

32849/H/08



65



ITS
Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember

RSSP
623.853 5
Sap
B-1

2008

TUGAS AKHIR - LS 1336

OPTIMALISASI REFRIGERATED SEA WATER (RSW) UNTUK SISTEM PENDINGIN IKAN PADA KAPAL IKAN KM NAPOLEON

ANGGARA HAVID SAPUTRA
NRP 4206 100 516

Dosen Pembimbing
Ir. Alam Baheramsyah, MSc

PERPUSTAKAAN ITS	
Tgl. Terima	6-8-2008
Terima Dari	H
No. Agenda Prg.	2313/44

JURUSAN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2008



ITS
Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember

TUGAS AKHIR - LS 1336

**OPTIMALISASI *REFRIGERATED SEA WATER* (RSW)
UNTUK SISTEM PENDINGIN IKAN PADA KAPAL IKAN
KM NAPOLEON**

**ANGGARA HAVID SAPUTRA
NRP 4206 100 516**

**Dosen Pembimbing
Ir. Alam Baheramsyah, MSc**

**JURUSAN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2008**

1991-1992

OPTIMALISASI SISTEM PERAIRAN
MELALUI PENYALURAN AIR
DARI LAGUNA KE BUKIT KEMUNING
MELALUI TUNJUNG

1991-1992

1991-1992

1991-1992



ITS
Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember

FINAL PROJECT - LS 1336

OPTIMALIZATION OF REFRIGERATED SEA WATER (RSW) IN "MV. NAPOLEON" FISHING VESSEL

**ANGGARA HAVID SAPUTRA
NRP 4206 100 516**

**Supervisor
Ir. Alam Baheramsyah, MSc**

**DEPARTEMENT OF MARINE ENGINEERING
Faculty Of Ocean Technology
Sepuluh Nopember Institute Of Technology
Surabaya 2008**

LEMBAR PENGESAHAN

LEMBAR PENGESAHAN

**OPTIMALISASI REFRIGERATED SEA WATER (RSW)
UNTUK SISTEM PENDINGIN IKAN PADA KAPAL
IKAN KMLNAPOLEON**

TUGAS AKHIR

**Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada
Bidang Studi Marine Machinery System (MMS)
Program Studi S1 Jurusan Teknik Sistem Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember**

Oleh :

**ANGGARA HAVID SAPUTRA
NRP : 4206 100 516**

Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir :
Ir. Alam Baheramsyah, MSc



**SURABAYA
Juni, 2008**

MASSACHUSETTS

OFFICE OF THE ATTORNEY GENERAL
STATE HOUSE, BOSTON, MASSACHUSETTS

NOTICE

That the undersigned has been appointed
Attorney General of the State of Massachusetts

and

has taken the oath of office and qualification
and is now ready to receive applications
for the office of Attorney General
and to perform the duties thereof.

1904

WALTER B. WATSON
ATTORNEY GENERAL

WALTER B. WATSON
ATTORNEY GENERAL

WALTER B. WATSON
ATTORNEY GENERAL

LEMBAR PENGESAHAN

**OPTIMALISASI REFRIGERATED SEA WATER (RSW)
UNTUK SISTEM PENDINGIN IKAN PADA KAPAL
IKAN KML.NAPOLEON**

TUGAS AKHIR

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada

Bidang Studi Marine Machinery System (MMS)
Program Studi S1 Jurusan Teknik Sistem Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

ANGGARA HAVID SAPUTRA
NRP : 4206 100 516

Disetujui oleh Ketua Jurusan :



Ir. Alam Baheramsyah, MSc

NIP. 131 993 365

SURABAYA

Juni, 2008

PARABERKENDERAAN

PERATURAN DAERAH KABUPATEN KARANGASEM
TENTANG PERUBAHAN PERATURAN DAERAH
KABUPATEN KARANGASEM

DAFTAR ISI

1. PENDAHULUAN
2. PASAL-PASAL

3. PENYIMPULAN
4. LAMPIRAN
5. PENUTUP

KARANGASEM, 15 MAREK 1984
GUBURU DAERAH

1. PENDAHULUAN

1.1. TENTANG PERUBAHAN
1.2. PASAL-PASAL

1.3. PENYIMPULAN
1.4. LAMPIRAN



ABSTRAK

OPTIMALISASI REFRIGERATED SEA WATER (RSW) UNTUK SISTEM PENDINGIN IKAN PADA KAPAL IKAN KM. NAPOLEON

Nama Mahasiswa : ANGGARA HAVID SAPUTRA
NRP : 4206 100 516
Jurusan : Teknik Sistem Perkapalan FTK-ITS
Dosen Pembimbing : Ir. ALAM BAHERAMSYAH, MSc

Abstrak

Kapal ikan Napoleon dilengkapi dengan sistem pendinginan ikan yang berupa Refrigerated Sea Water (RSW) untuk mendinginkan ruang palka ikan. Ikan hasil pendinginan tersebut menjadi ikan segar asin karena air laut yang digunakan sebagai media pendingin tidak tersirkulasi sempurna sehingga terjadi konsentrasi garam yang berlebih yang menyebabkan ikan terlalu banyak menyerap garam dari air laut.

Dalam Tugas akhir ini mengoptimalkan sistem pendinginan RSW dengan menemukan mode dan prosedur pendinginan serta sirkulasi air pendingin untuk menghindari konsentrasi garam yang berlebih. Dalam pengoptimalan ini digunakan indikator berupa salinitas, temperatur serta pertumbuhan bakteri. Dalam hal ini salinitas dapat diketahui dengan melakukan perhitungan dengan beberapa variasi temperatur. Sedangkan untuk bakteri dapat diketahui waktu serta temperatur inkubasi. Selain itu dilakukan juga perhitungan terhadap flow rate RSW dan waktu sirkulasi yang dibutuhkan berdasarkan kapasitas beban pendingin pada ruang palka.

Dari hasil perhitungan diperoleh bahwa waktu sirkulasi RSW adalah setiap 2 jam sekali dengan temperatur diatur antara -2°C sampai 0°C dimana itu merupakan waktu dan temperatur yang tepat untuk menghindari konsentrasi garam yang berlebih serta dapat menekan pertumbuhan bakteri.

Kata kunci : Refrigerated Sea Water (RSW), kapal ikan, optimalisasi

ABSTRACT

OPTIMALIZATION OF REFRIGERATED SEA WATER (RSW) IN "MV. NAPOLEON" FISHING VESSEL

Name : ANGGARA HAVID SAPUTRA
NRP : 4206 100 516
Departement : Marine Engineering FTK-ITS
Supervisor : Ir. ALAM BAHERAMSYAH, MSc

Abstract

Napoleon fishing vessel provided with Refrigerated Sea Water (RSW) fish cooling system to make cool the fish hold. Fish from that refrigeration become to briny fresh fish because sea water which used for refrigeration is not circulate perfectly so that happened the excessive salt concentration. That causing the fish too much permeating salt from sea water.

In this final project is optimizing the RSW cooling system by finding mode and refrigeration procedure and circulation of RSW to avoid the excessive salt concentration. In this optimize used indicator in the form of salinity, temperature and also bacterium growth. In this case, salinity knowable by calculating with a few variation of temperature. In other also calculating of RSW flow rate and circulation time that required based on cooling load capacity in fish hold.

From calculation result obtained that RSW circulating time is every 2 hours with the temperature arranged between -2°C until 0°C where that represent the correct temperature and time to avoid the excessive salt concentration and also can depress the bacterium growth.

Key word : Refrigerated Sea Water (RSW), fishing vessel, optimalization

KATA PENGANTAR

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah. Segala puji bagi Allah seru sekalian alam yang telah menciptakan manusia, alam semesta, dan kehidupan dengan sempurna. Sesungguhnya saya bersaksi bahwa tiada Illah kecuali Allah dan Muhammad adalah utusan Allah. Beliaulah yang telah memberikan kekuatan kepada hambanya yang lemah ini sehingga mampu menyelesaikan laporan Tugas Akhir yang berjudul " **Optimalisasi Refrigerated Sea Water (RSW) Untuk Sistem Pendingin Ikan Pada Kapal Ikan KM. Napoleon** " ini .

Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat menyelesaikan pendidikan di Jurusan Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya. Semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi para Pembaca. Penulis menyadari dalam penyusunan Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan sehingga penulis mengharapkan kritik dan saran dari pembaca.

Surabaya, Juni 2008
Penulis

UCAPAN TERIMA KASIH

Pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada pihak – pihak yang membantu penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.

1. Bapak Ir. Alam Baheamsyah, MSc selaku dosen pembimbing dan Ketua Jurusan Teknik Sistem Perkapalan atas bimbingan serta segala masukan – masukan yang diberikan untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Ir. Tjoek Suprayitno selaku dosen wali atas segala bimbingan dan arahan selama kuliah di Jurusan Teknik Sistem Perkapalan. Bapak – bapak dosen Jurusan Teknik Sistem Perkapalan yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu atas segala ilmu yang telah diberikan serta seluruh karyawan Jurusan Teknik Sistem Perkapalan atas segala bantuannya.
3. Seluruh Staf dan Karyawan Balai Besar Pengembangan Penangkapan Ikan (BBPPI) Semarang, Bapak Aris, Bapak Asikin, Pak Okta, Pak Tris, Pak Sigit dll yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu atas segala bantuan data yang diberikan dalam menyelesaikan Tugas` Akhir ini.
4. Ayah dan Bunda yang senantiasa memberikan doa, dorongan semangat dan kasih sayang yang telah diberikan. Adik – adikku, Tia, Ubaid, Siska atas segala kasih sayang dan juga doa maupun semangat yang telah diberikan serta sahabat – sahabat Lintas Jalur 06 yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu atas kekompakan, dan bantuan yang telah diberikan.

Penulis berharap semoga keikhlasan dalam membantu hingga terselesaikannya laporan Tugas Akhir ini mendapat balasan dari Allah SWT. Dan semoga Allah menjadikan pengorbanan waktu dan tenaga ini sebagai salah satu amal sholeh untuk bekal di akherat kelak. Amien.

