



TUGAS AKHIR – ME141501

**UJI KEEFEKTIFAN PENGGUNAAN CAMPURAN *ICE SLURRY*
SEBAGAI SISTEM PENDINGIN KAPAL IKAN DITINJAU DARI
TITIK LELEH, TINGKAT KERACUNAN DAN FAKTOR EKONOMI**

Nabilah Amirah
NRP 04211440000064

Dosen Pembimbing
Ir. Alam Baheramsyah, M.Sc
Ede Mehta Wardhana ST., MT.

**DEPARTEMEN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2018**



SKRIPSI - ME 141501

***UJI KEEFEKTIFAN PENGGUNAAN CAMPURAN ICE SLURRY
SEBAGAI SISTEM PENDINGIN KAPAL IKAN DITINJAU DARI TITIK
LELEH, TINGKAT KERACUNAN DAN FAKTOR EKONOMI***

Nabilah Amirah
NRP 04211440000064

Dosen Pembimbing
Ir. Alam Baheramsyah, M.Sc
Ede Mehta Wardhana ST., MT.

DEPARTEMEN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
2018

“Halaman ini sengaja dikosongkan”



SKRIPSI - ME 141501

EFFECTIVENESS TEST OF THE MIXED ICE SLURRY AS A COOLING SYSTEM IN FISHING VESSEL'S BASED ON THE MELTING POINT, LEVEL OF POISONING AND ECONOMIC FACTORS

Nabilah Amirah
NRP 04211440000064

Supervisor
Ir. Alam Baheramsyah, M.Sc
Ede Mehta Wardhana ST., MT.

DEPARTEMENT OF MARINE ENGINEERING
FACULTY OF MARINE TECHNOLOGY
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
2018

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

LEMBAR PENGESAHAN

UJI KEEFEKTIFAN PENGGUNAAN CAMPURAN ICE SLURRY SEBAGAI SISTEM PENDINGIN KAPAL IKAN DITINJAU DARI TITIK LELEH, TINGKAT KERACUNAN DAN FAKTOR EKONOMI

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Pada
Program Studi S-1 Departemen Teknik Sistem Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

Nabilah Amirah

NRP. 04211440000064

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir :

Ir. Alam Baheramsyah, M.Sc
NIP. 1968 0129 1992 03 1001

()

Ede Mehta Wardhana ST., MT
NIP. 1992 2017 11048

()

Surabaya,
Juli 2018

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

LEMBAR PENGESAHAN

UJI KEEFEKTIFAN PENGGUNAAN CAMPURAN ICE SLURRY SEBAGAI SISTEM PENDINGIN KAPAL IKAN DITINJAU DARI TITIK LELEH, TINGKAT KERACUNAN DAN FAKTOR EKONOMI

TUGAS AKHIR

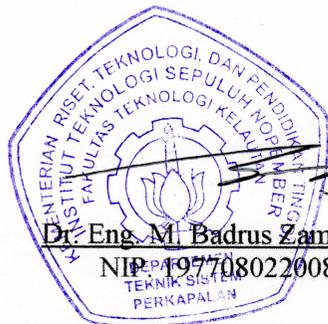
Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada
Program Studi S-1 Departemen Teknik Sistem Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

Nabilah Amirah

NRP. 04211440000064

Disetujui oleh Kepala Departemen Teknik Sistem Perkapalan :



Dr. Eng. M. Badrus Zaman., ST., MT

NIP. 197708022008011007

Surabaya,
Juli 2018

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

Uji Keefektifan Penggunaan Campuran *Ice Slurry* sebagai Sistem Pendingin Kapal Ikan Ditinjau dari Titik Leleh, Tingkat Keracunan dan Faktor Ekonomi

Nama Mahasiswa : Nabilah Amirah
NRP : 0421144000064
Departemen : Teknik Sistem Perkapalan ITS
Dosen Pembimbing 1 : Ir. Alam Baheramsyah, M.Sc
Dosen Pembimbing 2 : Ede Mehta Wardhana ST., MT.

Abstrak

Ikan merupakan salah satu kekayaan alam yang dimiliki Indonesia. Dengan luas laut yang mencapai 3,54 juta km², merupakan lahan yang sangat besar yang dapat dimanfaatkan nelayan untuk menjadi mata pencaharian. Namun, kendala muncul ketika nelayan tidak mampu menjangkau titik lebih jauh laut akibat system pendinginan tangkapan ikan yang kurang memadai. Pemakaian es balok yang saat ini mayoritas nelayan gunakan sebagai pendingin tangkapan ikan, membuat nelayan mengurungkan niat untuk melaut lebih jauh karena kekhawatiran apabila ikan hasil tangkapan yang ada tidak akan bertahan lama. Bentuk dari es balok yang banyak memiliki sisi tajam juga memungkinkan untuk timbulnya luka pada hasil tangkapan nelayan. Dewasa ini, *ice slurry* menjadi sangat populer karena performanya yang lebih baik dibanding es balok untuk menjaga kualitas ikan. *Ice slurry* ini menjaga agar tidak ada udara antara ikan dan es, sehingga pendinginan akan lebih cepat karena luas permukaan bidang kotak lebih besar dan pertumbuhan bakteri menjadi lebih lambat yang membuat waktu menuju proses pembusukan semakin lambat. Dengan *ice slurry* ini, waktu pendinginan ikan tiga kali lebih cepat dibanding es balok untuk menurunkan sampai temperatur 2°C (J Paul,.2002). Waktu pendinginan yang paling baik pastinya sangat diinginkan oleh nelayan ditinjau dari tingkat keefektifannya. Namun, waktu pendinginan yang baik tersebut juga bergantung pada senyawa apa yang membentuk *ice slurry* tersebut. Setiap senyawa pembentuk *ice slurry* memiliki keunggulan maupun kekurangan masing-masing yang harus dipelajari lebih dalam lagi. Dalam pengujian ini, hasil kenaikan temperatur *ice slurry* campuran ethanol terbukti paling baik dibandingkan dengan es balok dengan hasil 0,5°C dalam 11 jam pengujian. Sementara temperatur *ice slurry* campuran propilen glikol dan ethilen glikol serta es balok menunjukkan angka 6,4°C, 16,2°C serta 13,2°C. Data yang telah dikutip dari MSDS menyimpulkan bahwa pemakaian senyawa ethilen glikol, propilen glikol serta ethanol memiliki bahaya yang cukup tinggi, namun penelitian yang dilakukan tidak mencapai 100%, sehingga diperlukan penelitian lebih lanjut untuk kadar keracunan pada komposisi 20% senyawa dan 80% air.

Kata kunci : *Ice slurry*, Campuran pembentuk *Ice Slurry* dan Tingkat keefektifan tiap senyawa pembentuk *Ice Slurry*

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

Effectiveness Test of The Mixed Ice Slurry As a Cooling System in Fishing Vessel Based on The Melting Point, Level of Poisoning and Economic Factors

Name of Student : Nabilah Amirah
NRP : 0421144000064
Department : Marine Engineering
Supervisor 1 : Ir. Alam Baheramsyah, M.Sc
Supervisor 2 : Ede Mehta Wardhana ST., MT.

Abstract

Fish is one of Indonesia's natural wealth. With an area of sea reaching 3.54 million km², is a very large area that can be utilized fishermen to become a livelihood. However, obstacles arise when fishermen are unable to reach further points of the ocean due to inadequate the cooling systems. The use of ice blocks that are currently the majority of fishermen use as a fish catcher cooler, making fishermen undermine the intention to go further sea because of concerns if the fish catch is not going to last long. The shape of the ice block that has many sharp edges also allows for wounds on the catch of fishermen. These days, ice slurry is becoming very popular because of its better performance than ice blocks to maintain the quality of fish. Ice slurry keeps no air between fish and ice, so cooling will be faster because of the larger surface area and the slower growth of the bacteria that makes the process of decay progressively slower. With this ice slurry, the cooling time of the fish is three times faster than the ice of the block to decrease to the temperature of 2°C (J Paul, .2002). The best cooling time is certainly desirable for fishermen in terms of their effectiveness. However, a good cooling time also depends on what compounds form the ice slurry itself. Each compound that forms ice slurry has advantages and disadvantages of each that must be studied more deeply. In this test, the result of ice slurry mixed with ethanol temperature increase proved to be the best compared to the rest of them with 0.5 ° C in 11 hours of testing. While temperature ice slurry mixed with propylene glycol and ethylene glycol and ice blocks showed the numbers of 6.4 ° C, 16.2 ° C and 13.2 ° C. The data cited from MSDS concluded that the use of ethylene glycol, propylene glycol and ethanol has so high risk. However, the study did not reach 100%, so further research is needed for toxicity level on the composition of 20% compound and 80% water. This experiment Likewise with the results of economic calculations by the authors show the use of ice blocks is still the most affordable.

Keywords : *Ice Slurry, Ice Slurry-forming mixture and Effectiveness Level of each Ice Slurry compound*

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT, Tuhan Yang Maha Esa, yang telah memberikan rahmat, anugrah serta tuntunannya-Nya, sehingga penulis mampu menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul **“Uji Keefektifan Penggunaan Campuran *Ice Slurry* sebagai Sistem Pendingin Kapal Ikan Ditinjau dari Titik Leleh, Tingkat Keracunan dan Faktor Ekonomi”** dengan baik dan tepat waktu. Dimana tugas akhir ini diajukan sebagai salah satu syarat kelulusan program studi sarjana di Departemen Teknik Sistem Perkapalan FTK-ITS.

Penulis menyadari, terselesaikannya Tugas Akhir ini tidak lepas dari bantuan dan dukungan dari banyak pihak. Oleh karena itu penulis menyampaikan rasa terimakasih yang mendalam kepada pihak-pihak di bawah ini :

1. Kedua orang tua penulis, Ibu Sugistiana Dwi Lusilowati dan Bapak Suhadak yang terus memberikan dukungan dan menjadi penyemangat dalam penulis melakukan aktifitas selama perkuliahan dan penulisan tugas akhir ini.
2. Para saudara penulis, Qilda Fathiyah, Anisa Sofia, Prema Pradhiksa, Muhammad Alarick Daniswara dan Nuri Susi Andhira yang memberikan pencerahan dan warna baru serta semangat dalam kehidupan penulis.
3. Bapak Dr. Eng. Badrus Zaman, ST., MT selaku kepala Departemen Teknik Sistem Perkapalan yang sudah memberikan ilmu baik materi kuliah maupun diluar perkuliahan yang dapat menjadi pembelajaran bagi penulis.
4. Bapak Ir. Alam Baheramsyah, M.Sc selaku dosen pembimbing pertama penulis sekaligus dosen wali yang senantiasa memberikan bimbingan pada saat proses penelitian dan pembelajaran baik di perkuliahan maupun diluar perkuliahan yang berkaitan dengan sikap, pengembangan diri serta pasca kampus bagi penulis.
5. Bapak Ede Mehta Wardhana ST., MT selaku dosen pembimbing kedua penulis yang turut membimbing penulis dalam menyelesaikan penelitian, yang juga senantiasa memberikan motivasi, arahan serta pengawalan layaknya orang tua selama penulis berada di kampus.
6. Seluruh dosen, tenaga kependidikan serta manajemen Departemen Teknik Sistem Perkapalan FTK – ITS.
7. M. Denny Pratama yang sudah memberi dukungan penuh secara mental untuk dapat menuntaskan tugas akhir
8. Seluruh kawan-kawan pejuang akhir bidang MMS seperti Trisatya Wira, Sulfia, Rayzeela, Puteri Ladikha, Yuniar Nurenza, Raka Purwoto dan lain-lain yang sudah memberikan dukungan secara mental dan fisik untuk bisa bersama-sama menguatkan penulis dalam mengerjakan tugas akhir.
9. Kawan seperjuangan angkatan MERCUSUAR '14 yang turut berjuang bersama untuk bisa menyelesaikan tugas akhir ini.
10. Kawan-kawan dalam kebaikan seperti Halimah Puspitasari, Safira Chika Nurul Imania, Monnika Indra yang selalu memberikan motivasi dan mewarnai hari-hari penulis dengan keceriaan dan memberikan semangat tiada hentinya.
11. Superwoman angkatan 2014 yang selalu menguatkan dan mengingatkan satu sama lain untuk selalu semangat dalam mengerjakan semua hal.

12. Seluruh kakak tingkat BISMARCK '12 yang sudah membukakan mata dan pikiran serta sudah memberikan pengalaman yang tidak akan terlupakan selama perkuliahan maupun paska perkuliahan. Selain itu juga kepada kakak tingkat BARAKUDA '13 sebagai kaka tingkat terdekat yang sudah memberikan pengalaman berorganisasi dan memberikan ilmu yang bermanfaat selama ini.
13. Kepada pihak yang tidak bisa disebutkan satu per satu, terima kasih atas segala bantuan dan dukungan yang telah diberikan kepada penulis.

Penulis menyadari bahwa penelitian yang dilakukan dalam tugas akhir ini jauh dari sebuah kesempurnaan, oleh karenanya kritik dan saran sangat terbuka untuk membangun dan kebaikan bersama kedepannya.

Akhir kata, penulis berharap semoga apa yang tertulis dalam tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi penulis khususnya maupun pembaca pada umumnya.

DAFTAR ISI

.....	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	v
LEMBAR PENGESAHAN.....	vii
KATA PENGANTAR.....	xiii
DAFTAR ISI.....	xv
DAFTAR GAMBAR.....	xix
DAFTAR TABEL.....	xxi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Perumusan Masalah.....	1
1.3. Batasan Masalah.....	2
1.4. Tujuan Penelitian.....	2
1.5. Manfaat Penelitian.....	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	3
2.1. Perpindahan Panas.....	3
2.1.1. Perpindahan Kalor secara Konduksi.....	3
2.1.2. Perpindahan Kalor secara Konveksi.....	3
2.1.3. Perpindahan Kalor secara Radiasi.....	4
2.2. Refrigerasi.....	4
2.3. Komponen-komponen Refrigerasi.....	5
2.3.1. Kompresor.....	5
2.3.2. Kondensor.....	6
2.3.3. Katup Ekspansi.....	8
2.3.4. Evaporator.....	8
2.4. Refrigeran.....	9
2.5. Slurry Ice.....	12
2.6. Senyawa Pembentuk Slurry Ice.....	14
2.6.1. <i>Ethylene Glicol</i>	14
2.6.2. <i>Propylene Glicol</i>	15
2.6.3. <i>Ethanol</i>	15
2.7. Kapal Perikanan.....	15
2.7.1. Kapal Purse Seine.....	16

2.7.2.	Kapal Pole and Line.....	17
2.7.3.	Kapal Long Line.....	17
2.7.4.	Kapal Trawl.....	18
2.8.	Paper Position.....	19
BAB III	METODOLOGI.....	21
3.1.	Umum.....	21
3.2.	Identifikasi dan Perumusan Masalah.....	21
3.3.	Studi Literatur.....	21
3.4.	Pengumpulan Data.....	21
3.5.	Membuat <i>Slurry Ice</i>	22
3.5.1.	Alat dan Bahan untuk Percobaan.....	22
3.6.	Menentukan Titik Leleh Campuran.....	27
3.7.	Uji Keracunan.....	28
3.8.	Menghitung Faktor Ekonomi.....	28
3.9.	Kesimpulan dan Saran.....	29
3.10.	Diagram Alir.....	29
3.11.	Rencana Pengerjaan Penelitian.....	30
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN.....	31
4.1.	Pembuatan <i>Ice Slurry</i>	31
4.1.1.	Prosedur Pembuatan <i>Ice Slurry</i>	31
4.1.2.	Hasil Pembuatan <i>Ice Slurry</i>	33
4.2.	Prosedur Pengoperasian <i>Cold Storage</i>	34
4.3.	Prosedur Konfigurasi Data Logger.....	35
4.4.	Jenis-jenis Percobaan.....	39
4.5.	Data Hasil Percobaan dan Analisa.....	39
4.5.1.	Pengukuran Kenaikan Suhu.....	39
4.5.2.	Uji Keracunan.....	45
4.5.3.	Perhitungan Ekonomi.....	49
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN.....	53
5.1.	Kesimpulan.....	53
5.2.	Saran.....	53
Daftar Pustaka	55
PAPER POSITION	57

BIODATA PENULIS 59

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1. Siklus Refrigrasi	4
Gambar 2. 2. Bagian-bagian Kondensor.....	6
Gambar 2. 3. Air-Receiver	7
Gambar 2. 4. Evaporator	9
Gambar 2. 5. Siklus Pembentukan Ice Slurry	12
Gambar 2. 6. Kapal Ikan Purse Seine	16
Gambar 2. 7. Kapal Ikan Pole and Line.....	17
Gambar 2. 8. Kapal Ikan Long Line	18
Gambar 2. 9. Kapal Ikan Trawl	19
Gambar 3. 1. Coolbox	22
Gambar 3. 2. Panel Cold Storage	23
Gambar 3. 3. Cold Storage	23
Gambar 3. 4. Ethilen Glikol	24
Gambar 3. 5. Propilen Glikol	25
Gambar 3. 6. Ethanol.....	25
Gambar 3. 7. Thermometer	26
Gambar 3. 8. Thermocouple.....	27
Gambar 3. 9. Data Logger	27
Gambar 3. 10. Ilustrasi Titik Pengukuran kenaikan Temperatur	28
Gambar 4. 1. Kantong Plastik 2kg.....	31
Gambar 4. 2. Pengukuran Senyawa dengan Gelas Ukur.....	32
Gambar 4. 3. Memasukkan Campuran ke dalam <i>Cold Storage</i>	32
Gambar 4. 4. Hasil <i>Ice Slurry</i> Campuran 20% Ethanol	33
Gambar 4. 5. <i>Ice Slurry</i> yang Dimasukkan ke <i>Coolbox</i>	33
Gambar 4. 6. Panel Utama Workshop MMS	34
Gambar 4. 7. Panel <i>Cold Storage</i>	34
Gambar 4. 8. Data Logger	35
Gambar 4. 9. Tampilan Awal Software Kiplings.....	36
Gambar 4. 10. Tampilan Analog Input pada Kiplings	36
Gambar 4. 11. Pemilihan Jenis Termokopel Tipe K.....	37
Gambar 4. 12. Pemilihan Pembacaan Temperatur.....	37
Gambar 4. 13. Pemilihan Jenis T7 Screw Terminals	38
Gambar 4. 14. Tampilan Awal LJLogM.....	38
Gambar 4. 15. Grafik Kenaikan Temperatur <i>Ice Slurry</i> Campuran Ethilen Glikol	39
Gambar 4. 16. Grafik Kenaikan Temperatur <i>Ice Slurry</i> Campuran Propilen Glikol	40
Gambar 4. 17. Grafik Kenaikan Temperatur <i>Ice Slurry</i> Campuran Ethanol	41
Gambar 4. 18. Grafik Kenaikan Temperatur Es Balok	42
Gambar 4. 19. Grafik Kenaikan Temperatur Seluruh <i>Ice Slurry</i> dan Es Balok	43
Gambar 4. 20. Grafik Kenaikan Temperatur Seluruh Ikan	44
Gambar 4. 21. MSDS Ethilen Glikol.....	46
Gambar 4. 22. MSDS Propilen Glikol.....	47
Gambar 4. 23. MSDS Ethanol.....	48
Gambar 4. 24. Spesifikasi <i>Cold Storage</i> Bitzer	49
Gambar 4. 25. Penyesuaian Tarif Tenaga Listrik	50

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1. Batas Tidak Layak Makan Terhadap Temperatur Penyimpanan Ikan (Masyamir, 2001).....	45
--	----

"Halaman ini sengaja dikosongkan"

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Dengan luas laut Indonesia yang mencapai 3,54 juta km², maka ikan sudah pasti menjadi kekayaan alam yang dimiliki Indonesia. Hal tersebut menjadikan laut sebagai salah satu lahan untuk mata pencaharian masyarakat daerah pesisir. Luas laut yang begitu luas tersebut menjadikan adanya titik yang sukar dijangkau oleh nelayan dalam menangkap ikan. Salah satu penyebabnya ialah system pendingin kapal ikan yang kurang memadai. Pemakaian es balok yang berbandaskan air membuat nelayan tidak mampu mempertahankan hasil tangkapan ikan lebih lama. Hal tersebut dikarenakan es balok yang digunakan tidak dapat mempertahankan temperature rendah dalam jangka waktu yang lama. Selain itu, Bentuk dari es balok yang banyak memiliki sisi tajam juga memungkinkan untuk timbulnya luka pada hasil tangkapan nelayan.

