (T_1 - T_2)}{x} \quad (2.2)$$

dimana:

q = laju perpindahan panas yang mengalir (k.kal/jam)

A=luas permukaan perpindahan panas ( $\text{m}^2$ )

$T_1$ =temperatur pada sisi panas (temperatur udara luar) ( $^{\circ}\text{C}$ )

$T_2$ =temperatur pada sisi dingin (temperatur ruang pendingin) ( $^{\circ}\text{C}$ )

x = tebal material isolasi (m)

k= konduktivitas termal material (k.kal/m jam  $^{\circ}\text{C}$ )

untuk medium perpindahan panas yang menggunakan material isolasi lebih dari satu, persamaan (2.2) diatas dapat disederhanakan menjadi :

$$q = U.A(T_1-T_2) \quad (2.3)$$

$$\text{dengan } U = \frac{1}{\frac{1}{h_0} + \frac{x_1}{k_1} + \frac{x_2}{k_2} + \dots + \frac{x_n}{k_n} + \frac{1}{h_1}} \quad (2.4)$$

$$\text{atau : } q = \frac{\Delta T}{R_{total}} \quad (2.5)$$

$$\text{dimana : } R_{total} = \frac{1}{h_0} + \frac{x_1}{k_1} + \frac{x_2}{k_2} + \dots + \frac{x_n}{k_n} + \frac{1}{h_1} \quad (2.6)$$

dimana x dan k adalah tebal dan konduktivitas termal masing-masing bahan.

$h_0$  = koefisien perpindahan panas udara luar (k.kal/m<sup>2</sup>. jam °C)

$h_i$  = koefisien perpindahan panas udara dalam (k.kal/m<sup>2</sup>. jam °C)

Beban panas akibat infiltrasi udara, yaitu beban panas yang ditimbulkan akibat adanya perembesan udara luar ke dalam ruang pendingin karena adanya seperti pada saat membuka penutup ruang muat. Beban ini sukar dihitung dengan tepat. Sebagian perancang memperkirakan 15% dari beban penerimaan panas permukaan ruang muat, kemudian 20% untuk pelayanan ringan 33,33% untuk pelayanan rata-rata atau normal serta 50% untuk pelayanan berat.

(Ilyas, 1983)

Untuk menghitung jumlah es yang dibutuhkan untuk mendinginkan suatu produk dengan menggunakan es sebagai media pendinginnya, maka perlu diketahui bahwa tiap kg es pada saat meleleh pada 0°C dapat menyerap 80 k.kal, maka jumlah es yang dibutuhkan mengatasi beban pendingin dapat dihitung dengan persamaan :

$$\text{Jumlah es} = \frac{\text{beban pendingin total (k.kal)}}{80 \text{ k.kal/kg}} \text{ (Kg)} \quad (2.7)$$

Jadi

$$\text{Jumlah es} = \frac{228 \text{ k.kal}}{80 \text{ k.kal/kg}} \text{ (Kg)} = 2,85 \text{ kg}$$

### 3.3.2 Bahan-bahan dan Peralatan Percobaan

#### 1. *Cool box* beban pendingin

*Cool box* beban pendingin digunakan sebagai tempat ikan. Memiliki ukuran yang lebih kecil yaitu sebesar 300 mm x 240 mm x 290 mm. berikut ditunjukkan *cool box* beban pendingin pada gambar 3.1. pada *cool box* ini dindingnya dirancang menggunakan aluminium yang mengelilingi *cool box*.



Gambar 3.1 *Cool box* aluminium

#### 2. *Cool box* ruang pendingin

*Cool box* ruang pendingin memiliki ukuran yang lebih besar dari pada *cool box* beban pendingin, yaitu dengan ukuran 490 mm x 340 mm x 390 mm seperti tampak pada gambar 3.2. *cool box* ini berisi pendingin yaitu berupa garam dan es batu serta *cool box* yang terbuat dari aluminium.



Gambar 3.2 *Cool box* pendingin

### 3. Penambahan Aluminium

Penambahan aluminium dilakukan pada *cool box* beban pendingin. Penambahan ini bertujuan sebagai pembatas antara pendingin dengan beban pendingin. Tebal dari aluminium sebesar 0,4 mm , penambahan tersebut mengelilingi *cool box* dengan jarak 40 mm dari dinding bagian dalam *cool box* ruang pendingin.

### 4. Motor Penggerak

Motor ini berfungsi untuk menggerakkan *cool box*, cara yang dilakukan adalah dengan menghubungkan motor dengan menggunakan tali karet dan dihubungkan ke *cool box* tersebut.



Gambar 3.3 Motor penggerak

### 5. Lab Jack

Lab jack ini difungsikan sebagai perekord data temperatur dalam *cool box*. Alat ini digunakan untuk mengukur temperatur saat pendinginan berlangsung . berikut ditunjukkan lab jack pada gambar 3.3 yang difungsikan sebagai perekord data temperatur.



Gambar 3.4 Lab Jack

## 6. Timbangan

Timbangan adalah alat yang dipakai melakukan pengukuran massa suatu benda. Timbangan/neraca dikategorikan kedalam sistem mekanik. Berikut ditunjukkan timbangan pada gambar 3.4 yang difungsikan sebagai pengukur massa



Gambar 3.4 Timbangan

## 7. Kamera

Kamera digunakan untuk mendokumentasikan semua kegiatan saat percobaan berlangsung.

## 8. Leptop

Leptop digunakan untuk mengetahui pembacaan temperatur yang telah direcord oleh lab jack.

## 9. Ikan

Ikan yang digunakan pada percobaan ini berjumlah 50 kg .Karena dengan melalui ikan ini dapat diketahui seberapa pengaruh model dari *cool box* dan pengaruh pendinginannya.Apakah karakteristiknya sesuai dengan sebagaimana ikan segar.

## 10. Garam

Garam digunakan sebagai variable bebas dari percobaan ini . garam yang dipakai adalah garam dapur yang ada dipasaran.



Gambar 3.5 Garam Dapur

## 11. Pecahan Es

Pecahan es digunakan sebanyak 100 kg . pecahan es diletakkan bersama dengan garam.



Gambar 3.6 Pecahan Es

### 3.4 Persiapan Percobaan

#### 3.4.1 Menyiapkan *cool box* ikan

Pada tahap ini disiapkan *cool box* yang sudah dibuat sebagai tempat peletakan media pendingin ikan maupun beban pendingin yaitu berupa ikan tengiri.

#### 3.4.2 Media pendingin ikan

Media pendingin ikan yang digunakan pada percobaan ini adalah :

1. Es dan Garam dengan prosentase 100% : 0 %
2. Es dan Garam dengan prosentase 98% : 2 %

3. Es dan garam dengan prosentase 96 % : 4 %
4. Es dan garam dengan prosentase 95 % : 5 %
5. Es dan garam dengan prosentase 93 % : 7 %
6. Es dan garam dengan prosentase 92 % : 8 %
7. Es dan garam dengan prosentase 91 % : 9 %
8. Es dan garam dengan prosentase 90 % : 10 %
9. Es dan garam dengan prosentase 88 % : 12 %
10. Es dan garam dengan prosentase 87 % : 13 %
11. Es dan garam dengan prosentase 86 % : 14 %
12. Es dan garam dengan prosentase 85 % : 15 %
13. Es dan garam dengan prosentase 84 % : 16 %
14. Es dan garam dengan prosentase 82 % : 18 %
15. Es dan garam dengan prosentase 81 % : 19 %
16. Es dan garam dengan prosentase 80 % : 20 %
17. Es dan garam dengan prosentase 79 % : 21 %
18. Es dan garam dengan prosentase 78 % : 22 %

### **3.4.3 Beban Pendinginan**

Beban pendinginan yang digunakan adalah ikan dengan jenis ikan tenggiri dan ditempatkan didalam box beban pendingin.