Surabaya, Juli 2008
Penulis

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI

Halaman Judul	
Lembar Pengesahan	
Abstrak	
<i>Abstract</i>	
Kata Pengantar	i
Ucapan Terima Kasih	ii
Daftar Isi	iii
Daftar Gambar	vi
Daftar Tabel	viii
Daftar Lampiran	x
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	4
1.3 Batasan Masalah	4
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 <i>Refrigerated Sea Water</i> (RSW)	
2.1.1 Pengertian <i>Refrigerated Sea Water</i> (RSW)	5
2.1.2 Prinsip Kerja <i>Refrigerated Sea Water</i> (RSW)	7
2.1.3 Operasional <i>Refrigerated Sea Water</i> (RSW)	8
2.1.4 Sistem Pendinginan <i>Refrigerated Sea Water</i> (RSW)	9
2.2 Kapasitas Beban Pendingin	10
2.2.1 Koefisien Perpindahan Panas Menyeluruh (U)	11
2.2.2 Beban Pendingin	13
2.3 Kualitas Ikan Pada <i>Refrigerated Sea Water</i> (RSW)	16

2.3.1	Pembusukan Ikan	18
2.3.2	Bakteri Pembusuk Ikan	23
2.3.3	Pertumbuhan Bakteri	24
2.4	Salinitas Air Laut	25
2.5	Kadar Garam Pada <i>Refrigerated Sea Water</i> (RSW)	26
2.5.1	Pengukuran Salinitas	28
2.5.2	<i>Electrical Conductivity Method</i>	34
2.6	Kesetimbangan Energi dan Massa	37
2.6.1	Laju Aliran Energi	37
2.6.2	Laju Aliran Massa	37
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		
3.1	Studi Literatur	39
3.2	Pengumpulan Data	39
3.2.1	Data Pendukung	40
3.2.2	Data Spesifikasi Peralatan Pendingin	40
3.3	Pengolahan Data	41
3.4	Perhitungan Teknis	41
3.4.1	Perhitungan Beban Pendingin	41
3.4.2	Perhitungan kapasitas beban peralatan yang dibutuhkan peralatan pendingin	41
3.4.5	Pemilihan spesifikasi peralatan pendingin	42
3.5	Pengoptimalan Sistem	42
3.5.1	Perhitungan bakteri	42
3.5.2	Perhitungan salinitas	42
3.6	Evaluasi	43
3.7	Dokumentasi	43
BAB IV ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN		
4.1	Data KM Napoleon	47
4.2	Gambar Rencana Umum	51
4.3	Ruang Palka	52
4.3.1	Gambar Ruang Palka	52
4.3.2	Volume Ruang Palka	56
4.3.3	Isolasi Ruang Palka	58
4.4	Perhitungan Koefisien Perpindahan Panas (U)	59
4.5	Perhitungan Luas Dinding Ruang Palka	62
4.6	Perhitungan Beban Pendingin	68
4.6.1	Beban Produk	68

4.6.2	Beban Transmisi	70
4.6.3	Beban Infiltrasi	78
4.6.4	Beban Peralatan	81
4.6.5	Beban Radiasi	81
4.7	Kapasitas Beban Pendingin Yang Dibutuhkan Oleh Peralatan	83
4.7.1	Kapasitas Beban Pendingin Ruang Palka I	83
4.7.2	Kapasitas Beban Pendingin Ruang Palka II	83
4.7.3	Kapasitas Beban Pendingin Ruang Palka III	83
4.8	Spesifikasi Peralatan Pendingin	84
4.9	Salinitas	87
4.10	Bakteri	94
4.11	<i>Flow Rate Refrigerated Sea Water (RSW)</i>	96
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		
5.1	Kesimpulan	105
5.2	Saran	106

DAFTAR PUSTAKA
LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

DAFTAR GAMBAR

Gambar	1.1	KM Napoleon	3
	1.2	Ruang Muat KM Napoleon	3
	2.1	Diagram Siklus RSW	7
	2.2	RSW spray system	9
	2.3	Grafik hubungan temperatur, salt content dan specific gravity	27
	2.4	Salinitas dan temperatur sebagai fungsi dari densitas.	29
	2.5	Grafik hubungan antara temperature, salinitas dan density air laut	30
	2.6	Salinitas dan temperatur sebagai fungsi dari konduktifitas	32
	3.1	Flow Chart Metodologi Penelitian	46
	4.1	KM Napoleon	48
	4.2	Diesel generator system RSW KM Napoleon	48
	4.3	Compressor system RSW KM Napoleon	49
	4.4	Kondensor system RSW KM Napoleon	49
	4.5	Evaporator sistem RSW KM Napoleon	49
	4.6	Receiver system RSW KM Napoleon	50
	4.7	Katup ekspansi system RSW KM Napoleon	50
	4.8	Pompa ruang muat system RSW KM Napoleon	50
	4.9	Rencana Umum KM Napoleon	51
	4.10	Ruang Palka KM Napoleon	52
	4.11	Pengukuran ruang palka	53
	4.12	Ruang Palka I KM Napoleon (a)	53
	4.13	Ruang Palka I KM Napoleon (b)	54
	4.14	Ruang Palka II KM Napoleon (a)	54
	4.15	Ruang Palka II KM Napoleon (b)	55

4.16	Ruang Palka III KM Napoleon (a)	55
4.17	Ruang Palka III KM Napoleon (b)	56
4.18	Isolasi ruang palka	58
4.19	Grafik Psikometri	79
4.20	Grafik hubungan antara temperature dan salinitas	93
4.21	Inlet dan outlet pipa sirkulasi RSW lama	98
4.22	Inlet dan outlet pipa sirkulasi RSW perencanaan	99
4.23	Indikator temperatur untuk ruang muat	99

DAFTAR TABEL

DAFTAR TABEL

Tabel	1.1	Hasil pengujian ikan	2
	2.1	Thermal Conductivity of Materials Used in Cold Storage Walls	11
	2.2	Average Air Change per 24 hours	14
	2.3	Heat equivalent electric motor	14
	2.4	Temperatur efektif matahari pada 45°C	15
	2.5	Karakteristik ikan segar dan ikan busuk	16
	2.6	Persyaratan Mutu Ikan menurut SNI	18
	2.7	Faktor yang berpengaruh terhadap pembusukan ikan	19
	2.8	Phase kerusakan ikan	20
	2.9	Hubungan antara suhu, kegiatan bakteri dan mutu ikan	22
	2.10	Jenis bakteri berdasar temperature berkembang biak	23
	2.11	Suhu inkubasi bakteri	24
	2.12	Pertumbuhan dari suatu sel dengan waktu generasi 30 menit	25
	2.13	Komposisi air laut	26
	2.14	Properties of salt water	27
	2.15	Specific Gravity Anomaly	28
	2.16	Refractive Index of Seawater	31
	2.17	Precisions of various physical measurements and the resultant salinity	34
	4.1	Hasil pengukuran ruang palka I	53
	4.2	Hasil pengukuran ruang palka II	54
	4.3	Hasil pengukuran ruang palka III	55
	4.4	Volume ruang palka I	56
	4.5	Volume ruang palka II	57
	4.6	Volume ruang palka III	57
	4.7	Volume ruang palka	58
	4.8	Koefisien perpindahan panas (U)	62
	4.9	Luas dinding kanan ruang palka I	62
	4.10	Luas sekat frame 18	63

4.11	Luas sekat frame 20	63
4.12	Luas atap frame 18-20	64
4.13	Luas dinding kanan ruang palka II	64
4.14	Luas sekat frame 16	65
4.15	Luas atap frame 16-18	65
4.16	Luas dinding kanan ruang palka III	66
4.17	Luas sekat frame 14	66
4.18	Luas atap frame 14-16	67
4.19	Luas dinding ruang palka	67
4.20	Stowage factor muatan pada kapal ikan	68
4.21	Panas spesifik dan panas laten dari perishable food	69
4.22	Beban Transmisi masing-masing ruang palka	78
4.23	Volume udara masing-masing ruang palka	79
4.24	Beban pendingin pada masing-masing ruang palka	82
4.25	Kapasitas beban pendingin yang dibutuhkan peralatan	84
4.26	Spesifikasi motor penggerak	85
4.27	Spesifikasi kompresor	85
4.28	Spesifikasi kondensor	86
4.29	Spesifikasi pompa ruang muat	87
4.30	Kapasitas pompa ruang muat	87
4.31	Density of seawater	88
4.32	Nilai salinitas berdasar variasi temperatur sebagai fungsi densitas	89
4.33	Nilai konduktifitas berdasar variasi salinitas	90
4.34	Harga salinitas dari Electrical Conductivity Method	93
4.35	Persyaratan Mutu Ikan menurut SNI	95
4.36	Flow Rate RSW	97
4.37	Total beban pendinginan ruang palka	100
4.38	Heat capacity of seawater	100

DAFTAR LAMPIRAN

DAFTAR LAMPIRAN

- | | | |
|----------|---|--------------------------|
| Lampiran | 1 | Rencana Umum KM Napoleon |
| | 2 | Spesifikasi komponen RSW |

BAB I
PENDAHULUAN

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kapal ikan KM. Napoleon merupakan suatu kapal ikan dengan jenis kapal survey dan kapal latih milik Balai Besar Pengembangan dan Penangkapan Ikan (BBPPI) Semarang yang dilengkapi dengan system pendinginan ikan yang berupa *Refrigerated Sea Water* (RSW) yang diaplikasikan pada air laut yang ada di ruang palka KM. Napoleon. Ruang Palka KM. Napoleon berjumlah 2 buah dan ruang palka tersebut letaknya di depan ruang mesin. Pendinginan palka dengan menggunakan *Refrigerated Sea Water* (RSW) ini dilakukan pada setiap palka. Pendinginan ikan hasil tangkapan pada KM. Napoleon ini tidak optimal dimana ikan hasil tangkapan yang didinginkan terlalu banyak menyerap kadar garam sehingga berakibat ikan menjadi ikan segar asin. Padahal yang diharapkan adalah hasil tangkapan ikan yang berupa ikan segar. Ini berakibat ikan tersebut menjadi tidak layak makan atau tidak layak konsumsi karena kandungan kadar garam yang relatif tinggi. Oleh karena itu sejak pengaplikasian RSW pada kapal Napoleon pada Tahun 2005 sampai sekarang tidak pernah dioperasikan karena penggunaannya dirasa kurang optimal. Pengoptimalan *Refrigerated Sea Water* (RSW) ini diaplikasikan pada kapal Napoleon yang mempunyai data-data sebagai berikut :

