

ITS / 14 / 2003



MILIK PERPUSTAKAAN
INSTITUT TEKNOLOGI
SEPULUH - NOPEL

TUGAS AKHIR

DESAIN COOLBOX UNTUK IKAN MENGGUNAKAN METODE PENDINGIN GABUNGAN ES (H₂O padat) DAN ES KERING (CO₂ padat)



R55P
623.853.5
Hid
d-1
2003

Disusun oleh :

NUR HIDAYAT
4294 100 012

PERPUSTAKAAN ITS	
Tgl. Terima	14-8-
Terima Dari	H/

**ESAIN COOLBOX UNTUK IKAN MENGGUNAKAN
METODE PENDINGIN GABUNGAN ES (H₂O padat)
DAN ES KERING (CO₂padat)**

TUGAS AKHIR

**Diajukan Guna Memenuhi Sebagian Persyaratan
Untuk Memeproleh Gelar Sarjana Teknik
Pada
Jurusan Teknik Sistem Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya**

**Surabaya, Juli 2003
Mengetahui / Menyetujui**



KATA PENGANTAR



KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmaanirrahim

Assalamu'alaikum wr. wb.

Puji syukur kehadiran Allah SWT., atas limpahan rahmat-Nya , Sholawat serta Salam semoga tetap tercurahkan kepada Nabi Besar Muhammad SAW, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “ DESAIN COOLBOX UNTUK IKAN MENGGUNAKAN METODE PENDINGIN GABUNGAN ES(H₂O PADAT) DAN ES KERING(CO₂ PADAT) ”.

Tugas akhir ini dibuat untuk memenuhi sebagian persyaratan kelulusan program Sarjana (S-1) pada Jurusan Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Dengan segala kerendahan hati, pada kesempatan ini kami tidak lupa mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Dr. Ir. A.A.Masroeri, M.Eng selaku Ketua Jurusan Teknik Sistem Perkapalan sekaligus Dosen Wali.
2. Bapak Ir. Aguk Zuhdi M.F, MEng, atas kesedian beliau membimbing serta memberi dukungan, sehingga Tugas Akhir ini dapat terselesaikan.



5. Seluruh civitas akademika Jurusan Teknik Sistem Perkapalan, atas bantuan dan kemudahan birokrasi.
6. Bapak Usman di Tempat Pelelangan Ikan Desa Banjarkemuning, Sedati-Juanda Sidoarjo, atas semua informasi yang diberikan.
7. Ibu Samijati dan Bapak (Almarhum) Soekardji, saudara-saudaraku {Mbak Tiwuk, Mas Cahyo (Almarhum), Mbak Yuyun}, Mas Arung serta Adikku Anjar, atas semua dukungan moral, material serta do'a.
8. Rekan-rekan penghuni Laboratorium Mesin Fluida dan Sistem, atas kekompakannya.
9. Rekan-rekan Remaja Masjid Jendral Sudirman, atas bantuannya.

Harapan dari penulis, semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi civitas akademika Jurusan Teknik Sistem Perkapalan pada khususnya, dan ITS pada umumnya.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan Tugas Akhir ini jauh dari kesempurnaan dan banyak kekurangannya, sehingga kami berharap masukan, kritik serta saran yang bersifat membangun yang nantinya akan bermanfaat bagi pengembangan lebih lanjut.

Wassalaamu 'alaikum . Wr . Wb



ABSTRAK



ABSTRAK

Metode pendinginan dengan es merupakan metode pendinginan ikan yang paling banyak digunakan oleh nelayan karena kemudahan pengoperasiannya. Kelebihan yang lain dari metode ini adalah ikan dapat langsung berkontak dengan media pendingin sehingga cepat dingin, pertumbuhan bakteri dapat diturunkan dan mutu ikan bagus. Metode ini mempunyai kelemahan yakni pada jumlah es yang harus digunakan dalam mendinginkan ikan. Bagian terbesar penggunaan es adalah untuk menahan laju aliran panas dari luar (lingkungan) yang lebih tinggi dari bagian dalam coolbox.

Metode pendingin gabungan digunakan untuk menggabungkan kelebihan dari metode pendingin es dalam mendinginkan ikan sedangkan pengaruh dari lingkungan luar akan diatasi dengan keberadaan es kering. Selanjutnya didesain coolbox baru agar metode gabungan tersebut dapat berfungsi optimal. Desain tersebut harus dapat menyatukan keberadaan es kering dan es dan mampu menahan laju aliran panas dari luar.

Pada akhirnya, diharapkan desain coolbox untuk ikan menggunakan metode pendingin gabungan tersebut dapat mengurangi jumlah es yang digunakan, menggantinya dengan menambah kapasitas ikan yang dapat ditampung, serta yang tidak kalah pentingnya adalah menjaga kualitas ikan tetap baik.



DAFTAR ISI



DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	
KATA PENGANTAR	i
ABSTRAK	ii
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL	iv
DAFTAR GAMBAR	v
DAFTAR NOTASI	vi
DAFTAR LAMPIRAN	vii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	I-1
1.2. Perumusan Masalah	I-3
1.3. Tujuan	I-5
1.4. Manfaat	I-5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Tinjauan Umum Sistem Pendingin Ikan	II-1
2.2. Metode Pendingin Ikan Dengan Peng-es-an	II-3



BAB III METODOLOGI

3.1. Umum	III-1
3.2. Survey Ke Nelayan	III-3
3.3. Perencanaan Prototipe	III-3
3.4. Kalibrasi Prototipe	III-5
3.5. Eksperimen	
3.5.1. Eksperimen Pertama	III-10
3.5.2. Eksperimen Kedua	III-17
3.6. Analisa Penggunaan Coolbox Metode Pendingin Gabungan Es (H ₂ O padat) dan Es Kering (CO ₂ padat)	III-20
3.7. Kesimpulan	III-20

BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Kalibrasi Prototipe	IV-1
4.2. Hasil Eksperimen	
4.2.1. Hasil Eksperimen Pertama	IV-6
4.2.2. Hasil Eksperimen Kedua	IV-19
4.3. Kualitas Ikan	IV-27
4.4. Pembahasan	IV-29



DAFTAR TABEL



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Sifat-sifat Es (H_2O padat)	II-4
Tabel 2.2. Sifat-sifat Es Kering (CO_2 padat)	II-7
Tabel 2.3. Konduktifitas termal beberapa bahan	II-12
Tabel 2.4. Karakteristik ikan segar dan ikan busuk	II-15
Tabel 2.5. Score Sheet Ikan	II-17
Tabel 2.6. Hubungan Antara Suhu dan Laju Pembusukan Ikan	II-19
Tabel 4.1. Sampel Berat Es	IV-3
Tabel 4.2. Sampel Berat Ikan	IV-8
Tabel 4.3. Kondisi dan Nilai Rata-rata Sampel	IV-18
Tabel 4.4. Sampel Berat Ikan	IV-20
Tabel 4.5. Kondisi dan Nilai Rata-rata Sampel	IV-26
Tabel 4.6. Hasil Perhitungan Faktor Skala Prototipe	IV-30



DAFTAR GAMBAR



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Grafik Penurunan Suhu Ikan	II-5
Gambar 2.2. Perubahan Fase (Gas, Cair dan Padat) H_2O dan CO_2	II-6
Gambar 2.3. Potongan melintang kotak berinsulasi dengan beberapa lapisan material	II-11
Gambar 3.1. Diagram Alir Metodologi Pengerjaan Tugas Akhir	III-2
Gambar 3.2. Coolbox Dengan Pendingin Es	III-4
Gambar 3.3. Coolbox Metode Pendingin Gabungan	III-5
Gambar 3.4. Peralatan Eksperimen	III-6
Gambar 3.5.a. Bahan Kalibrasi Prototipe	III-8
Gambar 3.5.b. Kalibrasi Prototipe Coolbox Dengan Pendingin Es	III-8
Gambar 3.5.c. Kalibrasi Prototipe Coolbox Metode Pendingin Gabungan	III-9
Gambar 3.5.d. Peletakkan Termometer Coolbox Dengan Pendingin Es	III-9
Gambar 3.5.e. Peletakkan Termometer Coolbox Metode Pendingin Gabungan	III-10
Gambar 3.6.a. Bahan Eksperimen Pertama	III-13
Gambar 3.6.b. Ikan Lapisan Ke-1 Coolbox Dengan Pendingin Es	III-14



TUGAS AKHIR (KS 1701)

Gambar 3.7.a. Bahan Eksperimen Kedua	III-18
Gambar 3.7.b. Ikan Lapisan Ke-1	III-18
Gambar 3.7.c. Es Lapisan Ke-3	III-19
Gambar 3.7.d. Campuran Ikan, Es, Es Kering	III-19
Gambar 4.1.a. Perubahan Temperatur Coolbox Pendingin Es	IV-1
Gambar 4.1.b. Perubahan Temperatur Coolbox Pendingin Gabungan	IV-2
Gambar 4.1.c. Perubahan Temperatur (Rata-rata) Kedua Coolbox	IV-2
Gambar 4.2.a. Akhir Kalibrasi Prototipe Coolbox Dengan Pendingin Es	IV-4
Gambar 4.2.b. Akhir Kalibrasi Prototipe Coolbox Metode Pendingin Gabungan	IV-5
Gambar 4.3.a. Perubahan Temperatur Coolbox Pendingin Es	IV-6
Gambar 4.3.b. Perubahan Temperatur Coolbox Pendingin Gabungan	IV-7
Gambar 4.3.c. Perubahan Temperatur (Rata-rata) Kedua Coolbox	IV-7
Gambar 4.4.a. Pengamatan jam-24 Coolbox Dengan Pendingin Es	IV-9
Gambar 4.4.b. Pengamatan jam-24 Coolbox Metode Pendingin Gabungan	IV-9
Gambar 4.5.a. Pengamatan jam-36 Coolbox Dengan Pendingin Es	IV-10
Gambar 4.6.a. Pengamatan jam-36 Coolbox Dengan Pendingin Es	IV-11
Gambar 4.7.a. Pengamatan jam-36 Coolbox Dengan Pendingin Es	IV-11



TUGAS AKHIR (KS 1701)

Gambar 4.9.a. Score Sheet Ikan (Rupa)	IV-16
Gambar 4.9.b. Score Sheet Ikan (Bau/ Odor)	IV-16
Gambar 4.9.c. Score Sheet Ikan (Tekstur Badan)	IV-16
Gambar 4.9.d. Score Sheet Ikan (Mata)	IV-17
Gambar 4.9.e. Score Sheet Ikan (Insang)	IV-17
Gambar 4.9.f. Score Sheet Ikan (Sayatan Daging)	IV-17
Gambar 4.9.g. Score Sheet Ikan (Perut)	IV-18
Gambar 4.10.a. Perubahan Temperatur Coolbox Pendingin Gabungan Eksperimen Kedua	IV-19
Gambar 4.10.b. Perubahan Temperatur (Rata-rata) Kedua Coolbox Eksperimen Pertama dan Kedua	IV-20
Gambar 4.11.a. Campuran Es, Ikan dan Es Kering Pada jam-35 Coolbox Metode Pendingin Gabungan	IV-21
Gambar 4.11.b. Kondisi Ikan Pada jam-35	IV-22
Gambar 4.11.c. Kondisi Insang Ikan Pada jam-35	IV-22
Gambar 4.11.d. Kondisi Sayatan Daging Ikan Pada jam-35	IV-23
Gambar 4.12.a. Score Sheet Ikan (Rupa)	IV-24
Gambar 4.12.b. Score Sheet Ikan (Bau/ Odor)	IV-24



DAFTAR NOTASI



DAFTAR NOTASI

ρ	= rho/ densitas/ masa jenis	(kg/ m^3)
c_p	= panas spesifik	($\text{kkal/ kg } ^\circ\text{C}$)
c_v	= panas laten	(kkal/ kg)
k	= konduktivitas thermal	($\text{kkal/ m jam } ^\circ\text{C}$)
Q	= energi	(kkal)
m	= massa atau berat	(kg)
T	= suhu	($^\circ\text{C}$)
q	= laju pengaliran panas	(kkal/ jam)
A	= luas permukaan	(m^2)
x	= tebal material	(m)



DAFTAR LAMPIRAN



DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1** Data Survey Ke Nelayan
- Lampiran 2** Gambar Detail Coolbox Dengan Pendingin Es
- Lampiran 3** Gambar Detail Coolbox Metode Pendingin Gabungan
- Lampiran 4** Gambar Detail Peletakkan Termometer
- Lampiran 5** Tabel Hasil Kalibrasi Prototipe Coolbox Dengan Pendingin Es
- Lampiran 6** Tabel Hasil Kalibrasi Prototipe Coolbox Metode Pendingin
Gabungan
- Lampiran 7** Tabel Hasil Eksperimen Pertama Coolbox Dengan Pendingin Es
- Lampiran 8** Tabel Hasil Eksperimen Pertama Coolbox Metode Pendingin
Gabungan
- Lampiran 9** Score Sheet Hasil Eksperimen Pertama Coolbox Dengan Pendingin
Es
- Lampiran 10** Score Sheet Hasil Eksperimen Pertama Coolbox Metode Pendingin
Gabungan
- Lampiran 11** Tabel Hasil Eksperimen Kedua Coolbox Metode Pendingin
Gabungan



BAB I

PENDAHULUAN



BAB I

PENDAHULUAN

1.1. LATAR BELAKANG

Ikan akan mengalami penurunan mutu (proses deteriorasi) setelah ditangkap dan mati. Proses penurunan mutu ini disebabkan oleh dua faktor yaitu faktor intern dan ekstern. Faktor intern yaitu faktor yang disebabkan oleh badan ikan sendiri dan faktor ekstern adalah faktor pengaruh dari luar yang berkaitan dengan perlakuan terhadap ikan itu sendiri. Kedua faktor ini membawa dampak terhadap pembusukan ikan. Proses deteriorasi tidak dapat dihentikan namun dapat diperlambat dengan memberlakukan secara khusus. Metode dan teknik yang lazim dalam prosesnya disebut dengan proses pengawetan makanan.

Mengingat sifat-sifat bioteknologis ikan, maka usaha penerapan teknik pengawetan (pendinginan) pada ikan dan hasil olahan ikan harus memusatkan perhatian pada deret suhu rendah sekitar 0°C . Suhu beberapa derajat di atas 0°C kelihatan kurang ampuh menghambat proses penurunan mutu kesegaran ikan basah. Deret titik beku daging ikan basah terletak antara -1°C sampai



pendinginan, dikhawatirkan berlangsung proses pembekuan lambat yang tidak baik akibatnya bagi tekstur dan mutu ikan basah.

Pusat perhatian pada pendinginan ikan basah dapat dibatasi pada penyorotan wilayah sempit kritis yang sangat berarti, yaitu antara 0°C sampai -1°C pada pusat thermal ikan atau lapisan ikan. Sudah dibuktikan pula bahwa laju perbiakan bakterial penyebab utama dari pembusukan ikan dapat ditekan pada suhu -1°C .

Metode pengesan (H_2O padat) yang diterapkan sempurna teknik dan prosedurnya, terbukti mampu mengatasi masalah kritis sekitar wilayah sempit 0°C sampai -1°C . Metode ini sangat baik untuk mengawetkan ikan, terutama ditinjau dari : besarnya kapasitas pendinginan per satuan berat atau volume, terjadinya pendinginan cepat saat ikan kontak erat dengan es dan pengaruhnya terhadap penampilan ikan yakni tampak cemerlang, efek pencucian yang terus menerus saat es meleleh yang dapat menghanyutkan bakteri, darah dan lendir dari ikan. (Ilyas, 1983)

Sementara kelemahan yang ada adalah besarnya konsumsi es yang dibutuhkan untuk mendinginkan sejumlah ikan pada rentang waktu pencarian sampai pendaratan, sehingga perlu dilakukan penggabungan dengan metode



2. PERUMUSAN MASALAH

1. Metode Pendinginan Dengan Es(H_2O padat)

- Sistem pendingin ikan pada kapal nelayan tradisional masih menggunakan es karena lebih sederhana dibanding sistem pendingin yang lain
- Kelebihan menggunakan es yaitu hancuran es dapat berkontak erat dengan ikan dengan demikian ikan cepat sekali mendingin, sentuhan dengan es menyebabkan tampilan ikan senantiasa dingin, basah dan cemerlang, tidak merusak ikan dan tidak membahayakan yang memakannya, es mudah dibawa dan harganya pun murah
- Kelemahan menggunakan es yaitu es cenderung melukai dan melecetkan daging ikan, saat es meleleh banyak terdapat kotoran yang akan membusukkan ikan, pada kondisi yang panas, jumlah es yang digunakan ternyata cukup besar untuk meng-es ikan sehingga sering dirasakan berat pada biaya disamping itu mengurangi kemampuan mendapatkan ikan

2. Metode Pendinginan Dengan Es Kering(CO_2 padat)

- Merupakan bentuk sederhana dari Metode Pendinginan Dengan Udara



mencemarinya, menguap langsung menjadi gas tanpa meninggalkan sisa cairan, konsentrasi gas yang tinggi dapat menurunkan pertumbuhan mikroba dan meningkatkan umur mutu dari ikan

- Kelemahan menggunakan es kering yaitu laju pendinginan lebih lambat dari pada dengan es, ikan akan mengalami pengeringan(dehidrasi) yang mengakibatkan penampakan ikan tidak menarik dan kehilangan berat, tidak ada efek pencucian terhadap darah, lendir dan bakteri

3. Metode Pendingin Gabungan Es(H_2O padat) dan Es Kering(CO_2 padat)

- Diharapkan mendapat kinerja yang lebih baik dengan cara memanfaatkan kelebihan pada Metode Pendinginan Dengan Es(H_2O padat) dan menutupi kelemahannya dengan kelebihan pada Metode Pendinginan Dengan Es Kering(CO_2 padat)
- Es berfungsi mendinginkan atau berkontak langsung dengan ikan sedangkan es kering difungsikan untuk melindungi campuran ikan dan es dari pengaruh suhu lingkungan sekitar
- Dalam perhitungan beban pendinginan, jumlah kebutuhan es sesuai dengan kemampuan menurunkan suhu ikan sedangkan jumlah



.3. TUJUAN

Tugas akhir ini bertujuan untuk mendapatkan model cool box dengan sistem pendingin yang kemampuan pendinginannya lebih baik dari sistem pendingin yang sudah ada., mutu kesegaran ikan dapat terjaga dan model cool box tersebut cocok baik dipandang dari segi teknologinya memenuhi syarat seperti teknologi yang berkembang sekarang, segi ekonomi menguntungkan serta segi kemudahan dalam pengoperasiannya.

.4. MANFAAT TUGAS AKHIR

Dari Tugas akhir ini diharapkan diperoleh model cool box yang mampu menampung hasil tangkapan ikan yang lebih besar bila dibandingkan dengan cool box yang sudah ada.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

I. TINJAUAN UMUM SISTEM PENDINGIN IKAN

Usaha penerapan teknik pendinginan pada ikan memusatkan perhatian pada deret suhu rendah sekitar 0°C . Suhu beberapa derajat di atas 0°C kurang ampuh menghambat proses penurunan mutu kesegaran ikan sebaliknya suhu lebih rendah dari $-2,2^{\circ}\text{C}$, dikhawatirkan berlangsung proses pembekuan lambat yang tidak baik akibatnya bagi tekstur dan mutu ikan. Oleh karena itu, pusat perhatian pada pendinginan ikan dapat dibatasi pada penyorotan wilayah sempit kritikal yang sangat berarti, yaitu antara 0°C sampai -1°C pada pusat thermal ikan atau lapisan ikan. Laju perbiakan bakterial penyebab utama dari pembusukan ikan dapat ditekan pada suhu -1°C . (*Huss, 1995*) dan (*Ilyas, 1983*).

Dengan menggunakan kriteria dan batasan : laju pertumbuhan bakterial minimum, secara fisikal tidak terjadi pembentukan kristal es besar atau pembekuan lambat pada ikan dan daya awet yang maksimum dalam batas-batas ini, maka usaha mengawet ikan dapatlah ditinjau secara lebih spesifik.



sudah diterapkan nelayan, terutama setelah menilai beberapa penampilan yakni : Belum ada medium pendingin lain yang dapat menggantikan atau menyaingi es dalam tingginya panas spesifik dan panas fusinya, Campuran ikan dengan es menghasilkan pendinginan cepat karena kontak yang erat antara ikan dengan es, es yang meleleh mempunyai efek pencucian yang terus menerus, yang menghanyutkan bakteri, darah dan lendir dari ikan. (Huss, 1995). Sedangkan penampilan lain yang tidak diinginkan pada es yakni : Es cenderung melukai dan meleceutkan daging ikan, Air es menghanyutkan komponen cita rasa, mineral bernilai gizi dan protein larut dalam air. Disamping itu beberapa warna menarik pada ikan tertentu dapat pula dipucatkan oleh es, Pada kondisi tropikal yang panas, jumlah es yang digunakan ternyata cukup besar untuk meng-es sejumlah ikan tertentu sehingga sering dirasakan berat bebannya terhadap usaha dan biaya transportasi. (Ilyas, 1983)

b. Metode Pendinginan Ikan dengan Udara Dingin

Metode ini kurang menguntungkan dengan alasan : Pada suhu yang sama, laju pendinginan ikan dengan udara dingin terbukti beberapa kali lebih lambat



Tetapi kalau ikan ditutupi dengan sedikit hancuran es, maka metode pendinginan dengan udara dingin ini terbukti lebih mampu dapat mengatasi kondisi udara tropikal yang hangat itu. (*Ilyas, 1983*)

c. Metode Pendinginan Ikan dengan Air yang Didinginkan

Kelebihan metode ini terletak pada kemampuannya secara sempurna menyelubungi ikan seutuhnya sehingga penarikan panas dari ikan berlangsung sangat cepat tanpa merusak kondisi fisikal, teristimewa ikan yang bertekstur lembut dan berlemak (ikan pelagik). Malahan kalau diperlukan, dengan berbagai teknik, suhu ikan dapat diturunkan lebih rendah mencapai -2 atau -3 $^{\circ}\text{C}$, meskipun dengan konsekuensi sebagian air ikan mengalami pembekuan.