## **3.5 PERCOBAAN**

### **3.5.1 Tempat percobaan**

Percobaan dilakukan di Laboratorium Mesin Fluida Jurusan Teknik Sistem Perkapalan ,Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

### **3.5.2 Pelaksanaan**

#### **3.5.2.a. Eksperimen Tanpa Beban Pendingin**

Eksperimen ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi media pendingin ikan terhadap perubahan temperatur di dalam *cool box* ikan. Eksperimen dilakukan sampai temperatur dalam *cool box* menunjukkan angka 0°C, hal ini dikarenakan untuk mengetahui seberapa lama pendingin mampu mempertahankan Temperaturnya. Adapun langkah-langkah yang dilakukan adalah sebagai berikut :

## I. Tahap Eksperimen

- a. Mempersiapkan semua peralatan yang akan digunakan
- b. Menginstal semua peralatan yang dimulai dengan memasang motor pada penumpunya
- c. Menghubungkan motor dengan *box* ikan
- d. Menimbang pecahan es dan garam
- e. Memasukkan ikan dalam *box* ikan
- f. Memasukkan pecahan es dan garam dengan berbagai variasi
- g. Memasang komponen lab jack dan memastikan sudah terhubung dengan laptop
- h. Menghidupkan motor
- i. Mengamati dan mencatat perubahan temperatur yang terjadi selama pendinginan berlangsung ( setiap 10 menit )
- j. Pengambilan data dalam setiap percobaan dilakukan sampai lab jack menunjukkan temperatur dalam *cool box*  $0^{\circ}\text{C}$

## II. Tahap Pengukuran

1. Es dan garam dalam *cool box* setelah ditutup dibiarkan selama 15 menit
  2. Catat temperatur *cool box* (lab jack) setiap 10 menit.
  3. Eksperimen diberhentikan ketika sudah menunjukkan angka  $0^{\circ}\text{C}$
  4. Tutup *cool box* dibuka dan diamati visual untuk terakhir kali.
- Setelah selesai, hasil pengamatan ditabelkan, dilakukan perhitungan dan dibuat grafik.

### 3.5.2.b Eksperimen dengan beban ikan

Eksperimen ini dilakukan untuk menguji sejauh mana kemampuan *cool box* ikan apabila diberi beban pendingin (ikan). Eksperimen dilakukan dengan menempatkan ikan dalam box beban pendingin yang terbuat dari aluminium. Kemudian diamati perubahan temperaturnya tiap 30 menit dan untuk perubahan kualitas ikan secara visual siamati setiap membuka tutup *cool box*. Data pengamatan temperatur ditabelkan dan dibuat grafik yang kemudian dianalisa.

Langkah-langkah eksperimen adalah sebagai berikut:

- a. Mempersiapkan semua peralatan yang akan digunakan
- b. Menginstal semua peralatan yang dimulai dengan memasang motor pada penumpunya
- c. Menghubungkan motor dengan *box* ikan
- d. Menimbang pecahan es dan garam
- e. Memasukkan ikan dalam *box* ikan
- f. Memasukkan pecahan es dan garam dengan berbagai variasi
- g. Memasang komponen *lab jack* dan memastikan sudah terhubung dengan laptop
- h. Menghidupkan motor
- i. Mengamati dan mencatat perubahan temperatur yang terjadi selama pendinginan berlangsung ( setiap 30 menit )
- j. Pengambilan data dalam setiap percobaan dilakukan sampai *lab jack* menunjukkan temperatur dalam *cool box* 0 °C
- k. Diakhir eksperimen dilakukan pengamatan terhadap 10 ikan secara acak untuk mengetahui karakteristik mutu ikan dengan menggunakan metode *score sheet* organoleptik.

Pengamatan

1. Campuran es dan garam dimasukkan dalam *cool box* dan ikan dimasukkan dalam box beban pendingin setelah itu ditutup.
2. Pilih 10 ikan secara acak untuk dinilai di awal
3. Catat temperatur *cool box* setiap 30 menit sekali
4. Eksperimen dihentikan ketika temperatur menunjukkan angka 0°C
5. Ambil 10 ikan secara acak untuk mengetahui nilai di akhir eksperimen
6. Buat tabel *score sheet* untuk mengetahui kualitas ikan di awal dan akhir eksperimen.

## **BAB IV**

### **ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN**

Pada tahap ini data-data yang diperoleh pada tahapan eksperimen akan dianalisa dalam rangka mencapai tujuan yang diinginkan yaitu mengetahui komposisi pendingin yang paling cocok digunakan pada kapal ikan tradisional di Pulau Sapudi dan mendapatkan ikan segar yang bermutu tinggi.

Adapun analisa yang digunakan pada penelitian ini adalah membahas hasil eksperimen yang meliputi eksperimen tanpa beban pendingin dan eksperimen dengan beban pendingin dan mutu ikan.

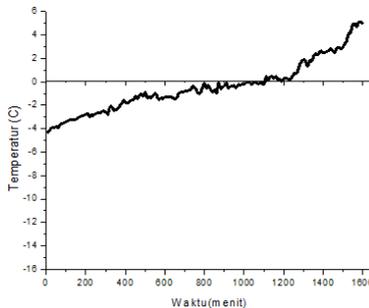
#### **4.1 Eksperimen tanpa beban pendinginan**

Eksperimen ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik dari media pendingin sebelum diberikan beban pendinginan. Eksperimen dilakukan dengan 17 kali variasi media pendingin yang terdiri dari :

1. Es dan Garam dengan persentase 98% : 2%
2. Es dan Garam dengan persentase 96% : 4%
3. Es dan Garam dengan persentase 95% : 5%
4. Es dan Garam dengan persentase 93% : 7%
5. Es dan Garam dengan persentase 92% : 8%
6. Es dan Garam dengan persentase 91% : 9%
7. Es dan Garam dengan persentase 90% : 10%
8. Es dan Garam dengan persentase 88% : 12%
9. Es dan Garam dengan persentase 87% : 13%
10. Es dan Garam dengan persentase 86% : 14%
11. Es dan Garam dengan persentase 85% : 15%
12. Es dan Garam dengan persentase 84% : 16%
13. Es dan Garam dengan persentase 82% : 18%
14. Es dan Garam dengan persentase 81% : 19%
15. Es dan Garam dengan persentase 80% : 20%
16. Es dan Garam dengan persentase 79% : 21%
17. Es dan Garam dengan persentase 78% : 22%

#### 4.1.1 Hasil eksperimen Es + garam 98% : 2%

Eksperimen ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik dari media pendingin. Grafik 4.1 menunjukkan perubahan temperatur dalam *cool box* selama eksperimen.



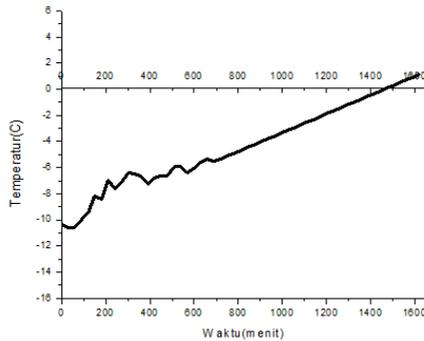
Gambar 4.1 Grafik Hasil dari eksperimen es dan garam dengan persentase 98% : 2%

Dari grafik diatas dapat dilihat bahwa temperatur di 10 menit pertama mencapai temperatur  $-4,37^{\circ}\text{C}$ . Kemudian temperatur naik menjadi  $-3^{\circ}\text{C}$  pada menit ke-20 hingga menit ke-160. Temperatur *cool box* mencapai  $0^{\circ}\text{C}$  pada menit ke-1110. Kenaikan rata-rata temperatur pada eksperimen ini adalah 12,13%

Pada awal-awal eksperimen temperatur didalam *cool box* mengalami penurunan yang drastis, setelah itu temperatur mengalami kenaikan yang konstan hal ini disebabkan karena jumlah es yang ada disekitar sensor mencair .