Loa	: 13,3	m	
Lwl	: 9,91	m	
Bmax	: 4,4	m	
Bdl	: 4,09	m	
Hmax	: 1,31	m	
Jumlah ruang muat			: 3 buah
Daerah penangkapan			: perairan Korowelang dan sekitar Kaliwungu

Berikut ini adalah hasil pengujian laboratorium yang telah dilakukan terhadap hasil tangkapan ikan KM Napoleon :

Tabel 1.1 Hasil pengujian ikan

Jenis Ikan	Pengujian Minggu I			Pengujian Minggu II		
	ALT	Salt (%)	Organoleptik	ALT	Salt (%)	Organoleptik
Kuniran	136.10 ²	0,77	7,4	17.10 ²	1,19	7,4
Kembung	150.10 ²	0,16	7,3	10.10 ²	2,05	7,4
Pepetek	125.10 ²	0,14	7,3	19.10 ²	1,19	7,4
Mata merah	170.10 ²	0,11	7,4	16.10 ²	1,74	7,4
Cumi-cumi	163.10 ²	0,14	7,3	8.10 ²	2,15	7,4

Keterangan :

Standart ALT = 5.10⁵ koloni/gram

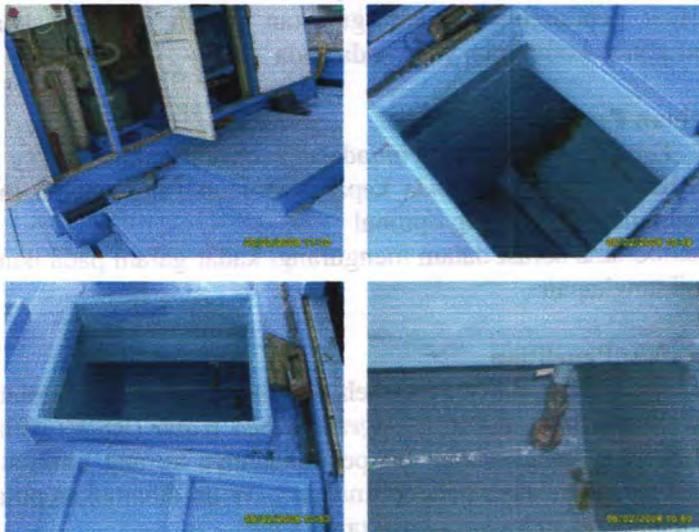
Standart Organoleptik = minimal 7

Standart Garam = tidak ada (biasanya untuk konsumsi ≤ 1%)

Pada pengoptimalan RSW ini dilakukan analisa mengenai mode dan prosedur pendinginan serta sirkulasi air pendingin untuk menghindari konsentrasi garam yang berlebih pada air laut yang didinginkan dalam sistem RSW ini. Dengan optimalisasi ini diharapkan kadar garam yang terserap oleh tubuh ikan dapat berkurang apabila dibandingkan dengan sebelum dilakukannya optimalisasi pada sistem RSW ini. Pengoptimalan sistem *Refrigerated Sea Water* (RSW) pada sistem ini juga harus memperhatikan karakteristik – karakteristik peralatan – peralatan sehingga dengan adanya pengoptimalan sistem *Refrigerated Sea Water* (RSW) ini dapat tetap beroperasi dengan baik dengan hasil yang maksimal.



Gambar 1.1 KM Napoleon



Gambar 1.2 Ruang Muat KM Napoleon

1.2 Perumusan Masalah

Permasalahan yang diangkat dari pengoptimalan *Refrigerated Sea Water* (RSW) pada kapal ikan KM. Napoleon ini adalah sebagai berikut :

- a. Bagaimana menemukan mode dan prosedur pendinginan pada sistem *Refrigerated Sea Water* (RSW) pada KM. Napoleon untuk menghindari konsentrasi garam yang berlebih
- b. Bagaimana sirkulasi air pendingin pada sistem *Refrigerated Sea Water* (RSW) pada KM. Napoleon untuk menghindari konsentrasi garam yang berlebih

1.3 Batasan Masalah

Dalam memecahkan permasalahan-permasalahan dalam penelitian ini digunakan batasan-batasan sebagai berikut :

- a. Perencanaan ini hanya untuk sistem pendingin *Refrigerated Sea Water* (RSW) pada KM. Napoleon.
- b. Sistem pendinginan yang digunakan adalah menggunakan komponen-komponen yang sudah ada

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

- a. Memanfaatkan RSW pada kapal Napoleon yang selama ini penggunaannya kurang optimal
- b. Memberikan solusi dalam mengurangi kadar garam pada ikan hasil tangkapan.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diperoleh dari Tugas Akhir ini adalah dapat memanfaatkan sistem *Refrigerated Sea Water* (RSW) pada KM. Napoleon yang selama ini penggunaannya kurang optimal. Sehingga dengan adanya pengoptimalan RSW ini diharapkan pula dapat meningkatkan kualitas hasil tangkapan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *Refrigerated Sea Water (RSW)*

2.1.1 *Pengertian Refrigerated Sea Water (RSW)*

Sistem *Refrigerated Sea Water (RSW)* adalah merupakan suatu system pendingin dengan memanfaatkan air laut untuk menyediakan air laut dingin dengan menggunakan sebuah mesin *mechanical refrigeration*. RSW adalah suatu metode yang telah diterapkan baik teori maupun praktek sejak tahun 1960 yang dikenalkan di Kanada di mana system ini dikembangkan pertama kali untuk salmon. Pada mulanya banyak kapal RSW yang mengangkut salmon dan karena kegagalan desain dari system refrigrerasi dan sirkulasi, dikembangkan standart untuk mengontrol system RSW. Selama kapalnya berbeda, instalasi RSW juga dipelajari secara hati-hati untuk menentukan kemampuan secara nyata. Oleh karena itu metode untuk menilai setiap system dalam menyediakan spesifikasi umum dan aturan instalasi yang sesuai diusulkan oleh teknisi dari Kanada.

Agar memperoleh umur yang maksimum dari system RSW, homogenitas temperature pada daerah -1°C adalah sangat penting. Kesimpulan penting dalam aliran RSW di dasar tangki dan kapasitas pengisian untuk pengamanan sirkulasi air dan homogenitas temperature adalah tergantung dari spesies atau jenis dari ikan. Rata-rata temperature dalam system RSW adalah temperature ikan harus di bawah 3°C selama 4 jam dan di bawah 0°C setelah 16 jam dan temperature dijaga antara $-1,5^{\circ}$ dan 0°C sampai *unloading*.

Sistem *Refrigerated Sea Water (RSW)* ini mempunyai beberapa keuntungan diantaranya adalah sebagai berikut :

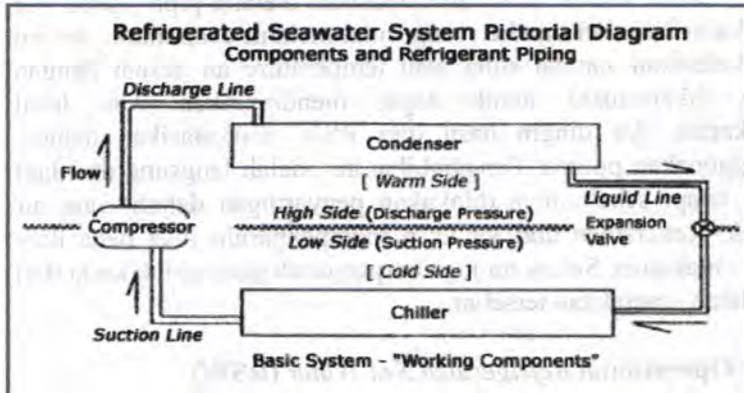
- a. Dapat memperpanjang tingkat kesegaran ikan / waktu penyimpanan lebih lama

- b. Menghindari adanya kerusakan fisik karena ikan tidak mendapat tekanan dari ikan yang ada di atasnya atau dari es sebagaimana menggunakan es
- c. Penurunan suhu akan berlangsung cepat karena seluruh ikan kontak dengan pendingin / proses pendinginan cepat
- d. Prosedur penanganan ikan lebih mudah dan cepat, baik dalam pengisian/ pembongkaran sehingga akan menghemat waktu dan tenaga kerja
- e. Mutu ikan yang dihasilkan lebih bagus fisiknya

Selain mempunyai beberapa keuntungan, system *Refrigerated Sea Water* (RSW) ini juga mempunyai beberapa kerugian diantaranya adalah sebagai berikut :

- a. Kadar garam yang terlalu tinggi
- b. Pengambilan garam berlebih oleh ikan
- c. Penyerapan air oleh spesies dengan kandungan lemak yang rendah
- d. Kehilangan kandungan protein
- e. Adanya masalah dengan bakteri anaerobic spoilage
- f. Modifikasi dari karakteristik ikan secara tradisional digunakan sebagai indikator kualitas seperti "*bleaching*" pada cairan, warna kulit yang pudar dan peluruhan hasil akhir proses dari spoilage

Sistem Refrigerated Sea Water (RSW) ini mempunyai siklus kerja sebagai berikut :



Gambar 2.1 Diagram Siklus RSW

2.1.2 Prinsip Kerja Refrigerated Sea Water (RSW)

Dalam system RSW ini dipakai refrigerant. Refrigeran ini ditampung dalam suatu receiver yang kemudian dialirkan ke evaporator melalui katup ekspansi dimana katup ekspansi ini berfungsi untuk mengubah refrigerant cair tekanan tinggi menjadi refrigerant cair bertekanan rendah dengan menginjeksikan melalui lubang kecil. Lalu setelah itu refrigerant cair tersebut masuk ke dalam evaporator dan mengambil panas dari air asin, air atau udara sehingga refrigerant cair berubah menjadi bentuk gas. Setelah itu refrigerant yang telah berubah dalam bentuk gas bertemperatur dan bertekanan rendah dan mengkompresikannya sehingga menjadi refrigerant gas bertemperatur dan bertekanan tinggi yang kemudian masuk ke kondensor untuk kemudian refrigerant gas diubah menjadi refrigerant cair dengan air atau udara. Refrigeran gas yang telah diubah menjadi refrigerant cair tersebut lalu dialirkan ke

receiver untuk kemudian disirkulasikan kembali ke evaporator melalui katup ekspansi.