Keberatan dari metode ini adalah kesukaran dalam teknik penangannya apalagi dalam hubungannya dengan persyaratan kebersihan dan kesehatan. (*Merritt, 1969*)

2. METODE PENDINGIN IKAN DENGAN PENG-ES-AN

Beberapa hal yang perlu mendapatkan perhatian dari kelebihan metode pendinginan ini : Es mempunyai kapasitas pendinginan yang sangat besar per



thermostatnya sendiri, artinya es selalu dapat memelihara dan mengatur suhu ikan sekitar suhu es meleleh pada 0°C .

a. Sifat-sifat Es

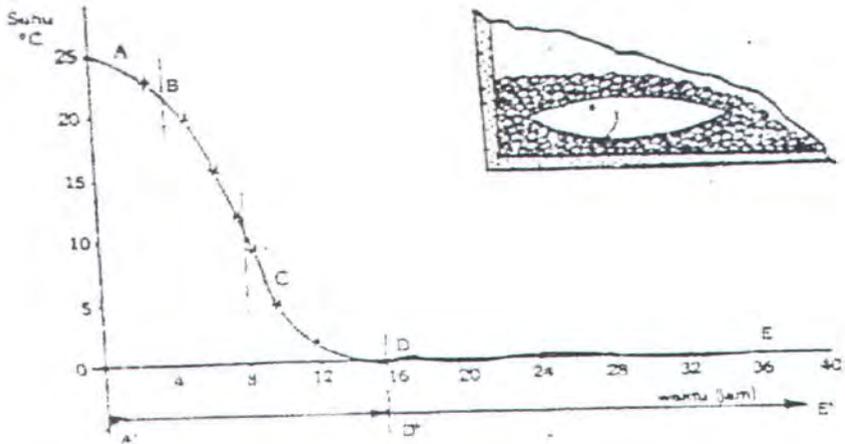
Tabel 2.1. Sifat-sifat Es (H_2O padat)

Sifat-sifat Es (H_2O padat)	Keterangan	Satuan
Densitas (ρ)	Pada 0°C	920 kg/m^3
Panas Spesifik (c_p)	Pada 0°C	$0,49 \text{ kkal/kg}^{\circ}\text{C}$
	Pada -20°C	$0,46 \text{ kkal/kg}^{\circ}\text{C}$
Panas Laten (c_v)	Pada 0°C	80 kkal/kg
Konduktivitas Thermal (k)	Pada 0°C	$1,91 \text{ kkal/m jam}^{\circ}\text{C}$
	Pada -10°C	$1,99 \text{ kkal/m jam}^{\circ}\text{C}$

(Huss, 1995) dan (Ilyas, 1983)

b. Mekanisme es mendinginkan ikan

Ikan yang tertangkap, keadaannya jauh lebih panas dari es. Segera ikan berkontak dengan es maka panas dari ikan dialirkan kepada es yang mengakibatkan suhu ikan menurun menjadi dingin, sedangkan es meleleh karena menerima panas dari ikan. Kecepatan panas itu mengalir tergantung pada perbedaan suhu. Semakin besar perbedaan suhu antara ikan dan es, akan semakin cepat panas itu mengalir. Pendinginan seekor ikan yang



Gambar 2.1. Grafik Penurunan Temperatur Ikan

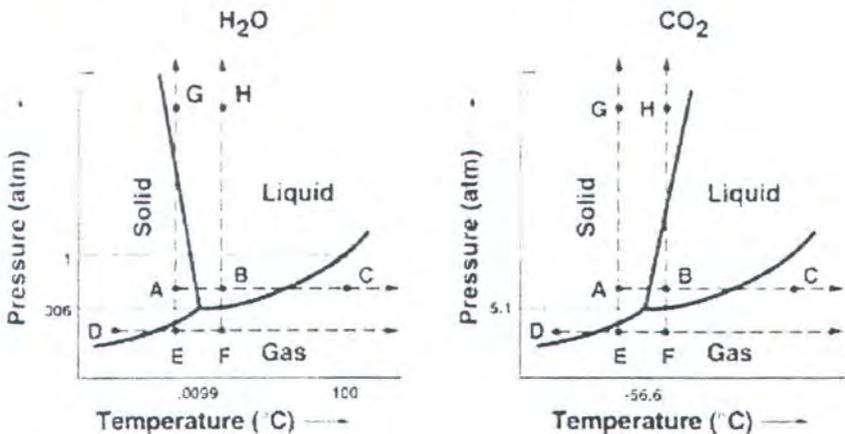
Pada A, suhu saat ikan mulai dies. Tahap A – B penurunan suhu berlangsung relatif lambat, lalu berlangsung cepat pada tahap B – C dan akhirnya pada tahap C – D penurunan suhu berlangsung sangat lambat dengan semakin kecilnya perbedaan suhu antara ikan es menjelang suhu ikan mendekati 0 °C (suhu es meleleh). Pencatatan penurunan suhu dilakukan pada pusat thermal ikan, yakni titik di dalam ikan yang terjauh letaknya dari permukaan ikan.

Cara peng-es-an yang paling ideal adalah ikan diselubungi oleh



2.3. METODE PENDINGIN IKAN DENGAN ES KERING

Dalam praktek perikanan digunakan dua jenis es, es (es air/ H₂O padat) dan es kering (dry ice/ CO₂ padat). Masing-masing es itu berbeda sifat dan cirinya, namun sama dalam tujuan pemakaiannya, yaitu untuk mendinginkan.



www.dryiceInfo

Gambar 2.2. Perubahan Fase (Gas, Cair dan Padat) H₂O dan CO₂

Es air yang murni, hanya terdiri dari H₂O, titik beku dan titik lelehnya berada pada 0 °C. Sedangkan es kering, bahan kimianya adalah karbon dioksida, CO₂, titik sublimasinya pada tekanan atmosfer adalah -78,5 °C, dari keadaan padat ia langsung berubah menjadi gas CO₂, dan dikelompokkan dalam kriogen (cryogen). Dalam praktek perikanan, bahan kriogen dapat digunakan untuk



pada dengan metode komersial sistem kompresi mekanik, tetapi mutu hasilnya lebih baik.

Efek refrigerasi es kering tergantung tidak hanya pada keadaan fisiknya tetapi juga pada tekanan dan suhunya. Kalau satu kg es kering menyublim pada tekanan atmosfer, diperoleh efek refrigerasi sebesar 136,6 kkal, berarti 71 % lebih besar dari pada yang diperoleh dari es air. Dari gasnya masih mungkin diperoleh efek refrigerasi selagi ia naik suhunya dari $-78,5^{\circ}\text{C}$ menjadi $4,4^{\circ}\text{C}$ yakni tambahan sebesar 16,7 kkal/kg. (Ilyas, 1983)

Sistem pendingin dengan es kering termasuk ke dalam jenis pendingin udara dingin karena uap(sublimasi) dari es kering memiliki kemampuan refrigerasi serta termasuk juga dalam usaha mengatur lingkungan (modified atmospheres). (Regenstein, 1991)

Tabel 2.2. Sifat-sifat Es Kering (CO_2 padat)

Sifat-sifat Es (H_2O padat)	Keterangan	Satuan
Densitas (ρ)	Pada $-78,5^{\circ}\text{C}$	464,36 kg/m^3
Panas Laten (c_v)	Pada $-78,5^{\circ}\text{C}$	136,6 kkal/kg
Sublimasi	Pada $-78,5^{\circ}\text{C}$	1,93 kg/m^3



I. METODE PENDINGIN GABUNGAN

Metode pendingin gabungan adalah penggabungan dua metode pendingin, sehingga didapatkan metode pendingin yang lebih baik. Metode pendingin gabungan yang akan dilakukan adalah menggabungkan metode pendingin dengan es dan metode pendingin dengan udara dingin. Kelebihan yang dimiliki oleh pendingin dengan es digabungkan dengan kelebihan yang dimiliki oleh pendingin dengan udara dingin. Sedangkan kekurangan yang dimiliki masing-masing akan dikurangi sekecil mungkin.

Sesuai dengan teori perhitungan beban pendinginan, beban tersebut adalah meliputi pendinginan muatan (ikan) mencapai temperatur yang diinginkan dan pendinginan untuk menjaga temperatur tersebut konstan selama proses distribusi. Hal tersebut berlaku untuk semua metode pendinginan yang akan digunakan. (*Dossat, 1997*) dan (*Ilyas, 1983*). Sebagai contoh, bila kita menggunakan metode pendingin dengan es maka jumlah keseluruhan es yang diperlukan dipengaruhi oleh muatan ikan yang akan didinginkan mencapai temperatur tertentu setelah tercapai kemudian menjaga temperatur muatan tersebut konstan dari pengaruh lingkungan sekitar yang banyak dipengaruhi dari desain coolbox yang digunakan.



padat) sedangkan tugas untuk menjaga temperatur muatan tetap konstan dilakukan oleh Es Kering (CO_2 padat).

Selanjutnya yang perlu untuk diperhatikan adalah bagaimana desain dari coolbox agar dapat diwujudkan konsep dari metode pendingin gabungan tersebut. Seperti yang dijelaskan di atas, Es Kering digunakan untuk mempertahankan temperatur muatan agar konstan sedangkan sifat dari es kering yang menyublim (berubah wujud dari padat ke gas) pada saat menyerap panas (kalor) dari luar maka diperlukan bahan penghantar panas yang baik yang menjaga kesatuan antara campuran ikan dan es dengan es kering serta bahan isolator yang baik yang melindungi es kering dari pengaruh lingkungan luar.

PERHITUNGAN BEBAN PENDINGINAN IKAN

Pada keterangan di atas telah disebutkan bahwa perhitungan beban pendinginan dipengaruhi oleh 2 hal yakni beban pendinginan karena muatan ikan sehingga dicapai temperatur tertentu dan beban pendinginan untuk menjaga temperatur tersebut konstan. Bila dijelaskan secara rinci akan terdapat sedikitnya 5 rumusan tentang perhitungan beban pendinginan, meskipun hanya 3 yang akan dipergunakan yang berkaitan langsung dengan coolbox sedangkan 2 rumusan



1. Perhitungan beban pendinginan karena muatan ikan

Untuk menurunkan suhu ikan sampai tingkat suhu yang lebih rendah, maka jumlah panas yang harus dienyahkan dari ikan dapat dihitung dengan rumus:

$$Q = m.(T_1 - T_2).c$$

di mana :

Q = jumlah energi panas dalam kilokalori (**kcal**)

m = massa atau berat bahan dalam **kg**

T₁ = suhu awal bahan dalam ° C

T₂ = suhu akhir bahan dalam ° C

c = panas spesifik bahan dalam **kcal/ kg ° C**

2. Perhitungan beban pendinginan karena penerimaan panas sisi

Pada keadaan sejumlah ikan ditempatkan dalam satu kotak, panas dari luar kotak mengalir ke dalam peti berisi ikan es dan sebagian ke dalam kotak pada saat kotak dibuka tutupnya

Banyaknya panas yang berkonduksi melalui tutup kotak tergantung pada 4 faktor yakni : 1. Luas sisi-sisi (A) serta tutup dan alas peti, 2. Tebal setiap sisi kotak (x), 3. Material kotak (k) dan 4. Selisih suhu antara luar dan dalam kotak (T). Sesuai rumusan :

$$k.A.(T_1 - T_2)$$



T_2 = suhu pada sisi dingin (suhu udara dalam) ° C

x = tebal material kotak **m**

k = tetapan konduktivitas material kotak **kkal m/ m² jam ° C**

Untuk kotak yang menggunakan jenis material lebih dari satu, untuk menghitungnya menggunakan rumusan :

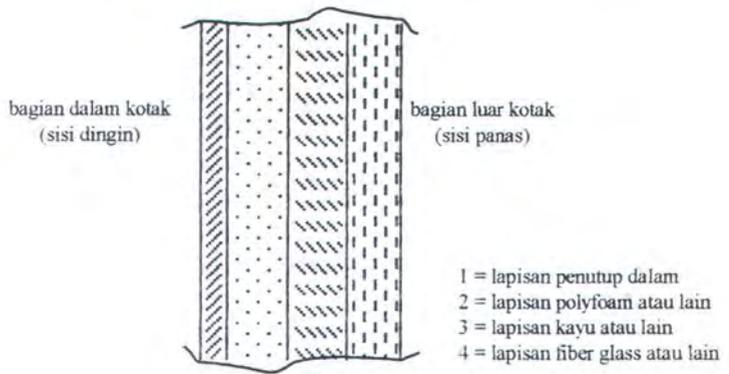
$$q = U.A.(T_1 - T_2)$$

$$U = \frac{1}{\frac{x_1}{k_1} + \frac{x_2}{k_2} + \dots + \frac{x_n}{k_n}}$$

di mana :

x_n = tebal material kotak **m**

k_n = tetapan konduktivitas material kotak **kkal m/ m² jam ° C**



**Tabel 2.3. Konduktifitas termal beberapa bahan**

Bahan	Konduktifitas Thermal (kkal/ jam m °C)
Aluminium	176,4765
Plywood	0,2973
Polyfoam	0,0462
Fibre Glass	0,0417
Expanded Polyurethane	0,0201
Expanded Polystyrene	0,0301

(Dossat, 1997)

3. Perhitungan beban pendinginan karena pergantian udara

Beban penerimaan panas oleh pergantian udara atau disebut juga beban pelayanan karena membuka tutup kotak pendingin atau kebocoran lainnya, sukar dihitung tepat. Ada perancang memperkirakan beban panas pelayanan ini 15 % (biasa), 20 % (ringan), 33 1/3 % (rata-rata) dan 50 % (berat) dari beban penerimaan panas sisi.

6. SARANA PENANGANAN IKAN DI KAPAL

Perlengkapan utama yang penting untuk mengamankan hasil tangkapan di

laut adalah tempat penyimpanan ikan yang berbentuk coolbox atau palka



Desain, konstruksi dan jenis material yang digunakan untuk coolbox haruslah mengikuti persyaratan agar dapat mengamankan hasil tangkapan semaksimal mungkin. Di antara persyaratan itu adalah biologis, teknis, sanitasi dan hygiene, ekonomik, legislatif dan lain-lain. (*Ilyas, 1983*) dan (*Merritt, 1969*)

Secara biologis, coolbox harus mampu mengatasi pertumbuhan bakteri dalam ikan. Secara teknis, coolbox harus mampu menahan terobosan dan resapan panas dari luar, artinya memiliki daya insulasi yang baik. Secara sanitasi dan hygiene, coolbox tidak menimbulkan pencemaran bakterial, pencemaran bahan dan pengarat logam korosif terhadap ikan. Bahan yang berkontak langsung dengan ikan memiliki permukaan halus dan keras serta ringan.

7. USAHA-USAHA MEMPERTAHANKAN MUTU IKAN

Sebagai sumber pangan, ikan mengandung air dalam deret antara 70 sampai 80 %, protein antara 18 % sampai 20 %, lemak antara 0,5 % sampai lebih dari 20 %, serta berbagai vitamin dan mineral. (*Ilyas, 1983*)

Dalam keadaan hidup bebas dalam air, ikan sebagai sumber pangan di samping mengandung nilai-nilai hara di atas, mengandung pula berbagai senyawa organik yang mempunyai arti sangat penting bagi proses kehidupan



Sesudah dipanen dan mati, secara keseluruhan ikan akan mengalami proses penurunan mutu (proses deteriorasi), baik disebabkan oleh faktor-faktor inter (dalam dirinya) maupun oleh faktor ektern (luar lingkungannya) yang menjurus ke arah proses pembusukan sampai akhirnya ikan itu positif busuk.

Proses deteriorasi tidak dapat dihentikan secara total. Yang dapat diusahakan oleh manusia hanyalah memperlambat proses tersebut. Cara, metode, atau teknik yang diusahakan dan diterapkan oleh manusia guna memperlambat dan mengontrol faktor-faktor penyebab deteriorasi, merupakan prinsip dasar dari metode pengawetan dan pengolahan ikan. Usaha menghambat mutu (nilai) biologis, teknologis dan ekonomis hasil panen dilakukan dengan cara pengawetan agar diperoleh produk yang kondisinya atau nilai bioteknoekonomi stabil. Dengan usaha pendinginan (refrigerasi) misalnya, penurunan nilai bioteknoekonomi ikan yang dipanen, dapat dihambat. Petani dan nelayan tidak merugi. Hasil panennya mendapat harga yang layak dipasar. (Huss, 1995) dan (Ilyas, 1983)

Kondisi Organoleptik Ikan

Dengan bantuan pancaindera, seseorang dapat mengamati faktor-faktor



Selama proses deteriorasi, ikan mengalami perubahan-perubahan organoleptik yang dapat diamati untuk menilai derajat kesegaran ikan tersebut. Pada pengamatan faktor rupa, diamati perubahan yang dialami oleh mata, insang, selaput lendir permukaan tubuh, sayatan daging dan isi perut dan lain-lain. Pengamatan itu meliputi perubahan warna(diskolorasi), viskositas dan lain-lain.

Pengamatan faktor odor dan kalau perlu flavor, ditujukan pada odor ikan secara keseluruhan. Bagi ikan utuh, perhatian dipusatkan juga pada odor insang, isi perut, serta odor daging.

Pengamatan pada tekstur teristimewa ditujukan pada daging, umumnya dilaksanakan dengan menekan pada tubuh ikan dengan jari. Perlu diperhatikan bahwa tekanan jari pada tubuh ikan yang berkulit tebal dan bersisik, dapat mengelabui pengamatan.

Tabel 2.4. Karakteristik ikan segar dan ikan busuk

	CIRI IKAN SEGAR	CIRI IKAN BUSUK
Mata	Cemerlang, mata cembung, pupil hitam, kornea bening	Redup, tenggelam, pupil mata kelabu tertutup lendir.



Daging	Sayatan daging cerah dan elastis, bila ditekan tidak ada bekas jari.	Ditekan jari ada bekasnya
Rongga Perut	Bersih dan bebas dari bau menusuk, selaput utuh.	Mengalami diskolorasi dan bau menusuk, lembek, busuk
Darah	Darah segar merah & konsistensi	Darah berwarna gelap dengan konsistensi cair, bau menusuk
Sayatan	Bila ikan dibelah daging melekat kuat pada tulang.	Bila dibelah daging mudah lepas.
Tulang	Tulang belakang warna abu-abu.	Warna kekuning-kuningan
Bau	Segar dan menyenangkan. Seperti air laut/ rumput laut tak ada bau pesing.	Mulai dengan bau tak enak, makin kuat menusuk, lalu timbul bau busuk.
Kondisi	Bebas dari parasit apapun, tanpa luka atau kerusakan pada badan ikan.	Banyak terdapat parasit, badannya banyak luka parah.

(Ilyas, 1983) dan (Regenstein, 1991)

Untuk menilai mutu organoleptik yang dimiliki seekor ikan, dapat menggunakan SCORE SHEET yang materinya seperti tabel 2.4. di atas. Untuk kualitas yang terbaik atau ikan segar diberikan nilai 9, sedangkan yang kualitasnya jelek atau ikan busuk diberikan nilai 1. Dapat dilihat pada Tabel 2.5.