#### 4.1.2 Hasil eksperimen Es + garam 96%:4%

Eksperimen ke-2 bertujuan untuk mengetahui perbedaan temperatur dalam *cool box* dengan variasi pendingin yang berbeda.

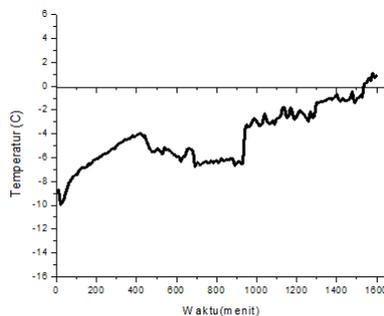


Gambar 4.2 Grafik Hasil dari eksperimen es dan garam dengan persentase 96% : 4%

Dari grafik 4.2 dapat dilihat bahwa Temperatur terendah dari eksperimen ini adalah  $-10,61^{\circ}\text{C}$  pada menit ke-30. Temperatur didalam *cool box* mencapai  $0^{\circ}\text{C}$  ada menit ke-1470. Selanjutnya temperatur di dalam *cool box* mengalami kenaikan secara konstan dengan rata-rata kenaikannya 21,6%.

#### 4.1.3 Hasil eksperimen Es + garam 95% : 5%

Eksperimen ke-3 bertujuan untuk mengetahui perbedaan temperatur dalam *cool box* dengan variasi pendingin yang berbeda.



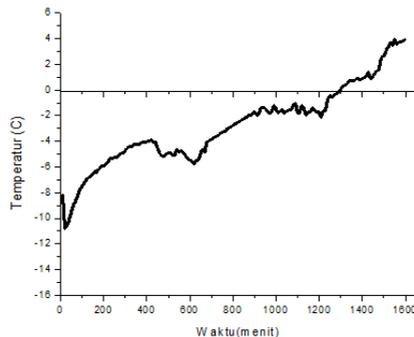
Gambar 4.3 Grafik Hasil dari eksperimen es dan garam dengan persentase 95% : 5%

Pada grafik 4.3 dapat dilihat bahwa pada 10 menit pertama temperatur didalam *cool box* menunjukkan angka  $-8,68^{\circ}\text{C}$ . Setelah itu temperaturnya mengalami penurunan hingga  $-10,29^{\circ}\text{C}$ . Temperatur didalam *cool box* mengalami kenaikan secara konstan hingga menit ke-440 dengan rata-rata kenaikan 13%. Setelah menit ke-440 temperatur didalam *cool box* mengalami kenaikan secara konstan dengan rata-rata 33%. Temperatur didalam *cool box* mencapai  $0^{\circ}\text{C}$  pada menit ke-1530.

Pada awal eksperimen dapat dilihat bahwa temperatur mengalami penurunan secara drastis. Hal ini disebabkan karena es dan garam mulai bereaksi. Selanjutnya tren pada grafik 4.3 mengalami kenaikan konstan. Setelah itu tren grafik mengalami fluktuatif hal ini disebabkan karena dibebberapa titik disekitar sensor esnya mulai mencair yang mengakibatkan temperatur dibebberapa sensor tersebut mengalami kenaikan.

#### 4.1.4 Hasil eksperimen Es + garam 93% : 7%

Eksperimen ke-4 bertujuan untuk mengetahui perbedaan temperatur di dalam *cool box* dengan variasi pendingin yang berbeda.



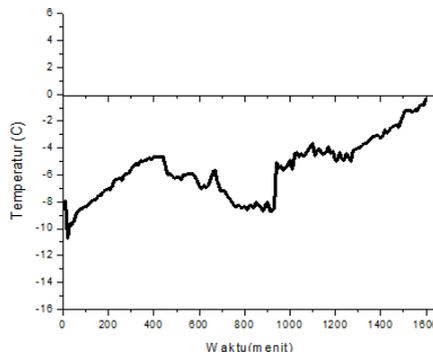
Gambar 4.4 Grafik Hasil dari eksperimen es dan garam dengan persentase 93% : 7%

Dari grafik 4.4 dapat dilihat pada 0 menit pertama temperatur di dalam *cool box* menunjukkan angka  $-7,94^{\circ}\text{C}$  setelah itu

temperaturnya mengalami penurunan hingga  $-10,86^{\circ}\text{C}$ . Tren grafik mengalami kenaikan secara konstan hingga menit ke-450 dengan kenaikan rata-rata 11%. Setelah menit ke-450 Temperatur didalam *cool box* mengalami penurunan kembali, hingga temperaturnya mencapai  $-5,82^{\circ}\text{C}$ . Selanjutnya tren grafik mengalami kenaikan dengan rata-rata 13%. Temperatur didalam *cool box* menunjukkan angka  $0^{\circ}\text{C}$  pada menit ke-1290.

#### 4.1.5 Hasil eksperimen Es + garam 92% : 8%

Eksperimen ke-5 bertujuan untuk mengetahui perbedaan temperatur di dalam *cool box* dengan variasi pendingin yang berbeda.

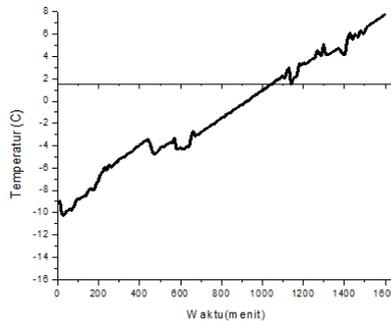


Gambar 4.5 Grafik Hasil dari eksperimen es dan garam dengan persentase 92% : 8%

Dari grafik diatas dapat dilihat bahwa temperatur didalam *cool box* pada 10 menit pertama menunjukkan  $-7,98^{\circ}\text{C}$  setelah itu temperaturnya mengalami penurunan hingga  $-10,79^{\circ}\text{C}$ . Selanjutnya tren grafik menunjukkan kenaikan yang konstan hingga menit ke-430 dengan rata-rata kenaikan 22%. Setelah itu tren grafiknya mengalami penurunan hingga  $-8,29^{\circ}\text{C}$  pada menit ke-860. Rata-rata penurunan pada fase ini adalah 26%. Kemudian tren grafik mengalami kenaikan dengan rata-ratanya 21%. Temperatur di dalam *cool box* menunjukkan  $0^{\circ}\text{C}$  pada menit ke-1590.

#### 4.1.6 Hasil eksperimen Es + garam 91% : 9%

Eksperimen ke-6 bertujuan untuk mengetahui perbedaan temperatur di dalam *cool box* dengan variasi pendingin yang berbeda.