Dalam sistem ini air disirkulasikan melalui pipa – pipa. Air disirkulasikan dari dan ke ruang muat melalui evaporator. Air ini disirkulasikan sampai suhu atau temperature air sesuai dengan yang dikehendaki untuk dapat mendinginkan ikan hasil tangkapan. Air dingin hasil dari RSW disirkulasikan dengan menggunakan pompa. Pengambilan air adalah langsung dari laut akan tetapi sebelumnya dilakukan penyaringan dahulu agar air bersih. Kebersihan dari air akan mempengaruhi juga pada ikan hasil tangkapan. Selain itu juga berpengaruh pada unjuk kerja dari peralatan – peralatan tersebut.

2.1.3 Operasional Refrigerated Sea Water (RSW)

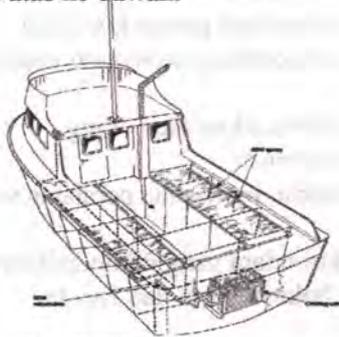
Air laut yang didinginkan di dalam sistem RSW ini dimasukkan ke dalam ruang palka apabila suhu yang dikehendaki telah terpenuhi. Air laut yang digunakan harus bersih yang tidak tercemar oleh bahan-bahan beracun yang dapat menyebabkan toksisitas pada manusia. Air laut didinginkan terlebih dahulu pada suatu palka yang digunakan secara khusus untuk mendinginkan dan menampung air laut yang didinginkan tersebut dengan system RSW sampai suhu terpenuhi sebelum ikan dimasukkan ke dalam palkah. Apabila air telah dingin maka air tersebut dimasukkan ke dalam palkah yang lain dengan mengisinya $\frac{1}{4}$ bagian ke dalam palkah. Ikan yang sudah ditangkap kemudian dimasukkan ke dalam palkah dengan perbandingan air laut dengan ikan adalah 4 : 1.

Dalam proses sirkulasi, apabila air laut yang ada di palkah lain tempat air laut didinginkan telah sesuai dengan temperature yang diinginkan maka air laut dingin tersebut disirkulasikan menuju palka tempat penampungan ikan. Akan tetapi air yang berada di palka ikan yang telah ada dibuang kemudian baru dimasukkan air laut dingin dari palka yang lain tersebut. Lalu palka tersebut diisi kembali dengan air laut dan setelah didinginkan air tersebut disirkulasikan kembali ke

palka tempat ikan. Begitu seterusnya sampai ikan dapat dipertahankan tingkat kesegarannya.

2.1.4 Sistem Pendinginan Refrigerated Sea Water (RSW)

Sistem pendinginan RSW ini dibagi menjadi 2 macam yaitu system pendinginan kering dan system pendinginan basah. Sistem pendinginan kering merupakan system pendinginan dimana ikan hasil tangkapan disortir menurut jenis dan ukurannya serta tingkat kesegarannya. Pendinginan dengan system ini digunakan untuk ikan yang akan diekspor karena membutuhkan tingkat kesegaran dan penanganan yang lebih baik. Sedangkan system pendinginan basah merupakan system pendinginan yang mana ikan hasil tangkapan disortir sesuai dengan jenisnya, setelah itu dimasukkan ke dalam palka yang sudah diisi dengan air laut dingin (-5 s/d -10°C). Untuk proses pendinginan air laut ini diperlukan waktu untuk mendinginkannya sampai pada suhu yang dikehendaki. Setelah air dingin, ikan kemudian dimasukkan ke dalam palka dengan perbandingan ikan dan air laut 1:3 atau 1:4. Air laut di dalam palka harus disirkulasi agar tidak terjadi kebusukan pada ikan. Dalam RSW ada dua tipe sirkulasi yaitu yaitu dari bawah ke atas dan juga dari atas ke bawah. Akan tetapi yang sering digunakan dalam RSW adalah yang dari atas ke bawah.



Gambar 2.2 RSW spray system

Setelah disirkulasikan RSW akan dikembalikan lagi ke unit pendingin untuk didinginkan lagi. Pada RSW ada dua tahap dalam mendinginkan ikan. Pertama adalah memasukkan RSW pada tangki kemudian mencelupkan ikan hasil tangkapan. Tahap kedua adalah dengan menggunakan spray yang kemudian dialirkan diatas tumpukan ikan. Sistem RSW ini biasanya digunakan pada kapal-kapal ikan yang mengangkut ikan-ikan besar seperti tuna. Ini dikarenakan pada sistem ini ikan terlalu banyak menyerap garam dari air laut yang didinginkan. Sehingga dengan pengaplikasian pada ikan besar maka konsentrasi garam yang diserap tidak terlalu berpengaruh pada ikan dibandingkan dengan ikan kecil sehingga ikan akan tetap menjadi ikan segar dan tidak menjadi ikan segar asin.

2.2 Kapasitas Beban Pendingin

Perhitungan kapasitas total beban pendingin ini dapat digunakan untuk menentukan peralatan dari system pendingin. Dalam menghitung beban pendingin, ada beberapa sumber utama beban, antara lain adalah :

1. *Product load*
Pendinginan dan pemeliharaan temperature rendah dari produk
2. *Transmission through walls, ceiling, floor, ducts and pipes*
Ini merupakan sebuah proses konduksi
3. *Radiation and conduction through windows*
4. *Occupants*
Panas yang dikeluarkan oleh orang
5. *Electrical equipment*
Panas dari lampu, motor dan peralatan yang lain
6. *Infiltration*
Perubahan dari udara yang dikondisikan dengan udara luar melalui bukaan pintu dan *cracks*
7. *Ventilation*
Penggantian udara yang dikondisikan dengan udara luar

8. Latent load

Kondensasi oleh air conditioner seperti orang, peralatan memasak dan udara luar

(Sumber : Stoecker, 1978)

2.2.1 Koefisien Perpindahan Panas Menyeluruh (U)

Koefisien dari perpindahan panas menyeluruh dapat ditentukan melalui harga dari beberapa jenis konstruksi dari dinding dan atap serta ketebalan dari tiap jenis material yang digunakan. Koefisien perpindahan panas menyeluruh dapat ditentukan sebagai berikut :

$$\frac{1}{U} = \frac{1}{f_0} + \frac{x_1}{k_1} + \frac{x_2}{k_2} + \dots + \frac{x_n}{k_n} + \frac{1}{f_1} \dots\dots\dots (2.1)$$

Dimana :

U = koefisien perpindahan panas menyeluruh (Btu/ft².°F.hr)

k = koefisien perpindahan panas konduksi (Btu.in/ft².°F.hr)

x = ketebalan isolasi (ft)

f₀ = koefisien konveksi (konduksi permukaan) pada sisi dinding luar lantai atau atap (Btu/ft².°F.hr)

f₁ = koefisien konveksi (konduksi permukaan) pada sisi dinding dalam lantai atau atap (Btu/ft².°F.hr)

Tabel 2.1 Thermal Conductivity of Materials Used in Cold Storage Walls

Material	Description	Thermal Conductivity (k)	Thermal Conductance (C)
Woods	Maple, oak, similar hardwoods	1,1	
	Fir, pine, similar softwoods	0,8	
	Plywood ½ in		1,6
	Plywood ¾ in		1,07

Insulating Materials	Blanket or balt, mineral or glass fiber	0,27	
	Cellular glass	0,4	
	Corkboard	0,3	
	Glass Fiber	0,25	
	Polysterene (Extruded)	0,2	
	Polysterene (Molded beads)	0,25	
	Polyurathane (Extruded)	0,16	
	Polyurethane (board)	0,18	
	Milled paper or wood pulp	0,27	
	Sawdust or shavings	0,45	
	Mineral wool (rock, glass, slag)	0,27	
	Redwood bark	0,26	
	Wood fiber (soft wood)	0,3	
Surface Conductance (convection coefficient)	Still air		1,65
	Moving air (7,5 mph)		4,00
	Moving air (15 mph)		6,00

Sumber : Dossat, 1978 hal 183

2.2.2 Beban Pendingin

1. Beban Produk

Kemungkinan beban pendinginan yang disebabkan oleh produk adalah untuk mengurangi temperatur, mengkondensasikan produk uap, membekukan cairan dan memindahkan reaksi panas jika proses kimia sedang dilakukan.

$$q_1 = \frac{mxcx\Delta T \times 24 \text{ hr}}{\text{lamawaktupendinginan}(\text{hr})} \dots\dots\dots(2.2)$$

Dimana :

q_1 = jumlah panas produk (Btu/hr)

m = massa produk (lb/hr)

c = panas spesifik (Btu/lb⁰F)

ΔT = perbedaan temperatur produk (⁰F)

2. Beban Transmisi

$$q_2 = U.A.(T_d).24 \dots\dots\dots(2.3)$$

Dimana :

q_2 = Aliran panas melalui boundary (Btu/24hr)

U = Koefisien perpindahan panas (Btu/ft².⁰F.hr)

A = Luas permukaan dinding (ft²)

T_d = Perbedaan temperatur (⁰F)

24 = Periode waktu transmisi selama 24 hr

3. Beban Infiltrasi

$$q_3 = V * \text{airchanges} * 0,075(h_o - h_i) \dots\dots\dots(2.4)$$

Dimana :

q_3 = Panas infiltrasi (Btu/hr)

V = Volume udara di ruang palka (ft³)