Tabel 2.5. Score Sheet Ikan

Pengamatan	Nilai	Sampel Ikan				
		1	2	3	4	5
1. RUPA						
- Cemerlang spesifik jenis, sisik kuat, lendir encer, jernih, tipis	9					
- Cemerlang, lateral agak kemerahan, sisik kuat, lendir tipis	8					
- Mulai redup, lateral agak kemerahan, sisik mulai mudah lepas	7					
- Redup, mulai mengembung, sisik agak mudah lepas	6					
- Redup, pucat, lateral kekuningan, sisik mudah lepas, mengembung	5					
- Redup, pucat, sisik mudah sekali lepas, berlendir kotor	3					
- Kotor, tidak menarik, sisik mudah sekali lepas	1					
2. BAU (ODOR)						
- Bau amis segar yang spesifik	9					
- Bau amis lembut	8					
- Bau amis hampir netral	7					
- Bau netral	6					
- Bau mulai tengik (rancid)	5					
- Rancid keras dan off odor	3					
- Bau busuk jelas dan keras	1					
3. TEKSTUR BADAN (ELASTISITAS KESELURUHAN)						
- Elastis, kompak (rigid)	9					
- Elastis	8					
- Kurang elastis	7					
- Agak lembek	6					
- Mulai lunak	5					
- Lunak	3					
- Lunak sekali	1					
4. MATA						
- Cembung, kornea transparan, pupil hitam/ amber mengkilat	9					
- Cembung, kornea agak berkabut, pupil agak redup	8					
- Datar, kornea berkabut, pupil keabu-abuan, redup, kerinyut	7					
- Agak cekung, kornea keruh, pupil keabu-abuan, redup, kerinyut	6					
- Cekung, kornea keruh, pupil abu-abu, agak membenam	5					
- Cekung, kornea putih susu, pupil keputihan, tenggelam	3					
- Kornea keruh, kotor, pupil putih, tenggelam	1					
5. INSANG						
- Warna merah cerah, filamen teratur, bau amis segar, tidak berlendir	9					
- Merah muda, ujung filamen mulai memucat, susunan menjarang, lendir tipis	8					
- Merah kecoklatan, ujung filamen mulai memucat, susunan jarang, amis, berlendir	7					
- Merah kecoklatan, keputihan ujung filamen luas, amis keras	6					
- Kecoklatan pucat, filamen jarang tidak teratur, bau rancid/ tengik	5					
- Coklat pucat kehijauan, ujung-ujung filamen putih, bau menusuk, berlendir	3					
- Memutih, kotor, tidak menarik, filamen ciut, bau busuk menusuk	1					
6. DAGING (SAYATAN)						
- Pinkish agak transparan, bening, cemerlang, elastis kompak, tak berair, amis segar	9					
- Pinkish tidak transparan, kurang kompak, darah tulang belakang merah cerah	8					
- Pink keabu-abuan, redup, elastis, amis lembut, sayatan agak berair, darah tulang belakang merah	7					



Hubungan antara suhu dan pertumbuhan bakteri ikan

Suhu mempunyai pengaruh besar terhadap jenis bakteri pembusuk. Pertumbuhan bakteri pembusuk tertahan pada deret suhu antara -1 sampai 5 $^{\circ}\text{C}$. Pembusukan ikan secara bakterial kelihatannya lebih menonjol pada jenis ikan dasar (kakap, bawal, dan lain-lain). Pada jenis ikan pelagik (kembang, layang, lemuru) tipe pembusukannya lebih bersifat ketengikan oksidatif berhubung tingginya kadar lemak pada jenis pelagik. (Ilyas, 1983)

Penurunan suhu suatu substrat (makanan dasar) yang mengandung campuran beberapa jenis bakteri, terbukti memperpanjang tahap lag pertumbuhan bakteri yang diikuti pula oleh enyahnya secara berangsur beberapa tipe bakteri selagi suhu minimum mereka dicapai dan dilewati. Turun sampai suhu 5 $^{\circ}\text{C}$ golongan mesofil umumnya sudah tidak berbiak lagi dan kalau suhu diturunkan lebih ke bawah, dienyahkan pula pertumbuhan beberapa anggota grup psikofilik (bakteri yang suka suhu rendah). Mayoritas dari bakteri marine yang membusukkan ikan adalah tipe psikofilik, bertumbuh pada 30 $^{\circ}\text{C}$, beberapa di antaranya masih hidup pada $-7,5$ $^{\circ}\text{C}$. Suhu optimum psikofilik terletak dalam deret suhu $10 - 20$ $^{\circ}\text{C}$, laju pertumbuhannya dua kali



Hubungan antara suhu dan laju pembusukan ikan

Dari berbagai studi yang dilakukan pada ikan mengenai pengaruh suhu terhadap pertumbuhan bakteri pembusuk, pada deret suhu rendah antara $-1,1$ sampai $-2,2$ °C, dapat disimpulkan bahwa penurunan suhu ikan menyebabkan pencegahan penguraian (dekomposisi) oleh bakteri akan lebih efektif. Suatu percobaan menyimpan lempengan (filet) ikan di dalam lemari dingin menunjukkan bahwa pada suhu simpan $+4$, $+2$, $+1$, $-1,25$ dan -2 °C daya awetnya bagi masing masing suhu simpan itu adalah 3, 5, 6, 11 dan 16 hari. (Ilyas, 1983)

Perbiakan bakteri pada ikan sangat dipengaruhi oleh suhu, semakin rendah suhu ikan semakin dihambat pertumbuhan bakterial tersebut. Dari sejumlah besar studi mengenai interaksi antara suhu, kegiatan bakterial dan penurunan mutu ikan, dapatlah disusun hasil berikut ini.

Tabel 2.6. Hubungan Antara Suhu dan Laju Pembusukan Ikan

	Suhu	Kegiatan bakteri	Mutu ikan
1.	Pada deret suhu tinggi 25 °C sampai 10 °C	Luar biasa cepat	Cepat menurun daya awet sangat pendek (3-10 jam)
	10 sampai 2 °C	Pertumbuhan kurang cepat	Mutu menurun kurang cepat, daya awet pendek (2-5 hari)



3.	Pada deret suhu sangat rendah -2 sampai -10°C	Ditekan, tidak aktif	Penurunan mutu minimum ikan jadi beku, tekstur dan rasa ikan rendah, daya awet panjang (7-30 hari)
	-18°C dan lebih rendah	Ditekan minimum, bakteri tersisa tidak aktif	Mutu ikan beku lebih baik, daya awet sampai setahun

(Ilyas, 1983)

Catatan : Daya awet tergantung antara lain dari jenis ikan berlemak atau tidak, dan lain-lain faktor. Oleh karena itu daya awet dinyatakan dalam deret, misal 3-10 hari, angka rendah untuk ikan berlemak, angka tinggi untuk ikan yang tidak berlemak.



BAB III

METODOLOGI



BAB III

METODOLOGI

3.1. UMUM

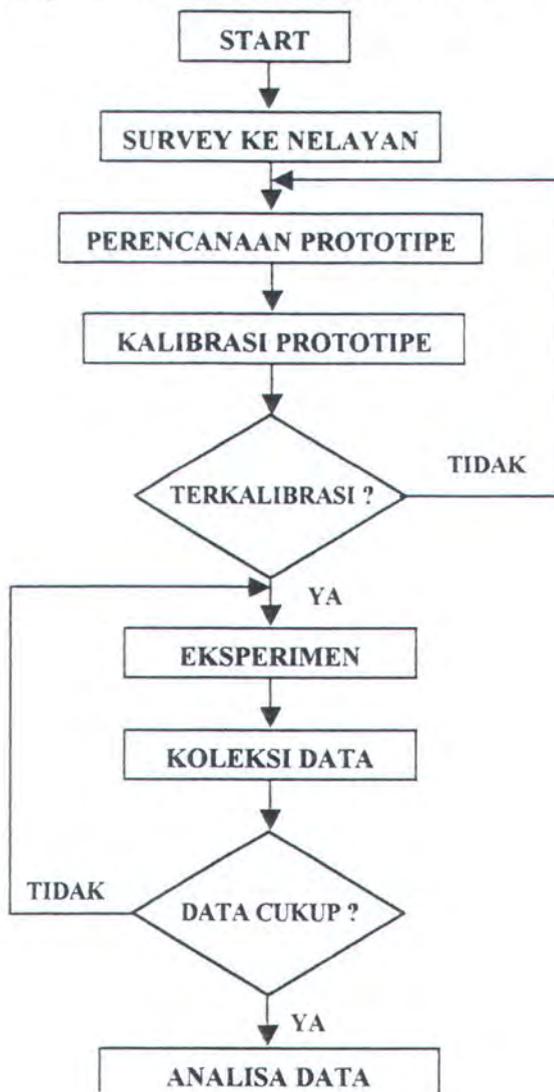
Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah Metode Eksperimental. Penelitian dimulai dengan melakukan survey ke nelayan untuk mengetahui jenis coolbox (kotak pendingin) yang digunakan. Dari data tersebut dibuat prototipe coolbox (dengan pendingin es) yang akan mewakili coolbox yang digunakan oleh nelayan, dengan ukuran yang lebih kecil untuk menekan biaya penelitian.

Selanjutnya, melakukan perencanaan prototipe (Desain Coolbox Metode Pendingin Gabungan) sesuai dengan tujuan yang ingin dicapai dan selanjutnya dibuat prototipe-nya. Langkah berikutnya adalah melakukan kalibrasi prototipe (pra eksperimen), yakni eksperimen dengan beban 0 (tanpa muatan ikan). Kalibrasi ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik dari masing-masing coolbox.

Langkah berikutnya, eksperimen utama dengan cara pemberian muatan



Yang terakhir, analisa dari semua data yang diperoleh dan didapatkan kesimpulan tentang pengaruh penggunaan Coolbox Metode Pendingin Gabungan terhadap kapasitas tampung ikan, kemampuan pendinginan dan kualitas ikan. Langkah kerja sesuai diagram alir Gambar 3.1.





3.2. SURVEY KE NELAYAN

Didapatkan data-data : jenis perahu, alat tangkap, jenis ikan, dimensi coolbox, bahan pendingin, lama waktu melaut dan kebutuhan bahan bakar. Selengkapnya pada **Lampiran 1**.

Data yang digunakan : coolbox dengan bahan sterofoam (busa), tebal sterofoam 2,7 cm, dimensi dalam (75 x 42 x 33) cm, pada saat digunakan untuk menampung ikan sebanyak 25 kg dibutuhkan pendingin es sebanyak 13,5 kg (0,5 bal) untuk waktu melaut 15 jam.

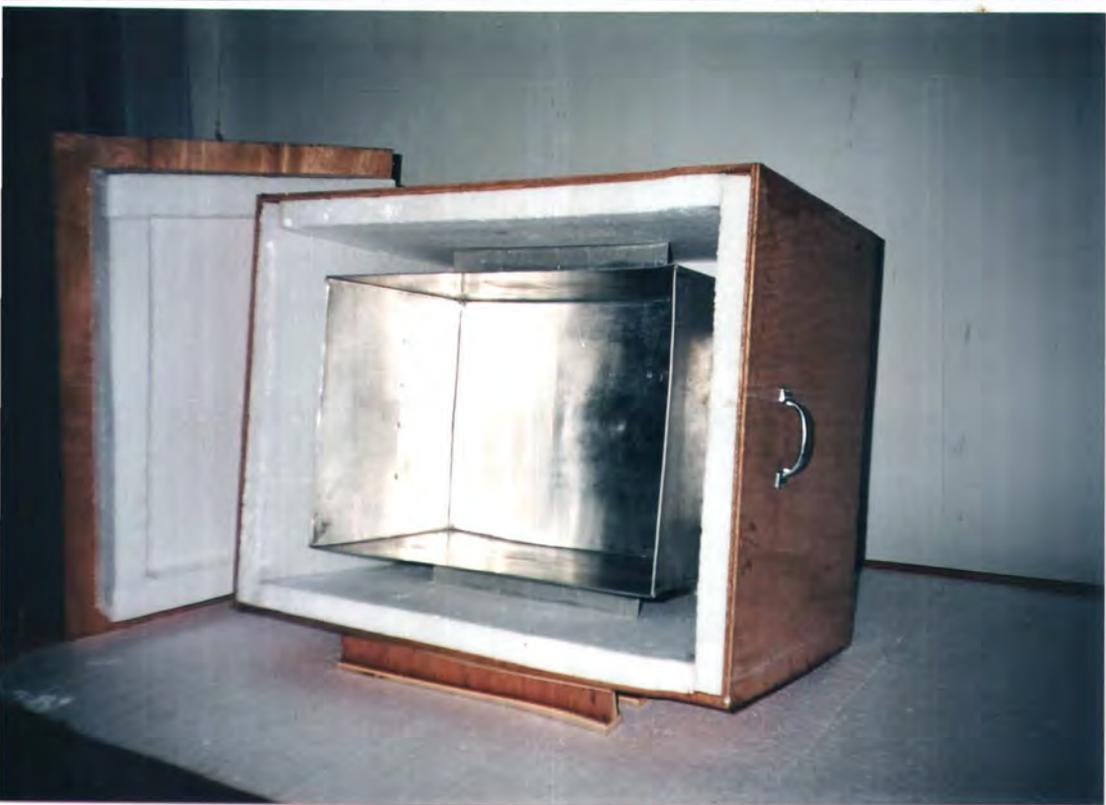
3.3. PERENCANAAN PROTOTIPE

Dari data yang didapat, dibuat prototipe coolbox (dengan pendingin es) yang mewakili coolbox yang digunakan nelayan dengan ukuran yang diperkecil. Coolbox yang digunakan oleh nelayan merupakan buatan pabrik yang mempunyai bermacam-macam ukuran. Ukuran yang lebih kecil, digunakan sebagai prototipe pada eksperimen ini. Ukuran yang digunakan adalah dimensi dalam (47 x 32 x 29,5) cm dan tebal 2,7 cm. Pada bagian luar ditambahkan multipleks (plywood) dengan tebal 9 mm sebagai pelapis sekaligus sebagai penguat. Detail pada **Gambar 3.2**.



Gambar 3.2. Coolbox Dengan Pendingin Es

Dibuat prototipe coolbox (metode pendingin gabungan), dimensi dalam (47 x 32 x 29,5) cm, bahan aluminium dengan tebal 1 mm. Dibuatkan semacam kupingan pada bagian kanan, kiri, muka dan belakang dari kotak aluminium tersebut untuk tempat es kering. Jarak keseluruhan (kanan, kiri, muka, belakang dan bawah) adalah 5 cm terhadap sterofoam di luar kotak aluminium. Dimaksudkan agar es kering mudah dimasukkan tetapi tidak



Gambar 3.3. Coolbox Metode Pendingin Gabungan

3.4. KALIBRASI PROTOTIPE

Kalibrasi prototipe (pra eksperimen), yakni eksperimen tanpa beban (beban 0) dengan tujuan mengetahui kemampuan dari alat (dalam hal ini coolbox). Kalibrasi prototipe dilakukan dengan memberikan kondisi yang sama antara kedua coolbox tersebut pada saat eksperimen. Yakni :

- Waktu pelaksanaan

- Posisi peletakan thermometer



5. Thermometer dimasukkan ke dalam coolbox melewati lubang yang sudah dibuat. Peletakkannya: T1 (kiri) 3 cm dari dasar coolbox, T2 (tengah) tengah-tengah dari tumpukan es dan T3 (kanan) 3 cm dari tutup coolbox

Untuk jelasnya dapat dilihat pada **Gambar 3.5**.

Tahap pengukuran :

1. Es dalam coolbox setelah ditutup, dibiarkan selama 15 menit
2. Diamati temperatur coolbox (thermometer T1, T2 dan T3) dan temperatur ruangan untuk jam ke-0. Selanjutnya ditabelkan
3. Temperatur diamati tiap 1 jam. Data ditabelkan
4. Tiap 24 jam, tutup coolbox dibuka untuk diamati visual dari es
5. Eksperimen dihentikan bila diketahui temperatur T3 menunjukkan lebih dari 10 °C.
6. Tutup coolbox dibuka dan diamati visual untuk terakhir kali

Setelah selesai, hasil pengamatan ditabelkan, dilakukan perhitungan dan dibuat grafik. Hasil dari kalibrasi prototipe ini akan digunakan sebagai acuan pada eksperimen utama (menggunakan beban).

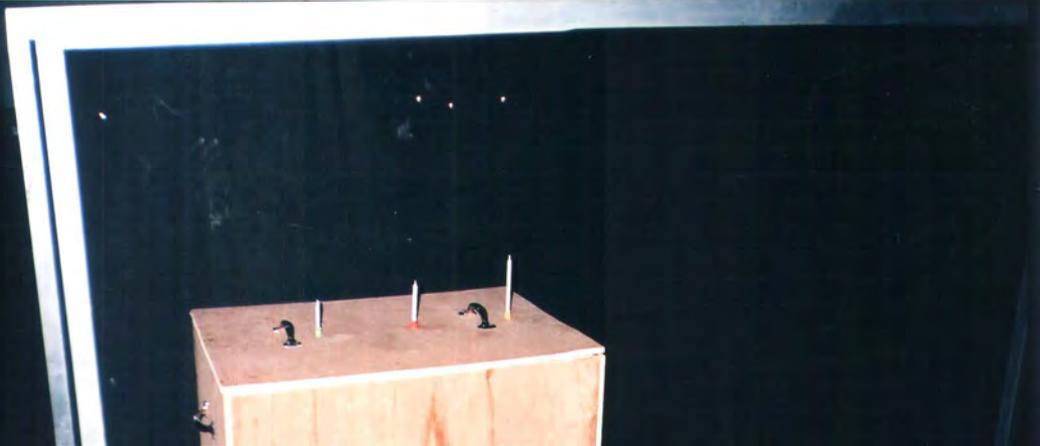


Gambar 3.5.a. Bahan Kalibrasi Prototipe





Gambar 3.5.c. Kalibrasi Prototipe Coolbox Metode Pendingin Gabungan





Gambar 3.5.e. Peletakkan Termometer Coolbox Metode Pendingin Gabungan

3.5. EKSPERIMEN

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh media pendingin terhadap beban (muatan ikan) yang jumlahnya tertentu.

Eksperimen pertama untuk mengetahui karakteristik kedua coolbox bila diberikan muatan ikan. Eksperimen kedua, untuk coolbox (metode pendingin gabungan) dengan melakukan variasi jumlah ikan dan jumlah media



butir es 76,5 gr. Dimasukkan ikan sebanyak 15 kg, dibagi dalam 2 lapis (bawah dan tengah) masing-masing 7,5 kg.

Coolbox (metode pendingin gabungan) juga diberi es sebanyak 9 kg, dibagi dalam 3 lapis (bawah, tengah dan atas) masing-masing 3 kg. Bentuk es yang dimasukkan sama dengan Kalibrasi Prototipe, berat rata-rata tiap butir es 76,5 gr. Dimasukkan ikan sebanyak 15 kg, dibagi dalam 2 lapis (bawah dan tengah) masing-masing 7,5 kg. Dimasukkan es kering sebanyak 3 kg, terbagi dalam 15 bungkus (masing-masing 200 gr).

Tahap-tahap pelaksanaan :

Tahap persiapan (berlaku untuk tiap-tiap coolbox)

1. Ikan ditimbang tiap ekor (diambil 10 sampel) untuk digunakan sebagai acuan rata-rata berat ikan per ekor. Berat rata-rata per ekor 420 gr
2. Ikan ditimbang 7,5 kg sebanyak 2 kali
3. Periksa kondisi ikan (rupa, bau, tekstur badan, mata, dan insang) diambil 10 sampel untuk tiap lapisan. Data dimasukkan pada tabel. Diamati visual. **Gambar 3.6.**
4. Es ditimbang 3 kg sebanyak 3 kali



7. Es 3 kg, dimasukkan (lapis pertama) ditata dengan teratur untuk tiap-tiap coolbox
8. Ikan 7,5 kg, dimasukkan (lapis pertama) ditata dengan teratur untuk tiap-tiap coolbox.
9. Es 3 kg, dimasukkan (lapis kedua) ditata dengan teratur untuk tiap-tiap coolbox. Diamati visual.
10. Ikan 7,5 kg, dimasukkan (lapis kedua) ditata dengan teratur untuk tiap-tiap coolbox. Diamati visual.
11. Es 3 kg, dimasukkan (lapis kedua) ditata dengan teratur untuk tiap-tiap coolbox
12. Untuk coolbox (dengan metode pendingin gabungan), es kering sebanyak 15 bungkus dimasukkan pada bagian bawah dan tengah ruang kosong di antara aluminium dan busa.
13. Tutup masing-masing coolbox dipasang
14. Thermometer dimasukkan ke dalam coolbox melewati lubang yang sudah dibuat. Peletakkannya: T1 (kiri) 3 cm dari dasar coolbox, T2 (tengah) tengah-tengah dari campuran es dan ikan dan T3 (kanan) 3 cm dari tutup coolbox



4. Tiap 24 jam, tutup coolbox dibuka untuk diamati visual dari campuran ikan dan es
5. Eksperimen dihentikan bila diketahui temperatur T3 menunjukkan lebih dari 10 °C.
6. Tutup coolbox dibuka dan diamati visual ikan pada lapisan teratas
7. Semua ikan dikeluarkan
8. Tiap lapisan, 10 sampel yang sudah ditentukan diamati kondisinya dan diamati visual. Data ditabelkan

Setelah selesai, hasil pengamatan ditabelkan, dilakukan perhitungan dan dibuat grafik. Selanjutnya dianalisa dan disimpulkan.





Gambar 3.6.b. Ikan Lapisan Ke-1 Coolbox Dengan Pendingin Es



Gambar 3.6.b. Ikan Lapisan Ke-1 Coolbox Metode Pendingin Gabungan



Gambar 3.6.c. Es Lapisan Ke-2 Coolbox Dengan Pendingin Es



Gambar 3.6.c. Es Lapisan Ke-2 Coolbox Metode Pendingin Gabungan



Gambar 3.6.d. Ikan Lapisan Ke-2 Coolbox Dengan Pendingin Es



Gambar 3.6.d. Ikan Lapisan Ke-2 Coolbox Metode Pendingin Gabungan



3.5.2. Eksperimen Kedua

Hanya dilakukan untuk coolbox (metode pendingin gabungan). Coolbox (metode pendingin gabungan) diberi es sebanyak 6 kg, dibagi dalam 3 lapis (bawah, tengah dan atas) masing-masing 2 kg. Bentuk es yang dimasukkan sama dengan Kalibrasi Prototipe, berat rata-rata tiap butir es 76,5 gr. Dimasukkan ikan sebanyak 20 kg, dibagi dalam 2 lapis (bawah dan tengah) masing-masing 10 kg. Dimasukkan es kering sebanyak 3 kg, terbagi dalam 15 bungkus (masing-masing 200 gr).

Tahapan yang dilakukan sama dengan eksperimen pertama. Hanya beda pada jumlah es dan ikan yang dimasukkan. Dapat dilihat pada

Gambar 3.7.

Setelah selesai, hasil pengamatan ditabelkan, dilakukan perhitungan dan dibuat grafik. Selanjutnya dianalisa dan disimpulkan.



Gambar 3.7.a. Bahan Eksperimen Kedua





Gambar 3.7.c. Es Lapisan Ke-3





3.6. ANALISA PENGGUNAAN COOLBOX METODE PENDINGIN

GABUNGAN ES (H_2O PADAT) DAN ES KERING (CO_2 PADAT)

Dalam penelitian ini akan membahas pengaruh penggunaan metode pendingin gabungan dalam kaitannya menambah jumlah ikan yang dapat ditampung dalam coolbox, meningkatkan kemampuan pendinginan serta meningkatkan kualitas ikan.