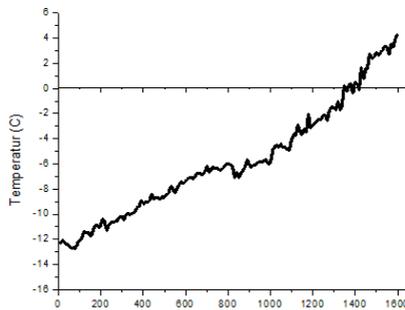


Gambar 4.6 Grafik Hasil dari eksperimen es dan garam dengan persentase 91% : 9%

Dari grafik diatas dapat kita lihat bahwa temperatur di dalam *cool box* pada 10 menit pertama menunjukkan  $-8,92^{\circ}\text{C}$ . Kemudian temperaturnya mengalami penurunan hingga  $-10,29^{\circ}\text{C}$ . Selanjutnya grafik menunjukkan kenaikan secara konstan dengan rata-rata kenaikan 11%. Temperatur di dalam *cool box* menunjukkan angka  $0^{\circ}\text{C}$  pada menit ke-920.

#### 4.1.7 Hasil eksperimen Es + garam 90%:10%

Eksperimen ke-7 bertujuan untuk mengetahui perbedaan temperatur di dalam *cool box* dengan variasi pendingin yang berbeda.

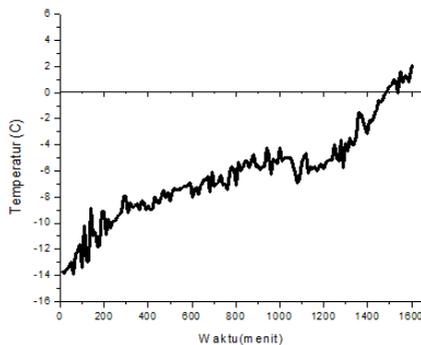


Gambar 4.7 Grafik hasil dari eksperimen es dan garam dengan persentase 90% : 10%

Dari grafik diatas dapat dilihat bahwa pada menit ke-10 temperatur di dalam *cool box* menunjukkan  $-12^{\circ}\text{C}$  dan bertahan hingga menit ke-90. Setelah itu temperatur mengalami kenaikan secara konstan dengan rata-rata kenaikannya adalah 14%. Temperatur *cool box* menunjukkan angka  $0^{\circ}\text{C}$  pada menit ke-1430.

#### 4.1.8 Hasil eksperimen Es + garam 88%:12%

Eksperimen ke-8 bertujuan untuk mengetahui perbedaan temperatur di dalam *cool box* dengan variasi pendingin berbeda.

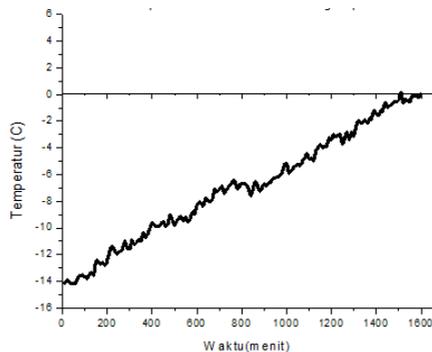


Gambar 4.8 Grafik Hasil dari eksperimen es dan garam dengan persentase 88% : 12%

Dari grafik 4.8 dapat dilihat bahwa temperatur di dalam *cool box* mencapai  $-13^{\circ}\text{C}$  pada menit ke-10 hingga menit ke-100 kemudian temperaturnya mengalami kenaikan. Tren kenaikan dari grafik 4.8 cenderung konstan dengan rata-rata kenaikannya adalah 10%. Pada menit ke-1490 temperatur di dalam *cool box* menunjukkan  $0^{\circ}\text{C}$ .

#### 4.1.9 Hasil eksperimen Es + garam 87%:13%

Eksperimen ke-9 bertujuan untuk mengetahui perbedaan temperatur di dalam *cool box* dengan variasi pendingin yang berbeda.

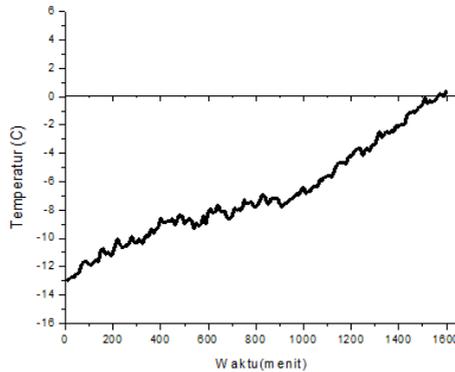


Gambar 4.9 Grafik Hasil dari eksperimen es dan garam dengan persentase 87% : 13%

Dari grafik diatas dapat dilihat bahwa pada 10 menit pertama temperatur di dalam *cool box* mencapai  $-14,21^{\circ}\text{C}$  dan merupakan temperatur terendah pada variasi ini. Temperatur ini bertahan hingga menit ke-70 setelah itu temperaturnya mengalami kenaikan yang stabil dengan persentase 20%. Temperatur didalam *cool box* mencapai  $0^{\circ}\text{C}$  pada menit ke -1600.

#### 4.1.10 Hasil eksperimen Es + garam 86%:14%

Eksperimen ke-10 bertujuan untuk mengetahui perbedaan temperatur di dalam *cool box* dengan variasi pendingin yang berbeda.

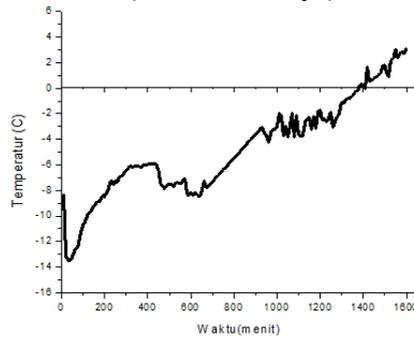


Gambar 4.10 Grafik Hasil dari eksperimen es dan garam dengan persentase 86% : 14%

Pada variasi es 86% dan garam 14% temperatur terendahnya mencapai  $-13,07^{\circ}\text{C}$ . Rata-rata kenaikan temperatur pada *cool box* adalah 2% dan mencapai  $0^{\circ}\text{C}$  pada menit ke-1570.

#### 4.1.11 Hasil eksperimen Es + garam 85%:15%

Eksperimen ke-11 bertujuan untuk mengetahui perbedaan temperatur di dalam *cool box* dengan variasi pendingin yang berbeda.

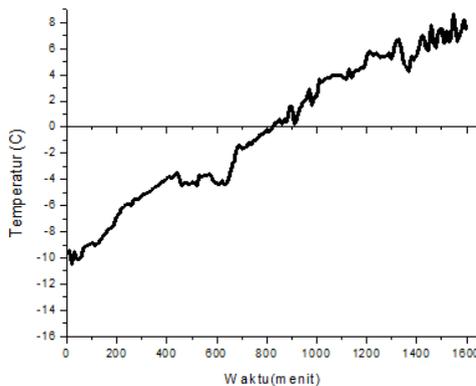


Gambar 4.11 Grafik Hasil dari eksperimen es dan garam dengan persentase 85% : 15%

Dari grafik diatas dapat dilihat bahwa pada 10 menit pertama temperatur dalam *cool box* mencapai  $-8,34^{\circ}\text{C}$ . Setelah 10 menit ke-2 temperatur dalam *cool box* menunjukkan angka  $-13,13^{\circ}\text{C}$  dan selanjutnya temperatur dalam *cool box* cenderung mengalami tren kenaikan hingga menit ke-430. Rata-rata kenaikan pada fase ini adalah 23%. Setelah mengalami tren kenaikan, grafik 4.11 menunjukkan penurunan temperatur hingga menit ke-580 dengan temperaturnya menunjukkan  $-8.36^{\circ}\text{C}$  dan selajutnya temperatur dalam ruangan mengalami tren kenaikan. Temperatur dalam ruangan mencapai temperatur  $0^{\circ}\text{C}$  pada menit ke-1410. Rata-rata kenaikan temperatur pada fase ketiga ini adalah 21%.