Air changes = Lihat Tabel 2.1

h_o = Enthalpy pada temperatur udara luar
(Btu/lb) lihat Grafik 2.3

h_i = Enthalpy pada temperatur udara dalam
(Btu/lb) lihat Grafik 2.3



Tabel 2.2 Average Air Change per 24 hours

Volume of room, ft ³	Air changes per 24 hr	Volume of room, ft ³	Air changes per 24 hr
200	44,0	6000	6,5
300	34,0	8000	5,5
400	29,5	10000	4,9
500	26,0	15000	3,9
600	23,0	20000	3,5
800	20,0	25000	3,0
1000	17,5	30000	2,7
1500	14,0	40000	2,3
2000	12,0	50000	2,0
3000	9,5	75000	1,6
4000	8,2	100000	1,4
5000	7,2		

Sumber : Stoecker, 1978 hal 332

4. Beban Peralatan

$$q_4 = \text{faktor} * \text{hp} * \text{hr} \dots\dots\dots (2.5)$$

Dimana :

q_4 = panas dari peralatan (Btu/24jam)

faktor = lihat tabel 2.3

hp = horse power peralatan

hr = lama operasional alat (jam)

Tabel 2.3 Heat equivalent electric motor

Motor Rating Kilowatt Output	Motor efficiency (%)	Multiplying Factor		
		Connected Load in Refr Space	Motor Losses Outside Refr Space	Connected Load Outside Refr Space
0,1 – 0,5	33,3	1,67	1,0	0,67
0,5 – 2,0	55,0	1,45	1,0	0,45
2,0 – 15,0	85,0	1,15	1,0	0,15

Sumber : Dossat, 1980 hal 230

5. Beban Radiasi

$$q_5 = U.A.(T_e - T_i).24 \quad \dots\dots\dots(2.6)$$

Dimana :

q_5 = Aliran panas radiasi (Btu/24hr)

U = Koefisien perpindahan panas (Btu/ft².°F.hr)

A = Luas permukaan dinding atau atap (ft²)

T_e = Temperatur efektif (°F) lihat Tabel 2.4

T_i = Temperatur didalam ruang pendingin (°F)

24 = Periode waktu radiasi selama 24 hr

Untuk menentukan temperatur efektif dapat digunakan tabel berikut :

Tabel 2.4 Temperatur efektif matahari pada 45°C

Structure	Single Boundary	Multi Boundary
Vertical	125°F	115°F
Horisontal	145°F	130°F
Glass Solar Factor	160 Btu/hr.ft ²	120 Btu/hr.ft ²

6. Kapasitas Beban Pendingin Yang Dibutuhkan Oleh Peralatan

Kapasitas beban pendingin ini digunakan untuk menentukan atau memilih spesifikasi peralatan pendingin yang sesuai dengan beban pendinginan. Kapasitas beban pendingin ini berhubungan dengan operasional dari peralatan pendingin yaitu lama operasi dari peralatan pendingin. Kebutuhan kapasitas beban pendingin dapat dihitung dengan persamaan berikut.

$$q = \frac{\text{TotalCoolingLoad}(Btu / 24hr)}{\text{DesiredRunningTime}(hr)} \quad \dots\dots\dots(2.7)$$

Dimana :

q adalah kapasitas beban pendingin yang dibutuhkan oleh peralatan, dalam satuan Btu/hr

Total Cooling Load adalah total beban pendingin, dalam satuan Btu/24hr

Insang	Warna merah sampai merah tua, cemerlang, tidak berbau	Kotor, warna pucat atau gelap, bau busuk
Lendir	Rupa lendir cemerlang, terdapat lendir alami yang menutupi ikan	Berubah menjadi kekuningan dengan bau tidak enak, lendir hilang
Sisik	Melekat kuat dan mengkilat	Banyak yang lepas dan warnanya pudar
Daging	Sayatan daging cerah dan elastis, bila ditekan tidak terdapat bekas jari	Ditekan jari terdapat bekasnya
Darah	Darah segar merah dan konsistensi normal	Darah berwarna gelap dengan konsistensi cair dan bau yang menusuk
Sayatan	Apabila ikan dibelah, daging melekat kuat pada tulang	Apabila ikan dibelah daging mudah lepas dari tulang
Tulang	Tulang belakang berwarna abu-abu	Tulang belakang berwarna kekuning-kuningan
Kondisi	Bebas dari parasit, tidak terdapat luka atau kerusakan pada badan ikan	Banyak terdapat parasit, banyak terdapat luka patah pada badan ikan

Sumber : Teknologi Refrigerasi Hasil Perikanan, Sofyan Ilyas

Adapun standard ikan segar yang diterbitkan oleh Dewan Standardisasi Nasional (DSN) sebagai pihak yang berwenang mengkoordinasikan Standardisasi sesuai dengan Keppres RI Nomor 20 th 1984 Jo Keppres Nomor 7/1989 adalah

Tabel 2.6 Persyaratan Mutu Ikan menurut SNI

Jenis Uji	Persyaratan Mutu	Satuan
a. Organoleptik		
➤ Nilai minimal	7	
b. Cemaran Mikroba		
➤ ALT maksimal	5×10^5	Koloni/gram
➤ Escherichia Coli	<3	APM/gram
➤ Vibrio Cholerae	Negatif	Per 25 gram

Keterangan :

ALT = Angka Lempeng Total

APM = Angka Paling Memungkinkan

Sumber : Dirjen Perikanan, 1993/1994

2.3.1 Pembusukan Ikan

Setelah dilakukan penangkapan ikan, maka ikan tersebut dimasukkan ke dalam ruang palka untuk dijaga temperaturnya agar kesegaran ikan dapat terjaga. Di sini terdapat beberapa mekanisme perubahan fisik ikan setelah mati yang dapat mempengaruhi kesegaran dari ikan. Mekanisme tersebut adalah sebagai berikut :

- a. Saat proses kematian ikan, ikan akan mengeluarkan lendir di permukaan tubuh ikan dengan jumlah yang berlebihan dan ikan akan mengelepar mengenai benda di sekelilingnya. Apabila benda yang terkena benturan ikan cukup keras, kemungkinan besar tubuh ikan akan menjadi memar dan lika-luka.
- b. Selanjutnya setelah ikan mati secara perlahan-lahan ikan akan mengalami kekakuan tubuh (rigormotis) yang diawali dari ujung ekor menjalar ke arah bagian kepala.

Lama kekakuan ikan tergantung dari tingkat kelelahan ikan pada saat kematiannya.

- c. Setelah proses rigormotis selesai, kerusakan ikan akan mulai terlihat berupa perubahan :
- berkurangnya kekenyalan perut dan daging ikan
 - berubahnya warna insang
 - berubahnya kecembunagn dan warna mata ikan
 - untuk ikan bersisik, ikan menjadi lebih mudah terlepas sisiknya dan kehilangan kecemerlangan warna ikan
 - bau berubah dari segar menjadi asam
- d. Perubahan tersebut akan meningkat intensitasnya sesuai dengan bertambahnya tingkat penurunan mutu ikan sampai yang terakhir ikan akan menjadi tidak layak dikonsumsi manusia atau ikan akan menjadi busuk.

Proses kemunduran mutu kesegaran ikan akan terus berlangsung jika tidak dihambat. Cepat lambatnya proses tersebut sangat dipengaruhi oleh banyak hal, baik faktor internal yang lebih banyak berkaitan dengan sifat ikan itu sendiri maupun eksternal yang berkaitan dengan lingkungan dan perlakuan manusia.

Tabel 2.7 Faktor yang berpengaruh terhadap pembusukan ikan

No	Faktor	Keterangan
1	Internal	Faktor biologis : jenis dan ukuran ikan, kematangan seks, tingkat kekenyangan, kandungan lemak, dan kelainan pada daging ikan, dsb
2	Eksternal	Penangkapan : jenis alat tangkap, cara penangkapan/panen, cara pelepasan ikan dari alat tangkap, cara kematian ikan, lama trip penangkapan
		Lingkungan : suhu (udara, habitat), kelembaban, kebersihan lingkungan, sanitasi dan higiena, tempat kerja, sarana, dan peralatan, kebersihan air dan bahan lain yang digunakan

		Sanitasi dan higiena : kebersihan pekerja, lingkungan tempat kerja, sarana, dan peralatan yang digunakan
		Cara penanganan : cara penanganan setelah ikan ditangkap, cara penyimpanan, teknik pembongkaran ikan dari palka, praktek pelelangan, cara pengangkutan ke tempat pengolahan, penyimpanan sementara di pabrik, cara pemasaran, sortasi (pemisahan jenis, ukuran); preparasi pendahuluan, pencucian (teknik, mutu dan suhu air pencuci), teknik pendinginan, dan suhu yang dicapai), dsb.

(Sumber : Departemen Kelautan dan Perikanan RI, 2003)

Pada umumnya, hasil-hasil laut lebih rawan bagi kemungkinan terjadinya proses pembusukan. Adapun penyebabnya adalah :

1. Seluruh permukaan kulit ikan berlapis lendir yang ditemplei oleh berbagai mikroorganisme yang dapat tumbuh dan berkembang biak
2. Ikan mengandung air dalam jumlah banyak, sehingga menyebabkan mudah busuk
3. Perubahan daging setelah ikan mati dan percepatan pembusukan sel ikan lebih cepat dibanding dengan hasil ternak

Dalam pembusukan atau kerusakan ikan terdapat beberapa tahap. Tahap-tahap tersebut dapat ditunjukkan dalam tabel berikut :

Tabel 2.8 Phase kerusakan ikan

Phase I (Autolytic changes, caused mainly by enzymes)	Fish just caught is very fresh and has a sweet, seaweedy and delicate taste. There is very little deterioration, with
---	---

	slight loss of the characteristic odour and flavour. In some tropical species this period can last for about 1 to 2 days or more after catching.
Phase II (Autolytic changes, caused mainly by enzymes)	There is a significant loss of the natural flavour and odour of fish. The flesh becomes neutral but has no off-flavours, the texture is still pleasant.
Phase III (Bacteriological changes, caused mainly by bacteria)	The fish begins to show signs of spoilage. There are strong off-flavours and stale to unpleasant smells. Texture changes are significant, flesh becoming either soft and watery or tough and dry.
Phase IV (Bacteriological changes, caused mainly by bacteria)	Fish is spoiled and putrid, becoming inedible.