3.7. KESIMPULAN

Kesimpulan yang diambil adalah :

1. Apakah prototipe dari coolbox mampu bekerja dengan baik
2. Kemungkinan penambahan kapasitas ikan
3. Kualitas ikan tidak berubah atau lebih baik bila menggunakan coolbox yang konvensional



BAB IV

ANALISA DAN PEMBAHASAN



BAB IV

ANALISA DAN PEMBAHASAN

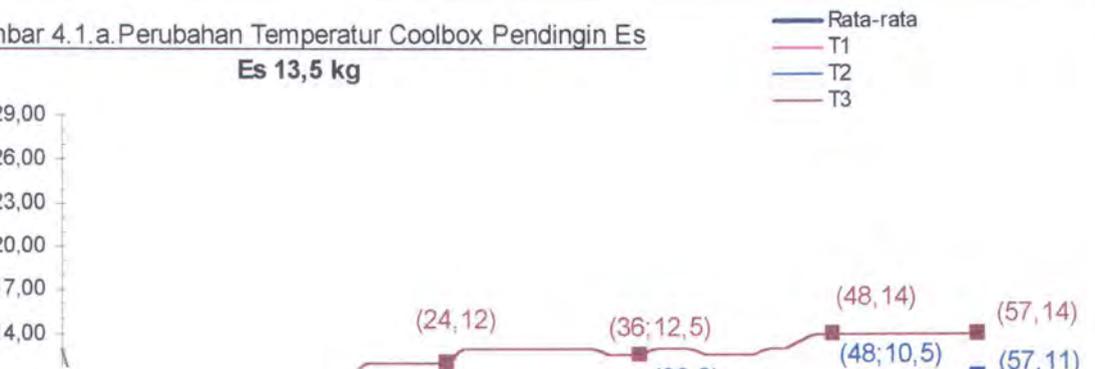
Ada 4 masalah yang disampaikan pada bab ini yang antara lain adalah : Hasil kalibrasi prototipe, Hasil Eksperimen, Kualitas Ikan dan Pembahasan. Pada bab pembahasan akan disampaikan hasil analisa yang dievaluasi dengan menggunakan referensi yang ada.

1. HASIL KALIBRASI PROTOTIPE

Data yang didapat, kemudian ditabelkan (lengkapny pada **Lampiran 5** dan **Lampiran 6**) dan dibuat grafik (**Gambar 4.1.**). Analisa dari data tersebut:

- Temperatur yang dicapai oleh coolbox metode pendingin gabungan lebih merata dari coolbox dengan pendingin es. Dapat dilihat pada **Gambar 4.1.a.** dan **Gambar 4.1.b.** untuk jam ke-24 dan jam ke-36.

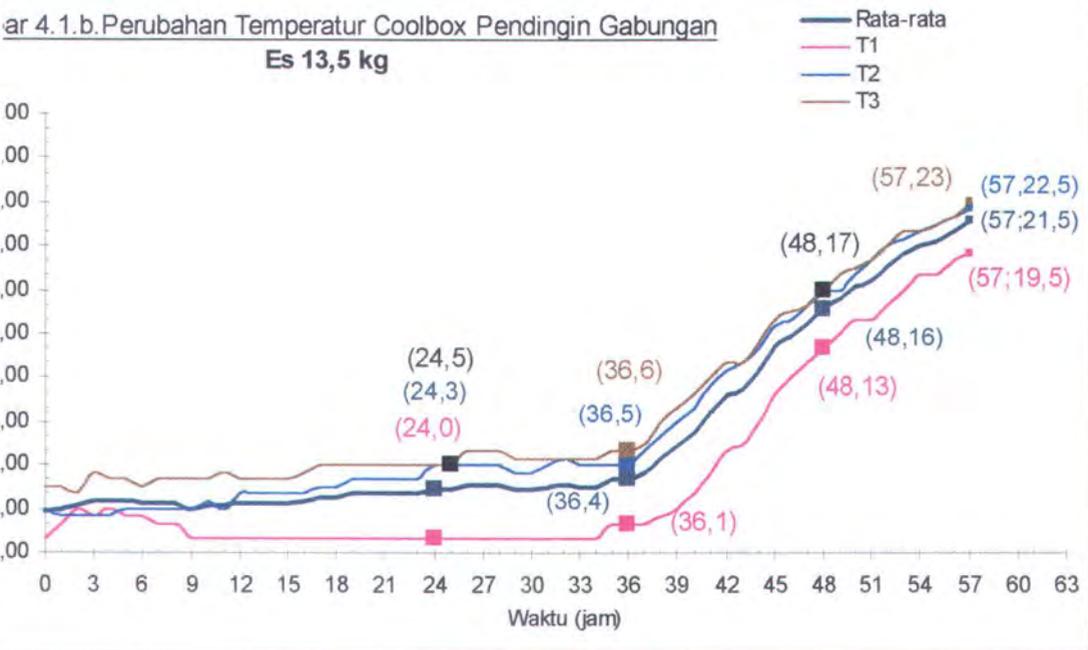
Gambar 4.1.a. Perubahan Temperatur Coolbox Pendingin Es
Es 13,5 kg





Gambar 4.1.b. Perubahan Temperatur Coolbox Pendingin Gabungan

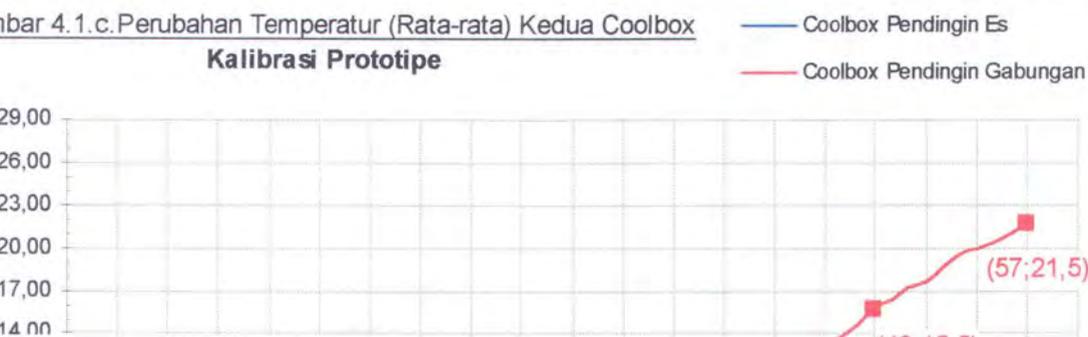
Es 13,5 kg



- b. Temperatur rata-rata yang dicapai oleh coolbox metode pendingin gabungan lebih rendah dari coolbox dengan pendingin es. Dapat dilihat pada Gambar 4.1.c. untuk jam ke-24 dan jam ke-36.

Gambar 4.1.c. Perubahan Temperatur (Rata-rata) Kedua Coolbox

Kalibrasi Prototipe





- c. Temperatur pada bagian atas (termometer T3) yang terlalu tinggi (di atas 10°C), dapat dilihat pada **Gambar 4.1.a.** dan **Gambar 4.1.b.**, kurang baik kalau nantinya terdapat muatan ikan.
- d. Terjadi peningkatan temperatur yang sangat drastis pada jam ke-36, untuk coolbox metode pendingin gabungan. Sebaliknya, peningkatan temperatur tidak terlalu drastis terjadi pada jam ke-57, untuk coolbox dengan pendingin es.
- e. Berat rata-rata butiran es perlu diketahui untuk menyamakan, selama kegiatan penelitian (Kalibrasi maupun Eksperimen Utama). Digunakan 10 sampel dan ditulis pada **Tabel 4.1. Sampel Berat Es**

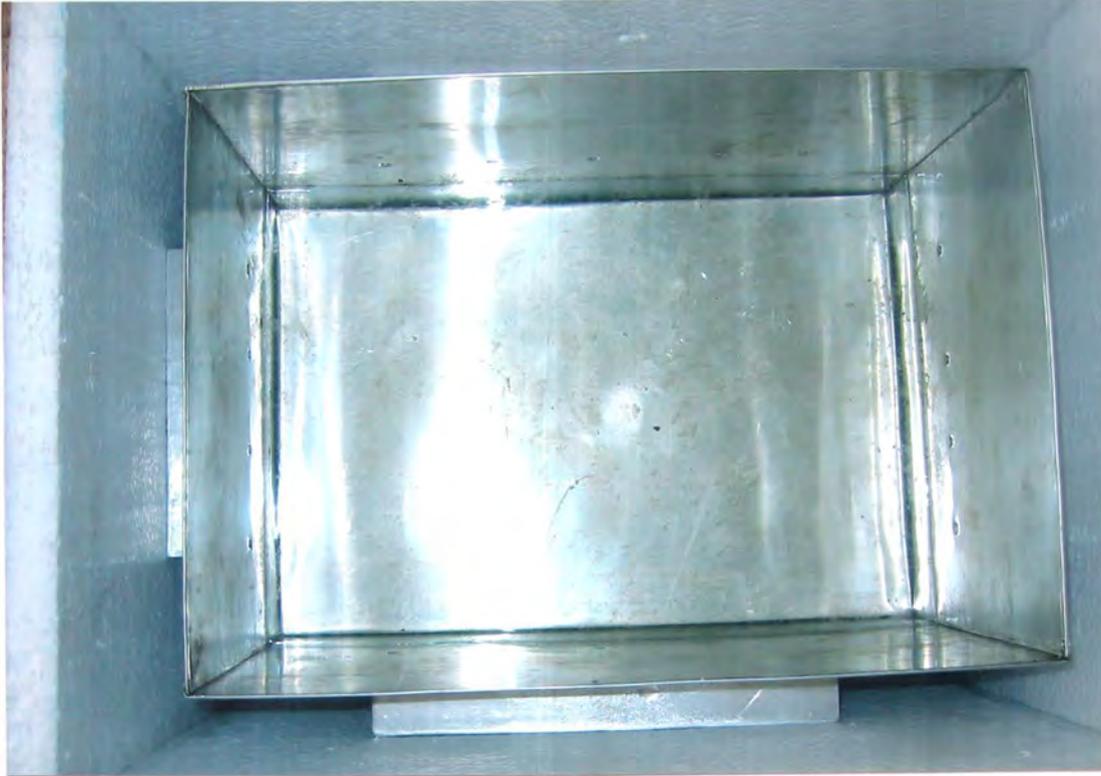
Sampel	Berat (gr)
1	75
2	75
3	70
4	100
5	100
6	80
7	70
8	65
9	70
10	60
Rata-rata	76,5



- g. Tingginya temperatur pada T2 dan T3 menunjukkan bahwa termometer T2 dan T3 tidak menyentuh es. Letak termometer T2 sedikit diatas permukaan es.
- h. Pada akhir kegiatan diamati visualnya, dan semua butiran es mencair. Lengkapnya pada **Gambar 4.2.**



Gambar 4.2.a. Akhir Kalibrasi Prototipe Coolbox Dengan Pendingin Es



Gambar 4.2.b. Akhir Kalibrasi Prototipe Coolbox Metode Pendingin Gabungan

i. Hasil Analisa Kalibrasi Prototipe :

Coolbox Metode Pendingin Gabungan mempunyai kemampuan pendinginan lebih baik dari Coolbox Dengan Pendingin Es yaitu temperatur merata pada seluruh bagian, temperatur lebih rendah dan

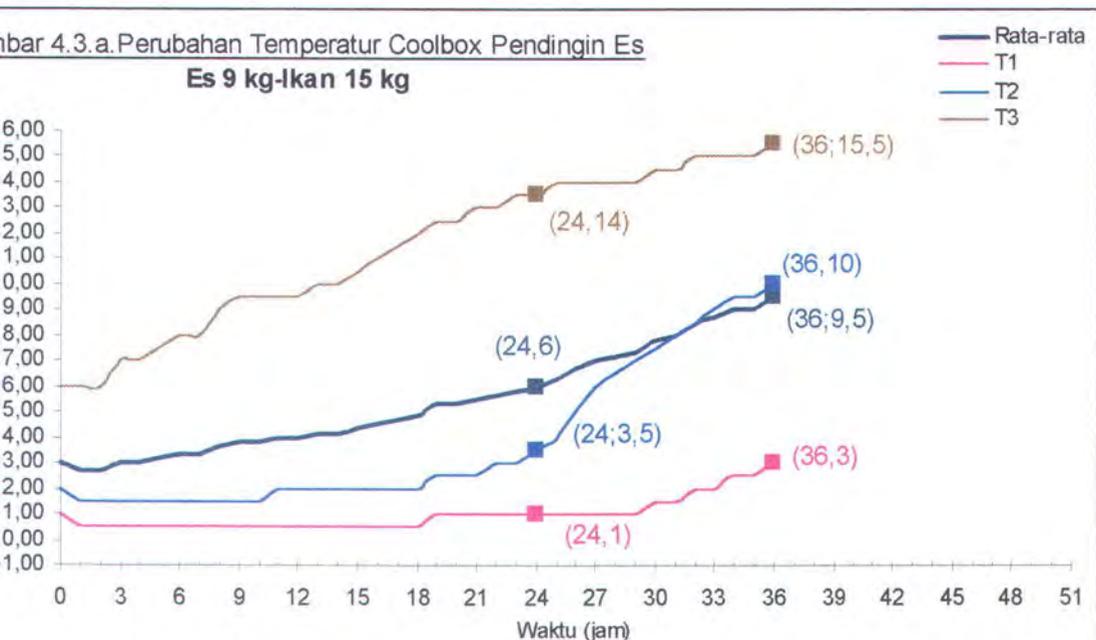


4.2. HASIL EKSPERIMEN

4.2.1. Hasil Eksperimen Pertama

Data yang didapat, kemudian ditabelkan (lengkapya pada **Lampiran 7** dan **Lampiran 8**) dan dibuat grafik (**Gambar 4.3**). Analisa dari data tersebut :

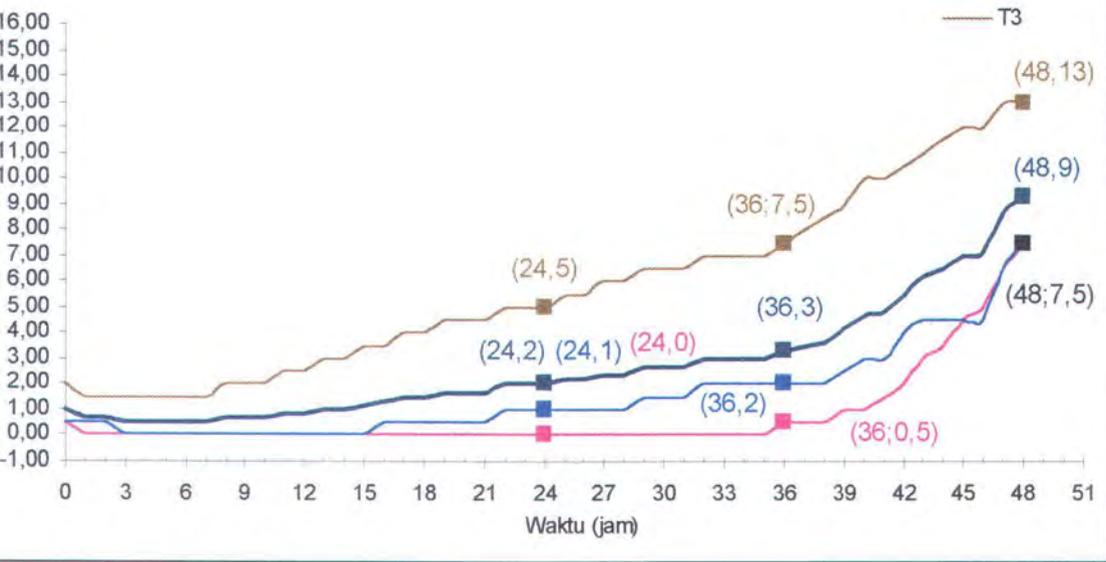
- Temperatur yang dicapai oleh coolbox metode pendingin gabungan lebih merata dari coolbox dengan pendingin es. Dapat dilihat pada **Gambar 4.3.a.** dan **Gambar 4.3.b.** untuk jam ke-24 dan jam ke-36.





Gambar 4.3.b. Perubahan Temperatur Coolbox Pendingin Gabungan

Es 9 kg-Ikan 15 kg-Es Kering 3 kg



b. Temperatur rata-rata yang dicapai oleh coolbox metode pendingin gabungan lebih rendah dari coolbox dengan pendingin es. Dapat dilihat pada **Gambar 4.3.c.** untuk jam ke-24 dan jam ke-36.

Gambar 4.3.c. Perubahan Temperatur (Rata-rata) Kedua Coolbox

Eksperimen Pertama

Coolbox Pendingin Es
Coolbox Pendingin Gabungan





- c. Temperatur pada bagian atas (termometer T3) yang terlalu tinggi (di atas 10°C), kurang baik untuk muatan ikan. Dapat dilihat pada **Gambar 4.3.a.** dan **Gambar 4.3.b.**
- d. Berat rata-rata ikan perlu diketahui untuk menyamakan dengan kegiatan penelitian selanjutnya (Eksperimen Kedua). Digunakan 10 sampel dan ditulis pada **Tabel 4.2. Sampel Berat Ikan**

Sampel	Berat (gr)
1	410
2	500
3	370
4	350
5	470
6	405
7	400
8	380
9	430
10	480
rata-rata	420

- e. Sebelum dilakukan eksperimen, terlebih dahulu ikan diperiksa kondisinya. Dimasukkan pada tabel Score Sheet Ikan (**Lampiran 9** dan **Lampiran 10**).



Gambar 4.4.a. Pengamatan jam-24 Coolbox Dengan Pendingin Es





- g. Pada jam ke-36, coolbox dengan pendingin es dibuka karena terlihat pada grafik bahwa temperature (T3) sangat tinggi sekali dan nilai rata-ratanya mendekati 10°C . Detail pada **Gambar 4.5.a**. **Gambar 4.6.a** **Gambar 4.7.a** **Gambar 4.8.a** Semua es mencair.



Gambar 4.5.a. Pengamatan jam-36 Coolbox Dengan Pendingin Es



Gambar 4.6.a. Pengamatan jam-36 Coolbox Dengan Pendingin Es





Gambar 4.8.a. Pengamatan jam-36 Coolbox Dengan Pendingin Es

- h. Diamati kondisinya. Dimasukkan pada tabel Score Sheet Ikan (**Lampiran 9**).
- i. Pada jam ke-48, coolbox metode pendingin gabungan dibuka karena terlihat pada grafik bahwa temperature (T3) cukup tinggi dan nilai rata-ratanya mendekati 10°C . Detail pada **Gambar 4.5.b**. **Gambar 4.6.b**. **Gambar 4.7.b**. **Gambar 4.8.b** Semua es mencair.



Gambar 4.5.b. Pengamatan jam-48 Coolbox Metode Pendingin Gabungan





Gambar 4.7.b. Pengamatan jam-48 Coolbox Metode Pendingin Gabungan



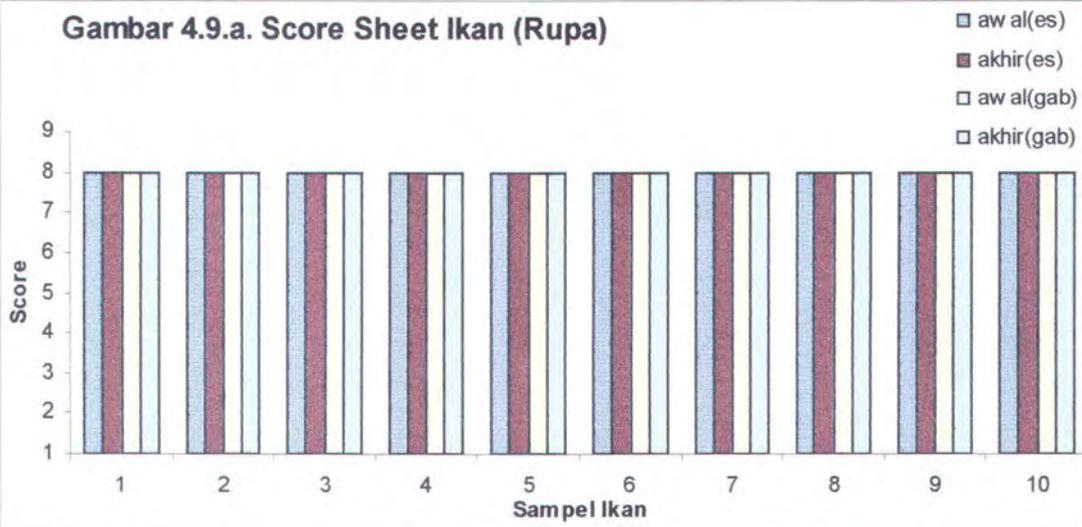


- j. Diamati kondisinya. Dimasukkan pada tabel Score Sheet Ikan (**Lampiran 10**). Dibuat grafiknya pada **Gambar 4.9. dan Tabel 4.3.**
- k. Kemampuan pendinginan pada coolbox metode pendingin gabungan lebih lama 12 jam dari coolbox dengan pendingin es.
- l. Hasil Analisa Eksperimen Pertama

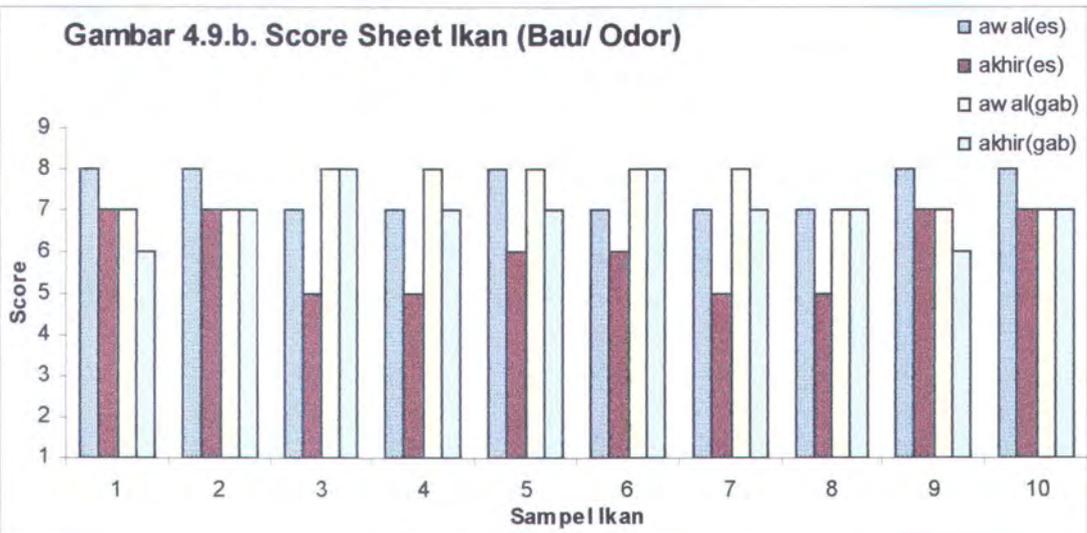
Coolbox Metode Pendingin Gabungan mempunyai kemampuan pendinginan lebih baik dari Coolbox Dengan Pendingin Es yakni temperatur merata pada seluruh bagian, temperatur lebih rendah dan bekerja optimal lebih panjang 12 jam. Secara fisik, kondisinya lebih baik terutama bau atau odor sedangkan kekurangannya pada fisik kornea mata yang berkabut.