#### 4.1.12 Hasil eksperimen Es + garam 84%:16%

Eksperimen ke-12 bertujuan untuk mengetahui perbedaan temperatur di dalam *cool box* dengan variasi pendingin yang berbeda.

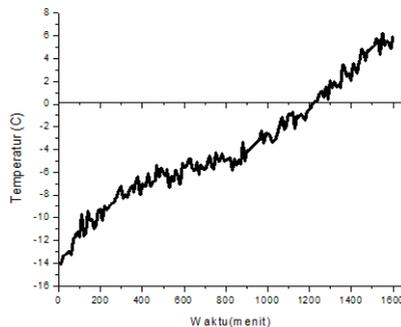


Gambar 4.12 grafik Hasil dari eksperimen es dan garam dengan persentase 84% : 16%

Dari grafik diatas dapat dilihat bahwa pada 10 menit pertama temperatur dalam *cool box* mencapai  $-9,33^{\circ}\text{C}$  dan temperatur terendahnya pada menit ke-20 dengan  $-10,51^{\circ}\text{C}$ . Dari grafik diatas juga dapat dilihat bahwa trennya mengalami kenaikan yang konstan dengan rata-rata kenaikannya adalah 13%. Dari grafik diatas dapat dilihat bahwa temperatur dalam ruangan mencapai  $0^{\circ}\text{C}$  pada menit ke-820.

#### 4.1.13 Hasil eksperimen Es + garam 82%:18%

Dari eksperimen ke-13 bertujuan untuk mengetahui perbedaan temperatur di dalam *cool box* dengan variasi pendingin yang berbeda.

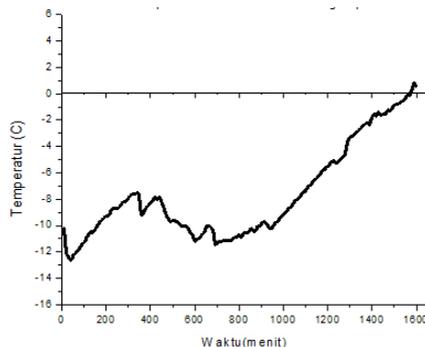


Gambar 4.14 grafik hasil dari eksperimen es dan garam dengan persentase 82% : 18%

Dari grafik diatas dapat dilihat bahwa temperatur pada 10 menit pertamanya adalah  $-14,13^{\circ}\text{C}$  dan merupakan temperatur terendah dari variasi ini. Tren dari Temperaturnya pun terlihat bahwa Temperaturnya mengalami kenaikan yang konstan dengan rata-rata kenaikannya 9%. Temperatur dalam *cool box* menunjukkan angka  $0^{\circ}\text{C}$  pada menit ke-1220.

#### 4.1.14 Hasil eksperimen Es + garam 81% : 19%

Eksperimen ke-14 bertujuan untuk mengetahui perbedaan temperatur didalam *cool box* dengan variasi pendingin yang berbeda.

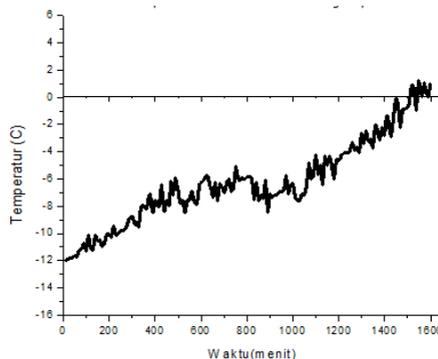


Gambar 4.14 grafik hasil dari eksperimen es dan garam dengan persentase 81% : 19%

Dari grafik diatas dapat kita lihat bahwa pada 10 menit pertama temperatur dalam *cool box* mencapai  $-10,32^{\circ}\text{C}$ . Temperatur terendah dari variasi ini adalah  $-12,67^{\circ}\text{C}$  yaitu pada menit ke-30. Untuk trennya mengalami kenaikan pada menit ke-20 sampai menit ke-340. Selanjutnya trennya mengalami penurunan dengan temperatur terendahnya adalah  $-11,21$  yaitu pada menit ke-590. Setelah itu tren mengalami kenaikan dengan konstan dengan rata-rata kenaikannya adalah 24% dan mencapai temperatur  $0^{\circ}\text{C}$  pada menit ke-1560.

#### 4.1.15 Hasil eksperimen Es + garam 80%:20%

Pada eksperimen ke-15 ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan temperatur di dalam *cool box* dengan variasi pendingin yang berbeda.

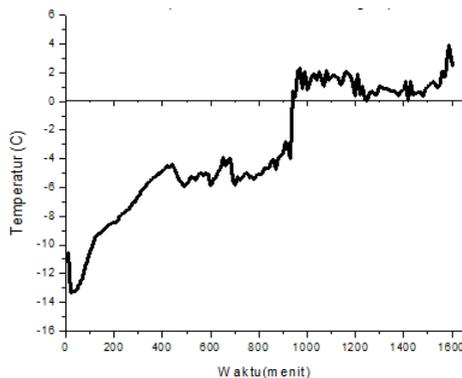


Gambar 4.15 grafik Hasil dari eksperimen es dan garam dengan persentase 80% : 20%

Dari grafik diatas dapat dilihat bahwa temperatur didalam *cool box* mencapai  $-12,03^{\circ}\text{C}$  pada 10 menit pertama dan merupakan temperatur terendah dari variasi ini. Tren kenaikan dari grafik cenderung konstan dengan kenaikan rata-ratanya 20%, hal ini disebabkan karena sebaran garam yang merata. Temperatur dalam *cool box* menunjukkan angka  $0^{\circ}\text{C}$  pada menit ke-1560.

#### 4.1.16 Hasil eksperimen Es + garam 79%:21%

Eksperimen ke-16 ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan temperatur di dalam *cool box* dengan variasi pendingin yang berbeda.

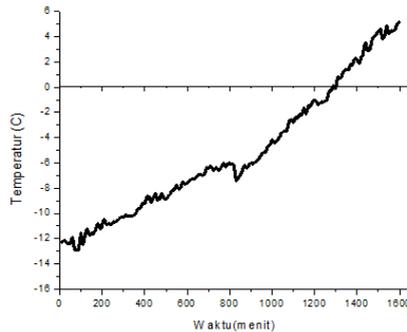


Gambar 4.16 Grafik Hasil dari eksperimen es dan garam dengan persentase 79% : 21%

Dari grafik diatas dapat dilihat bahwa pada 10 menit pertama temperatur di dalam ruangan menunjukkan angka  $-10,51^{\circ}\text{C}$ . 10 menit selanjutnya temperatur dalam ruangan mengalami penurunan hingga  $-13,32^{\circ}\text{C}$  dan sekaligus sebagai temperatur terendah dalam variasi ini. Setelah mengalami penurunan tersebut temperatur didalam *cool box* mengalami tren kenaikan yang cenderung konstan dengan rata-rata kenaikannya adalah 25%. Temperatur dalam *cool box* menunjukkan angka  $0^{\circ}\text{C}$  yaitu pada menit ke-930.