(Sumber : FAO, 1995)

Dalam keadaan ikan setelah mati, maka kemungkinan ikan mengalami kerusakan. Ada beberapa prinsip yang dapat digunakan untuk mencegah kerusakan ikan. Prinsip tersebut antara lain adalah sebagai berikut :

- a. Memberi perlakuan suhu rendah terhadap ikan segera setelah ditangkap atau dipanen, karena proses enzimatik dan aktifitas mikroba pengurai daging akan sangat dihambat pada suhu mendekati 0°C (3 s/d 5°C). Suhu rendah ikan ini harus dipertahankan selama pencucian,

penyiangan, pengemasan, penyimpanan dan distribusinya.

- b. Mempercepat dan mempermudah kematian ikan segera setelah diangkat dari air dengan cara mendinginkannya.
- c. Khusus untuk ikan berukuran besar diikuti pembuangan darah ikan (*bleeding*), karena darah merupakan media penyebaran mikroba pembusuk dari insang ke daging iakn melalui pembuluh darah ikan.
- d. Menyiangi dengan membuang insang dan isi perut ikan sebagai pusat konsentrasi mikroba alami.
- e. Mencuci ikan dengan segera setelah ditangkap, mati dan disiangi dengan tujuan membersihkan lendir di permukaan tubuhnya yang merupakan salah satu pusat konsentrasi mikroba pembusuk yang secara alami ada di tubuh ikan dan sisa-sisa darah selama proses penyiangan.

Proses kemunduran mutu ikan juga dipengaruhi oleh temperatur. Berikut ini adalah hubungan temperatur dengan kegiatan bakteri serta mutu ikan.

Tabel 2.9 Hubungan antara suhu, kegiatan bakteri dan mutu ikan

No	Suhu	Kegiatan Bakteri	Mutu Ikan
1	Pada deret suhu tinggi ➤ 25°C sampai 10°C ➤ 10°C sampai 2°C	Luar biasa cepat Pertumbuhan lebih lambat	Cepat menurun, daya awet sangat pendek (3-10 jam) Mutu menurun lebih lambat, daya awet pendek (2-5 hari)
2	Pada deret suhu rendah ➤ 2°C sampai -1°C	Pertumbuhan bakteri jauh berkurang	Penurunan mutu agak dihambat, daya awet wajar (3-10 hari)

	▶ -1 °C	Kegiatan dapat ditekan	Sebagai ikan basah (tidak beku) penurunan mutu minimum, daya awet sebagai ikan basah maksimum (5-20 hari)
3	Suhu sangat rendah ▶ -2 °C 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

Sumber : *Teknologi Refrigerasi Hasil Perikanan, Sofyan Ilyas*

2.3.2 Bakteri Pembusuk Ikan

Dalam proses pembusukan ikan terdapat beberapa mikroorganisme yang menjadi penyebab utama terjadinya pembusukan ikan. Mikroorganisme tersebut adalah bakteri. Bakteri yang hidup pada ikan yang nantinya menjadi penyebab pembusukan ikan ada beberapa macam. Adapun bakteri-bakteri ini dapat digolongkan menurut jenisnya serta tergantung pada suhu dimana bakteri tersebut dapat tumbuh dan berkembang biak. Ditinjau dari segi pertumbuhan, bakteri dikelompokkan sebagai berikut :

Tabel 2.10 Jenis bakteri berdasar temperature berkembang biak

Golongan	Berkembang Biak (Inkubasi)
Psikrofil	0 – 30 °C
Mesofil	25 – 40 °C
Termofil	45 – 75 °C

(Sumber : Timotius, 1982)

Karena semua proses pertumbuhan bergantung pada reaksi kimiawi dan karena laju reaksi-reaksi ini dipengaruhi oleh suhu, maka pola pertumbuhan bakteri sangat dipengaruhi oleh suhu. Adapun golongan bakteri yang banyak terdapat pada ikan adalah Psikrofil dimana bakteri ini dapat tumbuh dan berkembang biak pada suhu antara 0 – 30 °C.

Tabel 2.11 Suhu inkubasi bakteri

Class of organism	Minimum	Optimum	Maksimum
psychrophile	0	15	20
mesophile	10-15	24-40	35-45
facultative thermophile	37	45-55	70
obligate thermophile	45	70-75	85-90
extreme thermophile	60	75-80	85-110

Sumber : *Microbiology*, www.sigmaaldrich.com, 2008

2.3.3 Pertumbuhan Bakteri

Pertumbuhan sel-sel bakteri dapat merupakan pertumbuhan populasi bakteri. Pertumbuhan bakteri pada umumnya dapat dibagi menjadi 4 fase, antara lain :

1. Fase permulaan (fase lag)
2. Fase logaritma (fase eksponensial)
3. Fase maksimum
4. Fase kematian

Salah satu fase di atas yang dapat digunakan untuk mengetahui pertumbuhan bakteri adalah fase logaritma. Untuk pertumbuhan bakteri dari suatu sel dapat dilihat pada tabel berikut ini :

Tabel 2.12 Pertumbuhan dari suatu sel dengan waktu generasi 30 menit

waktu (jam)	Jumlah sel	Logaritma
0,0	1	0,000
0,5	2	0,301
1,0	4	0,602
1,5	8	0,903
2,0	16	1,104
2,5	32	1,505
3,0	64	1,806
.	.	.
.	.	.
.	.	.
10,0	1.048.576	6,021

(Sumber : Michael J. Pelczar, 2005)

2.4 Salinitas Air Laut

Air laut yang ada di lautan di dunia mengandung salinitas sebesar 3,5% atau 35 ppt (*part per thousand*). Ini berarti setiap 1 kg air laut mengandung 35 gram garam (kebanyakan adalah ion sodium kloride : Na^+ , Cl^-). Rata-rata densitas dari air laut pada permukaan adalah 1,025 g/mL sehingga air laut lebih padat atau kental daripada air tawar yang mempunyai densitas 1,000 g/mL pada temperatur 4°C. Sedangkan titik beku air laut menjadi lebih rendah seiring dengan adanya salinitas. Titik beku atau *freezing point* dari air laut berkisar -2°C (28,4°F) pada 35 ppt (*part per thousand*). Seperti terlihat keberadaan garam-garaman yang terkandung pada air laut mempengaruhi sifat fisis air laut seperti densitas, kompresibilitas, titik beku dan temperature dimana densitas menjadi maksimum. Berikut ini adalah komposisi dari elemen-elemen yang terdapat dalam air laut.

Tabel 2.13 Komposisi air laut

Elemen	Persen
Oxygen	85,84
Hidrogen	10,82
Chlorine	1,94
Sodium	1,08
Magnesium	0,1292
Sulfur	0,091
Kalsium	0,04
Potasisum	0,04
Bromine	0,0067
Karbon	0,0028

Sumber : www.wikipedia.com

2.5 Kadar Garam Pada Refrigerated Sea Water (RSW)

Refrigerated Sea Water (RSW) merupakan sistem pendinginan dengan mendinginkan air laut yang nantinya digunakan sebagai media pendinginan ikan. Dengan hal tersebut maka memungkinkan ikan yang didinginkan menyerap garam yang terkandung dalam air laut.

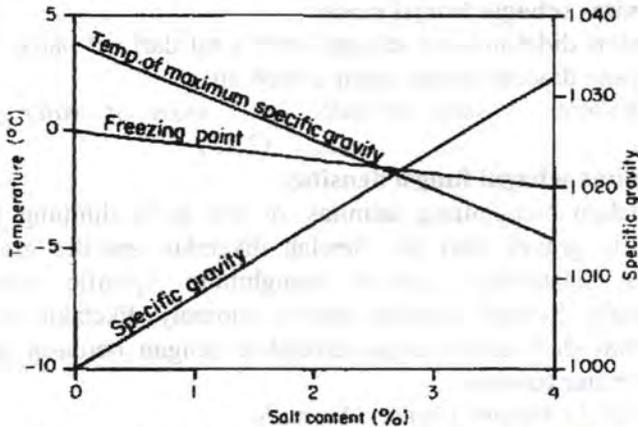
Tingginya kadar garam pada RSW dipengaruhi oleh :

1. Spesies atau jenis dari ikan
2. Ukuran dari ikan
3. Kandungan garam pada air laut yang masuk pada RSW
4. Rasio dari ikan dan RSW
5. Waktu
6. Temperatur

Kandungan garam yang terdapat pada air laut adalah sekitar 3,5%.

Kandungan garam yang terdapat dalam RSW juga dipengaruhi oleh temperatur. Dengan indikasi temperatur dapat diketahui kadar garam yang terkandung dengan menghubungkannya dengan parameter-parameter tertentu. Parameter-parameter tersebut antara lain adalah specific gravity, temperatur serta salt content. Sehingga selain

berpengaruh terhadap perkembangbiakan mikroba (bakteri), temperatur juga berpengaruh terhadap kadar garam yang terkandung dalam RSW.



Gambar 2.3 Grafik hubungan temperatur, salt content dan spesific gravity

Tabel 2.14 Properties of salt water

Salt content (%)	0	1	2	3
Freezing point (°C)	0	-0.53	-1.08	-1.64
Maximum density	1.000	1.008	1.016	1.024
Temperature of maximum density (°C)	4.0	1.8	-0.5	-1.64
Solubility of Oxygen (litres/litre of water)	0.010			0.009
Solubility of carbon dioxide (litres/litre of water)	1.70	1.61	1.54	1.46

(Sumber : FAO)

2.5.1 Pengukuran Salinitas

Pengukuran salinitas ini dapat dilakukan dengan menggunakan beberapa metode. Adapun metode tersebut adalah :

a. Salinitas sebagai fungsi massa

Salinitas didefinisikan sebagai berat total dari zat padat atau gas yang dipecah dalam suatu contoh air.