Gambar 4.9.a. Score Sheet Ikan (Rupa)



Gambar 4.9.b. Score Sheet Ikan (Bau/ Odor)

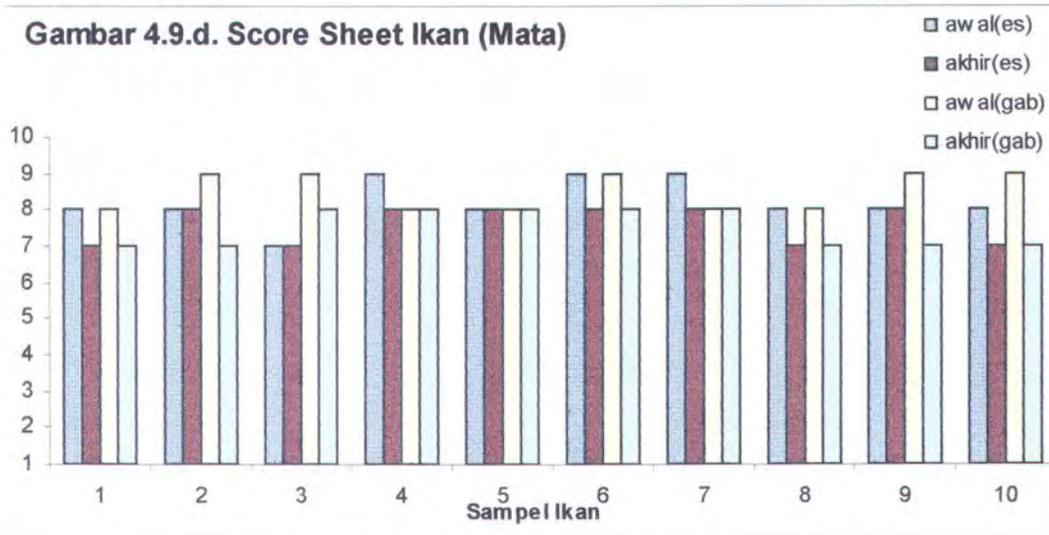


Gambar 4.9.c. Score Sheet Ikan (Tekstur Badan)

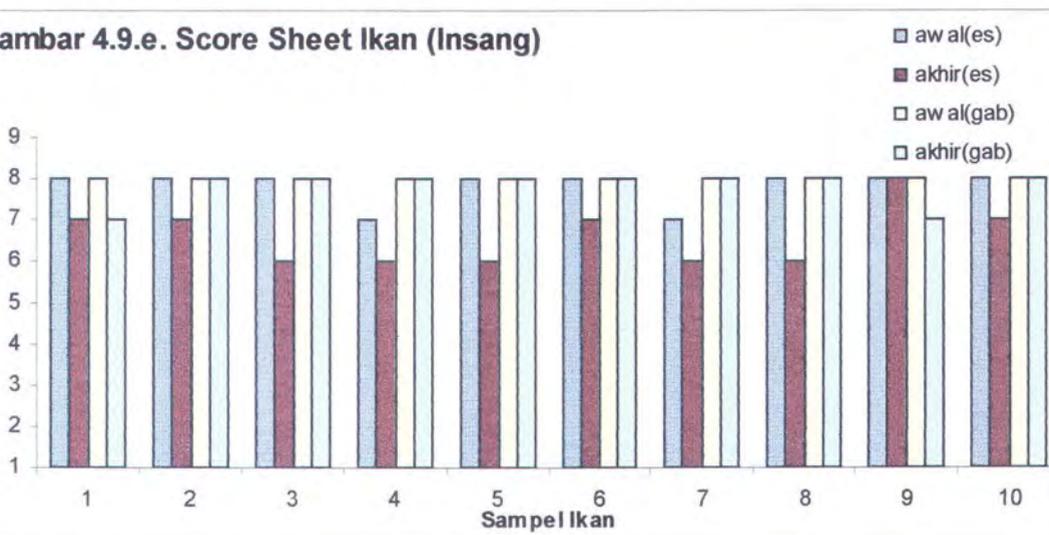




Gambar 4.9.d. Score Sheet Ikan (Mata)



Gambar 4.9.e. Score Sheet Ikan (Insang)

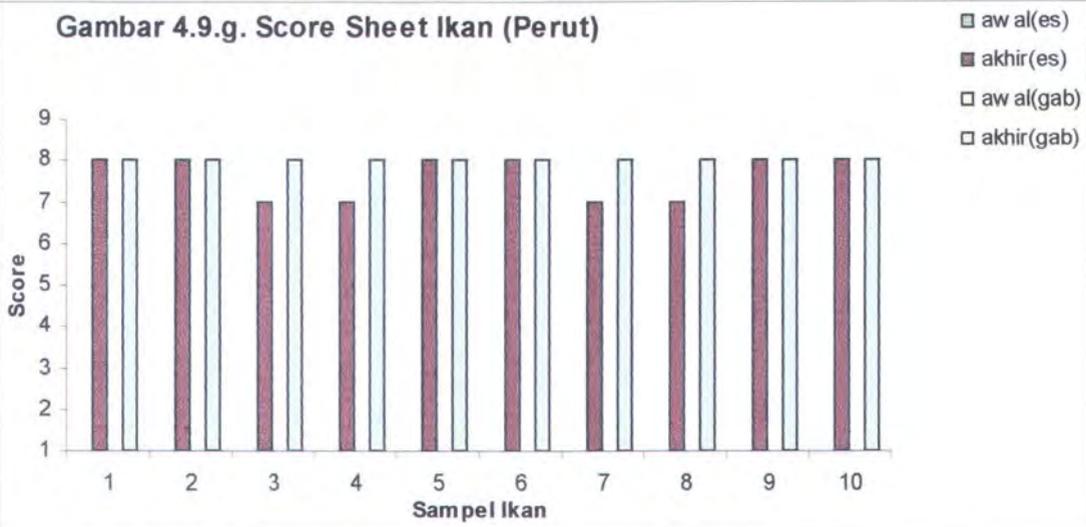


Gambar 4.9.f. Score Sheet Ikan (Sayatan Daging)





Gambar 4.9.g. Score Sheet Ikan (Perut)



Tabel 4.3. Kondisi dan Nilai Rata-rata Sampel

Kondisi Ikan	Perubahan (sampel)					
	Pendingin Es			Pendingin Gabungan		
	Tidak	Biasa	Drastis	Tidak	Biasa	Drastis
Rupa	10	-	-	10	-	-
Bau/ Odor	-	5	5	5	5	-
Tekstur	8	2	-	7	3	-
Mata	4	6	-	3	4	3
Insang	1	6	3	8	2	-
AKHIR	Nilai Rata-rata (sampel)					
Daging	7,10			7,80		
Perut	7,60			8		

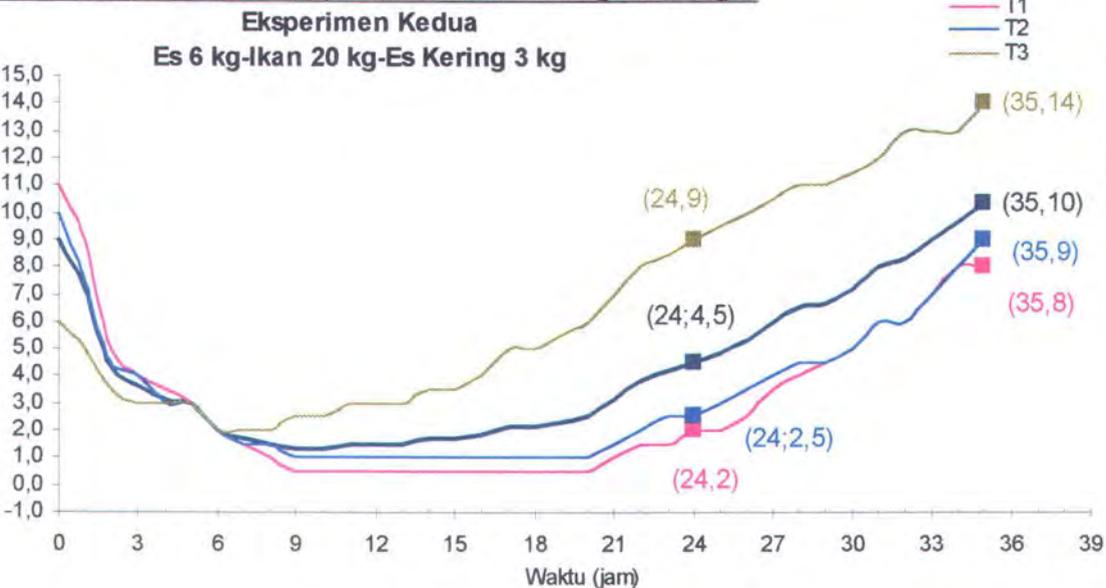


4.2.2. Hasil Eksperimen Kedua

Data yang didapat, kemudian ditabelkan (lengkapannya pada **Lampiran 11**) dan dibuat grafik (**Gambar 4.10.**). Analisa dari data tersebut :

- Kondisi temperatur awal ikan (10°C) lebih tinggi dari temperatur saat eksperimen pertama ($6,5^{\circ}\text{C}$) sehingga pendinginan diutamakan untuk menurunkan temperatur ikan menjadi 0°C . Seperti ditunjukkan pada **Gambar 4.10.a**

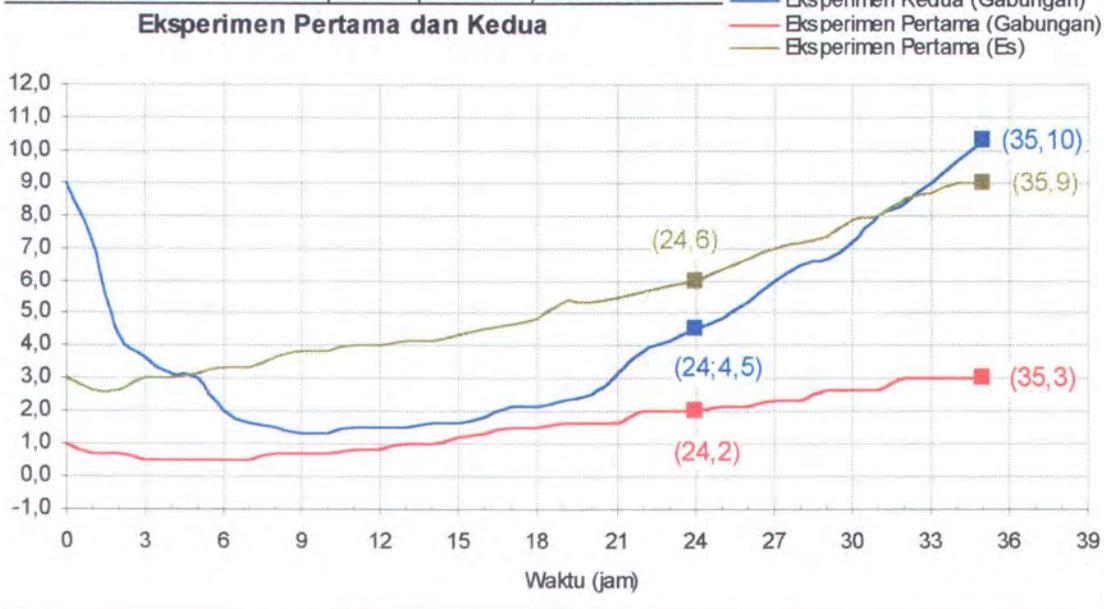
Gambar 4.10.a. Perubahan Temperatur Coolbox Pendingin Gabungan



- Temperatur rata-rata yang dicapai lebih rendah dari coolbox dengan



Gambar 4.10.b. Perubahan Temperatur (Rata-rata) Kedua Coolbox



- c. Ikan yang didapat dari nelayan memiliki berat yang tidak sama yang digunakan saat Eksperimen Pertama. Berat rata-rata ikan untuk 10 sampel yang digunakan dan ditulis pada pada **Tabel 4.4. Sampel**

Berat Ikan

Sampel	Berat (gr)
1	200
2	250
3	255
4	245
5	235



- d. Sebelum dilakukan eksperimen, terlebih dahulu ikan diperiksa kondisinya. Dimasukkan pada tabel Score Sheet Ikan (**Lampiran 12**).
- e. Pada jam ke-35, coolbox dibuka karena terlihat pada grafik bahwa temperature (T3) cukup tinggi dan nilai rata-ratanya mendekati 10°C . Detail pada **Gambar 4.11**. Semua es mencair.

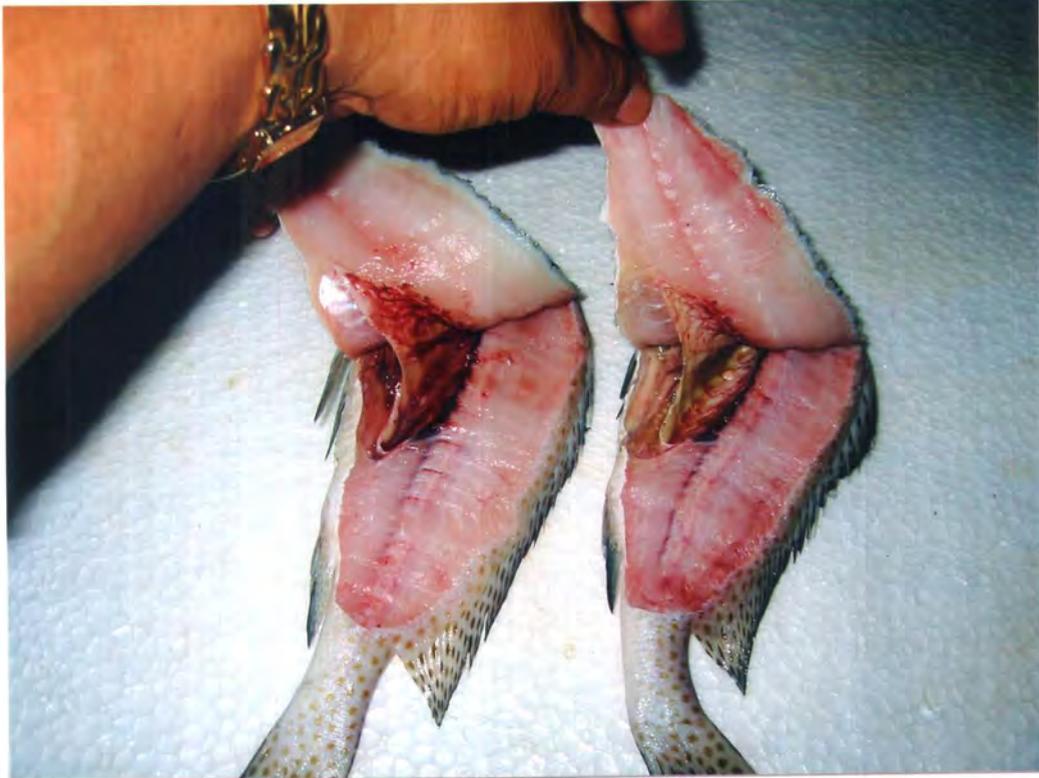


Gambar 4.11.a. Campuran Es, Ikan dan Es Kering Pada jam-35 Coolbox Metode Pendingin Gabung



Gambar 4.11.b. Kondisi Ikan Pada jam-35





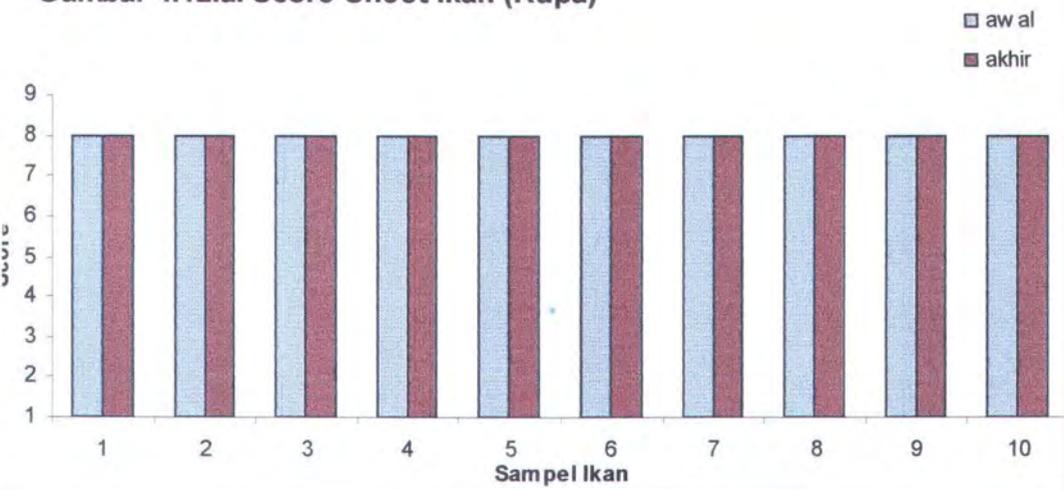
Gambar 4.11.d. Kondisi Sayatan Daging Ikan Pada jam-35

- f. Diamati kondisinya. Dimasukkan pada tabel Score Sheet Ikan (Lampiran 12). Dibuat grafiknya pada **Gambar 4.12.** dan **Tabel 4.5.**
- g. Kemampuan pendinginan sama dengan coolbox dengan pendingin es.
- h. Hasil Analisa Eksperimen Kedua

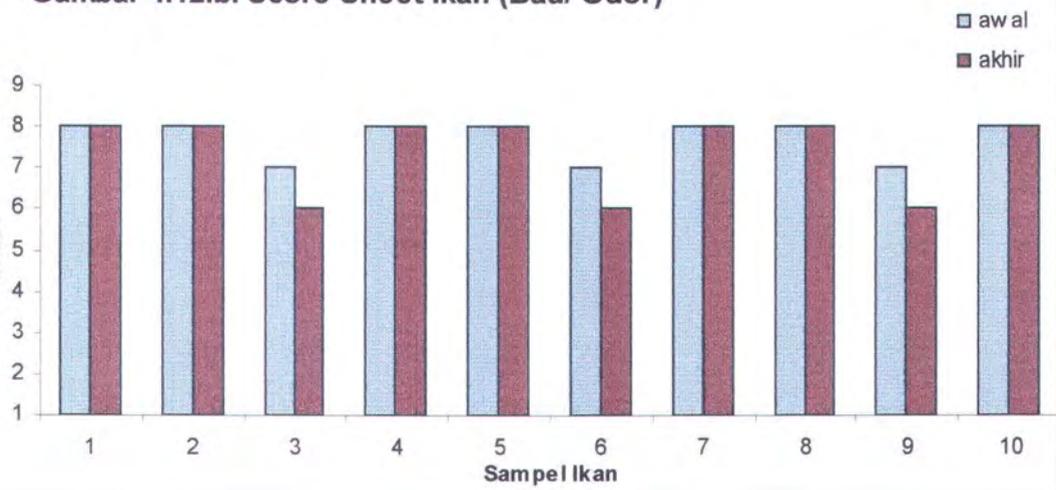
Coolbox Metode Pendingin Gabungan mempunyai kemampuan pendinginan yang lebih baik dari Coolbox Dengan Pendingin Es ykr



Gambar 4.12.a. Score Sheet Ikan (Rupa)



Gambar 4.12.b. Score Sheet Ikan (Bau/ Odor)