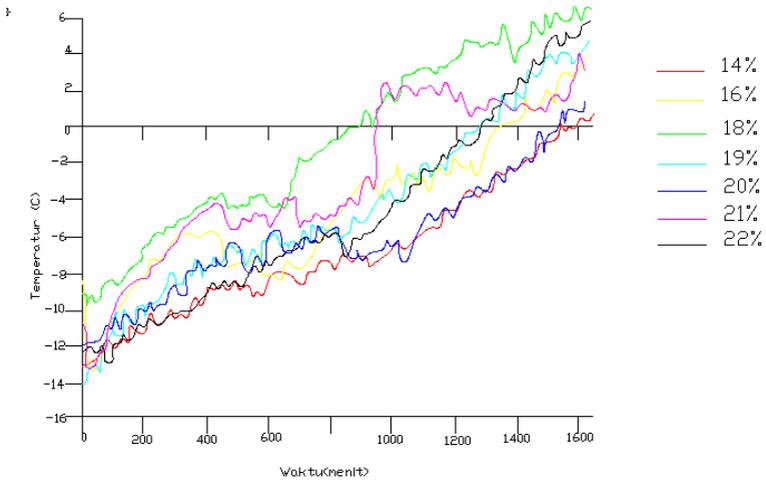
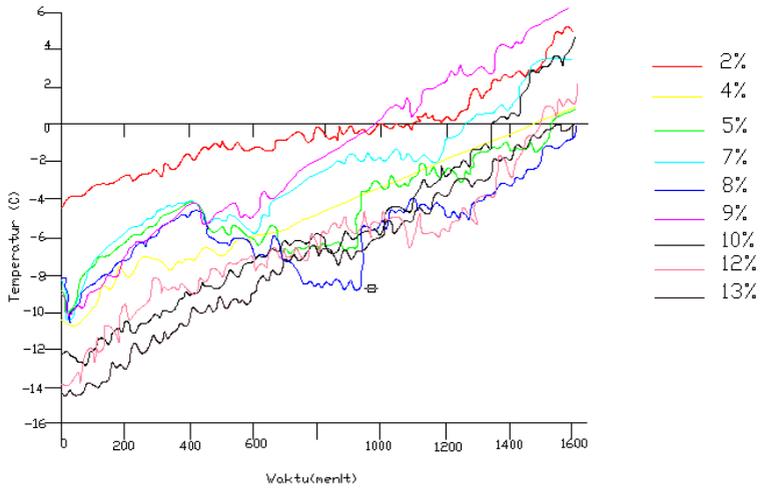
#### 4.17 Hasil eksperimen Es + garam 78%:22%

Eksperimen ke-17 bertujuan untuk mengetahui perbedaan temperatur di dalam *cool box* dengan variasi pendingin yang berbeda.



Gambar 4.17 Grafik Hasil dari eksperimen es dan garam dengan persentase 78% : 22%

Dari grafik diatas dapat dilihat bahwa pada 10 menit pertama temperatur dalam *cool box* menunjukkan angka  $-12,355^{\circ}\text{C}$ . temperatur terendahnya yaitu  $-12,91^{\circ}\text{C}$  pada menit ke-70. Tren dari grafik tersebut cenderung konstan dengan rata-rata kenaikannya adalah 17%. Temperatur di dalam *cool box* menunjukkan angka  $0^{\circ}\text{C}$  pada menit ke-1310.



Gambar 4.18 Grafik Hasil dari eksperimen es dan garam tanpa menggunakan beban pendingin

Hasil akhir dari eksperimen ini adalah :

1. Penambahan garam pada media pendingin dapat menurunkan temperatur *cool box* dibawah  $0^{\circ}\text{C}$ , pada percobaan ini temperatur terendah yang dicapai oleh percampuran antara es dan garam adalah  $-14,2^{\circ}\text{C}$  yaitu pada garam dengan persentase 13%. Dari eksperimen ini dibuktikan bahwa batas maksimum percampuran antara garam dan es yang mendapatkan temperatur terendah adalah pada variasi garamnya 13%. Maka, anggapan bahwa semakin banyak garam akan semakin rendah Temperaturnya menjadi anggapan yang kurang benar. Namun, pada anggapan kedua bahwa semakin banyak garam akan mempercepat kenaikan temperatur pada *cool box*.
2. Dengan penggoyangan proses reaksi antara garam dan es semakin cepat hal ini dapat dilihat bahwa terjadi perubahan yang signifikan temperatur pada 10 menit pertama dan 10 menit kedua. Dengan adanya penggoyangan proses kenaikan temperatur lebih cepat, namun temperatur yang didapatkan bisa lebih rendah dari pada temperatur pada *cool box* yang tidak digoyang.
3. Sebaran garam sangat mempengaruhi proses pencairan es sehingga terjadi perbedaan dalam pembacaan oleh sensor dan timbul perbedaan antara satu sensor dengan yang lainnya. Hal ini mempengaruhi hasil akhir dari percobaan.
4. Proses penggoyangan sangat mempengaruhi kecepatan pendinginan dan menghasilkan temperatur terendah selama eksperimen ini. Perbedaan cukup mencolok antara proses penggoyangan dan tanpa penggoyangan.

#### **4.2 Eksperimen dengan menggunakan beban pendingin**

- Hasil pengamatan:

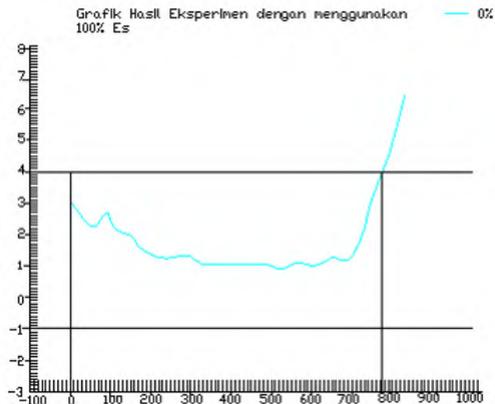
Eksperimen dilakukan dengan memberikan beban pendinginan ikan sebanyak 10 kg dan media pendingin 10 kg. Adapun eksperimen dengan menggunakan beban ini digunakan untuk mengetahui pengaruh dari variasi pendinginan dan penggoyangan.

- Variasi yang digunakan didalam eksperimen ini adalah

1. Es dan garam 100%:0% tanpa digoyang
2. Es dan garam 90%:10% digoyang
3. Es dan garam 90% : 10% tanpa digoyang
4. Es dan garam 87% :13% digoyang
5. Es dan garam 87% : 13% tanpa digoyang

#### 4.2.1 Hasil eksperimen es dan garam 100%:0%

Eksperimen ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan dari media pendingin untuk mendingkan ikan yang ada didalam kotak pendingin. Variasi ini digunakan untuk mengetahui pengujian pendingin yang digunakan oleh masyarakat nelayan secara umum. Grafik dibawah ini menunjukkan perubahan temperatur dalam *cool box* beban pendingin selama eksperimen.

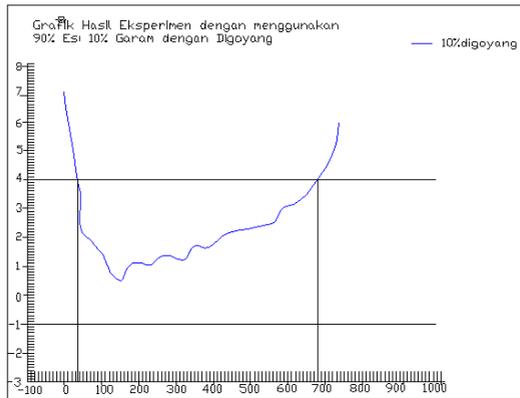


Gambar 4.19 Grafik Hasil eksperimen es dan garam 100%:0%

Dengan diberikan beban pendingin berupa ikan temperatur pada menit ke-0 temperatur dalam *cool box* beban pendingin 2,56°C. temperatur terendah yang dicapai dalam *cool box* ini adalah 0,19°C yaitu pada menit ke-540. Temperatur dalam *cool box* menunjukkan tingkat kesegaran pada ikan pada menit ke-0 sampai menit ke-780.