Dengan adanya kekurangan yang dimiliki dengan penggunaan es balok, maka, *ice slurry* menjadi sangat populer karena performanya yang lebih baik dibanding es balok untuk menjaga kualitas ikan. *Ice slurry* ini menjaga agar tidak ada udara antara ikan dan es, sehingga pendinginan akan lebih cepat karena luas permukaan bidang kotak lebih besar dan pertumbuhan bakteri menjadi lebih lambat yang membuat waktu menuju proses pembusukan semakin lambat. Dengan *ice slurry* ini, waktu pendinginan ikan tiga kali lebih cepat dibanding es balok untuk menurunkan sampai temperatur 2°C (Paul, 2001-2)

Pemasangan komponen pembuat *ice slurry* pada kapal yang lebih mahal daripada hanya menggunakan es balok mengharuskan adanya senyawa campuran es slurry yang memiliki titik leleh terendah agar memudahkan nelayan yang ingin melaut lebih lama hingga mendapat hasil tangkapan yang lebih banyak tanpa mengawatirkan kualitas tangkapan yang ada. Dalam pembentukan *ice slurry*, terdapat beberapa senyawa campuran yang dapat menghasilkan *ice slurry*, seperti garam (NaCl), etilen glikol, propilen glikol, isobutyl, etanol, sukrosa dan glukosa.

Dalam tugas akhir ini akan dilakukan penelitian diantara campuran etilen glikol, propilen glikol dan etanol mengenai kenaikan temperatur terendah yang dapat dicapai oleh masing-masing senyawa, tingkat keamanan tiap senyawa bagi hasil tangkapan berupa ikan, yang mana nantinya akan menjadi konsumsi bagi masyarakat, dan juga dilihat dari faktor ekonomi yang harus dikeluarkan dari tiap senyawa yang digunakan sebagai bahan utama pembuatan *ice slurry*.

1.2. Perumusan Masalah

- 1) Senyawa manakah diantara larutan etilen glikol (C₂H₆O₂), propilen glikol (C₃H₈O₂) dan etanol (C₂H₆O) yang memiliki titik leleh paling optimal yang mengacu pada uji kenaikan temperatur menggunakan *thermocouple*?
- 2) Senyawa manakah diantara larutan etilen glikol (C₂H₆O₂), propilen glikol (C₃H₈O₂) dan etanol (C₂H₆O) yang memiliki keamanan konsumsi

- 3) Senyawa manakah diantara larutan etilen glikol ($C_2H_6O_2$), propilen glikol ($C_3H_8O_2$) dan etanol (C_2H_6O) yang memiliki nilai ekonomi paling ekonomis dengan memperhatikan titik leleh dan keamanan konsumsi di atas dan ditinjau dari biaya produksi?

1.3. Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam penulisan Tugas Akhir ini adalah :

- 1) Campuran senyawa yang dilakukan pengujian adalah etilen glikol ($C_2H_6O_2$), propilen glikol ($C_3H_8O_2$) dan etanol (C_2H_6O)
- 2) Hasil yang ditinjau dari pengujian hanya berfokus pada kenaikan temperatur dari ketiga senyawa, keamanan untuk dikonsumsi dari tingkat keracunan dan faktor ekonomi yang disebabkan oleh penambahan senyawa pembentuk *ice slurry*
- 3) Perhitungan faktor ekonomi hanya membahas biaya produksi

1.4. Tujuan Penelitian

Penulisan tugas akhir ini bertujuan untuk :

- 1) Mengetahui senyawa manakah diantara etilen glikol ($C_2H_6O_2$), propilen glikol ($C_3H_8O_2$) dan etanol (C_2H_6O) yang memiliki titik leleh paling optimal mengacu pada uji kenaikan temperatur menggunakan *thermocouple* untuk digunakan sebagai bahan pembuat *ice slurry*
- 2) Mengetahui senyawa manakah diantara larutan etilen glikol ($C_2H_6O_2$), propilen glikol ($C_3H_8O_2$) dan etanol (C_2H_6O) yang memiliki keamanan konsumsi
- 3) Mengetahui senyawa manakah diantara larutan etilen glikol ($C_2H_6O_2$), propilen glikol ($C_3H_8O_2$) dan etanol (C_2H_6O) yang memiliki nilai ekonomi paling ekonomis dengan memperhatikan titik leleh dan keamanan konsumsi di atas dan ditinjau dari biaya produksi?

1.5. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penulisan Tugas Akhir ini adalah memberikan informasi tentang penggunaan *slurry ice* pada kapal perikanan dengan memperhatikan tingkat keefektifan dalam sudut pandang titik leleh, tingkat keamanan pemakaian dari sudut pandang keracunan, dan juga faktor ekonomi paling optimum yang ditinjau dari senyawa yang dipakai

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Perpindahan Panas

Perpindahan panas merupakan ilmu untuk memprediksi perpindahan energi dalam bentuk panas yang terjadi karena adanya perbedaan suhu di antara benda atau material. Dalam proses perpindahan energi tersebut terdapat kecepatan perpindahan panas yang terjadi, atau yang lebih dikenal dengan laju perpindahan panas. Maka ilmu perpindahan panas juga merupakan ilmu untuk meramalkan laju perpindahan panas yang terjadi pada kondisi-kondisi tertentu. Perpindahan kalor dapat didefinisikan sebagai suatu proses berpindahnya suatu energi (kalor) dari satu daerah ke daerah lain akibat adanya perbedaan temperatur pada daerah tersebut. Ada tiga bentuk mekanisme perpindahan panas yang diketahui, yaitu konduksi, konveksi, dan radiasi.

2.1.1. Perpindahan Kalor secara Konduksi

Perpindahan kalor secara konduksi adalah proses perpindahan kalor dimana kalor mengalir dari daerah yang bertemperatur tinggi ke daerah yang bertemperatur rendah dalam suatu medium (padat, cair atau gas) atau antara medium-medium yang berlainan yang bersinggungan secara langsung sehingga terjadi pertukaran energi dan momentum. Tetapan kesebandingan (k) adalah sifat fisik bahan atau material yang disebut konduktivitas termal. Persamaan diatas merupakan persamaan dasar tentang konduktivitas termal. Berdasarkan rumusan itu maka dapatlah dilaksanakan pengukuran dalam percobaan untuk menentukan konduktivitas termal berbagai bahan. Pada umumnya konduktivitas termal itu sangat tergantung pada suhu. Semakin besar perubahan temperatur yang terjadi dalam tiap waktunya, maka semakin besar pula nilai laju perpindahan panasnya.

2.1.2. Perpindahan Kalor secara Konveksi

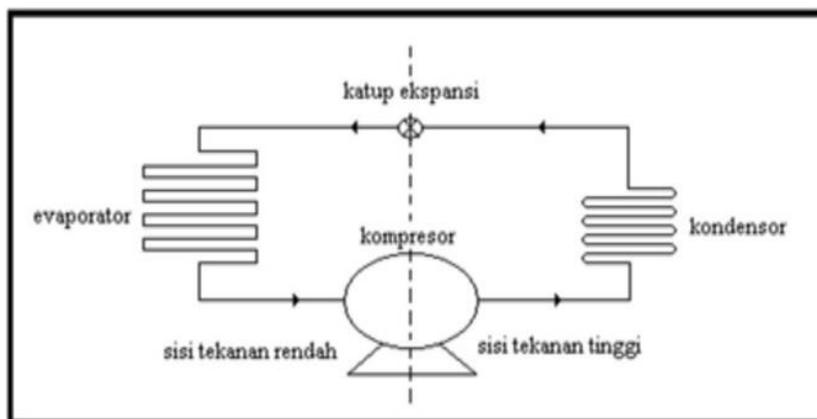
Konveksi adalah perpindahan panas karena adanya gerakan/aliran/pencampuran dari bagian panas ke bagian yang dingin. Contohnya adalah kehilangan panas dari radiator mobil, pendinginan dari secangkir kopi dll. Menurut cara menggerakkan alirannya, perpindahan panas konveksi diklasifikasikan menjadi dua, yakni konveksi bebas (*free convection*) dan konveksi paksa (*forced convection*). Bila gerakan fluida disebabkan karena adanya perbedaan kerapatan karena perbedaan suhu, maka perpindahan panasnya disebut sebagai konveksi bebas (*free / natural convection*). Bila gerakan fluida disebabkan oleh gaya pemaksa / eksitasi dari luar, misalkan dengan pompa atau kipas yang menggerakkan fluida sehingga fluida mengalir di atas permukaan, maka perpindahan panasnya disebut sebagai konveksi paksa (*forced convection*).

2.1.3. Perpindahan Kalor secara Radiasi

Perpindahan panas radiasi adalah proses di mana panas mengalir dari benda yang bersuhu tinggi ke benda yang bersuhu rendah bila benda-benda itu terpisah di dalam ruang, bahkan jika terdapat ruang hampa di antara benda - benda tersebut. Energi radiasi dikeluarkan oleh benda karena temperatur yang dipindahkan melalui ruang antara dalam bentuk gelombang elektromagnetik. Bila energi radiasi menimpa suatu bahan, maka sebagian radiasi dipantulkan, sebagian diserap dan sebagian diteruskan. Contoh radiasi antara lain ialah panas matahari sampai ke bumi walau melalui ruang hampa, tubuh terasa hangat ketika berada di dekat sumber api, menetas telur unggas dengan lampu, pakaian menjadi kering ketika dijemur di bawah terik matahari.

2.2. Refrigerasi

Refrigrasi dapat dikatakan juga sebagai sebagai proses pemindahan panas dari suatu bahan atau ruangan ke bahan atau ruangan lainnya (Iljas, 1971), sedangkan menurut (Hartanto, 1982). Pendinginan atau refrigerasi adalah suatu proses penyerapan panas pada suatu benda dimana proses ini terjadi karena proses penguapan bahan pendingin (refrigeran), dan menurut (Arismunandar, 2002). Refrigerasi adalah usaha untuk mempertahankan suhu rendah yaitu suatu proses mendinginkan udara sehingga dapat mencapai temperatur dan kelembaban yang sesuai dengan kondisi yang dipersyaratkan terhadap kondisi udara dari suatu ruangan tertentu, faktor suhu dan temperatur sangat berperan dalam memelihara dan mempertahankan nilai kesegaran ikan. Refrigerasi memanfaatkan sifat-sifat panas (*thermal*) dari bahan refrigerant selagi bahan itu berubah keadaan dari bentuk cairan menjadi bentuk gas atau uap da sebaliknya dari gas kembali menjadi cairan (Iljas, 1971). Untuk bagan atau diagram mengenai siklus refrigrasi dapat dilihat pada gambar 2.1.



Gambar 2. 1. Siklus Refrigrasi

Gambar 2.1. ialah satu siklus refrigrasi kompresi uap yang berisi sebagai berikut:

1. Pemampatan (kompresi). Uap refrigeran lewat panas bersuhu dan tekanan rendah yang berasal dari proses penguapan dimampatkan oleh kompresor menjadi uap bersuhu dan bertekanan tinggi agar kemudian mudah diembunkan, uap kembali menjadi cairan didalam kondensor.
2. Pengembunan (kondensasi). Proses pengembunan adalah proses pengenyahan atau pemindahan panas dari uap refrigeran bersuhu dan bertekanan tinggi hasil pemampatan kompresor ke medium pengembun di luar kondensor.
3. Pemuaiian. Pemuaiian adalah proses pengaturan kesempatan bagi refrigeran cair untuk memuai agar selanjutnya dapat menguap di evaporator.
4. Penguapan (evaporasi), pada proses ini, refrigeran cair berada dalam pipa logam evaporator mendidih dan menguap pada suhu tetap, walaupun telah menyerap sejumlah besar panas dari lingkungan sekitarnya yang berupa zat alir dan pangan dalam ruangan tertutup berinsulasi. Panas yang diserap dinamakan “panas laten penguapan.

2.3. Komponen-komponen Refrigerasi

2.3.1. Kompresor

Kompresor merupakan jantung dari suatu sistem refrigrasi mekanik, berfungsi untuk menggerakkan sistem refrigrasi agar dapat mempertahankan suatu perbedaan tekanan antara sisi tekanan rendah dan sisi tekanan tinggi dari sistem (Ilgas, 1971)

Kompresor refrigrasi yang paling umum adalah kompresor torak (*reciprocating compressor*), sekrup (*screw*), sentrifugal, sudu (*vane*) (Stoecker, 1994). Menurut (Hartanto, 1982; Holman, 1986)berdasarkan cara kerjanya kompresor dapat dibedakan menjadi dua, yaitu kompresor torak dan kompresor rotary:

a. Kompresor torak

Kompresor torak yaitu kompresor yang kerjanya dipengaruhi oleh gerakan torak yang bergerak menghasilkan satu kali langkah hisap dan satu kali langkah tekan yang berlainan waktu. Kompresor torak lebih banyak digunakan pada unit mesin pendingin berkapasitas besar maupun kecil seperti lemari es, *cold storage*, *coll room*.

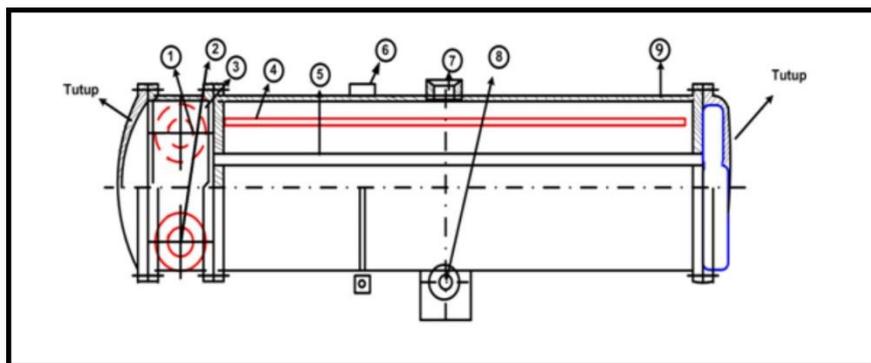
b. Kompresor rotary

Kompresor rotary yaitu kompresor yang kerjanya berdasarkan putaran *roller* pada rumahnya, prinsip kerjanya adalah satu putaran porosnya akan terjadi langkah hisap dan langkah tekan yang bersamaan waktunya, kompresor rotary terdiri dua macam yaitu kompresor rotary dengan pisau / *blade* tetap.

2.3.2. Kondensor

Pengembun atau kondensor adalah bagian dari refrigerasi yang menerima uap refrigeran tekanan tinggi yang panas dari kompresor dan mengenyahkan panas pengembunan itu dengan cara mendinginkan uap refrigeran tekanan tinggi yang panas ke titik embunnya dengan cara mengenyahkan panas sensibelnya. Pengenyahan selanjutnya panas laten menyebabkan uap itu mengembun menjadi cairan. (Iljas, 1971)

Kondensor yang sering digunakan pada kapal-kapal ikan adalah kondensor jenis *shell and tube*. Kondensor ini terbuat dari sebuah silinder besar yang di dalamnya terdapat susunan pipa-pipa untuk mengalirkan air pendingin. Kondensor tabung dan pipa horizontal adalah kondensor tabung yang di dalamnya banyak terdapat pipa – pipa pendingin, dimana air pendingin mengalir dalam pipa – pipa tersebut. Ujung dan pangkal pipa terikat pada pelat pipa, sedangkan diantara pelat pipa dan tutup tabung dipasang sekat untuk membagi aliran air yang melewati pipa – pipa. Untuk bagian bagian kondensor dapat dilihat pada Gambar 2.2



Gambar 2. 2. Bagian-bagian Kondensor

Bagian-bagian Kondensor

Gambar 2.2. menunjukkan bagian-bagian dari kondensor yang meliputi:

- | | |
|---------------------------------|-----------------------------|
| 1. Saluran air pendingin keluar | 6. Pengukur muka cairan |
| 2. Saluran air pendingin masuk | 7. Saluran masuk refrigeran |
| 3. Pelat pipa | 8. Tabung keluar refrigeran |
| 4. Pelat distribusi | 9. Tabung |
| 5. Pipa bersirip | |

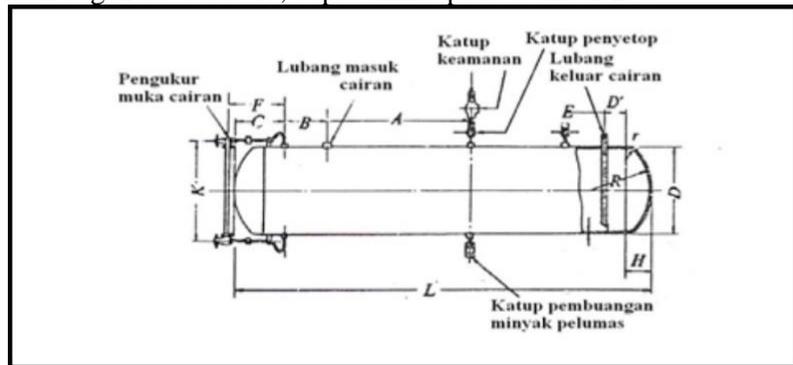
2.2.3. Tangki Penampung (*Receiver Tank*)

Tangki penampung (*Receiver*) adalah tangki yang digunakan untuk menyimpan refrigeran cair yang berasal dari pengeluaran kondensor (Ilyas, 1993). Namun, apabila temperatur air pendingin didalam kondensor relatif rendah, dan temperatur ruang mesin di manatangi penampung cairan dipasang lebih tinggi, kadang - kadang cairan refrigeran yang terjadi di dalam kondensor tidak dapat mengalir dengan mudah. Dalam hal ini, bagian atas kondensor harus dihubungkan dengan bagian atas penerima cairan oleh penyama tekanan (Arismunandar, 2002)

Menurut (Iljas, 1971), sebagai tempat refrigeran, *receiver* mempunyai empat fungsi yaitu :

1. Menyimpan refrigeran cair selama operasi dan untuk maksud servis.
2. Meningkatkan perubahan dalam muatan refrigeran dan volume cairan, yakni pemuain dan penyusutan refrigeran karena perubahan suhu.
3. Sebagai tempat penyimpanan refrigeran bilamana sistem refrigerasi dimatikan untuk tujuan perbaikan dan pemeliharaan serta pada saat sistem akan dimatikan dalam jangka waktu yang lama.