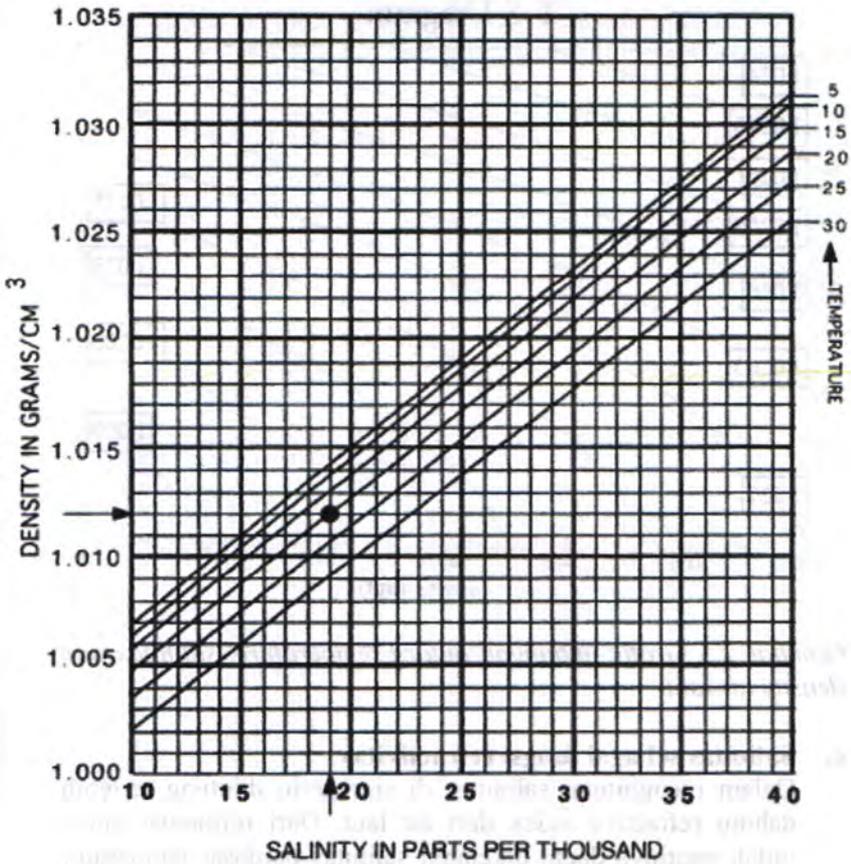
$$\text{Salinity} = \text{mass of salts (g)} / \text{mass of water (kg)} \quad \dots\dots\dots(2.13)$$

b. Salinitas sebagai fungsi densitas

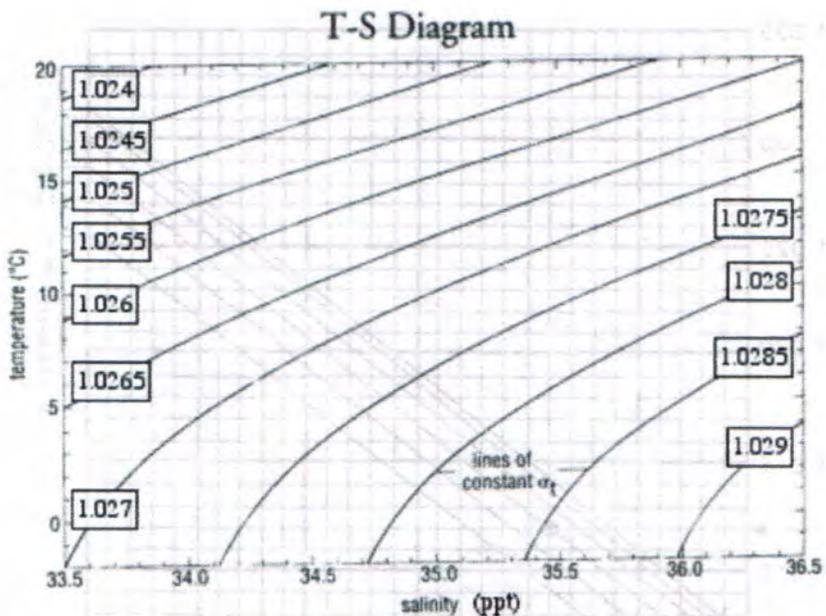
Di dalam menghitung salinitas, di sini perlu dihitung juga specific gravity dari air. Setelah diketahui specific gravity maka selanjutnya adalah menghitung specific gravity anomaly. Setelah specific gravity anomaly diketahui maka salinitas dari airlaut dapat diketahui dengan berdasar pada temperatur tertentu.

Tabel 2.15 Spesific Gravity Anomaly

Specific Gravity Anomaly										
S(‰)	Temperature (°C)									
	0	2	4	6	8	10	15	20	25	30
0	-13	-3	0	-5	-16	-32	-87	-177	-293	-433
5	397	403	402	394	381	362	301	207	87	-57
10	801	804	799	788	772	750	685	586	462	315
15	1204	1204	1195	1181	1162	1138	1067	964	836	686
20	1607	1603	1589	1573	1551	1532	1450	1342	1210	1057
25	2008	2001	1988	1970	1947	1920	1832	1720	1585	1428
30	2410	2400	2384	2363	2340	2308	2215	2098	1960	1801
32	2571	2560	2543	2521	2494	2464	2364	2250	2110	1950
34	2732	2719	2701	2678	2651	2619	2522	2402	2261	2100
36	2893	2879	2860	2836	2808	2775	2676	2554	2412	2250
38	3055	3040	3019	2994	2965	2931	2830	2707	2563	2400
40	3216	3200	3179	3153	3122	3088	2985	2860	2714	2550
42	3377	3361	3337	3310	3279	3243	3138	3011	2864	2700



Gambar 2.4 Salinitas dan temperatur sebagai fungsi dari densitas. Garis di atas menunjukkan hubungan antara density dan salinity pada 5° kenaikan antara 5°C-30°C.



Gambar 2.5 Grafik hubungan antara temperature, salinitas dan density air laut

c. Salinitas sebagai fungsi refraktivitas

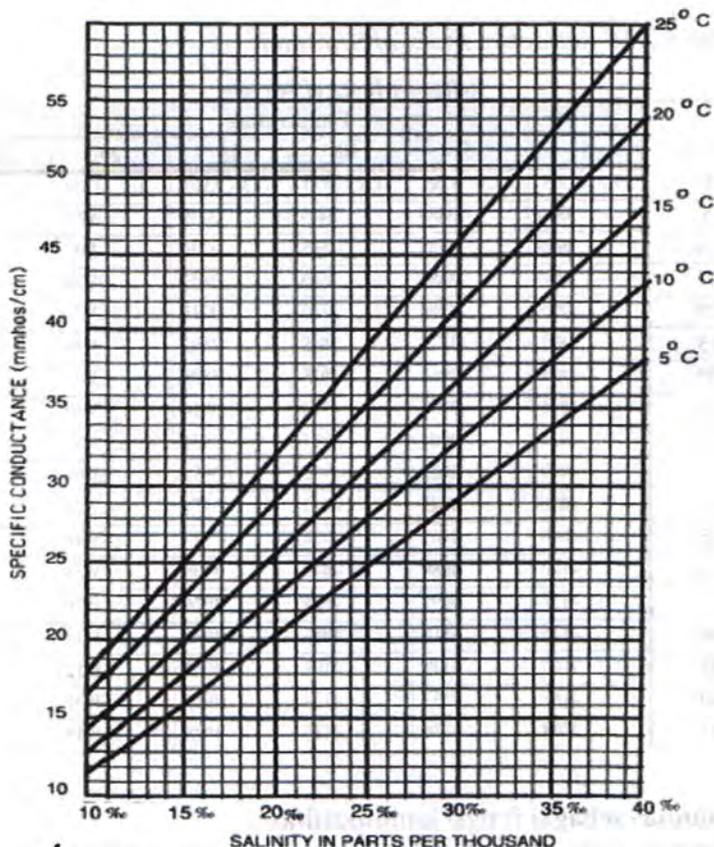
Dalam menghitung salinitas, di sini perlu dihitung terlebih dahulu refractive index dari air laut. Dari refractive index inilah nantinya dapat diketahui salinitas berdasar temperatur tertentu.

Tabel 2.16 Refractive Index of Seawater

		Refractive Index of Seawater					
		Temperature					
S(‰)	0	5	10	15	20	25	
0	1.3 3395	1.3 3385	1.3 3370	1.3 3340	1.3 3300	1.3 3250	
5	3500	3485	3465	3435	3395	3345	
10	3600	3585	3565	3530	3485	3435	
15	3700	3685	3660	3625	3580	3525	
20	3795	3780	3750	3715	3670	3620	
25	3895	3875	3845	3805	3760	3710	
30	3991	3966	3935	3898	3851	3798	
31	4011	3985	3954	3916	3869	3816	
32	4030	4004	3973	3934	3886	3834	
33	4049	4023	3992	3953	3904	3851	
34	4068	4042	4011	3971	3922	3868	
35	4088	4061	4030	3990	3940	3886	
36	4107	4080	4049	4008	3958	3904	
37	4127	4099	4068	4026	3976	3922	
38	4146	4118	4086	4044	3994	3940	
39	4166	4139	4105	4062	4012	3958	
40	4185	4157	4124	4080	4031	3976	
41	4204	4176	4143	4098	4049	3994	

d. Salinitas sebagai fungsi konduktifitas

Material yang terlarut dalam air juga mempengaruhi dari electric properties-nya. Sekali terlarut mereka dapat berpisah membentuk anion (ion negatif) dan kation (ion positif). Di sini dapat diketahui bahwa salinitas mempunyai konsentrasi anion yang tinggi. Sehingga konduktansi ini hanya berdasar pada konsentrasi anion, bukan kation.



Gambar 2.6 Salinitas dan temperatur sebagai fungsi dari konduktifitas. Garis di atas menunjukkan hubungan antara konduktifitas dan salinitas salinity pada 5° kenaikan antara 5°C-30°C.

Secara ideal, salinitas merupakan jumlah dari seluruh garam-garaman dalam gram pada setiap kilogram air laut. Secara praktis, adalah susah untuk mengukur salinitas di laut, oleh karena itu penentuan harga salinitas dilakukan dengan meninjau komponen yang terpenting saja yaitu klorida (Cl).