#### 4.2.2 Hasil eksperimen es dan garam 90% :10% dengan penggoyangan

Eksperimen ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penggoyangan pada *cool box* dalam proses pengkondisian temperatur dan kualitas ikan.

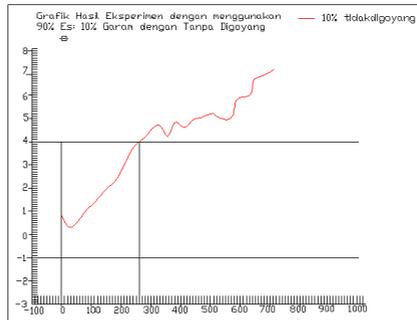


Gambar 4.20 Grafik Hasil eksperimen es dan garam 90% :10% dengan penggoyangan

Dengan diberikan beban berupa ikan dan dilakukan penggoyangan selama proses eksperimen maka didapatkan temperatur awal dari *cool box* beban pendingin adalah  $-0,298^{\circ}\text{C}$  yang merupakan temperatur terendah dalam eksperimen ini. Temperatur dalam *cool box* beban pendingin mampu mempertahankan kesegaran ikan pada menit ke-90 sampai menit ke-690.

#### 4.2.3 Hasil eksperimen es dan garam 90% :10% tanpa penggoyangan

Eksperimen ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh perbedaan *cool box* digoyang dengan *cool box* tidak dalam proses pengkondisian temperatur dan kualitas ikan.

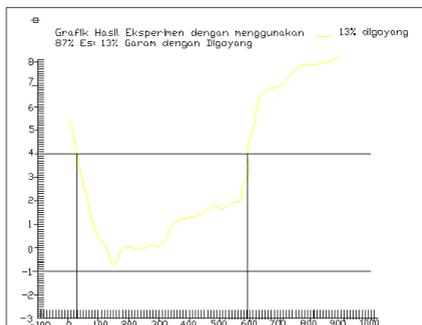


Gambar 4.21 Grafik Hasil eksperimen es dan garam 90% :10% tanpa penggoyangan

Pada grafik diatas dapat dilihat bahwa pada menit ke-0 temperatur dalam *cool box* menunjukkan angka  $0,14^{\circ}\text{C}$ . Temperatur dalam *cool box* menunjukkan temperatur untuk kesegaran ikan pada menit ke-0 sampai menit ke-270.

#### 4.2.4 Hasil eksperimen es dan garam 87% :13% dengan penggoyangan

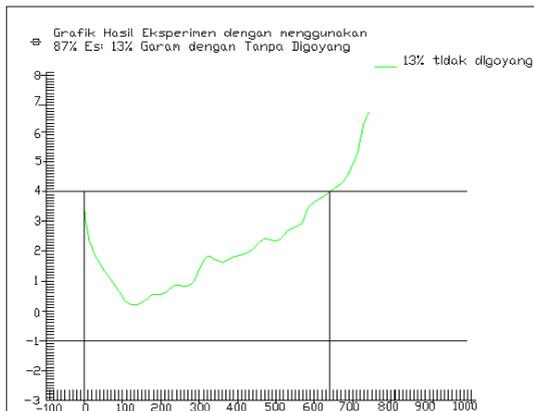
Eksperimen ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh perbedaan *cool box* digoyang dengan *cool box* tidak dalam proses pengkondisian temperatur dan kualitas ikan.



Gambar 4.22 Grafik Hasil eksperimen es dan garam 87% :13% dengan penggoyangan

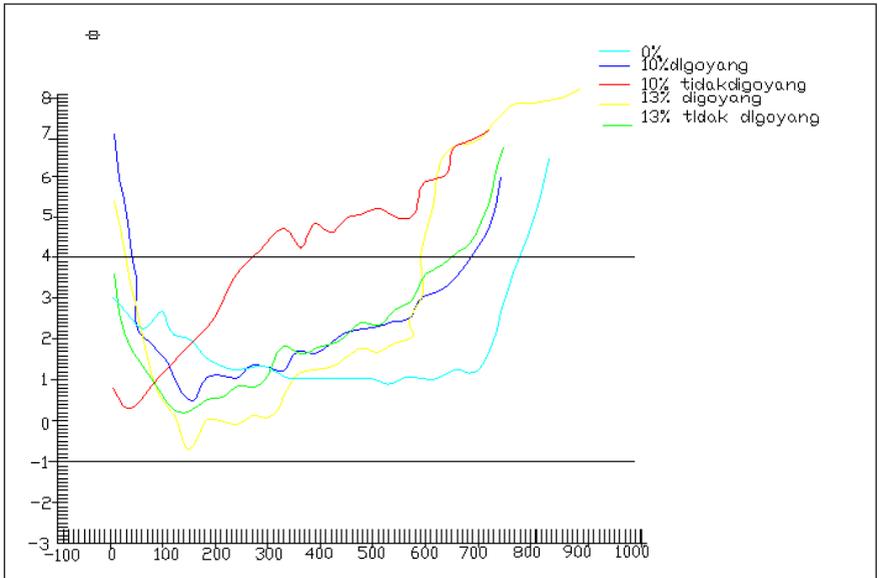
Pada grafik 4.22 dapat dilihat bahwa temperatur terendah dari eksperimen ini adalah  $-1,33^{\circ}\text{C}$  yaitu pada menit ke-150. Temperatur dalam *cool box* mencapai temperatur yang menunjukkan kesegaran ikan yaitu pada menit ke-30 sampai menit ke-630.

#### 4.2.5 Hasil eksperimen es dan garam 87% :13% dengan Tanpa penggoyangan



Gambar 4.23 Grafik Hasil eksperimen es dan garam 87% :13% tanpa penggoyangan

Pada grafik 4.23 dapat dilihat bahwa temperatur terendah dari eksperimen ini adalah  $0,21^{\circ}\text{C}$  yaitu pada menit ke-120. Temperatur dalam *cool box* mencapai temperatur yang optimum untuk menjaga kesegaran ikan yaitu pada menit ke-0 sampai menit ke-600.



Gambar 4.24 Grafik Hasil eksperimen dengan menggunakan beban pendingin

### 4.3 Kualitas Ikan

Secara umum kondisi dari ikan selama proses pengujian berada pada kondisi yang relative baik, walaupun nilai rata-ratanya tidak seluruhnya mencapai angka maksimal. hal ini disebabkan karena ikan yang diuji sudah memasuki hari kedua sejak penangkapan, dan untuk eksperimen dipilih ikan tangkapan dengan kondisi yang baik. Data diperoleh dari hasil pengujian kualitas ikan dapat dilihat pada lampiran 8.

Pada eksperimen yang pertama dengan variasi muatan 50% ikan : 50% es dapat diamati dari hasil akhir pengujian yang menunjukkan nilai rata-rata yang berbeda jauh dari kondisi awal pengujian. Hal ini menunjukkan bahwa pendinginan dengan cara ini kurang bagus pada kualitas atau mutu ikan yang diteliti. Dari hasil eksperimen terlihat bahwa pada kombinasi ini ikan banyak yang

berlendir,berbau,insangnya mulai terkelupas,sisiknya mudah terlepas,dan rupa ikan kurang menarik.