Untuk bagian *air-receiver*, dapat dilihat pada Gambar 2.3.



Gambar 2. 3. *Air-Receiver*

Gambar 2.3. merupakan sketsa dari *air-receiver*. Pada receiver dilengkapi dengan beberapa komponen pendukung. Dapat kita lihat, terdapat sebuah gelas penduga untuk melihat kapasitas freon dalam sistem. Selain itu, juga dilengkapi dengan katup keamanan sebagai pengamanan untuk mengatasi tekanan yang berlebihan dalam sistem.

2.3.3. Katup Ekspansi

Katup ekspansi dipergunakan untuk mengekspansikan secara adiabatik cairan refrigeran yang bertekanan dan bertemperatur tinggi sampai mencapai tingkat keadaan tekanan dan temperatur rendah. Pada waktu katup ekspansi membuka saluran sesuai dengan jumlah refrigeran yang diperlukan oleh evaporator, sehingga refrigeran menguap sempurna pada waktu keluar dari evaporator (Arismunandar, 2002)

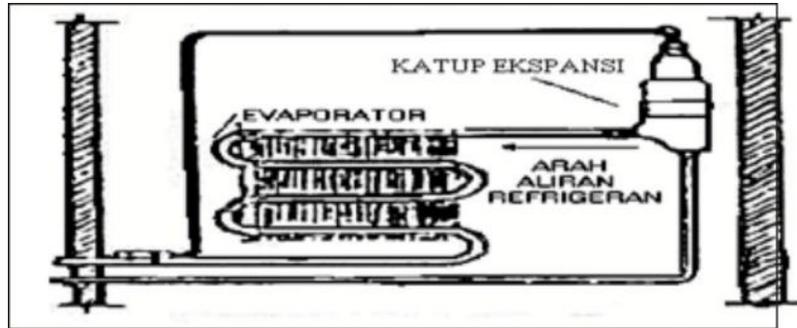
Apabila beban pendingin turun, atau apabila katup ekspansi membuka lebih lebar, maka refrigeran didalam evaporator tidak menguap sempurna, sehingga refrigeran yang terhisap masuk kedalam kompresor mengandung cairan. Jika jumlah refrigeran yang mencair berjumlah lebih banyak atau apabila kompresor mengisap cairan, maka akan terjadi pukulan cairan (*Liquid hammer*) yang dapat merusak kompresor (Arismunandar, 2002)

2.3.4. Evaporator

Evaporator berguna untuk menguapkan cairan refrigeran, penguapan refrigeran akan menyerap panas dari bahan / ruangan, sehingga ruangan disekitar menjadi dingin. Menurut (Arismunandar, 2002), penempatan evaporator dibedakan menjadi empat macam sesuai dengan keadaan refrigeran didalamnya, yaitu :

- 1) Evaporator kering (*dry expansion evaporator*)
- 2) Evaporator setengah basah
- 3) Evaporator basah (*flooded evaporator*), dan
- 4) Sistem pompa cairan

Pada evaporator kering, cairan refrigeran yang masuk kedalam evaporator sudah dalam keadaan campuran cair dan uap, sehingga keluar dari evaporator dalam keadaan uap kering, karena sebagian besar dari evaporator terisi uap maka penyerapan kalor tidak terlalu besar jika dibandingkan dengan evaporator basah. Namun, evaporator kering tidak memerlukan banyak refrigeran, disamping itu jumlah minyak pelumas yang tertinggal didalam evaporator sangat kecil (Arismunandar, 2002) . Untuk bagan evaporator dapat dilihat pada Gambar 2.4.



Gambar 2. 4. Evaporator

Gambar 2.4. merupakan ilustrasi kerja evaporator. Refrigeran yang sebelumnya telah didinginkan oleh kondensor hingga berbentuk cair. Selanjutnya cairan tersebut menuju evaporator untuk selanjutnya menerima kalor. Sebelum memasuki evaporator, cairan refrigeran terlebih dahulu melewati katup ekspansi. Pada katup ekspansi tersebut, refrigeran yang berbentuk cair dirubah menjadi gas. Selanjutnya, kalor yang ada pada gas refrigeran tersebut diserap oleh evaporator sehingga menghasilkan gas refrigeran yang dingin.

2.4. Refrigeran

Refrigeran merupakan bahan pendingin atau fluida yang digunakan untuk menyerap panas melalui perubahan fase dari cair ke gas (evaporasi) dan membuang panas melalui perubahan fase dari gas ke cair (kondensasi), sehingga refrigeran dapat dikatakan sebagai pemindah panas dalam sistem pendingin.

Berikut ini adalah macam-macam dari refrigeran :

1. Refrigerant fluorocarbon terhidrogenasi (HFC)

HFC merupakan refrigeran baru sebagai alternatif untuk menggantikan posisi freon. Hal ini disebabkan karena refrigeran freon mengandung zat chlor (Cl) yang dapat merusak lapisan ozon. Sedangkan HFC terdiri dari atom-atom hidrogen, fluorine dan karbon tanpa adanya zat chlor (Cl). Berikut merupakan macam-macam HFC dan pemakaiannya :

- HFC 125 (CHF_2CF_3)
Sebagai pengganti freon-115 / R115 untuk pendingin air.
- HFC 134a ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{F}$)
Merupakan alternatif pengganti freon-12 / R-12. tidak mudah meledak dan tingkat kandungan racun rendah, digunakan untuk pengkondisian udara, lemari es dan pendingin air.
- HFC 152a (CH_3CHF_2)
Sebagai pengganti freon-12 / R-12 digunakan untuk penyegaran udara, pendingin air.

2. Freon atau Cloro Fluoro Carbon (CFC)

Freon merupakan refrigeran yang paling banyak digunakan dalam sistem pendingin. Bahan dasarnya ethane dan methane yang berisi fluor dan chlor dalam komposisinya. Karena mengandung unsur chlor refrigeran jenis ini mempunyai dampak penipisan ozon dimana akan berpengaruh negatif terhadap kehidupan makhluk hidup di bumi. Selain itu, juga berdampak negatif terhadap iklim, yaitu meningkatkan suhu rata-rata dan perubahan iklim global serta pencemaran udara. Spesifikasi freon yang biasa digunakan dalam pendinginan :

Nama –Rumus- Kimia- Titik Didih ($^{\circ}\text{C}$)

- Freon – 11 CCl_3F 23,8 ($^{\circ}\text{C}$)
- Freon – 12 CCl_2F_2 – 29,8 ($^{\circ}\text{C}$)
- Freon – 13 CClF_3 – 81,4 ($^{\circ}\text{C}$)
- Freon – 21 CHCl_2F 8,9 ($^{\circ}\text{C}$)
- Freon – 22 CHClF_2 – 40,8 ($^{\circ}\text{C}$)

3. Terhidrogenasi klorofluorokarbon refrigeran (HCFC)

Berdasarkan ketentuan dalam konvensi Wina dan Protokol Montreal tentang bahan-bahan yang merusak lapisan ozon, bahwa negara berkembang wajib melaksanakan penghapusan penggunaan Bahan Perusak Ozon (BPO) secara bertahap sampai batas waktu tertentu, maka Kementerian Perindustrian mengeluarkan Peraturan Menteri Perindustrian Nomor : 41/M-IND/PER/5/2014 tentang Larangan Penggunaan Hydrochloroflourocarbon (HCFC) di Bidang Perindustrian, yang diundangkan pada tanggal 4 Juni 2014. Pelarangan tersebut didasarkan atas adanya senyawa kimia yang berpotensi dapat merusak molekul ozon di lapisan stratosfer, dalam kesehariannya HCFC digunakan sebagai bahan baku penolong proses produksi atau pengoperasian produk seperti, pendingin ruangan (AC), mesin pengatur suhu udara, alat/mesin refrigerasi, busa atau foam, pemadam api dan pelarut.

4. Carbon Dioksida (CO_2)

Senyawa ini memiliki rumus kimia CO_2 dan juga dapat disebut zat asam arang. CO_2 tidak berwarna, tidak berbau dan lebih berat dari udara. Titik didihnya $-78,5^{\circ}\text{C}$, berat jenisnya 1,56. Carbon Dioksida hanya dapat beroperasi pada tekanan tinggi. Hal ini menyebabkan pemakaiannya terbatas dan biasanya dipakai pada proses refrigerasi dengan tekanan per ton yang besar.

5. Azetropes

Merupakan campuran dari beberapa refrigeran yang mempunyai sifat berbeda. Jenis yang banyak dipakai :

- Correne-7
Yang terdiri dari campuran 73,8 % freon-12 dan 26,2% genetron 100.
- Refrigeran-502
Merupakan campuran dari 98,8 % freon-12 dan 51,2 % freon-115

6. Methil Clorida (CH₃Cl)

Memiliki nama lain yaitu Diklorometana. Methil Clorida adalah senyawa organik dengan rumus kimia CH₂Cl₂. Senyawa ini merupakan senyawa tak berwarna beraroma manis yang banyak digunakan sebagai pelarut. Diklorometana tidak larut sempurna dengan air, tetapi dapat larut dengan pelarut organik lainnya. Berupa cairan tidak berwarna dan tidak berbau merangsang. Titik didihnya – 23,7°F atau sekitar -4,6°C.

7. Uap Air

Refrigeran ini paling murah dan paling aman. Pemakaiannya terbatas untuk pendingin suhu tinggi karena mempunyai titik beku yang tinggi, yaitu 0°C. Dengan titik beku yang cukup tinggi, membuat uap air memiliki kemampuan yang terbatas untuk mendinginkan suatu objek. Karena itulah penggunaan uap air sebagai pendingin kurang tahan lama. Pemakaian utamanya untuk *comfort air conditioning dan water cooling*.

8. Hidrocarbon

Dipakai pada industri karena harganya murah. Jenisnya butana, iso butana, propana, propylana, etana dan etylana. Semuanya mudah terbakar dan meledak.

Berikut ini macam-macam nama kimia dari hidrokarbon :

Ketentuan penomorannya Nama kimia Rumus kimia

- CH₄ = metana
- C₂H₆ = etana
- C₃H₈ = propana
- C₄H₁₀ = butana
- C₅H₁₂ = pentana
- C₆H₁₄ = heksana
- C₇H₁₆ = heptana

9. Amonia (NH₃)

Amonia ini digunakan secara luas pada mesin refrigerasi industri atau refrigerasi kapasitas besar. Titik didihnya kurang lebih – 33°C. zat ini mempunyai karakteristik bau meskipun pada konsentrasi kecil di udara. Tidak dapat terbakar, tetapi meledak jika bereaksi dengan udara dengan prosentase 13,28 %. Oleh karena itu efek korosi amonia, tembaga atau campuran tembaga tidak boleh digunakan pada mesin dengan refrigeran ammonia

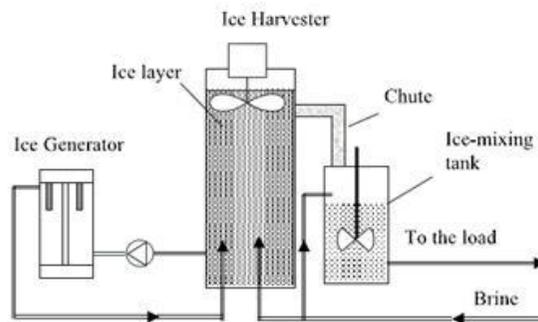
10. Larutan Garam (brine)

Larutan garam (brine) juga digunakan untuk refrigeran misalnya untuk pendinginan lokasi lapangan es (ice skating rinks). Pembuatan *ice slurry* pada kapal ikan umumnya ditemukan dengan larutan brine. Larutan brine yang digunakan biasanya berasal dari air laut. Seperti yang diketahui bahwa air laut

mengandung garam yang melimpah. Hal tersebut pula yang membuat penggunaan ini menjadi lebih murah.

2.5. Slurry Ice

Slurry ice adalah zat pendingin fase yang terdiri dari jutaan es "kristal mikro" (biasanya berdiameter 0,1 sampai 1 mm) dibentuk dan ditangguhkan dalam larutan air dan titik beku depresan. Beberapa senyawa yang digunakan di lapangan adalah garam, etilena glikol, propilen glikol, alkohol seperti isobutil dan etanol, dan gula seperti sukrosa dan glukosa. *Slurry ice* memiliki penyerapan panas yang lebih besar dibandingkan dengan refrigeran fase tunggal seperti air garam, karena entalpi lebur (panas laten) es juga digunakan. Selain itu, karena pembuatan *ice slurry* dengan pemberian konsentrasi larutan, maka titik beku dari larutan yang lebih rendah membuat secara biologi mengaktifkan fungsi protein dan material probiotik dijaga dari bahaya panas. Fungsi lain dari *ice slurry* terhadap pendinginan ikan adalah waktu pendinginan ikan tiga kali lebih cepat dibanding es flake untuk menurunkan sampai temperatur 2°C (Paul, 2001-2)



Gambar 2. 5. Siklus Pembentukan Ice Slurry

Gambar 2.5. merupakan skema instalasi *ice slurry* untuk kapal ikan. *Ice Generator* berfungsi sebagai alat penukar kalor dari air laut ke refrigeran sampai temperatur 8°C, kemudian air laut dengan temperatur rendah tersebut mengalir dengan bantuan pompa ke tangki lebih besar untuk menurunkan temperatur. Pada tangki tersebut biasa disebut tangki harvest (pemanen), karena pada tangki ini sistem pembuat *ice slurry* berada, misalnya scraper dan auger shaft yang membantu mengambil *ice slurry* yang timbul di dinding tangki. Tangki harvest biasanya dilengkapi oleh injeksi air laut untuk mendorong fraksi es yang berada diatas liquid karena masa jenisnya yang lebih rendah menuju tangki ketiga. Kemudian fraksi es pada tangki ketiga tersebut dicampur dengan air laut dan diaduk agar temperatur tetap terjaga, penambahan air laut ke tangki ketiga yang penuh dengan fraksi es karena faktor teknis dan produk yang didinginkan.

DEFANT pada tahun 1961 (Mamayev, 1975), menunjukkan bahwa salinitas air laut kira-kira 0,14 ‰ lebih kecil dibandingkan dengan kadar garam sesungguhnya yang ada di air laut. Yang dimaksud dengan garam di sini ialah istilah garam dalam pengertian kimia, yaitu semua senyawa yang terbentuk akibat reaksi asam dan basa. Maka dari itu, bukannya garam dalam arti garam dapur. Berdasarkan hasil penelitian terhadap komposisi garam di air laut sejak tahun 1859 oleh FORCHHAMMER, sampai saat ini masih berlaku bahwa air laut mempunyai perbandingan komposisi garam yang sama untuk hampir semua perairan di dunia. Dalam melakukan pengukuran salinitas dengan salinometer diperlukan adanya air laut yang telah diketahui nilai salinitasnya dengan sangat teliti dan mendekati nilai 35 ‰ Air laut yang demikian itu dikenal dengan nama air laut baku ("standard sea water") dan dihasilkan oleh beberapa instansi tertentu yang diakui secara internasional (Arief, 1984)

Secara umum pembentukan *ice slurry* terdiri dari tiga tahap, yaitu *Supersaturation*, *Nucleation*, dan *Grow* (pertumbuhan).

1. *Supersaturation*

Supersaturation hanya terjadi apabila gaya pembawa terpenuhi, oleh karena itu *supersaturation* dari *slurry ice* membutuhkan larutan. Hal ini membuat larutan tidak dalam kestabilan dan terjadi perbedaan potensial kimia ($\Delta\mu$) antara fase larutan dan kristal padat. Dimana liquid adalah larutan awal antara air dan pelarut, sedangkan solid adalah fraksi es.

Pada kasus pembangkitan *ice slurry*, larutan supersaturated dengan air terjadi. Setelah awal *nucleation ice slurry* terbentuk, yang mengurangi supersaturasi pada larutan. *Ice crystal* dapat terbentuk sampai perbedaan potensial kimia ($\Delta\mu$) dikurangi pada kondisi saturasi. Perbedaan dalam potensial kimia terjadi karena temperatur atau tekanan pembawa gaya. Supersaturasi dapat terjadi oleh *supercooling* dari larutan saat setimbang temperatur atau dengan mendapatkan kesetimbangan temperatur melalui perubahan tekanan. Untuk *slurry ice* artinya larutan harus membawa ke *triple point*, dimana air secara parsial membeku untuk membuat perbedaan potensial kimia yang dibutuhkan untuk kristalisasi. Pendinginan dan perubahan tekanan adalah dua metode yang diaplikasikan dalam *slurry ice generator*. Melewati kurva pembekuan dari larutan, temperatur atau tekanan dapat diubah menjadi perbedaan konsentrasi. Laju dari tahap kristalisasi, *nucleation* dan *growth* (pertumbuhan) ditentukan oleh level dari supersaturasi larutan.

Supercooling adalah suatu efek yang sering digunakan untuk teknik memproduksi *slurry ice* secara baik. Sesuai dengan Hukum Raoult apabila suatu liquid dicampur dengan larutan misalnya methanol, etilen glikol, propilen glikol, *sodium chloride*, *magnesium chloride*, *potassium chloride*, dan lain-lain, hal ini menjadi larutan yang mempunyai tekanan campuran akan berada diantara tekanan parsial uap

kedua komponen yang terikat antara campuran liquid dan membuat titik pendinginan larutan menjadi ikut turun serta mempercepat *nucleation*.

2. *Nucleation*

Dalam larutan supersaturasi, awal nucleasi dapat terbentuk ketika molekul bersama mendapatkan bentuk kelompok stabil. Hal ini dapat terjadi salah satu antara *homogeneously* atau *heterogeneously*. Dalam *homogeneous nucleation*, fase baru terbentuk dari liquid murni yang melewati keadaan fluktuasi dari kelompok molekul, untuk air hanya terjadi pada temperatur rendah, biasanya dibawah -40°C . Sedangkan untuk *heterogeneous nucleation* lebih banyak terjadi pada larutan, selain itu permukaan luar yang memberikan objek lain misalnya kotor, partikel dari dinding dapat membantu terjadinya nuclei. Sehingga nucleation dimulai pada temperatur lebih tinggi dibanding *homogeneous nucleation*. Setelah awal nucleation terjadi, nucleation selanjutnya akan mulai terbentuk, hal yang mirip secara teori terhadap konsep pendidihan.

3. **Growth (Pertumbuhan)**

Pada pertumbuhan kristal, nuclei membesar untuk menjadi kristal dengan penambahan molekul dari larutan supersaturasi. Secara umum terjadi tiga tahap, yaitu perpindahan masa secara molekul difusi melalui curah larutan melewati lapisan batas sekitar nucleus, penggabungan molekul menuju dinding dan perpindahan panas secara simultan dari kristal ke bagian curah larutan, untuk memindahkan panas meliputi perubahan fase.

Ketiga metode ini terjadi pada tipe scraper slurry ice generator. Pada bagian pertumbuhan dibantu oleh putaran shaft auger yang dapat membantu perpindahan masa dan perpindahan panas. Sebenarnya terdapat beberapa konsep kinerja tentang shaft auger, pertama adalah sebagai pengganggu thermal boundary layer secara simultan untuk mencegah terjadinya ice crystal yang mengendap pada dinding, yang kedua menyebutkan bahwa ice crystal dari dinding diedarkan menuju tengah *ice slurry generator*.