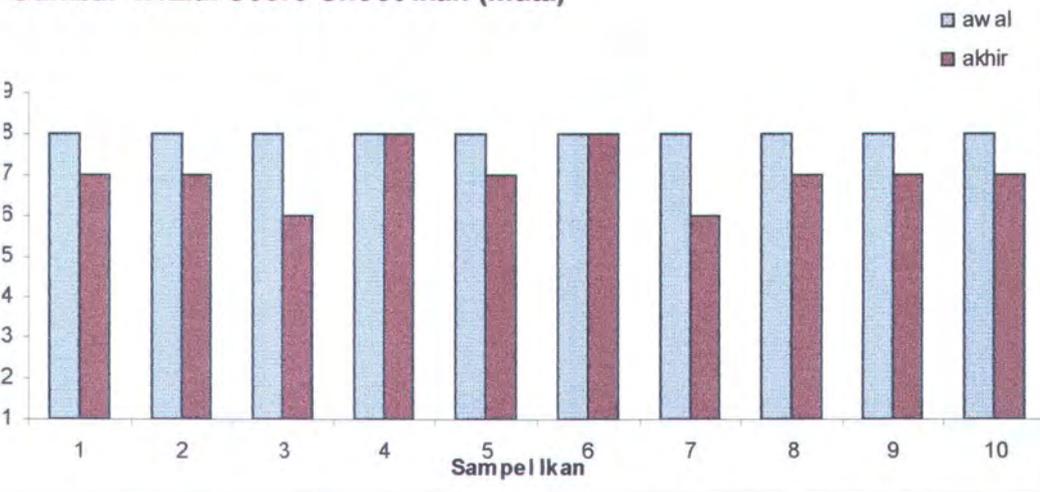


Gambar 4.12.c. Score Sheet Ikan (Tekstur Badan)

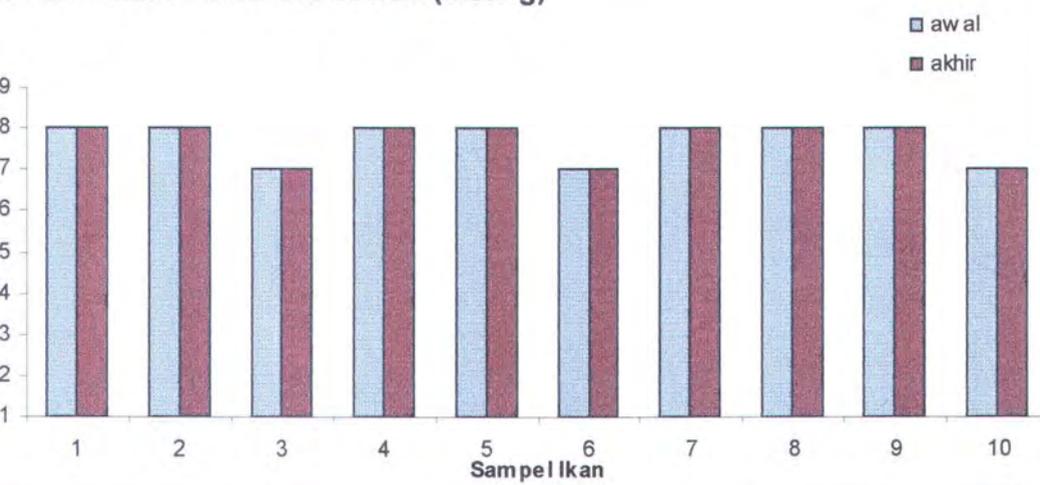




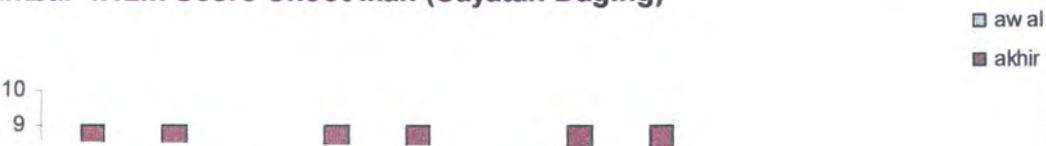
Gambar 4.12.d. Score Sheet Ikan (Mata)



Gambar 4.12.e. Score Sheet Ikan (Insang)

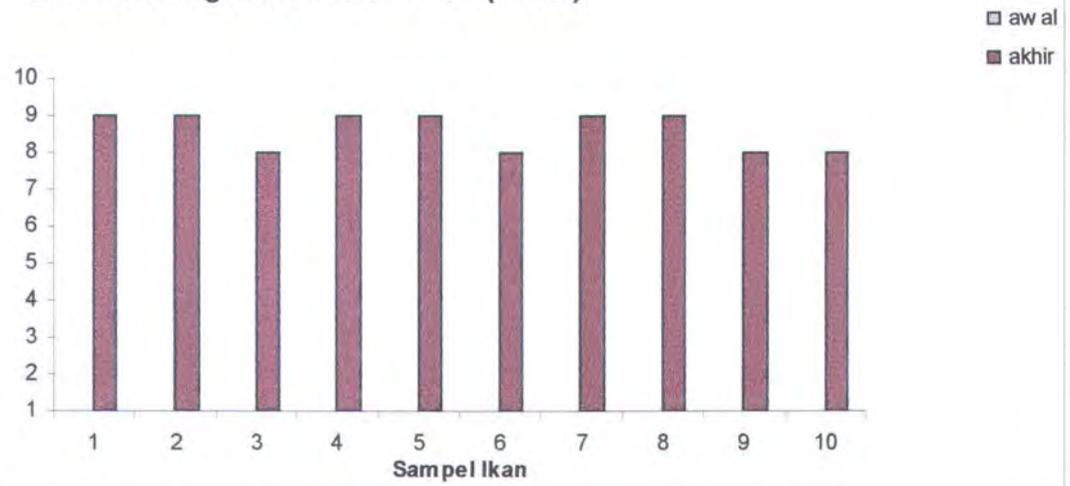


Gambar 4.12.f. Score Sheet Ikan (Sayatan Daging)





Gambar 4.12.g. Score Sheet Ikan (Perut)



Tabel 4.5. Kondisi dan Nilai Rata-rata Sampel

Kondisi Ikan	Perubahan (sampel)		
	Pendingin Gabungan		
	Tidak	Biasa	Drastis
Rupa	10	-	-
Bau/ Odor	7	3	-
Tekstur	10	-	-
Mata	2	6	2
Insang	7	3	-
AKHIR	Nilai Rata-rata (sampel)		
Daging	8,60		
Perut	8,60		



4.3. KUALITAS IKAN

a. Eksperimen pertama

- Pada awal kegiatan, secara umum kondisi ikan cukup baik, nilai rata-rata 8 karena ikan sudah memasuki hari yang kedua sejak ditangkap
- Pada Coolbox Dengan Pendingin Es dilakukan pembukaan (pada jam ke-35), terjadi penurunan nilai rata-rata menjadi 7, terutama pada Bau atau odor. Bau yang ditimbulkan sangat menyengat sekali.

Pada Gambar 4.6.a. dapat dilihat bahwa kondisi tubuh (rupa, tekstur dan mata) ikan masih cukup baik. Pada Gambar 4.7.a. dapat dilihat bahwa insang ikan masih cukup segar, merah cerah. Pada Gambar 4.8.a. dapat dilihat bahwa sayatan daging dan dinding perut menunjukkan warna ikan yang segar, merah cerah dan daging yang elastis. Dari semua hasil pengamatan, kondisi ikan yang paling menonjol adalah bau atau odor karena sangat menyengat sekali baik saat tutup coolbox pertama kali dibuka (bau langsung terasa menyengat sekali) maupun saat pengamatan daging dan insang ikan.

- Pada Coolbox Metode Pendingin Gabungan dilakukan pembukaan (pada jam ke-48), terjadi penurunan nilai rata-rata menjadi 7, terutama



ikan yang segar, merah cerah dan daging yang elastis. Dari semua hasil pengamatan, kondisi ikan yang paling menonjol adalah mata khususnya pada lapisan atas terjadi pengabutan. Bau atau odor tidak mengalami perubahan, sama dengan bau saat ikan dimasukkan yakni segar air laut

b. Eksperimen kedua

- Pada awal kegiatan, secara umum kondisi ikan cukup baik, nilai rata-rata 8 karena ikan sudah memasuki hari yang kedua sejak ditangkap
- Pada Coolbox Metode Pendingin Gabungan dilakukan pembukaan (pada jam ke-35), terjadi penurunan nilai rata-rata menjadi 7, terutama pada mata. Pada ikan lapisan atas, mata ikan mengalami pengabutan. Pada Gambar 4.11.d. dapat dilihat bahwa kondisi tubuh (rupa, tekstur dan mata) ikan sangat baik. Pada Gambar 4.11.c. dapat dilihat bahwa insang ikan sangat segar, merah cerah. Pada Gambar 4.11.e. dapat dilihat bahwa sayatan daging dan dinding perut menunjukkan warna ikan yang segar, merah cerah dan daging yang elastis. Dari semua hasil pengamatan, kondisi ikan yang paling menonjol hanyalah mata khususnya pada lapisan atas terjadi pengabutan. Bau atau odor tidak



4.4. PEMBAHASAN

Ada 4 hal yang akan dibahas pada bab ini antara lain adalah : Kualitas alat, Hasil Eksperimen, Kualitas Ikan dan Radius Pelayaran.

4.4.1. Kualitas Alat

Beberapa hal yang akan dibahas meliputi karakteristik yang berbeda dengan alat yang umumnya dipakai nelayan (Sterofoam atau polyfoam) serta terdapat kelebihan dan kekurangan yang akan ditunjukkan pada kegiatan Kalibrasi Prototipe.

➤ Dimensi Alat

Dipilih ukuran yang lebih kecil dari yang digunakan oleh nelayan, untuk menekan biaya penelitian tetapi luasannya masih cukup besar untuk memasukkan ikan, artinya ikan tidak perlu harus dibengkokkan agar dapat masuk ke dalam coolbox. Coolbox dipilih dan digunakan dengan ukuran (47 x 32 x 29,5) cm³ dengan volume (0,04437 m³). Mengacu dari data nelayan (*lampiran 1*) maka didapatkan jumlah ikan yang ditampung dan jumlah es yang digunakan untuk ukuran Coolbox yang dipilih. Lengkapnya pada Tabel 4.6. Untuk ukuran coolbox yang diperbesar, juga dapat ditentukan jumlah ikan dan es yang akan



Tabel 4.6. Hasil Perhitungan Faktor Skala Prototipe

Keterangan	Coolbox	
	Nelayan	Prototipe
Volume	0,06548 m ³	0,04437 m ³
Skala	1	0,68
Ikan	25 kg	15 kg
Es	13,5 kg	9 kg

➤ Karakteristik Aluminium

Bahan aluminium digunakan untuk menukarkan kalor dari es kering ke campuran es dan ikan pada coolbox metode pendingin gabungan. Aluminium memiliki nilai konduktivitas thermal yang tinggi 176,5 kkal/ m jam ° C (Holman, 1991) yang merupakan karakteristik penghantar panas yang baik. Karakteristik sebagai penghantar inilah yang menyebabkan kemampuan pendinginan Coolbox Metode Pendingin Gabungan lebih baik dibandingkan dengan Coolbox Dengan Pendingin Es selama media pendingin masih ada, dapat dilihat pada hasil eksperimen pertama dan kedua. Jika media pendingin sudah habis karakteristik tersebut justru menjadikan kelemahan pada Coolbox Metode Pendingin Gabungan yakni temperatur meningkat sangat cepat



kemampuan prototipe (coolbox) dalam menahan laju aliran panas dari luar. Hasil kalibrasi menunjukkan kemampuan pendinginan lebih panjang dari hasil perhitungan (lihat *lampiran 13*). Secara teoritis waktu yang dapat dicapai adalah 27 jam, sedangkan hasil eksperimen 33 jam. Ini terjadi karena dalam perhitungan, nilai temperatur dalam coolbox diasumsikan 0°C sedangkan dari kalibrasi diketahui bahwa temperatur pengukuran rata-rata 6°C . Apabila digunakan asumsi temperatur yang sama (misal 6°C) maka hasil teoritis mirip dengan eksperimen. Hasil teoritis 32,7 jam (lihat *lampiran 13*) sedangkan eksperimen 33 jam (lihat *Gambar 4.1.a*.) Pada Eksperimen Pertama digunakan es sebanyak 9 kg, juga dibandingkan dengan hasil perhitungan (lihat *lampiran 14*) didapatkan kenyataan yang sama dengan waktu kalibrasi. Apabila digunakan asumsi temperatur yang sama (misal 6°C) maka hasil teoritis mirip dengan eksperimen. Hasil teoritis 19,4 jam (lihat *lampiran 14*) sedangkan eksperimen 19 jam (lihat *Gambar 4.3.a*.)

Penggunaan es sebagai pendingin sebanyak 9 kg merupakan nilai optimal terendah yang masih memungkinkan didapat hasil pendinginan



minimal pendinginan. Pertimbangan yang pokok adalah kompromi antara harga es kering, harga ikan dan penambahan kapasitas muatan.

- Dari Kalibrasi Prototipe didapatkan hasil bahwa Coolbox Metode Pendingin Gabungan menunjukkan temperatur yang lebih merata dan lebih rendah pada jam ke-0 sampai jam ke-40 dibandingkan dengan Coolbox Dengan Pendingin Es. *Gambar 4.1.a., Gambar 4.1.b. dan Gambar 4.1.c.* Sifat penghantar panas dari aluminium dan proses perpindahan panas konveksi yang terjadi pada udara di ruangan kosong yang berlangsung pada awal maupun proses perubahan wujud dari padat 0°C ke cair 0°C menyebabkan temperatur di dalam kotak aluminium lebih merata (perbedaan temperatur tidak terlalu besar) dan lebih rendah dibandingkan pada Coolbox Dengan Pendingin Es. Meratanya temperatur tersebut tetap terjadi pada saat peningkatan temperatur yang sangat drastis.
- Dari Kalibrasi Prototipe didapatkan hasil bahwa Coolbox Metode Pendingin Gabungan menunjukkan peningkatan temperatur sangat drastis setelah jam ke-36 (*Gambar 4.1.b. dan Gambar 4.1.c.*) dibandingkan dengan Coolbox Dengan Pendingin Es. Sifat Kalor yang



Jika digambarkan aliran kalor dari luar coolbox sampai ke es maka, kalor menembus dinding isolator 1 (plywood), masuk menembus dinding isolator 2 (polyfoam), masuk ke ruangan kosong, masuk menembus dinding konduktor (aluminium) dan terakhir bertukar kalor dengan es. Sifat es sebagai pendingin akan menyerap kalor dari luar dengan disertai perubahan fase dari padat 0°C ke cair 0°C keseluruhan. Setelah seluruh wujud berubah menjadi cair maka menembusnya kalor dari luar akan menyebabkan cairan tersebut naik temperaturnya. Keberadaan penghantar panas (Aluminium) dan udara pada ruangan kosong menyebabkan perpindahan panas konveksi sehingga peningkatan temperatur pada cairan akan sangat drastis dibandingkan dengan Coolbox Dengan Pendingin Es.

4.2. Hasil Eksperimen

Dari Eksperimen Pertama didapatkan hasil bahwa Coolbox Metode Pendingin Gabungan menunjukkan temperatur yang lebih merata dan lebih rendah dibandingkan dengan Coolbox Dengan Pendingin Es. *Gambar 4.3.a dan Gambar 4.3.b.* Kelebihan tersebut sudah tampak pada kegiatan Kalibrasi Prototipe yang hanya menggunakan pendingin es saja, terlebih-



tersebut digunakan oleh nelayan maka dengan jumlah muatan ikan yang sama untuk ditampung dan jumlah es sebagai pendingin yang sama maka akan diperoleh kemampuan pendinginan yang lebih panjang 12 jam. Keunggulan waktu tersebut dapat digunakan untuk mencari ikan yang lebih jauh, dengan maksud mendapatkan ukuran dan kualitas ikan yang lebih baik atau dapat digunakan untuk menjual ikan tersebut ke pasar yang lebih jauh dengan maksud mendapatkan harga jual yang lebih tinggi.

Dari Eksperimen Pertama didapatkan hasil bahwa Coolbox Metode Pendingin Gabungan mengalami peningkatan temperatur yang tidak terlalu drastis pada jam ke-36 sampai jam ke-48 *Gambar 4.3.c.*, dibandingkan pada kegiatan Kalibrasi Prototipe, meskipun masih lebih baik dari Coolbox Dengan Pendingin Es. Ini menandakan bahwa Es Kering masih ada sehingga memungkinkan kapasitas muatan ikan yang dapat ditampung dapat ditingkatkan.

Dari Eksperimen Kedua didapatkan hasil bahwa dengan Coolbox Metode Pendingin Gabungan, Ikan yang ditampung dapat ditingkatkan sebanyak 33,33 % dan penggunaan es dapat diturunkan sebanyak 33,33 %. Kemampuan pendinginan cukup baik karena temperatur lebih rendah dan



ditunjukkan oleh T1, T2 dan T3 sampai pada nilai 10 °C atau lebih. Sesuai dengan *Tabel 2.6.*, bahwa suhu di atas 10 °C menyebabkan laju pembusukan meningkat cukup cepat. Oleh karena itu semua kegiatan eksperimen akan dihentikan bila tercapai temperatur tersebut, meskipun pada hasil eksperimen pertama dan kedua secara umum kondisi ikan masih cukup baik.

Dari Eksperimen (pertama dan kedua) didapatkan hasil bahwa Coolbox Metode Pendingin Gabungan mempunyai kemampuan pendinginan lebih baik dari Coolbox Dengan Pendingin Es yaitu temperatur lebih rendah dan merata pada seluruh bagian (*Gambar 4.3.c.*) dan (*Gambar 4.10.a.*). Sesuai dengan *Huss, 1995* menyebutkan bahwa laju pertumbuhan bakteri dipengaruhi oleh temperatur, maka hasil temperatur yang lebih rendah dan merata tersebut menyebabkan kualitas ikan lebih baik.

Bau atau odor yang ditimbulkan dari aktifitas bakteri merupakan parameter yang juga perlu untuk diamati. Dari Eksperimen didapatkan bahwa Coolbox Metode Pendingin Gabungan pada saat dibuka, bau yang ditimbulkan lebih segar (seperti saat awal ikan dimasukkan) dibandingkan dengan Coolbox Dengan Pendingin Es yakni baunya sangat menyengat



(Gambar 4.7.b.) dan Tabel 4.3. Pada eksperimen kedua juga mengalami hal yang sama (Gambar 4.12.e.) (Gambar 4.11.c.) dan Tabel 4.5.

Kekurangan yang sangat menonjol yang diketahui dari ikan pada Coolbox Metode Pendingin Gabungan bahwa matanya mengalami pengabutan dibanding Coolbox Dengan Pendingin Es (Gambar 4.9.d.), (Gambar 4.6.b.) dan Tabel 4.3. Lebih jelasnya dapat dibandingkan pada awal Eksperimen Kedua (Gambar 3.7.d.) dan akhir Eksperimen Kedua (Gambar 4.11.a.). Sesuai dengan Huss, 1995, yang menyatakan bahwa keberadaan gas CO₂ dapat menyebabkan mata ikan berkabut. Kondisi mata yang berkabut hanya kurang menarik dari penampilan saja, tidak ada pengaruhnya dengan kualitas daging ikan. Kondisi mata yang berkabut hanya terjadi pada tempat yang berkontak langsung dengan gas CO₂, tepatnya pada ikan yang terletak dilapisan paling atas.

4.4.4. Radius Pelayaran

Dari hasil Eksperimen Pertama (Gambar 4.3.c.) didapatkan bahwa untuk jumlah muatan ikan yang sama yang ditampung dan jumlah es sebagai pendingin yang sama maka akan diperoleh kemampuan pendinginan yang lebih panjang 12 jam. Keunggulan waktu tersebut



Dari hasil Eksperimen Kedua (*Gambar 4.10.a.*) temperatur awal ikan adalah 10°C kemudian dalam proses pendinginan mengalami penurunan sampai akhirnya dihentikan. Grafik tersebut mendekati grafik yang sesungguhnya, (*Gambar 2.1*) bahwa ikan pada awalnya mempunyai temperatur yang tinggi ($\pm 20^{\circ}\text{C}$) kemudian mengalami proses pendinginan akan turun sampai dicapai temperatur 0°C . Kemampuan pendinginan Coolbox Metode Pendingin Gabungan pada Eksperimen Kedua ini hampir sama dengan kemampuan pendinginan Coolbox Dengan Pendingin Es pada Eksperimen Pertama (*Gambar 4.10.b.*), untuk temperatur awal ikan $6,5^{\circ}\text{C}$. Seandainya temperatur awal ikan sama $6,5^{\circ}\text{C}$, kemungkinan kemampuan pendinginan Coolbox Metode Pendingin Gabungan akan meningkat atau kurang lebih sama dengan kemampuan pendingin Coolbox Metode Pendingin Gabungan pada Eksperimen Pertama (*Gambar 4.3.c.*).

Dari hasil Eksperimen Kedua, didapatkan bahwa kemampuan menampung ikan dapat ditingkatkan sebesar 33,33 %, penggunaan es dapat dikurangi sebesar 33,33 % dan kemungkinan kemampuan pendinginan dapat ditingkatkan sehingga radius pelayaran juga



BAB V

PENUTUP



BAB V

PENUTUP

Dari seluruh kegiatan penelitian yang meliputi kalibrasi prototipe, Eksperimen Pertama dan Eksperimen Kedua, kemudian dilanjutkan dengan analisa dan pembahasan dapat diambil kesimpulan seperti tertera dibawah ini. Penulis juga memberikan saran, baik yang terkait dengan penerapan hasil penelitian ini maupun kelanjutan dari penelitian yang sejenis berikutnya.

5.1. KESIMPULAN

Dengan menganalisa data yang diperoleh dari penelitian dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Dengan Coolbox Metode Pendingin Gabungan dapat diturunkan temperatur pendinginan menjadi lebih dingin dan merata dibandingkan Coolbox Dengan Pendingin Es selama media pendingin masih bekerja optimal.
2. Pada berat muatan ikan dan pendingin (es) yang sama, penambahan es kering (CO_2 padat) pada Coolbox Metode Pendingin Gabungan dapat



3. Dengan penambahan muatan, secara umum kualitas ikan yang didinginkan pada Coolbox Metode Pendingin Gabungan lebih baik dibandingkan pada Coolbox Dengan Pendingin Es.
4. Dengan Coolbox Metode Pendingin Gabungan kemampuan menampung ikan dapat ditingkatkan sebesar 33,33 %, penggunaan es dapat dikurangi sebesar 33,33 % dan kemungkinan kemampuan pendinginan dapat ditingkatkan sehingga radius pelayaran juga meningkat.