Pada eksperimen kedua dengan meletakkan ikan pada box aluminium dan dengan perbandingan 50% ikan:45% es : 5% garam dan dilakukan penggoyangan. Nilai akhir dari eksperimen kedua ini lebih mendekati dari nilai awal eksperimennya. Hal ini membuktikan bahwa dengan kombinasi ini ikan jauh lebih baik kualitasnya. Hal ini dikarenakan dengan penggoyangan Temperatur dalam pendingin lebih merata dan Temperatur didalam box aluminium(tempat ikan) dengan Temperatur didalam pendingin tidak jauh berbeda sehingga pendinginannya lebih baik dan ikan terlihat lebih beku.Sedangkan pada eksperimen terakhir dengan variasi 50% ikan : 45% es :5% garam dengan tidak digoyang dari hasil pengamatan menunjukkan bahwa terjadi penurunan yang cukup jauh dari nilai awal eksperimen. Jika dibandingkan pada eksperimen kedua nilai rata-rata akhir dari cara ini lebih rendah khususnya terjadi perubahan pada insang ikan dan mata ikan.

Pada eksperimen dengan variasi 50% ikan: 43,5% es :6,5% garam nilai eksperimennya hampir sama dengan variasi 50% ikan:45% es : 5% baik dengan penggoyangan maupun tanpa penggoyangan.

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

Dari penelitian yang dilakukan akan disimpulkan tentang hasil penelitian yang telah dilakukan. Parameter penarikan kesimpulan didasarkan pada tujuan yang ingin dicapai pada penelitian tugas akhir ini. Saran-saran berisi tentang apa yang penulis anjurkan demi lebih sempurnanya penelitian ini.

#### **5.1 Kesimpulan**

1. Penambahan garam pada media pendingin ikan dapat menurunkan temperatur dalam hingga  $-14^{\circ}\text{C}$ . semakin banyak garam belum tentu temperatur yang dicapainya semakin besar. Namun, dengan banyaknya garam maka peningkatan temperatur dalam *cool box* semakin cepat.
2. Variasi terbaik yang didapatkan dari eksperimen ini adalah dengan penggunaan 87% es: 13% garam yang mampu mendinginkan hingga 600 menit dan temperatur yang dicapai hingga  $-1,33^{\circ}\text{C}$ .
3. Pengaruh penggoyangan mampu untuk mempercepat proses pendinginan dan pembekuan pada ikan.
4. Dengan penggoyangan kualitas ikan lebih baik hal ini dibuktikan pada *score sheet* data ikan.
5. Rata-rata pendinginan dengan menggunakan garam mampu untuk mendinginkan sampai 1200 menit.

#### **5.2 Saran**

1. Proses penjagaan kualitas ikan ini (dengan penggoyangan) lebih baik dilakukan di darat (*storage*) jika tidak memungkinkan di kapal saat berlayar.
2. Perlu penelitian lebih lanjut terkait dengan stabilitas kapal kalau misalnya *cool box*-nya digoyang.
3. Diperlukan adanya regenerasi pada campuran es dan garam agar kemampuan pendinginannya dapat ditingkatkan lagi dengan radius yang lebih panjang.

## Daftar Pustaka :

1. Afrianto, E dan Evi Liviawaty. 1989. **Pengawetan dan Pengolahan Ikan**. Kanisius, Jakarta.
2. Anonim 2014, Teknik Penanganan Ikan Basah-Segar di Kapal, PPI dan Tempat Pengolahan
3. Armanto, Hari, 1999, **Ilmu Bahan**, Penerbit PT. Bumi Aksara
4. Ashrae 1968, **Guide and Data Book**
5. Google <http://nadafm.net/2014/04/25/wisata-syariah-pulau-gili-iyang-mulai-di-godok/>
6. Google <https://www.youtube.com/watch?v=0UDcSRd1ZB8>
7. Google <http://www.wpi.kkp.go.id/ikan/>
8. **Purbani, D. 2000. Proses pembentukan kristalisasi garam . *www.oocities.com/trisaktigeology84/Garam.pdf*. Diakses pada tanggal 10 Juni 2010.**
9. Google [https://ayudarakharisma17.files.wordpress.com/2014/07/koligatif\\_eskrim.pdf](https://ayudarakharisma17.files.wordpress.com/2014/07/koligatif_eskrim.pdf)
10. Idris 2012, REDISAIN SISTEM PENDINGIN RUANG PALKAH DAN AIR LAUT BERBAHAN FIBER
11. <http://kimiaunsp2.wordpress.com> Oxtoby, David W. *Kimia Modern*. Publisher : Jakarta : Erlangga.
12. Ilyas, Sofyan, 1983, **Refrigerasi Hasil Perikanan**, Jilid X, Teknik Pendinginan ikan, Jakarta.
13. Jordan C Richard, G.B. Prister, 1985, Refrigeration and Airconditioning, Second edition, Prentice Hall of India Privatelimited, New Delhi
14. Jurnal penelitian perikanan 2006, **Studi Media Pendingin Ikan pada Kapal Ikan tradisional**
15. Maulidy, Syukry. 2011. "Analisa Teknis dan Ekonomis Penggunaan Es Kering Sebagai Pendingin Ruang Muat Pada Kapal Ikan Tradisional",
16. Myers, M., 1981, **Fresh Fish Handling**, FAO Fisheries Circular, Roma.
17. Pierce, J.D.et.al., 1972, **ASHRAE Hand Book of Fundamentals**, Published by the American Society of

**Heating, Refrigeration and Air Conditioning Engineers,**  
Inc.New York,USA.

- 18.Sayogyo, Adi 2006,**Studi Media Pendingin Ikan Pada Kapal Ikan Tradisional**,Surabaya.
- 19.Wardoyo ,Adi,1997, **Pengetahuan Material Fiberglass** ,Progam Studi Desain Produk,ITS Surabaya.
20. Zulkaidir 2004, **Desain Sistem Isolasi Ruang Muat Pendinginan Ikan Kapal-Kapal Nelayan di Kawasan Pusat Perikanan Terpadu Sabang**,Surabaya.

## BIODATA PENULIS



Penulis berasal dari desa Banjarejo, Kecamatan Ngantang, Kabupaten Malang yang dilahirkan di Malang pada tanggal 27 Februari 1994 dari pasangan Bapak Basuki dan Ibu Watini. Terlahir sebagai anak pertama dari dua bersaudara, penulis memulai pendidikan formal di SDN Banjarejo 1. Penulis melanjutkan pendidikan formal yang lebih tinggi di SMPN 2 Ngantang dan SMAN 1 Ngantang sampai akhirnya diterima

di Jurusan Teknik Sistem Perkapalan Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya melalui jalur SNMPTN Undangan. Terdaftar sebagai Mahasiswa angkatan 2012 dengan NRP 4212100045, penulis telah banyak aktif di berbagai organisasi dan kegiatan saat masa perkuliahannya. Beberapa organisasi yang sempat ditekuni penulis yaitu sebagai staf BSO Badan Pelayanan Ummat JMMI ITS (2013-2014), Staff Departemen Sosmas BEM FTK-ITS, Kepala Departemen Syiar Al-Mi'raj ITS (2013-2014), Staff Departemen Syiar Al Bahri FTK-ITS (2013-2014), Ketua KPU HIMASISKAL FTK-ITS (2013-2014), Kepala Departemen Kaderisasi Al Mi'raj ITS(2014-2015), Kepala Biro Keummatan BPU-JMMI ITS(2014-2015), dan Kepala Departemen Kaderisasi Al Bahri FTK-ITS(2015-2016). Selain organisasi, penulis yang juga pernah menjadi santri di Pesantren Mahasiswa SDM IPTEK angkatan 4 (tahun ke 3). Penulis yang aktif sebagai Anggota Laboratorium MMS(*Marine Machinery and System*) (2015-2016). Akhir kata bila ada kritik dan saran kirim ke: [setyowidodofebi@yahoo.co.id](mailto:setyowidodofebi@yahoo.co.id).

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*