Interaksi antara nukleasi dan pertumbuhan kristal menentukan karakteristik kristal yang terbentuk seperti ukuran, distribusi dan morfologi dari kristal. Ukuran dari kristal sangat dipengaruhi oleh laju kristalisasi, proses pendinginan yang cepat akan menghasilkan ukuran kristal yang kecil dan jumlah yang banyak. Sebaliknya, proses pendinginan yang lambat akan menyebabkan ukuran kristal lebih besar dengan jumlah yang sedikit.

2.6. **Senyawa Pembentuk Slurry Ice**

2.6.1. *Ethylene Glicol*

Penggunaan utama etilena glikol adalah sebagai media untuk perpindahan panas konvektif, misalnya mobil dan komputer berpendingin cairan.

Etilen glikol juga biasa digunakan pada sistem pendingin air dingin yang menempatkan penangan chiller atau udara di luar, atau sistem yang harus dingin di bawah suhu beku air. Dalam sistem pemanas / pendingin geothermal, etilen glikol adalah fluida yang mengangkut panas melalui penggunaan pompa panas bumi. Etilen glikol baik memperoleh energi dari sumber (danau, samudra, sumur air) atau mengusir panas ke bak cuci, tergantung pada apakah sistem digunakan untuk pemanasan atau pendinginan.

Kemampuan antibeku dari etilen glikol menjadikannya komponen campuran vitrifikasi (anticrystallization) untuk pelestarian suhu rendah dari jaringan biologis dan organ tubuh. Campuran etilen glikol dan air juga dapat secara kimiawi disebut sebagai konsentrat glikol / senyawa / campuran / larutan. Etilen glikol dihasilkan dari etilen (etena), melalui etilena oksida perantara. Etilen oksida bereaksi dengan air untuk menghasilkan etilena glikol.

2.6.2. Propylene Glicol

Propylene glycol adalah cairan bening, tidak berwarna dan higroskopis. Propilen glikol mengandung atom karbon asimetris, jadi ada dalam dua enansiomer. Produk komersialnya adalah campuran rasemat. Isomer optik murni dapat diperoleh dengan hidrasi propilena oksida murni optik.

Titik beku air ditekan saat dicampur dengan propylene glycol karena efek pelarutan zat terlarut dalam pelarut (titik beku depresi). Secara umum, glikol bersifat tidak korosif dan memiliki volatilitas yang sangat rendah. Propylene glycol mampu menurunkan titik beku air, dan karenanya digunakan sebagai cairan de-icing pesawat udara.

2.6.3. Ethanol

Etanol secara alami diproduksi oleh fermentasi gula oleh ragi atau melalui proses petrokimia, dan paling umum dikonsumsi sebagai obat rekreasi yang populer. Ini juga memiliki aplikasi medis sebagai antiseptik dan desinfektan. Senyawa ini banyak digunakan sebagai pelarut kimia, baik untuk pengujian kimia ilmiah atau dalam sintesis senyawa organik lainnya, dan merupakan zat vital yang digunakan di berbagai jenis industri manufaktur. Karena titik lelehnya yang rendah dan toksisitas rendah, etanol kadang-kadang digunakan di laboratorium (dengan es kering atau pendingin lainnya) sebagai bak pendingin untuk menjaga agar vesel tetap berada pada suhu di bawah titik beku air.

2.7. Kapal Perikanan

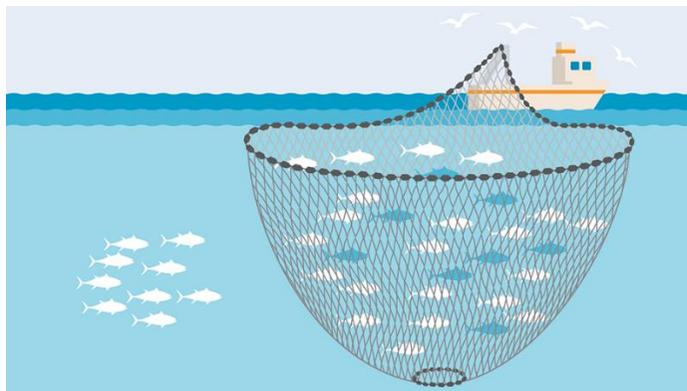
Kapal Perikanan menurut istilah dan definisi adalah kapal, perahu atau alat apung lain yang dipergunakan atau di manfaatkan untuk kegiatan. Kegiatan yang dimaksud semisal penangkapan ikan, mendukung operasi penangkapan ikan, pembudidayaan ikan, pengangkutan ikan, pengolahan ikan, pelatihan perikanan dan penelitian/eksplorasi perikanan. Sedangkan Kapal Penangkap Ikan sendiri adalah kapal yang digunakan untuk mencari ikan termasuk di dalamnya menampung dan mengangkut, menyimpan, mendinginkan atau mengawetkan. Jenis jenisnya pun sangat banyak, karena jenis kapal penangkap ikan berdasarkan pada jenis alat tangkap yang di gunakannya

Untuk jenis jenis kapal penangkap ikan memiliki beberapa jenis. Jenis-jenis kapal penangkap ikan bisa terdiri dari Kapal Purse seine, Kapal gillnet, kapal longline, kapal pole and line, kapal Trawl, Kapal Bubu, Kapal penampung dan Kapal Serba guna. Berikut merupakan penjelasan dari jenis-jenis kapal penangkap ikan di atas:

2.7.1. Kapal Purse Seine

Untuk Jenis Kapal Penangkap Ikan dengan alat tangkap Purse Seine yang paling bisa diamati adalah adanya alat bantu Power Block pada kapal modern. Sedangkan pada kapal tradisional dengan bahan material kayu yang bisa kita lihat adalah adanya alat bantu gardan. Jenis kapal purse seine tentunya menggunakan alat tangkap purse seine. Pada saat ini jenis kapal ini banyak terdapat di pelabuhan pelabuhan di Pantai Utara Jawa.

Alat bantu yang ada pada kapal jenis Purse Seine memiliki fungsinya sendiri. Fungsi dari alat bantu power block adalah untuk menarik Jaring Purse seine dan posisinya berada di belakang atau buritan kapal. Sedangkan untuk fungsi Gardan Berbera adalah menarik Tali Ris Bawah pada alat tangkap Purse Seine. Jenis Kapal Penangkap Ikan Purse seine biasa paling banyak di wilayah laut Jawa dan beroperasi di Samudera Hindia di bagian barat Pulau Sumatera dan di bagian Laut Maselmbu. Kapal jenis ini dapat berlayar antara 4-5 hari



Gambar 2. 6. Kapal Ikan Purse Seine

(Council, <https://www.msc.org/what-we-are-doing/our-approach/fishing-methods-and-gear-types/purse-seine>, n.d.)

Gambar 2.6. merupakan contoh nyata dari penggunaan kapal penangkap ikan jenis Purse Seine. Alat bantu power block dioperasikan dengan cara melingkarkan jaring terhadap gerombolan ikan. Pelingkaran dilakukan dengan cepat, kemudian secepatnya menarik purse line di antara cincin-cincin yang ada, sehingga jaring akan membentuk seperti mangkuk. Kecepatan tinggi diperlukan agar ikan tidak dapat meloloskan diri. Setelah ikan berada di dalam mangkuk jaring, lalu dilakukan pengambilan hasil tangkapan menggunakan serok atau penciduk.

2.7.2. Kapal Pole and Line

Kapal Pole and Line adalah kapal yang menggunakan alat tangkap pole and line atau huhate. Jenis kapal penangkap ini cenderung lebar di lambung kapal. Karena di lambung kapal di gunakan untuk abk duduk memancing. Kemudian untuk jenis Kapal Pole and line selain lambung yang melebar serta cenderung bertipe V karena kapal ini membutuhkan kecepatan dalam hal untuk mengejar gerombolan ikan perenang cepat.

Jenis Kapal perikanan ini di banyak terdapat di Indonesia Timur. Kapal ini biasanya digunakan untuk menangkap ikan semisal cakalang, tongkol dan baby tuna,. Kapal Ini di beri alat bantu penangkapan berupa air mancur. Fungsi dari air mancur agar ikan ikan mendekat ke kapal. Gambar 2.7. dibawah merupakan contoh nyata penggunaan Kapal Pole and Line.



Gambar 2. 7. Kapal Ikan Pole and Line

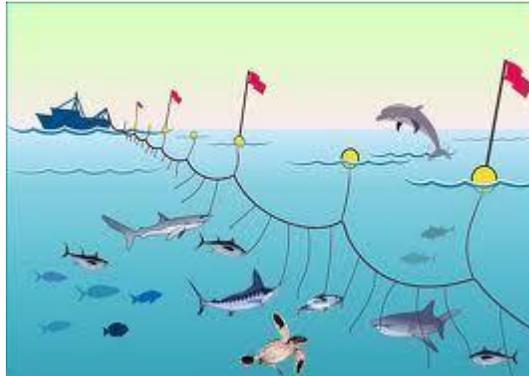
(Ariyogagautama, n.d.)

Gambar 2.7. menunjukkan beberapa orang yang ikut mengoperasikan kapal jenis ini. Dalam pengoperasian metode ini setidaknya membutuhkan 14-18 tenaga dalam 1 kapal huhatei, yang terdiri atas 1 Nahkoda, 1 orang ahli ikan (boi-boi), 10-14 pemancing dan 2 abk. Ketika kapal Huhatei berlayar seorang boi-boi yang menentukan arah kapal ketika sudah menemukan sekelompok cakalang yang bermain dipermukaan. Boi-boi akan melempar umpan hidup ke sekelompok Cakalang, sembari mengarahkan kapten kapal untuk mengefisiensikan umpan hidup yang dilempar dengan para pemancing yang berada didepan dek. Untuk kapal jenis pole and line dapat berlayar selama satu malam sampai 2 minggu.

2.7.3. Kapal Long Line

Seperti namanya kapal ini di buat dengan fungsi untuk menangkap ikan dengan alat tangkap long line. Besarnya kapal longline berkisar dari 30 GT-ratusan GT. Kapal ini di desain untuk lautan besar. Jenis ikan yang biasa ditangkap menggunakan kapal ini ialah ikan jenis tuna. Kapal Jenis long line biasanya di beri alat bantu penangkapan ikan berupa Branch maki, Line hauler

dan line arranger. Dan jenis Kapal penangkap Ikan long line ini biasanya membutuhkan keseimbangan kapal dari pada kecepatan ataupun tenaga kapal. Jenis kapal penangkap ikan long line biasanya berlayar menyusuri samudera dan lautan luas karena itu ombak dan angin adalah permasalahan tersendiri dalam mengoperasikan alat tangkap Long Line. Gambar 2.8. di bawah merupakan contoh dari penggunaan Kapal Long Line.



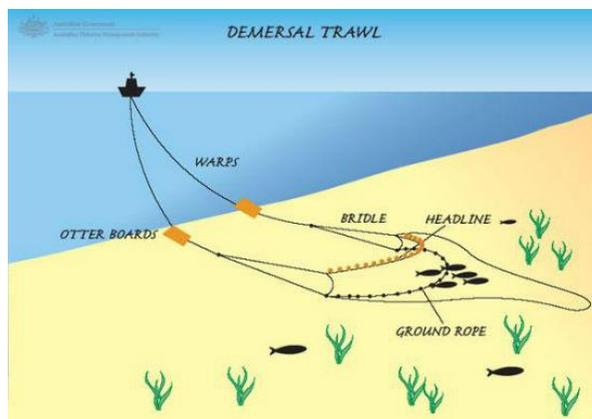
Gambar 2. 8. Kapal Ikan Long Line

Dari gambar 2.8., dapat dilihat ilustrasi dari cara penggunaan Kapal Long Line. Satu kapal tuna longline biasanya mengoperasikan 1000-2000 mata pancing untuk sekali operasi. Alat tangkap ini bersifat pasif, yaitu menanti umpan dimakan oleh ikan sasaran. Setelah pancing diturunkan ke perairan dan mesin kapal dimatikan, kapal dan alat tangkap dihanyutkan mengikuti arus atau drifting. Drifting berlangsung selama 4-5 jam dan selanjutnya mata pancing diangkat kembali ke atas kapal. Untuk kapal jenis long line dapat berlayar selama 5-7 hari.

2.7.4. Kapal Trawl

Jenis kapal dengan menggunakan alat tangkap trawl saat ini telah di larang pengoperasiannya. Selain menyebabkan kerusakan habitat, kapal trawl sering beroperasi di pinggir pantai. Jenis Kapal Penangkap Trawl biasanya di peruntukkan untuk menangkap udang. Kapal trawl membutuhkan tenaga kapal yang sangat besar. Karena tenaga tersebut di gunakan untuk menarik atau meng hela jaring trawl istilah dalam penangkapan ikan adalah Towing.

Saat ini keberadaan Kapal Penangkap trawl sudah berkurang jumlahnya. Selain hasil tangkapan yang berkurang juga karena pelarangan penggunaan alat tangkap Trawl itu sendiri. Kapal Trawl biasanya menangkap udang dan hasil sampingannya adalah ikan. Keberadaan Kapal Trawl pada tahun 1990 - 2000 mengalami kejayaan di Indonesia Timur.



Gambar 2. 9. Kapal Ikan Trawl

Gambar 2.9. merupakan contoh penggunaan kapal penangkap ikan jenis Trawl. Dapat dilihat bahwa penggunaannya yang sangat dekat dengan pantai, dapat menyebabkan rusaknya lingkungan pantai. Alat bantu trawl menyentuh bagian pantai hingga ke dasar. Alat Trawl yang menyentuh dasar pantai tersebut setelah itu terseret oleh kapal yang berjalan. Karena itulah, kemungkinan habitat ikan yang ada di dasar pantai dapat rusak karena alat ini. Untuk jenis kapal trawl, lama penarikan alat mencapai 3-4 jam saja. Berdasarkan keterangan yang ada di atas, maka kapal Trawl dan Purse Seine yang cocok untuk menggunakan ice slurry yang diuji ketahanannya selama kurang lebih 12 jam, kapal Trawl dan Purse Seine

2.8. Paper Position
(Terlampir)

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB III METODOLOGI

3.1. Umum

Metodologi yang penulis gunakan pada Tugas Akhir ini ialah berupa eksperimen. Sebelumnya telah dilakukan peneltiap berupa perancangan mesin pembuat *ice slurry* pada kapal ikan dengan larutan brine dari air laut. Tugas Akhir ini akan membahas larutan lain selain larutan brine, yakni larutan propilen glikol, etilen glikol dan juga ethanol sebagai bahan dasar pembuatan *ice slurry* yang ditinjau dari titik leleh, keamanan dan faktor ekonomi. Standar yang penulis gunakan untuk Tugas Akhir ini ialah menggunakan MSDS (*Material Safety Data Sheet*). Metodologi penelitian yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah menguji kenaikan temperatur, tingkat keracunan, dan faktor ekonomi dari campuran senyawa ethilen glikol, propilen glikol dan ethanol yang dapat menghasilkan *Ice Slurry*

3.2. Identifikasi dan Perumusan Masalah

Penulisan tugas akhir ini dimulai dengan mengidentifikasi masalah dan merumuskan masalah. Masalah yang diangkat ialah keefektifan penggunaan campuran *ice slurry* sebagai system pendingin kapal ikan ditinjau dari titik leleh, tingkat keracunan dan faktor ekonomi. Perumusan masalah tersebut didapatkan melalui penggalian informarsi yang terjadi saat ini. Setelah ditentukannya rumusan masalah, selanjutnya mengikuti diketahui tujuan dari penulisan tugas akhir. Batasan masalah dibuat untuk lebih memfokuskan permasalahan yang diangkat untuk lebih memudahkan pengerjaan tugas akhir.

3.3. Studi Literatur

Pada tahap ini, dilakukan pencarian informasi mengenai masalah juga solusi bagi masalah yang ada tersebut. Studi literature juga memudahkan penulis untuk mengetahui langkah-langkah yang harus dilakukan dalam penulisan tugas akhir. Salah satu caranya ialah dengan pengumpulan bahan pustaka untuk menunjang penulisan tugas akhir tentang Uji Keefektifan Penggunaan Campuran *Ice Slurry* sebagai Sistem Pendingin Kapal Ikan Ditinjau dari Titik leleh, Tingkat Keracunan dan Faktor Ekonomi didapat dari berbagai sumber seperti :

- a. Buku
- b. Tugas akhir
- c. Paper
- d. Jurnal
- e. *Expert opinion*

3.4. Pengumpulan Data

Tahap pengumpulan data adalah untuk menunjang penulisan tugas akhir, dimana, penulis mencari tahu titik beku setiap larutan. Titik beku yang telah diketahui tersebut mempermudah penulis menentukan takaran campuran *ice*

slurry yang tepat. Selain itu, penulis juga mencari tahu kandungan berbahaya yang mungkin terdapat pada setiap larutan. Kandungan yang terkandung di dalamnya, memberikan informasi mengenai keamanan larutan untuk akhirnya dijadikan sebagai *ice slurry*. Data yang juga dibutuhkan selain daripada di atas ialah mengenai harga-harga tiap larutan untuk perhitungan faktor ekonomi.

3.5. Membuat *Slurry Ice*

3.5.1. Alat dan Bahan untuk Percobaan

A. *Cool Box*

Cool box adalah tempat untuk menjaga ikan hasil tangkapan nelayan saat berlayar. Penggunaan *cool box* ialah untuk menjaga temperatur benda yang disimpan di dalamnya tidak cepat naik, karena *cool box* biasanya terbuat dari bahan material yang bersifat isolator. *Cool box* pada penulisan ini digunakan penulis untuk menjadikan wadah bagi *ice slurry* beserta ikan yang nantinya akan diukur penurunan temperatur dari beberapa titik. Pada percobaan kali ini, *cool box* yang telah dipilih terbuat dari bahan *Styrofoam* dengan ukuran 48,5 cm x 30 cm x 14 cm.



Gambar 3. 1. Coolbox

A. *Cold Storage*

Cold Storage merupakan tempat untuk menyimpan suatu produk untuk mempertahankan kesegaran produk tersebut. *Cold storage* pada penulisan tugas akhir ini, digunakan penulis dalam pembuatan campuran *ice slurry*. Pada percobaan tugas akhir ini akan menggunakan *cold storage* yang ada di Laboratorium *Marine Machinery and Fluids* (MMS). Berikut spesifikasi *cold storage* yang akan digunakan.

Panjang	: 2400 mm
Lebar	: 1260 mm
Tinggi	: 2500 mm
Refrigerant	: R404 A

Compressor : Bitzer 2HC – 1.2 – 40 S; 220 – 240 V 50 Hz; Displacement 6.5 m³/h, 1450 rpm
Evaporator : Muller MLT 013; Capacity 1345 watt; 4 Coil Rows;
1 Fan, flow rate 1224 m³/h, 240 V 50 Hz



Gambar 3. 2. Panel Cold Storage



Gambar 3. 3. Cold Storage

B. Ethylen Glycol

Etilen glikol dihasilkan dari etilen (etena), melalui etilena oksida perantara. Etilen oksida bereaksi dengan air untuk menghasilkan etilena glikol.