5.2. SARAN

Beberapa hal yang ingin disampaikan, berkaitan dengan hasil yang didapat dari pelaksanaan penelitian ini :

1. Coolbox Metode Pendingin Gabungan akan berfungsi optimal bila digunakan pada saat melaut atau mencari ikan. Pada saat diturunkan ke darat, harus segera ditambahkan es yang baru dan lebih banyak agar penurunan mutu ikan dapat diperlambat.
2. Mengacu pada hasil Kalibrasi Prototipe, jika Coolbox Metode Pendingin Gabungan ini digunakan hanya dengan media pendingin Es



3. Diperlukan penelitian lebih lanjut berkaitan dengan point ke-2 diatas, bagaimana pengaruh keberadaan serbuk kayu terhadap Es Kering yang sengaja didesain untuk digabungkan dengan bahan penghantar panas yang baik (Aluminium) untuk menahan laju aliran panas dari luar yang dapat mengganggu proses pendinginan ikan.



DAFTAR PUSTAKA



DAFTAR PUSTAKA

- ASHRAE, 1977 “ *Handbook & Product Directory* ”, Fundamental Volume,
ASHRAE, New York
- Carrier, Roy J., 1997 “ *Principles of Refrigeration* ”, Fourth Edition, Prentice-
Hall Inc, New Jersey
- Colman, J.P., 1991 “ *Perpindahan Kalor* ”, Edisi Keenam, Erlangga, Jakarta
- Cross, H.H., 1995 “ *Quality and Quality Changes in Fresh Fish*”, FAO Fisheries
Technical Paper, Roma
- Daryas, Sofyan, 1983 “ *Teknologi Refrigerasi Hasil Perikanan* ”, Jilid I (Teknik
Pendinginan Ikan), Jakarta
- Ferritt, J.H., 1969 “ *Refrigeration on Fishing Vessels* ”, London
- Hegenstein, Joe M., Carrie E., 1991 “ *Introduction to Fish Technology* ”, An
Osprey Book, Van Nostrand Reinhold, New York
- www.dryiceInfo.com (Home Page), “ *The Web’s Leading Source of Information
About Dry Ice* ”



LAMPIRAN

JENIS-JENIS PERAHU

1. Perahu Besar

Alat Tangkap	: Jaring dengan lubang 8 in
Keseluruhan Armada	: 15 perahu
Tangkapan	: Kakap hitam, kakap putih, kakap merah, tengiri, sumbal (laosan/ sura), dorang (bawal)

Kotak pendingin :

a. Utama

Jumlah	: 1 kotak, maksimal 3 kotak
Bahan dan ketebalan	: Sterofoam (polyfoam) 27 mm
Ukuran	: Luar (75 x 42 x 33) cm^3 Dalam (69 x 36,5 x 26) cm^3
Volume	: Luar (0,10395 m^3) Dalam (0,06548 m^3)
Bahan pendingin yang dibawa	: Es air (H_2O) 0,5 bal (13,5 kg)
Muatan ikan yang dapat dibawa	: 25 kg

b. Tambahan

Jumlah	: 1 kotak
Bahan dan ketebalan	: Luar (fibre glass 1 mm) Dalam (fibre glass 1 mm)

Lama Melaut : 15 jam (Pukul 16.00 – 07.00 WIB)
Kebutuhan Bahan Bakar : 12 – 20 liter solar
Jumlah Nelayan : 3 orang/ perahu

2. Perahu Kecil

Alat Tangkap : Jaring dengan lubang 4 in
Keseluruhan Armada : 500 perahu
Tangkapan : Udang, Rajungan dan Kerang

Kotak pendingin :

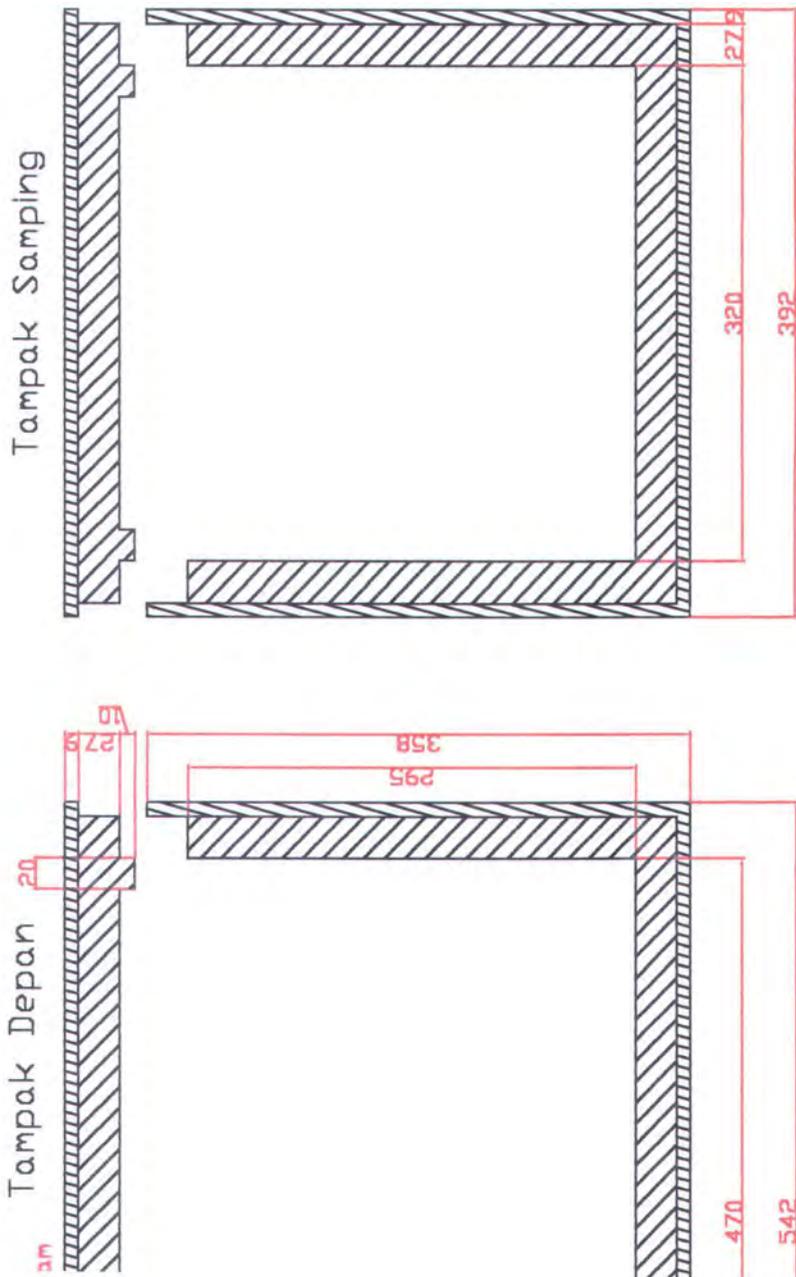
a. Utama

Jumlah : 1 kotak
Bahan dan ketebalan : Plastik 20 mm
Volume : 0,026 m³
Bahan pendingin yang dibawa : Es air (H₂O) 0,25 bal (7 kg)
Muatan ikan yang dapat dibawa : 12,5 kg

b. Tambahan

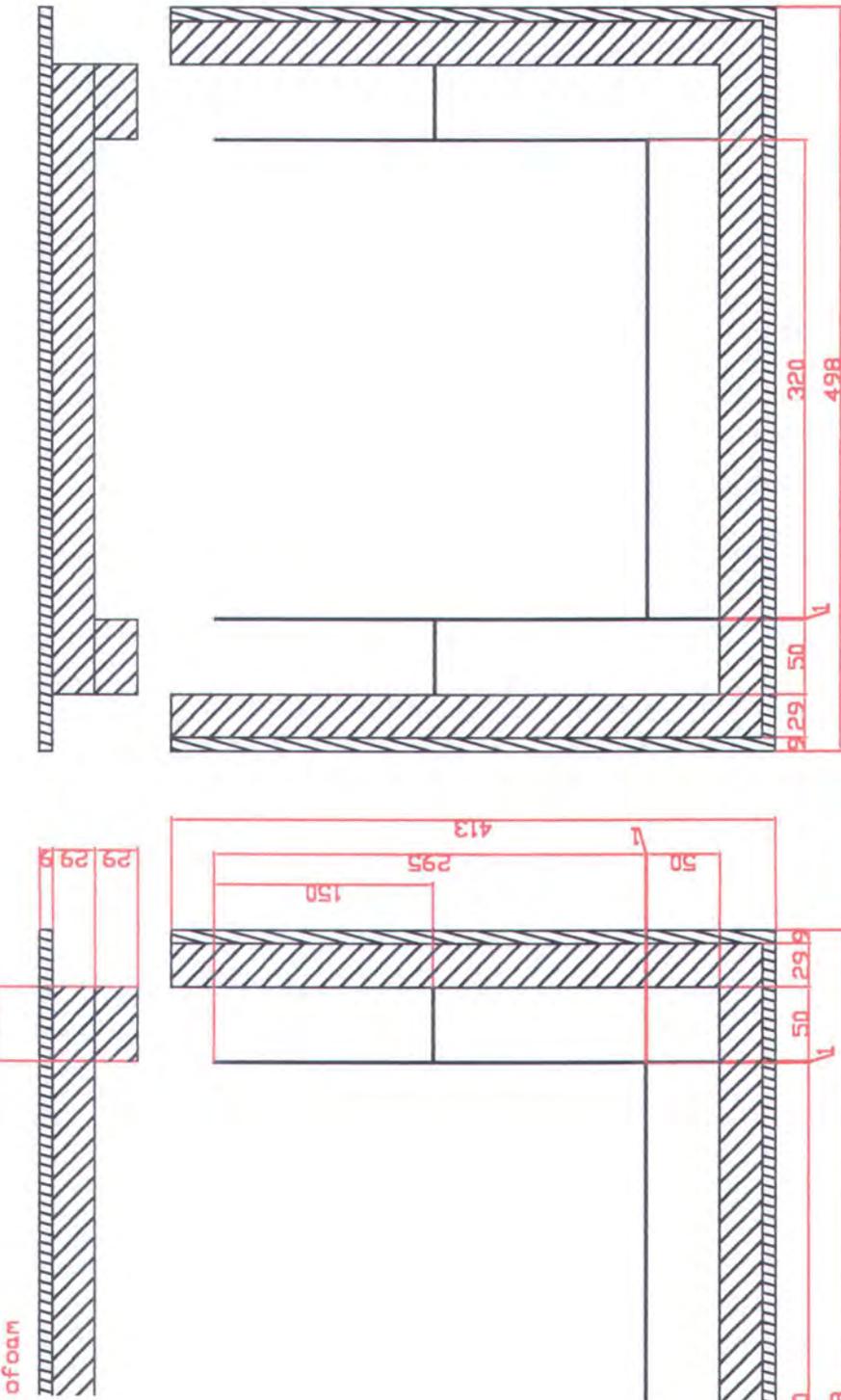
Volume : Seluruh luasan perahu yang bisa
Digunakan
Bahan pendingin yang dibawa : Tidak menggunakan pendingin
Muatan ikan yang didapat dibawa : Untuk jenis rajungan dan kerang

Lama Melaut : 6 jam (Pukul 13.00 – 19.00 WIB)
Kebutuhan Bahan Bakar : 10 - 12 liter solar



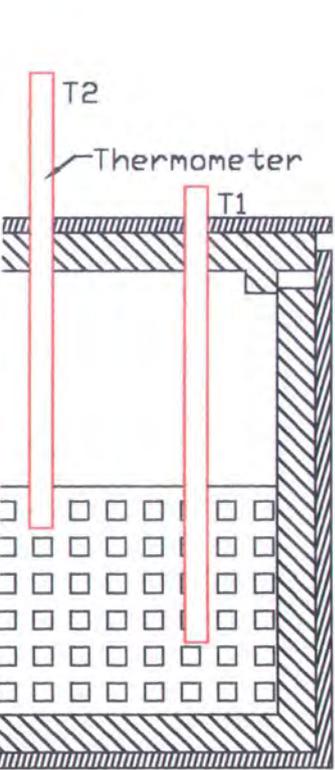
Box Dengan Pendingin Es

Skala 1 : 5

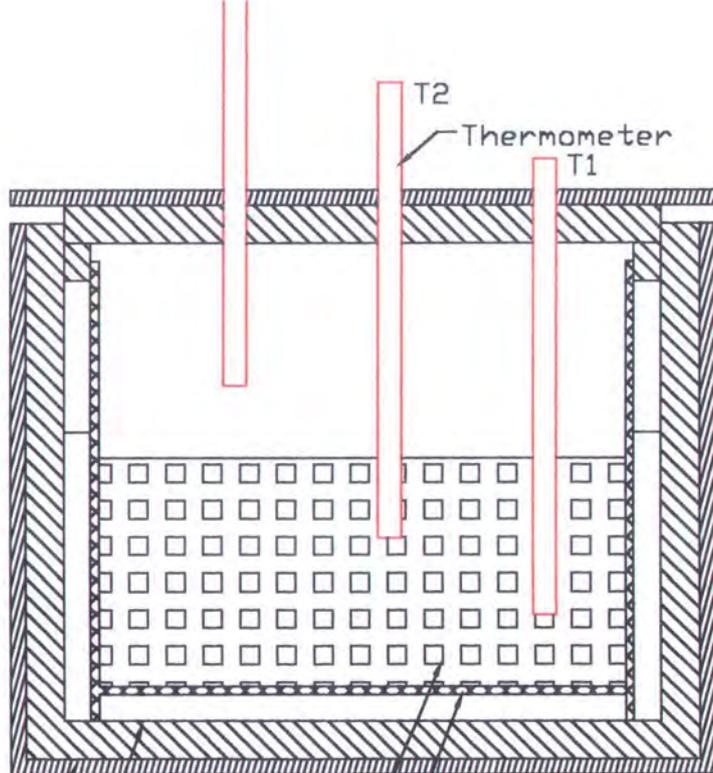


Skala 1 : 5

Metode Pendingin Gabungan



Butiran es 13,5 kg
foam



Sterofoam
Plywood
Aluminium
Butiran Es 13,5 kg

Peletakkan Termometer

IAN DENGAN ES (H₂O padat)

: 13,5 kg

Tanggal : 22 April

n : - kg

Waktu : 11.30

Temperatur Ikan :

Waktu		Temperatur (C)				
(jam)	(posisi)	T1	T2	T3	Rata-rata	L
0	11.30	1	1,5	13	5,17	
1	12.30	1,5	1,5	10	4,33	
2	13.30	2	1,5	10	4,50	
3	14.30	1,5	1,5	10	4,33	
4	15.30	2	2	10,5	4,83	
5	16.30	2	2	10,5	4,83	
6	17.30	1,5	2,5	10,5	4,83	
7	18.30	1,5	2,5	10,5	4,83	
8	19.30	1,5	2,5	10,5	4,83	
9	20.30	1,5	3	10,5	5,00	
10	21.30	1,5	3	10,5	5,00	
11	22.30	0,5	4	10,5	5,00	
12	23.30	0,5	4	10,5	5,00	
13	00.30	1	4	10,5	5,17	
14	01.30	0,5	4,5	11	5,33	
15	02.30	1	5	11	5,67	
16	03.30	1	5	11	5,67	

DENGAN ES (H2O padat)

13,5 kg
- kg

Tanggal : 23 AprilWaktu : 11.30Temperatur Ikan :

Waktu		Temperatur (C)				
Waktu (jam)	(posisi)	T1	T2	T3	Rata-rata	Luas
24	11.30	0	7	12	6,33	31
25	12.30	0	8	13	7,00	32
26	13.30	0	8	13	7,00	32
27	14.30	0	8	13	7,00	32
28	15.30	0	8	13	7,00	32
29	16.30	0	9	13	7,33	32
30	17.30	0	9	13	7,33	31
31	18.30	0	9	13	7,33	31
32	19.30	0,5	9	13	7,50	31
33	20.30	0	9	13	7,33	31
34	21.30	0	9	12,5	7,17	30
35	22.30	0	9	12,5	7,17	30
36	23.30	0	9	12,5	7,17	30
37	00.30	0	9,5	13	7,50	30
38	01.30	0	9,5	13	7,50	30
39	02.30	0	9,5	13	7,50	30
40	03.30	0	9,5	12,5	7,33	29

IAN DENGAN ES (H2O padat)

: 13,5 kg

Tanggal : 24 A

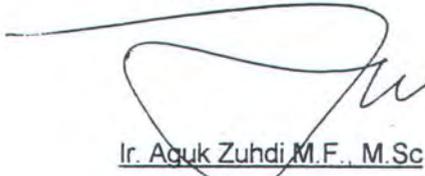
n : - kg

Waktu : 11.

Temperatur Ikan :

Waktu		Temperatur (C)				
(jam)	(posisi)	T1	T2	T3	Rata-rata	
48	11.30	1	10,5	14	8,50	
49	12.30	1	10,5	14	8,50	
50	13.30	1	10,5	14	8,50	
51	14.30	1	10,5	14	8,50	
52	15.30	1,5	11	14	8,83	
53	16.30	2	11	14	9,00	
54	17.30	2	11	14	9,00	
55	18.30	2,5	11	14	9,17	
56	19.30	2,5	11	14	9,17	
57	20.30	3	11	14	9,33	

Mengetahui,
Dosen Pembimbing I



Ir. Agung Zuhdi, M.F., M.Sc

M GABUNGAN ES (H₂O padat) DENGAN ES KERING (CO₂ padat)

Berat : 13,5 kg
 Berat : - kg
 Berat : - kg

Tanggal : 22 AprilWaktu : 11.30Temperatur Ikan :

Waktu		Temperatur (C)				
Waktu (jam)	(posisi)	T1	T2	T3	Rata-rata	Lu
0	11.30	0	2	3,5	1,83	3
1	12.30	1	1,5	3,5	2,00	3
2	13.30	2	1,5	3	2,17	3
3	14.30	1,5	1,5	4,5	2,50	3
4	15.30	2	1,5	4	2,50	3
5	16.30	1,5	2	4	2,50	3
6	17.30	1,5	2	3,5	2,33	3
7	18.30	1	2	4	2,33	3
8	19.30	1	2	4	2,33	3
9	20.30	0	2	4	2,00	3
10	21.30	0	2,5	4	2,17	3
11	22.30	0	2	4,5	2,17	3
12	23.30	0	3	4	2,33	3
13	00.30	0	3	4	2,33	3
14	01.30	0	3	4	2,33	3
15	02.30	0	3	4	2,33	3
16	03.30	0	3	4,5	2,50	3

IN GABUNGAN ES (H2O padat) DENGAN ES KERING (CO2 padat)

ering : 13,5 kg
 : - kg
 : - kg

Tanggal : 23 Apr

Waktu : 11.30

Temperatur Ikan :

Waktu		Temperatur (C)				
Jam	(posisi)	T1	T2	T3	Rata-rata	LU
24	11.30	0	5	5	3,33	3
25	12.30	0	5	5	3,33	3
26	13.30	0	5	6	3,67	3
27	14.30	0	5	6	3,67	3
28	15.30	0	5	6	3,67	3
29	16.30	0	4,5	5,5	3,33	3
30	17.30	0	4,5	5,5	3,33	3
31	18.30	0	5	5,5	3,50	3
32	19.30	0	5,5	5,5	3,67	3
33	20.30	0	5	5,5	3,50	3
34	21.30	0	5	5,5	3,50	3
35	22.30	1	5	6	4,00	3
36	23.30	1	5	6	4,00	3
37	00.30	1	6	6,5	4,50	3
38	01.30	1,5	7	8	5,50	3
39	02.30	2	8	9	6,33	3
40	03.30	3	9	10	7,33	3
41	04.30	4,5	10,5	11	8,67	3

I GABUNGAN ES (H2O padat) DENGAN ES KERING (CO2 padat)

ring : 13,5 kg
- kg
kg

Tanggal : 24 April

Waktu : 11.30

Temperatur Ikan :

Waktu		Temperatur (C)				
Waktu (jam)	(posisi)	T1	T2	T3	Rata-rata	Luas
18	11.30	13	17	17	15,67	33
19	12.30	14	17	18	16,33	33
20	13.30	15	18	18,5	17,17	33
21	14.30	15	19	19	17,67	33
22	15.30	16	20	20	18,67	33
23	16.30	17	20,5	21	19,50	32
24	17.30	18	21	21	20,00	31
25	18.30	18	21,5	21,5	20,33	31
26	19.30	19	22	22	21,00	31
27	20.30	19,5	22,5	23	21,67	30

Mengetahui,
Dosen Pembimbing I



Ir. Agung Zuhdi M.F., M.Sc

LAN DENGAN ES (H₂O padat)

: 9 kg
 n : 15 kg

Tanggal : 1 Mei

Waktu : 20.15

Temperatur Ikan : _____

Waktu		Temperatur (C)				
(jam)	(posisi)	T1	T2	T3	Rata-rata	
0	20.15	1	2	6	3,00	
1	21.15	0,5	1,5	6	2,67	
2	22.15	0,5	1,5	6	2,67	
3	23.15	0,5	1,5	7	3,00	
4	00.15	0,5	1,5	7	3,00	
5	01.15	0,5	1,5	7,5	3,17	
6	02.15	0,5	1,5	8	3,33	
7	03.15	0,5	1,5	8	3,33	
8	04.15	0,5	1,5	9	3,67	
9	05.15	0,5	1,5	9,5	3,83	
10	06.15	0,5	1,5	9,5	3,83	
11	07.15	0,5	2	9,5	4,00	
12	08.15	0,5	2	9,5	4,00	
13	09.15	0,5	2	10	4,17	
14	10.15	0,5	2	10	4,17	
15	11.15	0,5	2	10,5	4,33	
16	12.15	0,5	2	11	4,50	

I DENGAN ES (H2O padat)

9 kg
15 kg

Tanggal : 2 Mei

Waktu : 20.15

Temperatur. Ikan : 6.5

Waktu		Temperatur (C)				
m)	(posisi)	T1	T2	T3	Rata-rata	Lua
4	20.15	1	3,5	13,5	6,00	30
5	21.15	1	4	14	6,33	30
6	22.15	1	5	14	6,67	30
7	23.15	1	6	14	7,00	30
8	00.15	1	6,5	14	7,17	29
9	01.15	1	7	14	7,33	29
0	02.15	1,5	7,5	14,5	7,83	29
1	03.15	1,5	8	14,5	8,00	29
2	04.15	2	8,5	15	8,50	29
3	05.15	2	9	15	8,67	29
4	06.15	2,5	9,5	15	9,00	29
5	07.15	2,5	9,5	15	9,00	29
6	08.15	3	10	15,5	9,50	30

Mengetahui,
Dosen Pembimbing I



AN GABUNGAN ES (H2O padat) DENGAN ES KERING (CO2 padat)

Kering : 9 kg
3 kg
 i : 15 kg

Tanggal : 1 Mei
 Waktu : 20.15
 Temperatur Ikan : 6

Waktu		Temperatur (C)				
jam	(posisi)	T1	T2	T3	Rata-rata	L
0	20.15	0,5	0,5	2	1,00	
1	21.15	0	0,5	1,5	0,67	
2	22.15	0	0,5	1,5	0,67	
3	23.15	0	0	1,5	0,50	
4	00.15	0	0	1,5	0,50	
5	01.15	0	0	1,5	0,50	
6	02.15	0	0	1,5	0,50	
7	03.15	0	0	1,5	0,50	
8	04.15	0	0	2	0,67	
9	05.15	0	0	2	0,67	
10	06.15	0	0	2	0,67	
11	07.15	0	0	2,5	0,83	
12	08.15	0	0	2,5	0,83	
13	09.15	0	0	3	1,00	
14	10.15	0	0	3	1,00	
15	11.15	0	0	3,5	1,17	
16	12.15	0	0,5	3,5	1,33	

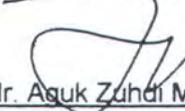
AN GABUNGAN ES (H2O padat) DENGAN ES KERING (CO2 padat)

Kering : 9 kg
3 kg
15 kg

Tanggal : 2 Mei 2023

Waktu : 20.15 WIB

Temperatur Ikan : 6,5°C

Mengetar

 Ir. Agung Zuhdi M.