Penggunaan utama etilena glikol adalah sebagai media untuk perpindahan panas konvektif, misalnya mobil dan komputer

berpendingin cairan. Etilen glikol juga biasa digunakan pada sistem pendingin air dingin yang menempatkan penangan chiller atau udara di luar, atau sistem yang harus dingin di bawah suhu beku air. Dalam sistem pemanas / pendingin geothermal, etilen glikol adalah fluida yang mengangkut panas melalui penggunaan pompa panas bumi. Etilen glikol baik memperoleh energi dari sumber (danau, samudra, sumur air) atau mengusir panas ke bak cuci, tergantung pada apakah sistem digunakan untuk pemanasan atau pendinginan.

Etilen Glikol yang digunakan untuk percobaan ini memiliki kadar 99,8%



Gambar 3. 4. Etilen Glikol

C. Propylene Glycol

Propylene glycol adalah cairan bening, tidak berwarna dan higroskopis. Propilen glikol mengandung atom karbon asimetris, jadi ada dalam dua enansiomer. Produk komersialnya adalah campuran rasemat. Isomer optik murni dapat diperoleh dengan hidrasi propilena oksida murni optik.

Titik beku air ditekan saat dicampur dengan propylene glycol karena efek pelarutan zat terlarut dalam pelarut (titik beku depresi). Secara umum, glikol bersifat tidak korosif dan memiliki volatilitas yang sangat rendah. propylene glycol mampu menurunkan titik beku air, dan karenanya digunakan sebagai cairan de-icing pesawat udara. Propilen Glikol yang digunakan untuk percobaan ini memiliki kadar 99%

E. Thermometer

Thermometer merupakan sebuah alat yang digunakan untuk mengukur suhu atau alat yang digunakan untuk menyatakan derajat panas atau dingin suatu benda. Thermometer ini memanfaatkan sifat termometrik dari suatu zat, yakni perubahan dari sifat-sifat zat yang disebabkan perubahan suhu dari zat tersebut.

Kata Thermometer berasal dari bahasa Latin thermo, yang artinya panas, dan meter, yang artinya untuk mengukur. Zat cair termometrik yaitu zat cair yang mudah mengalami suatu perubahan fisis jika dipanaskan atau didinginkan, misalnya air raksa dan alkohol.

Thermometer yang digunakan untuk percobaan ini ialah Food Probe Thermometer, dengan spesifikasi

Temp. Range	: -50 ~ 300
Resolution	: 0.1 drjt C
Accuracy	: +/-1 drjt C
Battery	: LR44 (1.5V)



Gambar 3. 7. Thermometer

F. Thermocouple

Thermocouple merupakan alat yang dipakai untuk membaca temperatur pada sebuah objek. *Thermocouple* sering digunakan untuk alat pengukuran dan kontrol. Pada percobaan tugas akhir ini jenis *thermocouple* yang digunakan adalah *thermocouple* tipe K.



Gambar 3. 8. Thermocouple

G. *Data Logger*

Data logger merupakan sebuah perangkat yang berfungsi untuk merekam atau mencatat data secara kontinyu dengan selang waktu tertentu. *Data logger* biasanya memerlukan *software* pendukung agar bisa digunakan dengan baik. Pada percobaan tugas akhir ini *data logger* yang digunakan adalah *Labjack T-7 Pro*. Berikut adalah spesifikasinya.

Brand	: Labjack
Type	: T7 – Pro
Analog	: 14 analog
Range	: 10 s/d 0.001 V
Current Output	: 200 Ma

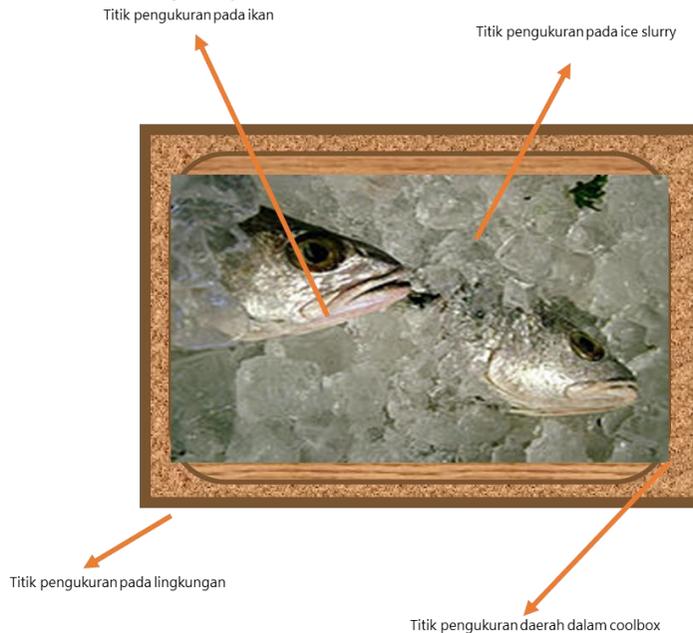


Gambar 3. 9. Data Logger

3.6. Menentukan Titik Leleh Campuran

Penentuan titik leleh tiap campuran ini akan ditentukan dengan menguji penurunan temperatur per satuan waktu menggunakan *thermocouple*. *Ice slurry* yang telah didinginkan pada *cold storage*, selanjutnya diletakkan pada *coolbox* yang sebelumnya telah diletakkan ikan. Selanjutnya yaitu menentukan titik mana saja yang akan dilakukan pengukuran temperatur. Pada penulisan ini terdapat 4

titik pengukuran yang digunakan oleh penulis, antara lain badan ikan, *ice slurry*, dalam *coolbox* dan lingkungan luar *coolbox*.



Gambar 3. 10. Ilustrasi Titik Pengukuran kenaikan Temperatur

3.7. Uji Keracunan

Tahap Uji Keracunan dilakukan untuk mengetahui keamanan pemakaian campuran *ice slurry* yang akan digunakan. Pelaksanaan uji keracunan telah diusahakan dengan cara uji laboratorium. Karena adanya keterbatasan alat yang tersedia di laboratorium Indonesia, maka uji laboratorium tidak dapat dilakukan. Laboratorium yang telah dikunjungi untuk melakukan pengujian antara lain laboratorium Penelitian Gayungsari, Badan Ristek dan Standardisasi Surabaya, sucofindo, BPOM, Karantina Ikan Juanda, Dinas Perikanan Gayungsari, PMP Perikanan, BBLK, Teknik Kimia ITS, Biologi ITS, Kimia ITS, Farmasi Unair, Kimia Unesa, Angler Biocham dan Kimia Universitas Brawijaya. Selanjutnya, penulis menggunakan standar oleh MSDS.

3.8. Menghitung Faktor Ekonomi

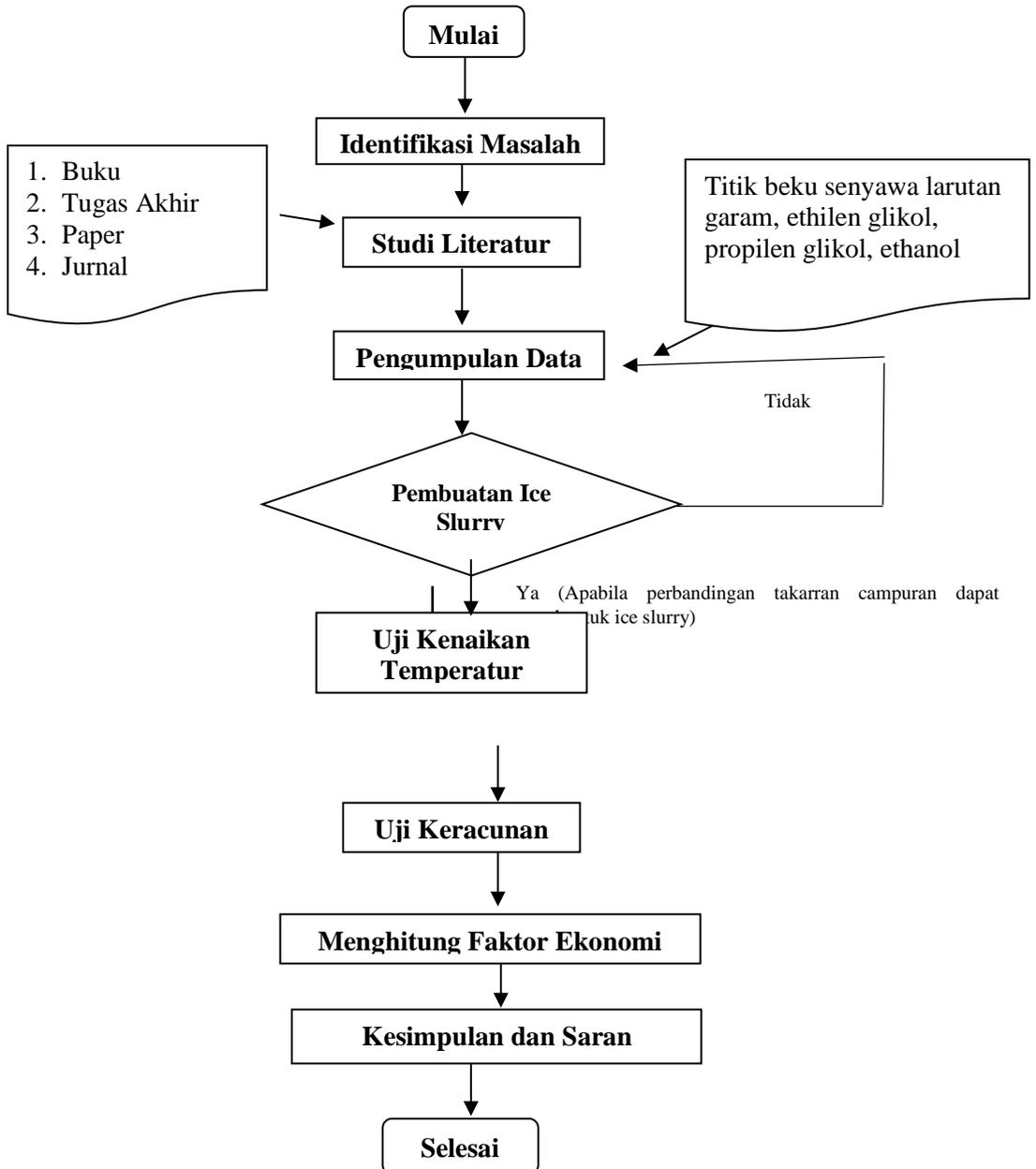
Tahap Menghitung Faktor Ekonomi ialah guna mengetahui keefektifan penggunaan campuran *ice slurry* yang telah dipilih untuk pendingin ikan kapal nelayan dilihat dari segi ekonomi. Faktor ekonomi akan dihitung berdasarkan perbandingan harga yang dikenakan ketika nelayan menggunakan es balok, serta harga yang akan dikeluarkan untuk menggunakan tiap campuran *ice slurry* yang digunakan.

3.9. Kesimpulan dan Saran

Untuk penarikan kesimpulan merupakan jawaban dari perumusan masalah dan bagian bagian penting dari pembahasan. Sedangkan saran bertujuan untuk pengembangan penulisan tugas akhir.

3.10. Diagram Alir

Flow Diagram di bawah ini memperlihatkan tahapan pengerjaan dari metodologi yang digunakan dalam Tugas Akhir.



BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Pembuatan *Ice Slurry*

4.1.1. Prosedur Pembuatan *Ice Slurry*

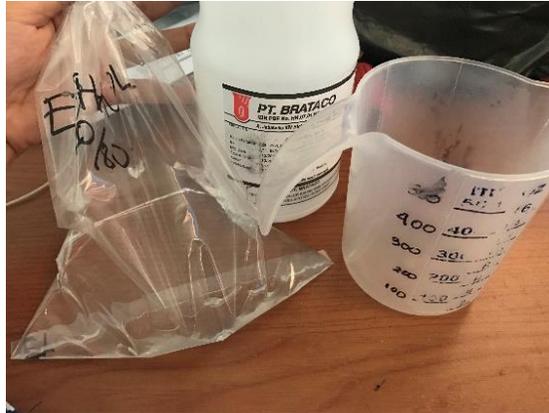
Pembuatan *Ice Slurry* dilakukan beberapa kali berdasarkan perbandingan kadar item 1 dan item 2 tertentu. Percobaan dilakukan kepada *ice slurry* dengan perbandingan awal ialah 40% senyawa dan 60% air. Terbatasnya temperatur *cold storage* yang boleh digunakan yaitu 20°C, membuat campuran tersebut tidak dapat berubah menjadi *ice slurry*. Percobaan kedua, campuran dilakukan sebanyak 30% senyawa dan 70% air. Percobaan terakhir yang mampu membentuk *ice slurry* ialah 20% senyawa dan 80% air. Prosedur pembuatan *ice slurry* yang dilakukan antara lain:

- a. Siapkan plastic bening berukuran 2kg



Gambar 4. 1. Kantong Plastik 2kg

- b. Gunakan spidol untuk menandai tiap campuran yang akan dibuat
- c. Gunakan gelas ukur untuk menentukan banyak senyawa dan air yang digunakan untuk membuat campuran.
- d. Campuran yang digunakan kali ini ialah 20% senyawa dengan 80% air. Digunakan perbandingan ini dikarenakan terbatasnya temperatur yang digunakan pada *cold storage* untuk memuat *ice slurry*



Gambar 4. 2. Pengukuran Senyawa dengan Gelas Ukur

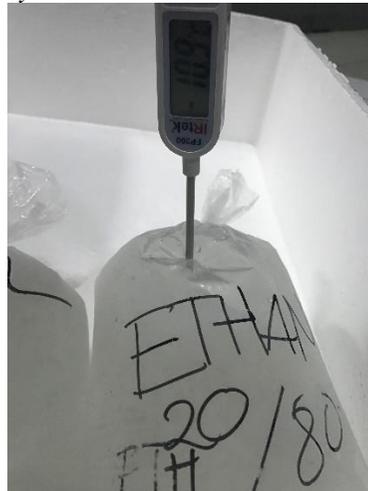
- e. Siapkan campuran tersebut sebanyak yang dibutuhkan untuk proses pendinginan
- f. Masukkan pada *cold storage* yang telah siap untuk mendinginkan campuran



Gambar 4. 3. Memasukkan Campuran ke dalam Cold Storage

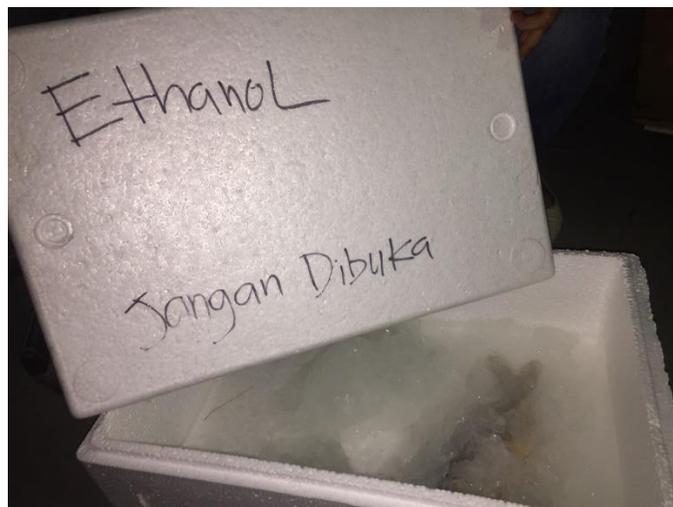
- g. Pembuatan *Ice Slurry* diatas dilakukan pada tiap senyawa yang ada

4.1.2. Hasil Pembuatan *Ice Slurry*



Gambar 4. 4. Hasil *Ice Slurry* Campuran 20% Ethanol

Gambar 4.4. merupakan penampakan *ice slurry* dari campuran 20% ethanol dan 80% air. Temperatur *ice slurry* campuran propilen glikol tersebut memiliki temperatur $-10,9^{\circ}\text{C}$. Selain gambar 4.4., terdapat satu lagi *ice slurry* dari campuran 20% propilen glikol dan 80% air. Temperatur *ice slurry* campuran propilen glikol tersebut memiliki temperatur $-11,316^{\circ}\text{C}$. campuran *ice slurry* terakhir ialah campuran dari ethilen glikol. Temperatur dari *ice slurry* terbuat dari 20% ethilen glikol dan 80% air sesaat setelah dikeluarkan dari *cold storage* ialah $-15,797^{\circ}\text{C}$.

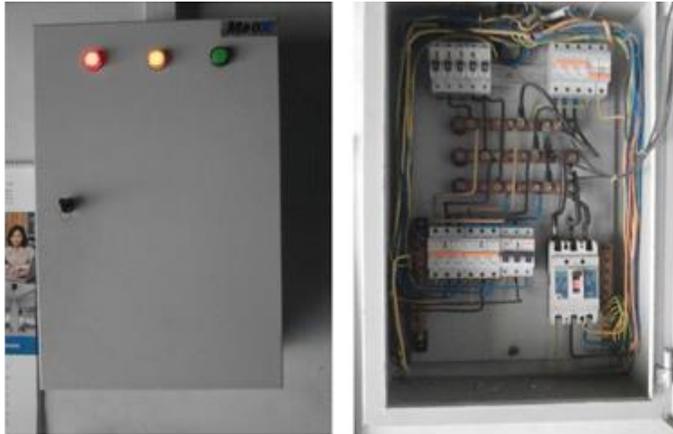


Gambar 4. 5. *Ice Slurry* yang Dimasukkan ke Coolbox

4.2. Prosedur Pengoperasian *Cold Storage*

A. Menyalakan *Cold Storage*

1. Menyalakan saklar utama yang ada pada *MCB* Utama
2. Menyalakan panel listrik untuk *MCB cold storage* pada *MCB* Utama
3. Menutup dan mengunci kembali *MCB* Utama



Gambar 4. 6. Panel Utama Workshop MMS

4. Menyalakan semua panel yang terdapat pada *MCB cold storage*
5. Menyalakan *cold storage* dengan cara memutar *switch* yang ada di bagian depan *MCB cold storage* dari posisi 1 menuju posisi 2



Gambar 4. 7. Panel Cold Storage

B. Mengatur Temperatur *Cold Storage*

1. Setelah *cold storage* menyala, pastikan monitor yang berada di bagian depan *MCB cold storage* telah menunjukkan pembacaan temperatur di dalam *cold storage*.
2. Tekan tombol “SET” satu kali sampai muncul tulisan “SET” pada monitor
3. Tekan tombol “SET” sekali lagi hingga muncul angka yang merupakan besarnya nilai dari temperatur yang ingin di tuju
4. Atur besarnya temperatur sesuai yang diinginkan dengan menekan tombol arah ke atas untuk menambah atau tombol arah ke bawah untuk mengurangi
5. Tekan tombol “FNC” hingga monitor menunjukkan tampilan seperti semula (tampilan pembacaan temperatur *cold storage*)

C. Mematikan *Cold Storage*

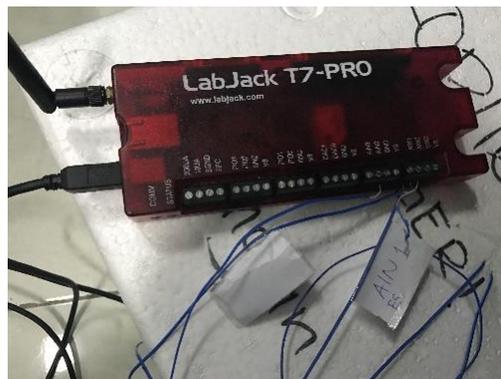
1. Memutar *switch* yang semula berada di posisi 2 kembali ke posisi
2. Setelah monitor pada *MCB* mati, matikan semua panel yang ada di dalam *MCB cold storage*
3. Tutup dan kunci kembali *MCB cold storage*
4. Mematikan saklar lampu penerangan *cold storage*
5. Mematikan panel listrik *MCB cold storage* yang ada pada *MCB 1*
6. Mematikan saklar utama yang terdapat pada *MCB 1*.

4.3. Prosedur Konfigurasi Data Logger

Data logger merupakan perangkat yang dapat mengubah data analog yang dibaca oleh *thermocouple* menjadi data digital. Dengan *data logger* praktikan dapat mengukur dan mencatat data secara langsung selama percobaan. Untuk percobaan ini jenis *data logger* yang digunakan adalah *Labjack T-7 Pro*. *Data logger* ini menggunakan dua jenis *software* yang digunakan sebagai konfigurasi data yang akan diinput, yakni *Kipling* dan *LJLogM*. Berikut langkah – langkah dalam konfigurasi *Kipling* dan *LJLogM*.

A. Konfigurasi pada Kipling

1. Pasang *Thermocouple* pada data logger sebanyak yang dibutuhkan



Gambar 4. 8. Data Logger

2. Sambungkan data logger ke CPU computer dengan kabel USB
3. Buka software Kipling di computer dan tunggu proses loading selesai
4. Pilih jenis koneksi USB dari perangkat Labjack T-7 Pro



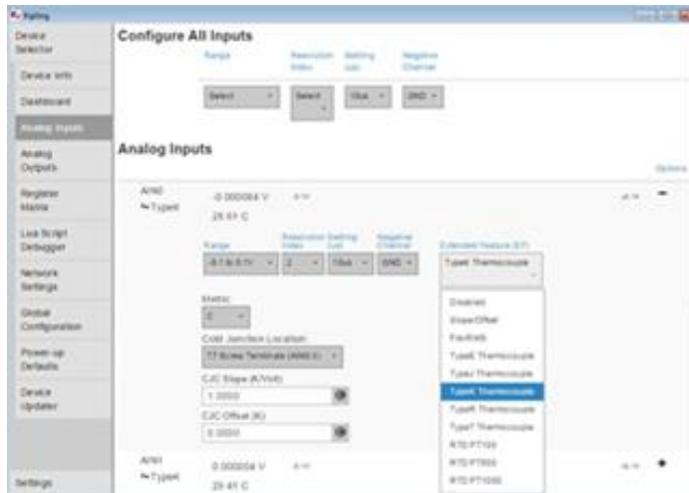
Gambar 4. 9. Tampilan Awal Software Kiplings

5. Lakukan konfigurasi pada menu Analog inputs di daftar menu yang ada di sebelah kiri
6. Lakukan konfigurasi pada setiap thermocouple yang terpasang dengan memilih icon “+” pada setiap menu AIN untuk memunculkan lebih banyak opsi untuk konfigurasi



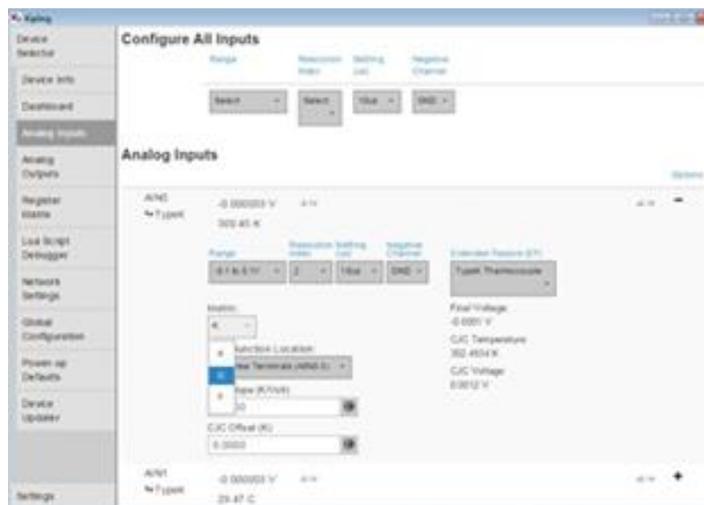
Gambar 4. 10. Tampilan Analog Input pada Kiplings

7. Pilih jenis *thermocouple* yang dipakai. Pada percobaan ini menggunakan *thermocouple* tipe K



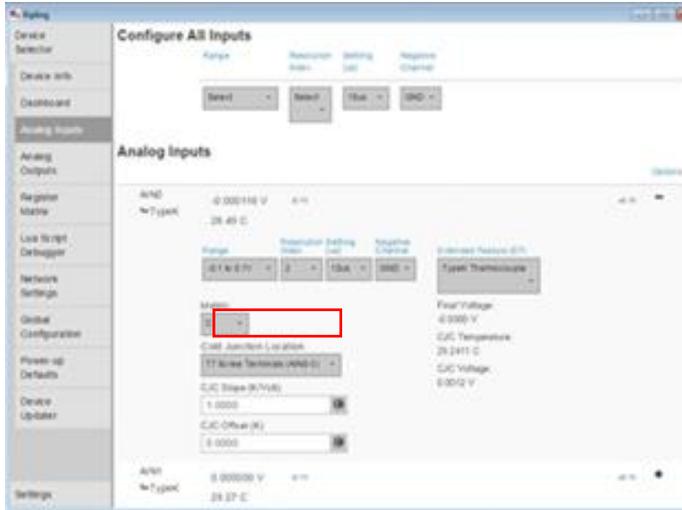
Gambar 4. 11. Pemilihan Jenis Termokopel Tipe K

8. Pilih satuan yang ingin digunakan dalam pembacaan temperatur pada kotak dialog “Metric”



Gambar 4. 12. Pemilihan Pembacaan Temperatur

9. Pilih jenis *cold junction location* tempat *thermocouple* dipasang. Pada percobaan ini, *thermocouple* dipasang pada junction tambahan jenis *T7 Screw Terminals* (AIN 0 – AIN 3)

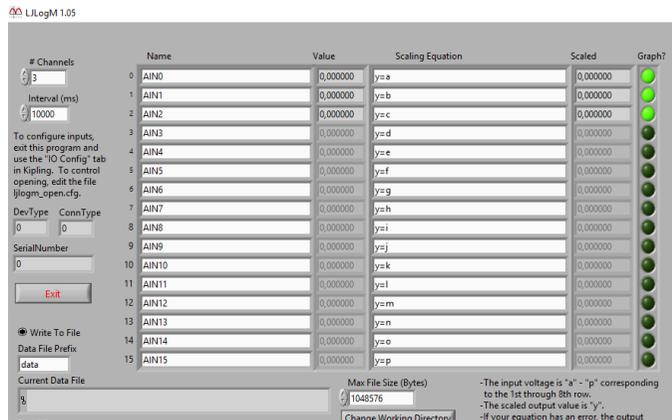


Gambar 4. 13. Pemilihan Jenis T7 Screw Terminals

10. Lakukan konfigurasi tersebut pada semua *thermocouple* yang terpasang

B. Konfigurasi LJLogM

1. Buka software LJLogM



Gambar 4. 14. Tampilan Awal LJLogM

2. Pastikan tidak ada error pada kotak dialog “error message”
3. Tentukan jumlah channel yang ingin direkam pada kolom “#channel”
4. Tentukan interval pembacaan data pada kolom “intervals (ms)”. Angka yang diinput pada kolom tersebut akan dibaca dalam satuan *mili sekon* (ms)
5. Pilih data hasil pembacaan yang ingin diinput ke dalam grafik dengan mengklik icon lingkarang pada kolom “Graph” hingga menyala.
6. Masukkan kode `EF_READ_A` pada setiap kolom “name” agar software membaca masukkan data dalam satuan temperatur
7. Pilih direktori sebagai tempat untuk menyimpan *file*

8. Dengan mengklik *write to file* data hasil pengukuran akan secara otomatis tersimpan di direktori yang telah ditentukan sebelumnya

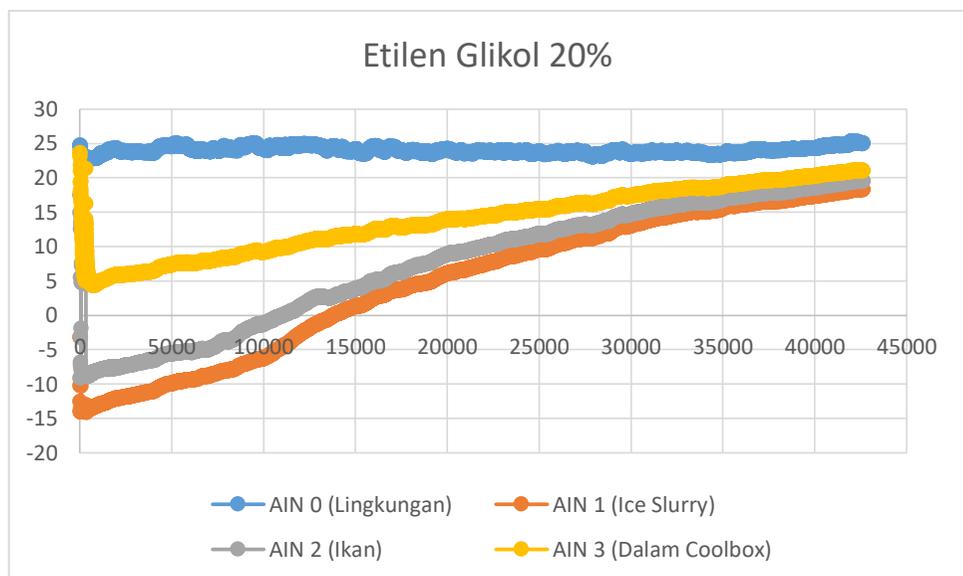
4.4. Jenis-jenis Percobaan

- a. Mengukur kenaikan temperatur dari tiap campuran senyawa
- b. Menguji keracunan pada spesimen yang telah didinginkan di dalam *slurry ice* pada laboratorium
- c. Melakukan perhitungan ekonomi berdasarkan biaya produksi pembuatan masing-masing campuran *ice slurry*.

4.5. Data Hasil Percobaan dan Analisa

4.5.1. Pengukuran Kenaikan Suhu

A. Campuran Ethilen Glikol



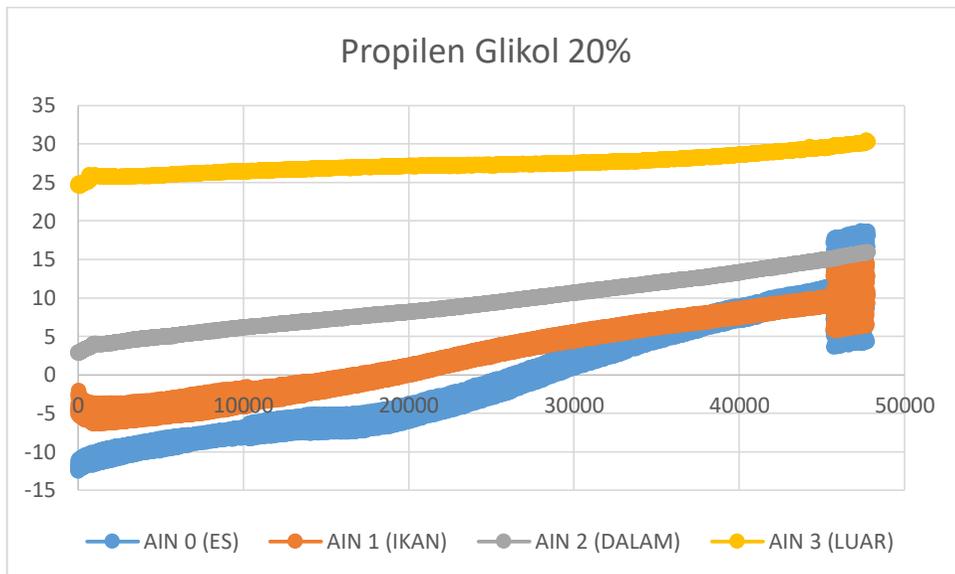
Gambar 4. 15. Grafik Kenaikan Temperatur Ice Slurry Campuran Ethilen Glikol

Gambar 4.15. merupakan grafik hasil pembacaan kenaikan temperatur pada *ice slurry* dari campuran 20% ethilen glikol dan 80% air dengan total 3000ml. Selanjutnya *ice slurry* tersebut digunakan untuk mendinginkan ikan dengan berat 800gram selama 12 jam 1 menit. Sumbu X menunjukkan waktu lama pengujian tiap satuan detik, sedangkan sumbu Y menunjukkan temperature dalam °C. Percobaan dilakukan dari pukul 21.51 dan berakhir pukul 09.52 di ruang sidang laboratorium MMS. Data didapatkan dengan pembacaan termokopel yang tersedia di Laboratorium MMS.

Temperatur awal percobaan pada AIN 0 atau lingkungan ialah 24°C, temperatur AIN 1 atau Ice Slurry ialah -14,1°C, AIN 2 atau ikan ialah -9°C dan AIN 3 atau daerah dalam coolbox ialah -4°C. Pada akhir percobaan, atau pada

pukul 09.52 yaitu selama 12 jam 1 menit, temperature yang ditunjukkan oleh AIN 0 atau lingkungan ialah 24,99°C, AIN 1 atau Ice Slurry ialah 18,2°C, AIN 2 atau ikan ialah 19,5°C dan AIN 3 atau daerah dalam coolbox ialah 20,9°C

B. Campuran Propilen Glikol

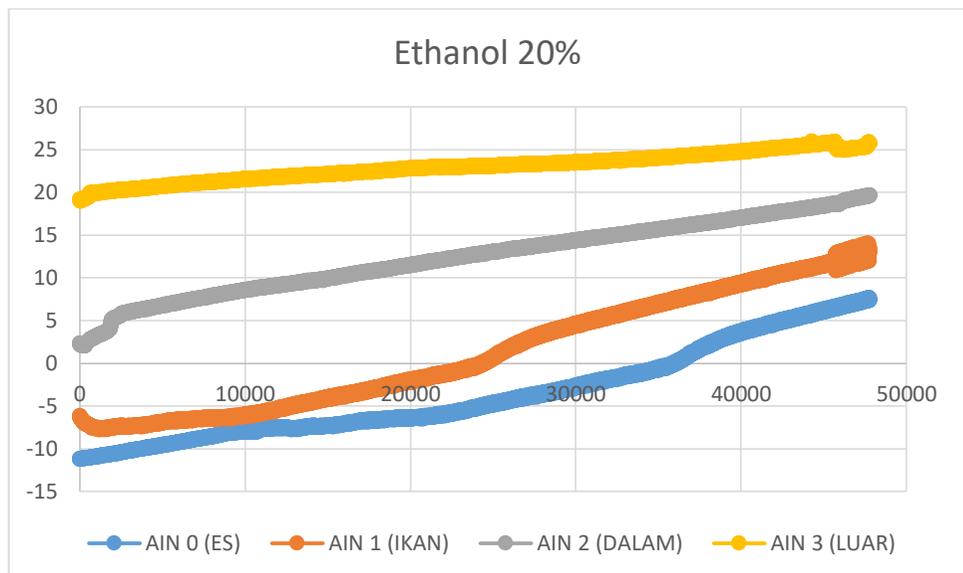


Gambar 4. 16. Grafik Kenaikan Temperatur Ice Slurry Campuran Propilen Glikol

Gambar 4.16 merupakan grafik hasil pembacaan kenaikan temperatur pada *ice slurry* dari campuran 20% propilen glikol dan 80% air dengan total 3000ml. Selanjutnya *ice slurry* tersebut digunakan untuk mendinginkan ikan dengan berat 800gram selama 13 jam 17 menit. Sumbu X menunjukkan waktu lama pengujian tiap satuan detik, sedangkan sumbu Y menunjukkan temperature dalam °C. Percobaan dilakukan dari pukul 21.51 dan berakhir pukul 11.09 di ruang sidang laboratorium MMS. Data didapatkan dengan pembacaan termokopel yang tersedia di Laboratorium MMS.

Temperatur awal pengukuran yang dimiliki oleh *ice slurry* campuran propilen glikol tersebut ialah sebesar -11,3136°C dan pada saat waktu akhir pengukuran atau pada 13 jam 17 menit, temperaturnya naik menjadi 9,34°C. temperatur awal yang dimiliki ikan ialah -4°C dan pada akhir pengambilan data yaitu 13 jam 17 menit memiliki temperatur 18,6°C. Temperatur awal yang dimiliki oleh area di dalam *coolbox* ialah 2,8°C dan berakhir pada temperatur 15,9°C. Sedangkan untuk area lingkungan atau area luar *coolbox* memiliki temperatur awal dan akhir sebesar 24,6°C dan 30,2°C.

C. Campuran Ethanol

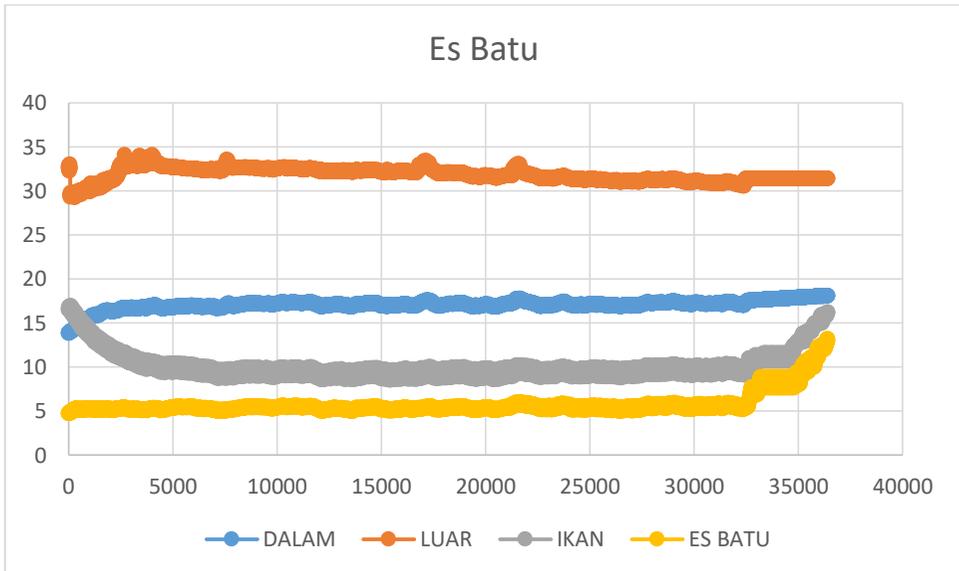


Gambar 4. 17. Grafik Kenaikan Temperatur Ice Slurry Campuran Ethanol

Gambar 4.17. merupakan grafik hasil pembacaan kenaikan temperatur pada *ice slurry* dari campuran 20% ethanol dan 80% air dengan total 3000ml. Selanjutnya *ice slurry* tersebut digunakan untuk mendinginkan ikan dengan berat 800gram selama 13 jam 17 menit. Sumbu X menunjukkan waktu lama pengujian tiap satuan detik, sedangkan sumbu Y menunjukkan temperature dalam °C. Percobaan dilakukan dari pukul 21.51 dan berakhir pukul 11.09 di ruang sidang laboratorium MMS. Data didapatkan dengan pembacaan termokopel yang tersedia di Laboratorium MMS.