Waktu		Temperatur (C)				
(jam)	(posisi)	T1	T2		T3	L
24	20.15	0	1	5	2,00	
25	21.15	0	1	5,5	2,17	
26	22.15	0	1	5,5	2,17	
27	23.15	0	1	6	2,33	
28	00.15	0	1	6	2,33	
29	01.15	0	1,5	6,5	2,67	
30	02.15	0	1,5	6,5	2,67	
31	03.15	0	1,5	6,5	2,67	
32	04.15	0	2	7	3,00	
33	05.15	0	2	7	3,00	
34	06.15	0	2	7	3,00	
35	07.15	0	2	7	3,00	
36	08.15	0,5	2	7,5	3,33	
37	09.15	0,5	2	8	3,50	
38	10.15	0,5	2	8,5	3,67	
39	11.15	1	2,5	9	4,17	
40	12.15	1	3	10	4,67	
41	13.15	1,5	3	10	4,83	

GABUNGAN ES (H2O padat) DENGAN ES KERING (CO2 padat)

ing : 6 kg
3 kg
20 kg

Tanggal : 16 Mei 2016Waktu : 22.00 WTemperatur Ikan :

Waktu (n)	(posisi)	Temperatur (C)				
		T1	T2	T3	Rata-rata	Luas
	22.00	11	10	6	9,00	30
	23.00	9	7,5	5	7,17	30
	00.00	5	4,5	3,5	4,33	29
	01.00	4	4	3	3,67	29
	02.00	3,5	3	3	3,17	29
	03.00	3	3	3	3,00	29
	04.00	2	2	2	2,00	28
	05.00	1,5	1,5	2	1,67	28
	06.00	1	1,5	2	1,50	28
	07.00	0,5	1	2,5	1,33	29
	08.00	0,5	1	2,5	1,33	29
	09.00	0,5	1	3	1,50	29
	10.00	0,5	1	3	1,50	30
	11.00	0,5	1	3	1,50	30
	12.00	0,5	1	3,5	1,67	31
	13.00	0,5	1	3,5	1,67	31
	14.00	0,5	1	4	1,83	31

SABUNGAN ES (H2O padat) DENGAN ES KERING (CO2 padat)

ng : 6 kg
3 kg
20 kg

Tanggal : 17 Mei 20

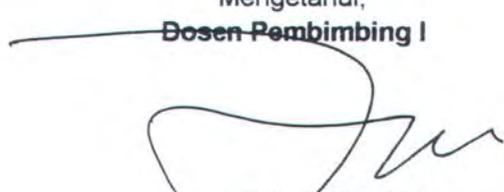
Waktu : 22.00 WIL

Temperatur Ikan :

Waktu		Temperatur (C)				
Waktu	(posisi)	T1	T2		T3	Luar
	22.00	2	2,5	9	4,50	30
	23.00	2	3	9,5	4,83	29
	00.00	2,5	3,5	10	5,33	29
	01.00	3,5	4	10,5	6,00	29
	02.00	4	4,5	11	6,50	29
	03.00	4,5	4,5	11	6,67	29
	04.00	5	5	11,5	7,17	29
	05.00	6	6	12	8,00	28
	06.00	6	6	13	8,33	28
	07.00	7	7	13	9,00	28
	08.00	8	8	13	9,67	29
	09.00	8	9	14	10,33	30

Mengetahui,

Dosen Pembimbing I



PERHITUNGAN BEBAN PENDINGINAN

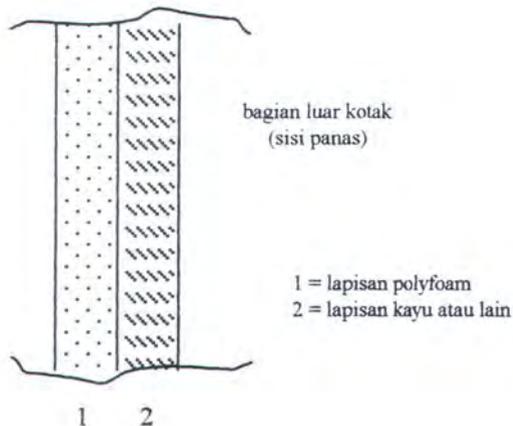
Perhitungan beban pendinginan pada kalibrasi prototipe untuk Coolbox Dengan Pendingin Es :

- a. Beban pendinginan karena muatan ikan

Tidak ada (nol) karena pada kalibrasi prototipe tidak menggunakan muatan.

- b. Beban pendinginan karena penerimaan panas sisi

Merupakan pengaruh dari desain coolbox khususnya material insulator yang digunakan. Coolbox pendingin es menggunakan dua jenis insulator yakni sterofoam (polyfoam) dan polywood.



Rumusan yang digunakan :

$$q = \frac{A.(T_1 - T_2)}{\frac{x_1}{k_1} + \frac{x_2}{k_2}}$$

A : Luasan sisi-sisi dan tutup coolbox, detail pada Lampiran 2

- sisi depan dan belakang

$$2 \times 0,542 \times 0,358 = 0,388 \text{ m}^2$$

- sisi kanan dan kiri

$$2 \times 0,392 \times 0,358 = 0,281 \text{ m}^2$$

- sisi atas

$$1 \times 0,543 \times 0,392 = 0,213 \text{ m}^2$$

Total 0,882 m²

x : Tebal material insulasi, detail pada Lampiran 2

$$x_1 = 0,027 \text{ m}$$

$$x_2 = 0,009 \text{ m}$$

k : Konduktifitas thermal, detail pada Tabel 2.3.

$$k_1 = 0,0462 \text{ kkal/ jam m}^\circ \text{C} \quad k_2 = 0,2973 \text{ kkal/ jam m}^\circ \text{C}$$

maka dihitung :

$$q = \frac{0,882 (29 - 0)}{0,027/0,0462 + 0,009/0,2973}$$
$$= 41,612 \text{ kkal/ jam}$$

ila menggunakan es (panas laten 80 kkal/ kg) untuk menyerap kalor tersebut

aka dibutuhkan es sebanyak :

$$m = \frac{q}{c} = \frac{(\text{kkal/ jam})}{(\text{kkal/kg})}$$

Beban pendinginan karena pergantian udara

Merupakan pengaruh penerimaan panas oleh pergantian udara saat tutup coolbox dibuka atau adanya kebocoran. Untuk sementara ditiadakan.

Penggunaan es sebanyak 13,5 kg merupakan data dari nelayan, bahwa es tersebut digunakan untuk mendinginkan ikan sebanyak 25 kg untuk waktu pendinginan 15

jam. Dari perhitungan beban pendinginan sebelumnya, untuk penggunaan es

sebanyak 13,5 kg hanya digunakan menahan laju kalor akibat penerimaan sisi

coolbox, maka minimal coolbox harus dapat bekerja selama 27 jam. Pada

Gambar 4.1.a. dan **Gambar 4.1.b** terlihat bahwa coolbox mampu bekerja lebih

dari 27 jam dan mulai terlihat perubahan pada jam ke-30. Menurut hitungan

kritis dapat disimpulkan bahwa coolbox tersebut berfungsi dengan baik.

nilai T_2 diganti menjadi 6°C maka

$$q = \frac{0,882 (29 - 6)}{0,027/ 0,0462 + 0,009/ 0,2973}$$

$$= 33,002 \text{ kkal/ jam}$$

$$m = q/ c_p \quad (\text{kkal/ jam}) / (\text{kkal/kg})$$

$$= 33,002/ 80$$

$$m = 0.4125 \text{ kg/ iam}$$

RHITUNGAN BEBAN PENDINGINAN

hitungan beban pendinginan pada eksperimen pertama untuk Coolbox Dengan
dingin Es :

Beban pendinginan karena muatan ikan

Rumusan yang digunakan :

$$Q = m \cdot (T_1 - T_2) \cdot c$$

m : Berat ikan yang akan didinginkan $m = 15 \text{ kg}$

T_1 : Temperatur awal ikan $T_1 = 6,5^\circ \text{C}$

T_2 : Temperatur yang diinginkan sebesar $T_2 = 0^\circ \text{C}$

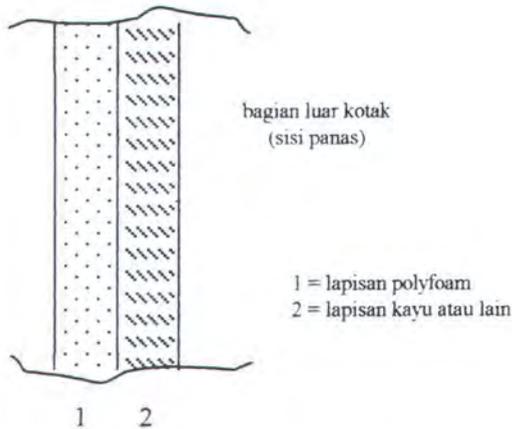
c : Panas spesifik ikan $c = 0,80 \text{ kkal/ kg }^\circ \text{C}$

maka dihitung :

$$\begin{aligned} Q &= 15 \cdot (6,5 - 0) \cdot 0,80 \\ &= 78 \text{ kkal} \end{aligned}$$

Bila menggunakan es (panas laten 80 kkal/ kg) untuk menyerap kalor tersebut maka dibutuhkan es sebanyak :

$$\begin{aligned} m &= Q / c_p && \text{kkal/ (kkal/kg)} \\ &= 78 / 80 \\ m &= 0,975 && \approx 1 \text{ kg} \end{aligned}$$



Rumusan yang digunakan :

$$q = \frac{A (T_1 - T_2)}{x_1/k_1 + x_2/k_2}$$

T_1 : Temperatur luar coolbox (lingkungan), ditentukan dari rata-rata pada lampiran 2. $T_1 = 30^\circ \text{C}$

T_2 : Temperatur dalam coolbox, diinginkan sebesar $T_2 = 0^\circ \text{C}$

A : Luasan sisi-sisi dan tutup coolbox, detail pada Gambar 3.2.a

- sisi depan dan belakang

$$2 \times 0,542 \times 0,358 = 0,388 \text{ m}^2$$

- sisi kanan dan kiri

$$2 \times 0,392 \times 0,358 = 0,281 \text{ m}^2$$

- sisi atas

k : Konduktifitas thermal, detail pada Tabel 2.3.

$$k_1 = 0,0462 \text{ kkal/ jam m}^\circ \text{C} \quad k_2 = 0,2973 \text{ kkal/ jam m}^\circ \text{C}$$

maka dihitung :

$$q = \frac{0,882 (29 - 0)}{0,027/ 0,0462 + 0,009/ 0,2973}$$
$$= 41,612 \text{ kkal/ jam}$$

Bila menggunakan es (panas laten 80 kkal/ kg) untuk menyerap kalor tersebut maka dibutuhkan es sebanyak :

$$m = q/ c_p \quad (\text{kkal/ jam}) / (\text{kkal/kg})$$
$$= 41,612/ 80$$
$$m = 0,510 \quad \approx 0,5 \text{ kg/ jam}$$

Beban pendinginan karena penerimaan panas sisi

Merupakan pengaruh penerimaan panas oleh pergantian udara saat tutup coolbox dibuka atau adanya kebocoran. Untuk sementara ditiadakan.

Penggunaan es sebanyak 9 kg merupakan data dari nelayan yang sudah alikan dengan faktor pembanding untuk ukuran coolbox yang didesain. Dari hitungan beban pendinginan sebelumnya, untuk mendinginkan muatan ikan utuhkan es sebanyak 1kg dari total es dan sisanya 8 kg digunakan menahan

... Dengan es sebanyak 8 kg, minimal

sa nilai T_2 diganti menjadi 6°C maka

$$q = \frac{0,882 (29 - 6)}{0,027/0,0462 + 0,009/0,2973}$$

$$= 33,002 \text{ kkal/ jam}$$

$$m = q/ c_p \quad (\text{kkal/ jam}) / (\text{kkal/kg})$$

$$= 33,002/ 80$$

$$m = 0,4125 \text{ kg/ jam}$$

Untuk penggunaan es sebanyak 8 kg hanya digunakan menahan laju kalor akibat

penyerapan sisi coolbox, maka minimal coolbox harus dapat bekerja selama 19,4

jam.



FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN – ITS
JURUSAN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN
KAMPUS ITS KEPUTIH SUKOLILO SURABAYA 60111
TELP. 5994754, 5994251 – 55 PES. 1102 FAX 5994754

SURAT KEPUTUSAN Pengerjaan Tugas Akhir KS 1701

Sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Perkapalan Fakultas Teknologi Kelautan ITS, maka perlu diterbitkan Surat Pengerjaan Tugas Akhir yang memberikan tugas kepada mahasiswa tersebut di bawah ini untuk mengerjakan Tugas sesuai judul dan lingkup bahasan yang telah

nama	: NUR HIDAYAT
P. No.	: 4294 100 012
Pembimbing	: Ir. Agoek Zuhdi, MF, M.Sc Ir. Alam Baheramsyah, M.Sc
Tanggal Tugas Diberikan	: Februari 2003
Tanggal Tugas Diselesaikan	:
Judul Tugas Akhir	: DESAIN COOLBOX UNTUK IKAN MENGUNAKAN METODE PENDINGIN GABUNGAN ES (H₂O padat) DAN ES KERING (CO₂ padat)

Februari 2003

Jurusan Teknik Sistem Perkapalan
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN – ITS


A. Masroeri. M.Eng

LEMBAR EVALUASI PRESENTASI PROPOSAL TUGAS AKHIR (P-1)

Mahasiswa: NUR HIDAYAT NRP: 4294100012
 Topikal: Desain Cool Box Untuk Ikan Menggunakan Metode Pendingin Gabungan Es (H_2O padat) dan Es Kering (CO_2 padat)
 Semester: Gasal / Genap Tahun Ajaran: 02/03 Tanggal Presentasi: 21/02/03

HASIL PENILAIAN OLEH TIM PENGUJI

Nilai Presentasi Proposal	Kelompok Bidang Studi yang direkomendasikan
Proposal diterima tanpa perbaikan	1. Marine Power Plants (MPP)
Proposal diterima dengan perbaikan	2. Marine Machinery and Systems (MMS)
Proposal ditolak dan ikut Pra-TA lagi	3. Marine Automation and Electrical System (MEAS)
	4. Marine Reliability and Safety (MRS)
	5. Marine Manufacture and Design (MFD)

(bila diperlukan dapat dilanjutkan pada halaman kosong dibalik)

Disetujui oleh P. Agung +
 P. Alam

Nama Dosen Penguji	Tanda Tangan	No	Nama Dosen Penguji	Tanda Tangan
ALAM		6	IRFAN	
INDRAYAYA G.		7	HARI P.	
DWI P.		8	Suryo W. A.	
WAYAN LINGGA		9		
BUYUNG F.		10		

HASIL PENILAIAN OLEH KELOMPOK BIDANG STUDI (diisi oleh Kelompok bidang Studi yang ditunjuk)

Pembimbing yang ditunjuk: AGUK ZUHDI sbg Dosen Pembimbing Utama

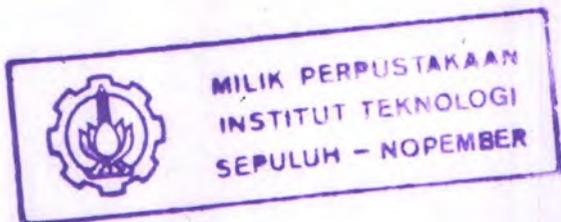
LEMBAR EVALUASI PRESENTASI INTERIM (P-2) TUGAS AKHIR

ahasiswa: NUR HIDAYATI	NRP Mahasiswa: 4294108012	
gas Akhir: DESAIN COOL BOX UNTUK IRAN MENGGUNAKAN PENDINGINAN GABUNGAN (ES (ICE PADAT) DAN ES KE RING (CO ₂ PADAT))		
Pembimbing I: IRAGUK ZCHDI HUGY	Semester: Gasal / Genap	Tahun Ajaran:
Pembimbing II: KALIMY BAHWAISYAH	Tanggal Presentasi: 23 APRIL 2003.	

ASI OLEH TIM PENGUJI

...sug mengikuti Presentasi Akhir Istimewa (P3+) 1 (satu) minggu setelah presentasi ini
...njutkan penulisan TA dan mengikuti Presentasi Akhir (P3) 3 (tiga) minggu sebelum yudisium
...njutkan penulisan TA dan mengikuti Presentasi Interim (P2) pada semester berikutnya.
...batalkan penulisan TA dan wajib mengajukan Proposal baru.

: (bila dipertukan dapat dilanjutkan pada halaman kosong di balik)



**LEMBAR KEMAJUAN Pengerjaan
TUGAS AKHIR (KS 1701)**

Nama : **Nur Hidayat**

IRP. : **4294 100 012**

Judul Tugas Akhir : DESAIN COOLBOX UNTUK IKAN MENGGUNAKAN
METODE PENDINGIN GABUNGAN ES (H₂O padat) DAN
ES KERING (CO₂ padat)

Dosen Pembimbing : **Ir. Agoek Zuhdi, MF, M.Sc**

Ir. Alam Baheramsyah, M.Sc

Tanggal	Kegiatan	Rencana Asistensi Berikutnya Tanggal	Paraf
2003	Asistensi Awal	19/3 2003	
2003	Perumusan Masalah	3/4 2003	
2003	Metodologi	7/4 2003	
2003	Penentuan Data Untuk Di Survey	9/4 2003	
2003	Evaluasi Data Survey dan Persiapan Percobaan	14/4 2003	
2003	Percobaan Bedon (Kalibrasi Alat)	17/4 2003	
2003	Asistensi Bab I dan II	21/4 2003	
2003	Evaluasi Persiapan P2	24/4 2003	
2003	Evaluasi Persiapan P2		

**LEMBAR KEMAJUAN Pengerjaan
TUGAS AKHIR (KS 1701)**

nama : **Nur Hidayat**

N.P. : **4294 100 012**

Judul Tugas Akhir : DESAIN COOLBOX UNTUK IKAN MENGGUNAKAN
METODE PENDINGIN GABUNGAN ES (H₂O padat) DAN
ES KERING (CO₂ padat)

Dosen Pembimbing : **Ir. Agung Zuhdi, MF, M.Sc**

Ir. Alam Baheramasyah, M.Sc

Tanggal	Kegiatan	Rencana Asistensi Berikutnya Tanggal	Paraf
05	Rencana Es II	26/03	A
02	Nilai hasil dan merk	26/03	A
01	Membaca bab III dan bab IV, pelaksanaan	29/03	A
03	Membaca bab IV	31/03	A
01	Perbaikan gambar	04/04	A
03	Membaca pembekuan dan es	04/04	A
01	Perbaikan dan penulisan	17/04	A
01	Membaca dan penulisan	17/04	A

dan lampiran 5 & 6

.../tidak/dibatalkan untuk diulangi