Temperatur awal pengukuran yang dimiliki oleh *ice slurry* campuran ethanol tersebut ialah sebesar $-11,17^{\circ}\text{C}$ dan pada saat waktu akhir pengukuran atau pada 13 jam 17 menit, temperaturnya naik menjadi $7,52^{\circ}\text{C}$. Temperatur awal yang dimiliki ikan ialah $-6,22^{\circ}\text{C}$ dan pada akhir pengambilan data yaitu 13 jam 17 menit memiliki temperatur $13,39^{\circ}\text{C}$. Temperatur awal yang dimiliki oleh area di dalam *coolbox* ialah $2,3^{\circ}\text{C}$ dan berakhir pada temperatur $19,68^{\circ}\text{C}$. Sedangkan untuk area lingkungan atau area luar *coolbox* memiliki temperatur awal dan akhir sebesar $19,16^{\circ}\text{C}$ dan $25,74^{\circ}\text{C}$.

D. Es Balok

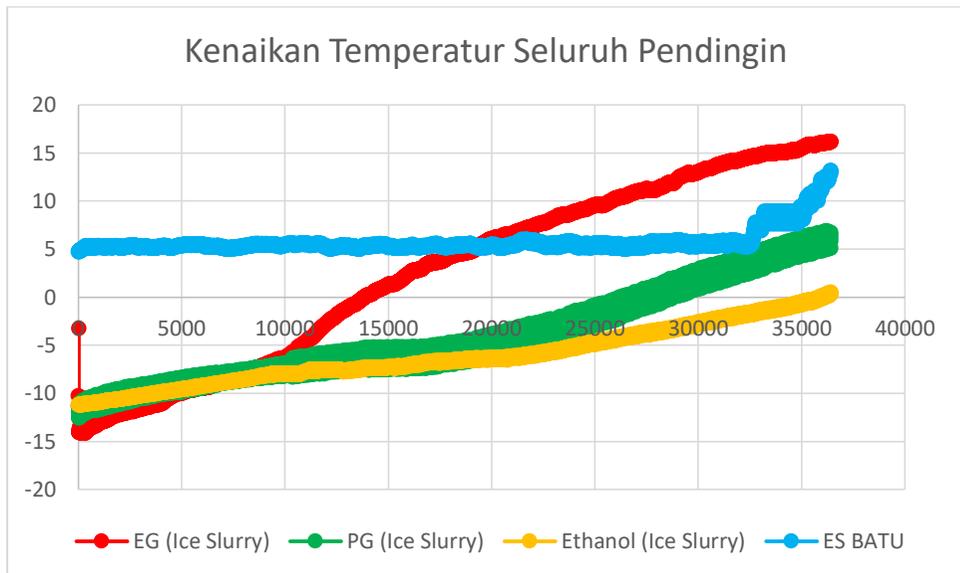


Gambar 4. 18. Grafik Kenaikan Temperatur Es Balok

Gambar 4.18 merupakan grafik hasil pembacaan kenaikan temperatur pada es balok dengan total 3000ml. Selanjutnya ice balok tersebut digunakan untuk mendinginkan ikan dengan berat 800gram. Sumbu X menunjukkan waktu lama pengujian tiap satuan detik, sedangkan sumbu Y menunjukkan temperature dalam °C. Percobaan dilakukan dari pukul 21.51 dan berakhir pukul 07.59 di ruang sidang laboratorium MMS. Data didapatkan dengan pembacaan termokopel yang tersedia di Laboratorium MMS.

Temperatur awal pengukuran yang dimiliki oleh es balok tersebut ialah sebesar $-4,73^{\circ}\text{C}$ dan pada saat waktu akhir pengukuran atau pada 11 jam 7 menit, temperaturnya naik menjadi $13,22^{\circ}\text{C}$. Temperatur awal yang dimiliki ikan ialah $16,22^{\circ}\text{C}$. Temperatur awal oleh ikan tersebut kemudian perlahan turun hingga mencapai $8,7^{\circ}\text{C}$ pada 4 jam 12 menit, dan pada akhir pengambilan data yaitu 11 jam 7 menit memiliki temperatur $16,27^{\circ}\text{C}$. Temperatur awal yang dimiliki oleh area di dalam *coolbox* ialah $13,89^{\circ}\text{C}$ dan berakhir pada temperatur $18,1^{\circ}\text{C}$. Sedangkan untuk area lingkungan atau area luar *coolbox* memiliki temperatur awal dan akhir sebesar $32,84^{\circ}\text{C}$ dan $31,44^{\circ}\text{C}$.

- Kenaikan Temperatur seluruh Ice Slurry dan Es Balok



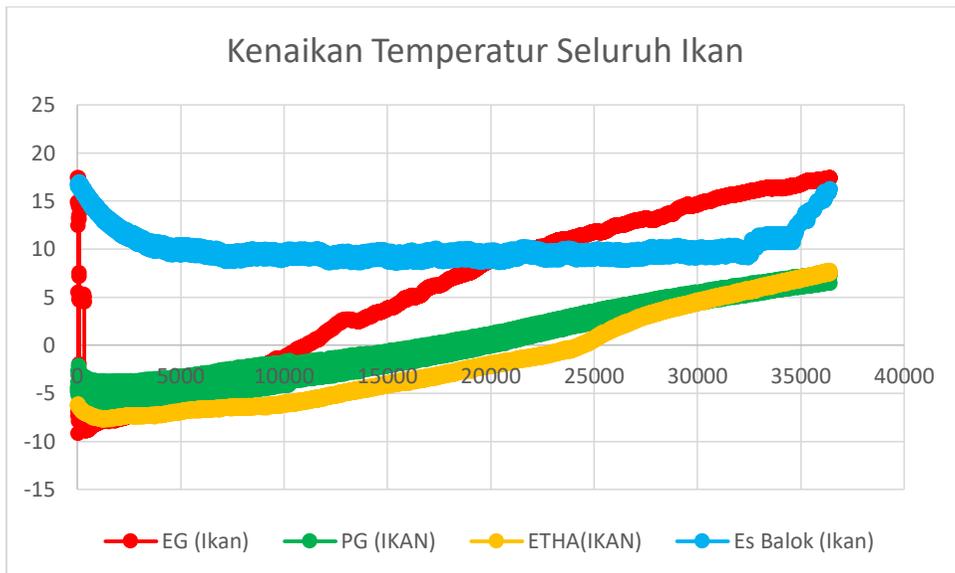
Gambar 4. 19. Grafik Kenaikan Temperatur Seluruh Ice Slurry dan Es Balok

Gambar 4.19 ialah grafik gabungan dari hasil pengujian kenaikan temperatur dari seluruh *ice slurry* dan juga es balok murni. Berdasarkan grafik di atas, pengambilan data dilakukan pada pukul 21.52 hingga 07.59. Temperatur awal dari *ice slurry* campuran ethilen glikol ialah $-15,797^{\circ}\text{C}$ dan pada 11 jam 7 menit naik menjadi $16,2^{\circ}\text{C}$. Temperatur awal dari *ice slurry* campuran propilen glikol ialah $-11,3^{\circ}\text{C}$ dan pada pukul 11 jam 7 menit naik menjadi $6,45^{\circ}\text{C}$. Temperatur awal *ice slurry* campuran ethanol ialah $-11,17^{\circ}\text{C}$ dan pada 11 jam 7 menit naik menjadi $0,5^{\circ}\text{C}$. Temperatur awal es balok ialah $4,7^{\circ}\text{C}$ dan pada 11 jam 7 menit naik menjadi $13,2^{\circ}\text{C}$.

Dari hasil di atas, dapat di simpulkan bahwa kenaikan yang paling signifikan terjadi pada *ice slurry* dengan campuran ethilen glikol. Dalam jangka waktu yang sama, kenaikan temperatur *ice slurry* campuran ethilen glikol mencapai 32°C . Kenaikan temperatur *ice slurry* dengan campuran propilen glikol dengan jangka waktu yang sama, mengalami kenaikan mencapai $17,75^{\circ}\text{C}$. Selanjutnya adalah kenaikan temperatur *ice slurry* dengan campuran ethanol dan dengan jangka waktu yang sama, memiliki kenaikan sebesar $11,67^{\circ}\text{C}$. Terakhir yaitu kenaikan temperatur es balok cenderung stabil di waktu-waktu awal. Kenaikan temperatur es balok dengan jangka waktu yang sama ialah sebesar $8,5^{\circ}\text{C}$.

Dari grafik 4.19, dapat diketahui bahwa *ice slurry* campuran etilen glikol memiliki temperatur awal yang sangat rendah hingga 1 jam 25 menit. Kekurangan dari larutan tersebut ialah memiliki kenaikan temperatur yang paling signifikan melebihi es balok. Temperature awal *ice slurry* campuran etilen glikol yang rendah tersebut dapat dialih fungsikan menjadi pendingin awal ikan yang sebelum dimasukkan ke dalam *coolbox* yang berisi *ice slurry* dengan campuran yang memiliki kenaikan temperature yang lebih tidak signifikan.

- Kenaikan Temperatur Seluruh Ikan



Gambar 4. 20. Grafik Kenaikan Temperatur Seluruh Ikan

Gambar 4.20 ialah grafik gabungan dari hasil pengujian kenaikan temperatur dari seluruh ikan yang didinginkan menggunakan *ice slurry* dan juga es balok murni. Berdasarkan grafik di atas, pengambilan data dilakukan pada pukul 21.52 hingga 07.59. Temperatur awal dari ikan pada *ice slurry* campuran ethilen glikol ialah $-9,1^{\circ}\text{C}$ dan pada 11 jam 7 menit naik menjadi $17,39^{\circ}\text{C}$. Temperatur awal dari ikan pada *ice slurry* campuran propilen glikol ialah $-4,4^{\circ}\text{C}$ dan pada 11 jam 7 menit naik menjadi $7,288^{\circ}\text{C}$. Temperatur awal *ice slurry* campuran ethanol ialah $-6,22^{\circ}\text{C}$ dan pada pukul 07.59 naik menjadi $7,55^{\circ}\text{C}$. Temperatur awal es balok ialah $16,59^{\circ}\text{C}$ yang juga selanjutnya memiliki penurunan temperaur menjadi $8,6^{\circ}\text{C}$ pada 4 jam 12 menit pengujian. Pada akhir pembacaan, ikan dari es balok pada 11 jam 7 menit naik menjadi $16,27^{\circ}\text{C}$.

Dari hasil di atas, dapat di simpulkan bahwa kenaikan yang paling signifikan terjadi pada *ice slurry* dengan campuran ethilen glikol. Dalam jangka waktu yang sama, kenaikan temperatur *ice slurry* campuran ethilen glikol mencapai $26,5^{\circ}\text{C}$. Kenaikan temperatur *ice slurry* dengan campuran propilen glikol dengan jangka waktu yang sama, mengalami kenaikan mencapai $11,68^{\circ}\text{C}$. Selanjutnya adalah kenaikan temperatur *ice slurry* dengan campuran ethanol dan ddengan jangka waktu yang sama, memiliki kenaikan sebesar $13,77^{\circ}\text{C}$. Terakhir yaitu kenaikan temperatur es balok cenderung stabil di waktu-waktu awal. Kenaikan temperatur es balok dengan jangka waktu yang sama ialah sebesar $7,57^{\circ}\text{C}$.

Tabel 4. 1. Batas Tidak Layak Makan Terhadap Temperatur Penyimpanan Ikan (Masyamir, 2001)

Temperatur Penyimpanan	Batas Tidak Layak Makan
16°C	1-2 Hari
11°C	3 Hari
5°C	5 Hari
0°C	14-15 Hari

Tabel di atas menunjukkan batas kelayakan makan terhadap temperatur penyimpanan ikan. Dari table tersebut, dapat diketahui bahwa batas kelayakan makan ikan yang didinginkan menggunakan *ice slurry* campuran ethilen glikol ialah 1-2 hari, mengingat temperatur akhir dari *ice slurry* campuran ethilen glikol ialah 16,15°C. Batas kelayakan makan ikan yang didinginkan menggunakan *ice slurry* campuran propilen glikol ialah 5 hari, mengingat temperatur akhir *ice slurry* campuran propilen glikol ialah 6,45°C. Batas kelayakan makan ikan yang didinginkan menggunakan *ice slurry* campuran ethanol ialah 14-15 hari, mengingat temperatur akhir *ice slurry* campuran ethanol ialah 0,5°C. Sedangkan batas kelayakan makan ikan yang didinginkan menggunakan es balok ialah 3 hari, mengingat temperatur akhir es balok ialah 13,2°C.

Sementara itu, penggunaan *ice slurry* yang telah ada saat ini ialah berbandaskan air laut. Seperti yang telah diketahui, air laut mengandung garam. Berdasarkan hasil penelitian terhadap komposisi garam di air laut (Forchhammer, 1859), sampai saat ini masih berlaku bahwa air laut mempunyai perbandingan komposisi garam yang sama untuk hampir semua perairan di dunia. Dalam melakukan pengukuran salinitas dengan salinometer diperlukan adanya air laut yang telah diketahui nilai salinitasnya dengan sangat teliti dan mendekati nilai 35 ‰. Air laut yang demikian itu dikenal dengan nama air laut baku ("standard sea water") dan dihasilkan oleh beberapa instansi tertentu yang diakui secara internasional (Arief, 1984)

4.5.2. Uji Keracunan

Uji keracunan diambil melalui data yang ada pada *Material Safety Data Sheet* (MSDS), dikarenakan terbatasnya fasilitas laboratorium di berbagai tempat di Surabaya dan Universitas Brawijaya Malang.

A. Ethilen Glikol

Catalog Codes : SLE1072

- Kulit: Dapat menyebabkan iritasi kulit. Dapat menyebabkan respons yang lebih parah jika kulit terabrasi. Satu paparan yang terlalu lama tidak mungkin menghasilkan materi yang diserap melalui kulit dalam jumlah yang berbahaya. Kontak besar-besaran dengan kulit yang rusak dapat menyebabkan terserapnya jumlah yang berpotensi membahayakan.

- Mata: Uap atau kabut dapat menyebabkan iritasi mata sementara (inflamasi konjungtiva ringan sementara) dan lakrimasi. Cedera kornea tidak mungkin terjadi atau tidak signifikan ..
- Penelanan: Ini cepat diserap dari saluran pencernaan. Toksisitas oral diperkirakan akan moderat pada manusia, meskipun ketika Ethylene Glycol dilakukan tes dengan hewan menunjukkan tingkat toksisitas yang lebih rendah. Paparan berlebihan (menelan dalam jumlah besar) dapat menyebabkan iritasi saluran pencernaan dengan mual, muntah, ketidaknyamanan perut, diare. Dapat mempengaruhi perilaku / sistem saraf pusat dalam 0,5 hingga 12 jam setelah konsumsi. Menimbulkan efek memabukan yang bersifat sementara, contohnya dengan perasaan gembira yang tidak normal, pingsan, sakit kepala, bicara cadel dapat terjadi dalam beberapa jam pertama. Ketika Ethylene Glycol dimetabolisme, asidosis metabolik dan depresi sistem saraf pusat (kejang, kelemahan otot) berkembang.



Health	1
Fire	1
Reactivity	0
Personal Protection	C

Material Safety Data Sheet Ethylene glycol MSDS

Section 1: Chemical Product and Company Identification	
Product Name: Ethylene glycol	Contact Information:
Catalog Codes: SLE1072	Sciencelab.com, Inc.
CAS#: 107-21-1	14025 Smith Rd.
RTECS: KW2975000	Houston, Texas 77396
TSCA: TSCA 8(b) inventory: Ethylene glycol	US Sales: 1-800-901-7247
CI#: Not available.	International Sales: 1-281-441-4400
Synonym: 1,2-Dihydroxyethane; 1,2-Ethanediol; 1,2-Ethandiol; Ethylene dihydrate; Glycol alcohol; Monoethylene glycol; Tescol	Order Online: ScienceLab.com
Chemical Name: Ethylene Glycol	CHEMTREC (24HR Emergency Telephone), call: 1-800-424-9300
Chemical Formula: HOCH ₂ CH ₂ OH	International CHEMTREC, call: 1-703-527-3887
	For non-emergency assistance, call: 1-281-441-4400

Gambar 4. 21. MSDS Ethilen Glikol

(Sheet, Ethylene Glycol MSDS, 2013)

B. Propilen Glikol
Catalog Codes : SLP1162, SLP2974

- Kulit: Dapat menyebabkan iritasi kulit ringan. Ini dapat diserap melalui kulit dan menyebabkan efek sistemik yang serupa dengan konsumsi.
- Mata: Dapat menyebabkan iritasi mata ringan dengan seketika, fana menyengat, lakrimasi, blepharospasm, dan hiperemia konjungtiva ringan sementara. Tidak ada sisa ketidaknyamanan atau cedera setelah dicuci.
- Inhalasi: Dapat menyebabkan iritasi saluran pernafasan.
- Tertelan: Dapat menyebabkan iritasi saluran cerna. Ini dapat mempengaruhi perilaku / sistem saraf pusat (depresi, kejang-kejang, pingsan, kontraksi otot), otak, metabolisme, darah, sistem kardiovaskular (hipotensi, bradikardia, aritmia, henti jantung), sistem endokrin (hipoglikemia), sistem kemih (ginjal), dan hati.



Science Lab.com
Chemicals & Laboratory Equipment



Health	2
Fire	1
Reactivity	0
Personal Protection	H

Material Safety Data Sheet
Propylene glycol MSDS

Section 1: Chemical Product and Company Identification	
Product Name: Propylene glycol	Contact Information:
Catalog Codes: SLP1162, SLP2974	Sciencelab.com, Inc.
CAS#: 57-55-6	14025 Smith Rd.
RTECS: TY2000000	Houston, Texas 77396
TSCA: TSCA 8(b) inventory: Propylene glycol	US Sales: 1-800-901-7247
CI#: Not applicable.	International Sales: 1-281-441-4400
Synonym: 1,2,-propanediol, 1,2-dihydroxypropane	Order Online: ScienceLab.com
Chemical Name: Propylene Glycol	CHEMTREC (24HR Emergency Telephone), call: 1-800-424-9300
Chemical Formula: CH3CHOHCH2OH	International CHEMTREC, call: 1-703-527-3887
	For non-emergency assistance, call: 1-281-441-4400

Gambar 4. 22. MSDS Propilen Glikol

(Sheet, Propylene Glycol MSDS, 2013)

C. Ethanol

Catalog Codes : SLE2248, SLE1357

Efek kesehatan potensial akut:

- Kulit: menyebabkan iritasi kulit.
- Mata: menyebabkan iritasi mata.
- Tertelan: Dapat menyebabkan iritasi saluran cerna dengan mual, muntah, diare, dan perubahan pada sekresi lambung. Dapat mempengaruhi perilaku / sistem saraf pusat (depresi, sakit kepala, inkoordinasi otot, perubahan suasana hati / kepribadian, pusing, halusinasi). Cukup beracun dan narkotik dalam konsentrasi tinggi. Juga dapat mempengaruhi metabolisme, darah, hati, respirasi (dyspnea), dan sistem endokrin. Dapat mempengaruhi saluran pernapasan, kardiovaskular (aritmia jantung, hipotensi), dan sistem kemih.
- Inhalasi: Dapat menyebabkan iritasi pada saluran pernapasan dan memengaruhi perilaku / sistem saraf pusat dengan gejala yang mirip dengan konsumsi.



Health	2
Fire	3
Reactivity	0
Personal Protection	E

Material Safety Data Sheet Ethyl alcohol 200 Proof MSDS

Section 1: Chemical Product and Company Identification	
Product Name: Ethyl alcohol 200 Proof	Contact Information:
Catalog Codes: SLE2248, SLE1357	Sciencelab.com, Inc. 14025 Smith Rd. Houston, Texas 77396
CAS#: 64-17-5	US Sales: 1-800-901-7247 International Sales: 1-281-441-4400
RTECS: KQ6300000	Order Online: ScienceLab.com
TSCA: TSCA 8(b) inventory: Ethyl alcohol 200 Proof	CHEMTREC (24HR Emergency Telephone), call: 1-800-424-9300
CI#: Not applicable.	International CHEMTREC, call: 1-703-527-3887
Synonym: Ethanol; Absolute Ethanol; Alcohol; Ethanol 200 proof; Ethyl Alcohol, Anhydrous; Ethanol, undenatured; Dehydrated Alcohol; Alcohol	For non-emergency assistance, call: 1-281-441-4400
Chemical Name: Ethyl Alcohol	
Chemical Formula: CH ₃ CH ₂ OH	

Gambar 4. 23. MSDS Ethanol

(Sheet, Ethyl Alcohol 200 Proof MSDS, 2013)

4.5.3. Perhitungan Ekonomi

Perhitungan ekonomi ini dilakukan dengan mengetahui perbandingan harga tiap *ice slurry* campuran ethilen glikol, propilen glikol dan ethanol dengan mengasumsikan bahwa air yang digunakan untuk mencampur senyawa tersebut didapatkan secara bebas atau gratis dan es balok murni. Pembuatan *ice slurry* membutuhkan penggunaan *cold storage* yang berdasarkan project guide memiliki daya 1,14kW tiap kali pemakaian pada temperatur -20°C . Penggunaan *cold storage* pada setiap pembuatan *ice slurry* membutuhkan waktu selama 8 jam. Sehingga memiliki perhitungan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 P &= 1,14\text{kW} \\
 P_{8\text{jam}} &= 1,14\text{kW} \times 8\text{jam} \\
 &= 9,12 \text{ kWh}
 \end{aligned}$$

Sedangkan biaya yang dikenakan untuk setiap KWH ialah Rp 1.467.28. Maka biaya yang digunakan untuk sekali pembuatan *ice slurry* selama 8 jam ialah

$$\begin{aligned}
 \text{Rp} &= 9,12 \text{ kWh} \times \text{Rp } 1.467.28 \\
 &= \text{Rp } 13.379.28 \\
 &= \text{Rp } 13.400,00
 \end{aligned}$$

		Bitzer 2HC-1.2							
BITZER Software v6.4.3 rev1353		02.06.2015 / All data subject to change.							
2 / 4									
Compressor Selection: Semi-hermetic Reciprocating Compressors									
Input Values									
Compressor model	(2HC-1.2Y)	Suction gas temperature	20,00 °C						
Mode	Refrigeration and Air conditioning	Operating mode	Auto						
Refrigerant	R404A	Power supply	400V-3-50Hz						
Reference temperature	Dew point temp.	Capacity Control	100%						
Liq. subc. (in condenser)	0 K	Useful superheat	100%						
Result									
Q [W]	Cooling capacity	COP [-]	COP/EER						
Q* [W]	Cooling capacity*	COP* [-]	COP/EER*						
P [kW]	Power input	m [kg/h]	Mass flow						
I [A]	Current	Op. th [°C]	Operating mode						
Qc [W]	Condenser Capacity	Discharge gas temp. w/o cooling							
to	to	-5°C	-10°C	-15°C	-20°C	-25°C	-30°C	-35°C	-40°C
30°C	Q [W]	4911	4038	3282	2629	2069	1589	1182	839
	Q* [W]	4911	4038	3282	2629	2069	1589	1182	839
	P [kW]	1,38	1,31	1,23	1,14	1,04	0,93	0,82	0,69
	I [A]	2,75	2,66	2,57	2,47	2,36	2,26	2,16	2,06
	Qc [W]	6296	5349	4511	3768	3108	2522	1999	1532
	COP [-]	3,55	3,08	2,67	2,31	1,99	1,71	1,45	1,21
	COP* [-]	3,55	3,08	2,67	2,31	1,99	1,71	1,45	1,21
	m [kg/h]	123,4	100,4	81,0	64,4	50,4	38,5	28,5	20,2
	Op.	Standard	Standard	Standard	Standard	Standard	Standard	Standard	Standard
	th [°C]	72,6	80,0	88,1	97,3	107,9	120,4	135,4	0

Gambar 4. 24. Spesifikasi Cold Storage Bitzer

(Bitzer)



PT PLN (Persero)

Jalan Trunojoyo Blok M I/135 Kebayoran Baru – Jakarta 12160

Telepon : (021) 7261875, 7261122, 7262234

Facsimile : (021) 7221330

Website : www.pln.co.id

(021) 7251234, 7250550

**PENETAPAN
PENYESUAIAN TARIF TENAGA LISTRIK (TARIFF ADJUSTMENT)**

BULAN APRIL - JUNI 2018

NO	GOL. TARIF	BATAS DAYA	REGULER		PRA BAYAR (Rp/kWh)
			BIAYA BEBAN (Rp/kVA/bulan)	BIAYA PEMAKAIAN (Rp/kWh) DAN BIAYA kVArh (Rp/kVArh)	
1.	R-1/TR	1.300 VA	*	1.467,28	1.467,28
2.	R-1/TR	2.200 VA	*	1.467,28	1.467,28
3.	R-2/TR	3.500 VA s.d. 5.500 VA	*	1.467,28	1.467,28
4.	R-3/TR	6.600 VA ke atas	*	1.467,28	1.467,28
5.	B-2/TR	6.600 VA s.d. 200 kVA	*	1.467,28	1.467,28
6.	B-3/TM	di atas 200 kVA	**	Blok WBP = K x 1.035,78 Blok LWBP = 1.035,78 kVArh = 1.114,74 ****)	-
7.	I-3/TM	di atas 200 kVA	**	Blok WBP = K x 1.035,78 Blok LWBP = 1.035,78 kVArh = 1.114,74 ****)	-
8.	I-4/TT	30.000 kVA ke atas	***	Blok WBP dan Blok LWBP = 996,74 kVArh = 996,74 ****)	-
9.	P-1/TR	6.600 VA s.d. 200 kVA	*	1.467,28	1.467,28
10.	P-2/TM	di atas 200 kVA	**	Blok WBP = K x 1.035,78 Blok LWBP = 1.035,78 kVArh = 1.114,74 ****)	-
11.	P-3/TR		*	1.467,28	1.467,28
12.	L/TR, TM, TT		-	1.644,52	-

Gambar 4. 25. Penyesuaian Tarif Tenaga Listrik

(Daftar tarif dasar listrik PLN 2018 dan Cek Tagihan Listrik Online, 2017)

A. Ice Slurry campuran Ethilen Glikol

Harga 1 kg Ethilen Glikol ialah Rp 50.000,00 dengan harga pembuatan *ice slurry* ialah Rp 13.379,28, maka total pembuatan *ice slurry* campuran Ethilen Glikol ialah

$$\begin{aligned} \text{Rp} &= \text{Harga 1 kg Ethilen Glikol} + \text{Harga Pembuatan Ice Slurry} \\ &= \text{Rp } 50.000,00 + \text{Rp } 13.379,28 \\ &= \text{Rp } 63.400,00 \end{aligned}$$

B. Ice Slurry campuran Propilen Glikol

Harga 1 kg Propilen Glikol ialah Rp70.000,00 dengan harga pembuatan *ice slurry* ialah Rp 13.379,28, maka total pembuatan *ice slurry* campuran Propilen Glikol ialah

$$\begin{aligned} \text{Rp} &= \text{Harga 1 kg Propilen Glikol} + \text{Harga Pembuatan Ice Slurry} \\ &= \text{Rp } 70.000,00 + \text{Rp } 13.379,28 \\ &= \text{Rp } 83.400,00 \end{aligned}$$

C. *Ice Slurry* campuran Ethanol

Harga 1 kg Ethanol ialah Rp65.000,00 dengan harga pembuatan *ice slurry* ialah Rp 13.379.28, maka total pembuatan *ice slurry* campuran Ethanol ialah

$$\begin{aligned} \text{Rp} &= \text{Harga 1 kg Propilen Glikol} + \text{Harga Pembuatan } \textit{Ice Slurry} \\ &= \text{Rp } 65.000,00 + \text{Rp } 13.379.28 \\ &= \text{Rp } 78.400.00 \end{aligned}$$

D. Es Balok

Harga es balok dengan ukuran yang sama seperti *ice slurry* yang telah dibuat ialah Rp6000,00

Perhitungan di atas merupakan perhitungan setiap media pendingin dengan ukuran yang sama. Kemampuan setiap media pendingin dalam mempertahankan temperatur ikan berbeda satu dengan yang lainnya. Perbedaan dapat dilihat dari Gambar4.19 dan Gambar4.20. Sebagai contoh, untuk mempertahankan temperatur pada 16°C, kuantitas yang dibutuhkan es batu pasti akan lebih banyak dibandingkan dengan campuran *ice slurry* propilen glikol dan campuran *ice slurry* etanol. Maka dari itu, harga di atas akan menyesuaikan keperluan untuk mempertahankan temperatur selama jangka waktu yang diinginkan. Dengan bertambahnya jumlah media pendingin, maka draft kapal akan semakin naik. Karena hal tersebut, kuantitas ikan yang dapat diangkut oleh kapal akan berkurang dan mempengaruhi keuntungan dari nelayan.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Kesimpulan yang diperoleh dari *ice slurry* dengan campuran ethilen glikol, propilen glikol dan ethanol adalah sebagai berikut :

1. Berdasarkan pembacaan kenaikan temperature campuran ethanol mengungguli pendinginan menggunakan media lain dengan temperatur 0,5°C pada 11 jam percobaan. Sedangkan propilen glikol memiliki temperatur 6,45°C sementara ethilen glikol mencapai 16,2°C.
2. Berdasarkan data yang didapatkan melalui Material Safety Data Sheet, penggunaan 100% bahan ethilen glikol, propilen glikol serta ethanol memiliki bahaya yang cukup tinggi.
3. Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan oleh penulis, yang memiliki harga paling rendah ethilen glikol dengan Rp63.400,00 sedangkan campuran ethanol dengan Rp78.400,00 serta propilen glikol dengan Rp83.400,00.

5.2. Saran

Berdasarkan hasil pengujian dan percobaan yang telah dilakukan , penulis memberikan saran pada pihak-pihak yang terkait, antara lain:

1. Melakukan percobaan apabila senyawa yang digunakan ialah dengan kadar 100% tanpa campuran air
2. Melakukan penelitian mengenai kandungan *ice slurry* yang terdapat pada ikan yang telah didinginkan
3. Melakukan percobaan agar *ice slurry* tidak memiliki kontak langsung dengan ikan yang akan didinginkan
4. Melakukan percobaan dengan mencampur antara dua atau seluruh senyawa yang telah dilakukan penelitian ini untuk selanjutnya dibuat *ice slurry*
5. Melakukan penelitian apabila ethilen glikol dijadikan sebagai media pendingin awal ikan, sebelum selanjutnya dimasukkan ke *ice slurry* dengan campuran senyawa yang memiliki kenaikan temperature lebih stabil, seperti ethanol dan propilen glikol

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

Daftar Pustaka

- Arief, D. (1984). PENGUKURAN SALINITAS AIR LAUT DAN PERANANNYA. *PENGUKURAN SALINITAS AIR LAUT DAN PERANANNYA*, 6.
- Arismunandar, W. d. (2002). *Penyegaran Udara*. Jakarta: PT. Pradnya Paramita.
- Ariyogagautama, D. (n.d.). <https://www.wwf.or.id/?25083/Huhatei-alat-tangkap-dengan-segudang-umpan>. Retrieved from www.wwf.or.id: <https://www.wwf.or.id/?25083/Huhatei-alat-tangkap-dengan-segudang-umpan>
- Bitzer. (n.d.). Bitzer 2HC-1.2. In Bitzer, *Bitzer 2HC-1.2* (p. 2).
- Council, M. S. (n.d.). Retrieved from www.msc.org: <https://www.msc.org/what-we-are-doing/our-approach/fishing-methods-and-gear-types/purse-seine>
- Council, M. S. (n.d.). <https://www.msc.org/what-we-are-doing/our-approach/fishing-methods-and-gear-types/purse-seine>. Retrieved from www.msc.org: <https://www.msc.org/what-we-are-doing/our-approach/fishing-methods-and-gear-types/purse-seine>
- Daftar tarif dasar listrik PLN 2018 dan Cek Tagihan Listrik Online. (2017, October 1).
- Hartanto, B. (1982). *Teknik Mesin Pendingin*. Tegal: BKPI.
- Holman, J. (1986). *Heat Transfer*. New York.
- Iljas, S. (1971). *Teknik Refrigerasi Hasil-hasil Perikanan*. Lembaga Teknologi Perikanan.
- Mamayev, O. (1975). *Temperature-Salinity Analysis of World Ocean Waters, Volume 11*.
- Paul, J. (2001-2). *Innovative Applications of Pumpable Ice Slurry*. IOR.
- Sheet, M. S. (2013). *Ethyl Alcohol 200 Proof MSDS*. Houston: Sciencelab.com.
- Sheet, M. S. (2013). *Ethylene Glycol MSDS*. Houston: ScienceLab.
- Sheet, M. S. (2013). *Propylene Glycol MSDS*. Houston: ScienceLab.
- Stoecker, W. d. (1994). *Refrigerasi dan Pengkondisian Udara Edisi kedua*. Jakarta: PT. Erlangga.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

PAPER POSITION

1. The Advantage of Slurry Ice as Cooling Media for Fish in Tropical Area
 - Metodologi : Uji Laboratorium dan penelitian lapangan. Pengujian berupa perbandingan hasil ikan yang diletakkan dalam *coolbox* berisi slurry ice dan es balok
 - Hasil : Ikan yang diletakkan pada slurry ice memiliki kuliatas dan kesegaran lebih baik dan tidak memiliki luka
2. Desain Sistem Pendingin Slurry Ice pada Kapal Perikanan 30 GT
 - Metodologi : Analisa Beban Pendingin dan desain sistem slurry ice. Pengujian beban pendingin dilakukan secara teoritik, pemilihan komponen dihitung sesuai kebutuhan daya, perancangan hanya pada evaporator, kondensor, kompresor dan pompa
 - Hasil : Refrigeran yang digunakan ialah R507a, kebutuhan tangka bahan bakar bertambah akibat penggantian genset akibat penambahan beberapa komponen
3. Ice Slurry Applications
 - Metodologi : Penulis mengumpulkan informasi yang telah ada sebelumnya mengenai penggunaan ice slurry secara langsung maupun tidak langsung
 - Hasil : Ice slurry dapat digunakan untuk membantu beberapa aktifitas seperti pendingin gedung di Jepang maupun negara-negara Eropa, pendukung pembuatan bir, system pending di dapu-dapur besar, perikanan dan medis
4. Alat Peraga Pembelajaran Laju Hantaran Kalor Konduksi
 - Metodologi : menemukan konsep laju hantaran kalor konduksi yaitu dengan menemukan hubungan laju hantaran kalor (H) dengan panjang hantaran (l), penampang penghantar (A), perbedaan suhu (ΔT), jenis bahan penghantar. Selanjutnya dengan mengukur suhu pada kedua ujung penghantar ketika dialiri panas hingga mencapai suhu tunak untuk mengetahui besar laju hantarannya
 - Hasil : laju hantaran kalor konduksi sebanding dengan luas penampang bahan uji, sebanding dengan perbedaan suhu, serta berbanding terbalik dengan panjang batang uji dan dipengaruhi oleh suatu tetapan yang disebut konduktivitas termal bahan
5. Kajian Eksperimen Penggunaan Media Pendingin Ikan Berupa Es Basah Dan Ice Pack Sebagai Upaya Peningkatan Performance Tempat Penyimpanan Ikan Hasil Tangkapan Nelayan
 - Metodologi : Setelah pembuatan Ice Pack degan memilih komposisi pembentuknya, uji ketahanan dilakukan dengan es serut, ice pack dengan beberapa perbandingan alcohol dengan air, dan pengujian ekonomi (break Even Point).
 - Hasil : Suhu ikan pada media pendingin Ice Pack masih bertahan pada suhu-1.3°C setelah 6 jam pendinginan, sedangkan suhu ikan pada media pendingin es basah mencapai suhu yang terlalu tinggi

untuk dapat menjaga kualitas ikan tetap segar yaitu $5,4^{\circ}\text{C}$ pada 6 jam pendinginan.

6. Larutan Anti-Icing Dengan Bahan Dasar Propilen Glikol Dan Kitosan
 - Metodologi : tahap pertama yaitu penentuan penambahan konsentrasi kitosan terbaik dalam larutan anti-icing yang menghasilkan selang waktu pembentukan bunga es (holdovertime) paling lama yang berada pada rentang 30 - 80 menit. Tahap kedua yaitu menentukan efektivitas larutan anti-icing. Berat bunga es yang terbentuk pada plat aluminium dihitung untuk menentukan larutan anti-icing yang efektif
 - Hasil : Hasil penelitian menunjukkan holdovertime terkecil adalah perlakuan kontrol (tanpa pemberian larutan anti-icing) dengan waktu 0 menit dan holdovertime yang paling besar adalah perlakuan propilen glikol yang ditambah kitosan konsentrasi 1,5 % dengan waktu lebih dari 120 menit.

BIODATA PENULIS



Lahir di kota Surabaya provinsi Jawa Timur pada 27 April 1996, penulis merupakan anak ketiga dari tiga bersaudara dari pasangan suami istri, Suhadak dan Sugistiana Dwi Lusilowati. Penulis telah menempuh pendidikan formal di TK Kemala Bhayangkari I pada tahun 2001 sampai tahun 2002. Kemudian penulis melanjutkan pendidikan ke SD Kemala Bhayangkari I Surabaya hingga lulus tahun 2008. Kemudian penulis melanjutkan pendidikan ke SMPN 12 Surabaya hingga lulus tahun 2011. Dan berlanjut pada SMAN 15 Surabaya. Setelah lulus dari SMAN 15 Surabaya, penulis melanjutkan pendidikan ke jenjang Strata-1 dan diterima di Departemen Teknik Sistem Perkapalan-Fakultas Teknologi Kelautan Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya melalui jalur Kemitraan dan terdaftar dengan NRP 4214100064. Di departemen Teknik Sistem Perkapalan penulis mengambil bidang studi Marine Machinery and System (MMS) untuk menyelesaikan tugas akhir ini. Penulis sempat aktif di beberapa kegiatan akademis maupun non-akademis. Dalam bidang non akademis penulis aktif sebagai Sekretaris Departemen Hubungan Luar Himpunan Mahasiswa Teknik Sistem Perkapalan (HIMASISKAL) periode tahun 2015-2016. Serta penulis juga aktif dalam setiap kegiatan Marine Icon 2016 sebagai anggota Anggota Public Relation, Sie Acara dalam kegiatan Home-coming Day Marine Engineering. Dalam bidang akademis penulis aktif sebagai grader praktikum Pompa Sentrifugal dalam praktikum Mesin Fluida DTSP FTK-ITS periode 2017-2018, hingga penulis bisa menyelesaikan pendidikan S1 pada tahun ajaran 2017-2018.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”