Kandungan klorida ditetapkan pada tahun 1902 sebagai jumlah dalam gram ion klorida pada satu kilogram air laut jika semua halogen digantikan oleh klorida. Penetapan ini mencerminkan proses kimiawi titrasi untuk menentukan kandungan klorida. Salinitas ditetapkan pada tahun 1902 sebagai jumlah total dalam gram bahan-bahan terlarut dalam satu kilogram air laut jika semua karbonat dirubah menjadi oksida, semua bromida dan yodium dirubah menjadi klorida dan semua bahan-bahan organik dioksidasi. Selanjutnya hubungan antara salinitas dan klorida ditentukan melalui suatu rangkaian pengukuran dasar laboratorium berdasarkan pada sampel air laut di seluruh dunia dan dinyatakan sebagai:

$$S (\text{‰}) = 0.03 + 1.805 \text{Cl} (\text{‰}) \text{ (1902) } \dots\dots\dots(2.14)$$

Lambang ‰ (dibaca per mil) adalah bagian per seribu. Kandungan garam 3,5% sebanding dengan 35‰ atau 35 gram garam di dalam satu kilogram air laut.

Persamaan tahun 1902 di atas akan memberikan harga salinitas sebesar 0,03‰ jika klorinitas sama dengan nol dan hal ini sangat menarik perhatian dan menunjukkan adanya masalah dalam sampel air yang digunakan untuk pengukuran laboratorium. Oleh karena itu, pada tahun 1969 UNESCO memutuskan untuk mengulang kembali penentuan dasar hubungan antara klorinitas dan salinitas dan memperkenalkan definisi baru yang dikenal sebagai salinitas absolut dengan rumus:

$$S (\text{‰}) = 1.80655 \text{Cl} (\text{‰}) \text{ (1969) } \dots\dots\dots(2.15)$$

Lambang ‰ (dibaca permil) adalah bagian per seribu. Kandungan garam 3,5% sebanding dengan 35‰ atau 35 gram garam di dalam 1 kg air laut.

2.5.2 Electrical Conductivity Method

Salinitas air laut dapat dihitung berdasarkan tiga parameter diantaranya adalah *electrical conductivity*, *temperature* dan *pressure*. Salah satu cara atau metode yang dapat digunakan untuk mengukur salinitas adalah *Electrical Conductivity Method*. Presisi untuk perhitungan secara fisik dan resultan dari salinitas dapat ditunjukkan sebagai berikut :

Tabel 2.17 *Precisions of various physical measurements and the resultant salinity*

Property	Precision of Measurement	Precision of Salinity
Conductivity	± 0.0002	± 0.0002
Density	$\pm 3 \times 10^{-6} \text{ g/cm}^3$	± 0.004
Sound Speed	$\pm 0.02 \text{ m/s}$	± 0.01

Metode konduktifitas ini digunakan untuk menentukan salinitas. Untuk pengukuran salinitas air laut dapat digunakan *Practical Salinity Scale 1978*. Di sini diberikan bahwa salinitas tergantung dari rasio konduktifitas, R_t , sebagai fungsi dari temperature ($t^\circ\text{C}$, *International Practical Temperature Scale 1968*) memberikan standart salinitas air laut, $S = 35$ yang digunakan untuk menentukan salinitas.

Salinitas, S , dapat dihitung menggunakan rumus berikut. (*IEEE Journal of Oceanic Engineering, Vol. OE-5, No.1, January 1980, page 14*):

$$S = a_0 + a_1 R_t^{1/2} + a_2 R_t + a_3 R_t^{3/2} + a_4 R_t^2 + a_5 R_t^{5/2} + \Delta S$$

.....(2.14)

dimana :

$$\Delta S = \left[\frac{t - 15}{1 + 0,0162(t - 15)} \right] (b_0 + b_1 R_t^{1/2} + b_2 R_t + b_3 R_t^{3/2} + b_4 R_t^2 + b_5 R_t^5)$$

.....(2.15)

dan

$$a_0 = 0.0080$$

$$a_1 = -0.1692$$

$$a_2 = 25.3851$$

$$a_3 = 14.0941$$

$$a_4 = -7.0261$$

$$a_5 = 2.7081$$

$$b_0 = 0.0005$$

$$b_1 = -0.0056$$

$$b_2 = -0.0066$$

$$b_3 = -0.0375$$

$$b_4 = 0.0636$$

$$b_5 = -0.0144$$

Di sini untuk nilai S valid dari S = 2 sampai S = 42, dimana :

$$R_t = \frac{R}{R_p r_t} \quad \dots\dots\dots(2.16)$$

Dimana :

R merupakan rasio konduktifitas standart dari air laut. Untuk konduktifitas standart dari air laut pada S=35, T=15°C dan p=0, maka nilai konduktifitasnya adalah Conductivity (35,15,0) = 42,914 mS/cm.

R_p dan r_t dapat ditunjukkan sebagai fungsi dari harga *in situ* parameter.

$$R_p = 1 + \frac{p(e_1 + e_2 p + e_3 p^2)}{1 + d_1 t + d_2 t^2 + (d_3 + d_4 t)R} \quad \dots\dots\dots(2.17)$$

dimana :

$$e_1 = 2.070 \times 10^{-4}$$

$$e_2 = -6.370 \times 10^{-8}$$

$$e_3 = 3.989 \times 10^{-12}$$

dan

$$d_1 = 3.426 \times 10^{-2}$$

$$d_2 = 4.464 \times 10^{-4}$$

$$d_3 = 4.215 \times 10^{-1}$$

$$d_4 = -3.107 \times 10^{-3}$$

$$r_t = c_0 + c_1 t + c_2 t^2 + c_3 t^3 + c_4 t^4 \dots\dots\dots(2.18)$$

dimana:

$$c_0 = 0.6766097$$

$$c_1 = 2.00564 \times 10^{-2}$$

$$c_2 = 1.104259 \times 10^{-4}$$

$$c_3 = -6.9698 \times 10^{-7}$$

$$c_4 = 1.0031 \times 10^{-9}$$

Dari penggunaan definisi baru ini, dimana salinitas dinyatakan sebagai rasio, maka satuan ‰ tidak lagi berlaku, nilai 35‰ berkaitan dengan nilai 35 dalam satuan praktis. Beberapa oseanografer menggunakan satuan "psu" dalam menuliskan harga salinitas, yang merupakan singkatan dari "*practical salinity unit*". Karena salinitas praktis adalah rasio, maka sebenarnya ia tidak memiliki satuan, jadi penggunaan satuan "psu" sebenarnya tidak mengandung makna apapun dan tidak diperlukan. Pada kebanyakan peralatan yang ada saat ini, pengukuran harga salinitas dilakukan berdasarkan pada hasil pengukuran konduktivitas.

2.6 Kestimbangan Energi dan Massa

2.6.1 Laju Aliran energi

Hukum pertama termodinamika menyebutkan bahwa zat mempunyai energi. Energi ini tidak bisa dimusnahkan akan tetapi bisa berubah dari bentuk satu ke bentuk lainnya. Kalor merupakan salah satu bentuk dari perpindahan energi. Secara nyata perpindahan energi dalam kalor dapat diamati pada perubahan suhu suatu benda atau terjadinya perubahan fase pada benda tersebut.

Besarnya laju aliran energi pada fluida cair atau gas dengan adanya perbedaan temperatur pada laju massa yang konstan untuk tiap fasenya diberikan dengan persamaan :

$$q = M \times C_p \times (T_p - T_d) \dots \dots \dots (2.19)$$

- Dimana :
- q : laju aliran energi (kJ/h)
 - M : laju aliran massa dari fluida (Kg/h)
 - C_p : panas jenis spesifik dari fluida pada temperatur rata – rata (kJ/Kg °C)
 - T_p : temperatur panas dari fluida (°C)
 - T_d : temperatur dingin dari fluida (°C)

2.6.2 Laju Aliran Massa

Debit :

$$Q = \frac{Vol}{t} \dots \dots \dots (2.20)$$

- Dimana : Q : debit aliran fluida (m³/jam)
 Vol : volume (m)
 t : waktu (jam)

Laju Alir Massa :

$$m = \rho \cdot Q \dots \dots \dots (2.21)$$

- Dimana :
- m : laju aliran massa (kg/jam)
 - ρ : density fluida (kg/m³)
 - Q : debit aliran fluida (m³/jam)

Kecepatan Aliran :

$$V = \frac{Q}{A} \dots\dots\dots(2.22)$$

Dimana :

Q : debit (m³)

V : kecepatan aliran (m/s)

A : luas penampang (m²)

BAB III
METODOLOGI PENELITIAN

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini digunakan tahapan – tahapan metode dalam melakukan penelitian. Tahapan tersebut adalah sebagai berikut :

3.1 Studi Literatur

Studi literature ini adalah untuk mendapatkan dan mempelajari referensi yang digunakan dalam penelitian yaitu untuk menyusun konsep optimalisasi *Refrigerated Sea Water* (RSW). Adapun studi literature dapat diperoleh dari dokumen resmi yang dikeluarkan oleh pihak berwenang dan berbagai pihak terkait seperti Balai Besar Pengembangan dan Penangkapan Ikan (BBPPI), serta dokumen lainnya yang dianggap relevan seperti buku-buku, artikel dari media cetak maupun dari internet atau jurnal *online*.

Pada studi literatur ini dilakukan beberapa kegiatan diantaranya adalah mempelajari cara menghitung koefisien perpindahan panas, cara menghitung beban pendingin, cara menghitung kapasitas beban pendingin, cara memilih spesifikasi peralatan pendingin, cara menemukan mode dan prosedur pendinginan pada sistem *Refrigerated Sea Water* (RSW). Selain itu untuk menemukan mode dan prosedur pendinginan juga mempelajari tentang masalah bakteri atau mikroba-mikroba yang berpengaruh terhadap ikan serta salinitas yang juga berpengaruh terhadap mutu dari ikan hasil tangkapan.

3.2 Pengumpulan Data

Data ini dilakukan dengan melakukan pengamatan terhadap obyek *Refrigerated Sea Water* (RSW) dan wawancara dengan KKM dan nahkoda dari KM. Napoleon. Selain itu pengumpulan data didapatkan dari dokumen-dokumen BBPPI serta pengukuran

secara langsung di lapangan. Adapun data yang dikumpulkan antara lain adalah sebagai berikut :

3.2.1 Data Pendukung

Berikut ini adalah data-data pendukung yang digunakan untuk mengoptimalkan *Refrigerated Sea Water* (RSW) pada kapal ikan KM Napoleon. Adapun data-data tersebut adalah sebagai berikut :

- a. Dimensi kapal (ukuran utama kapal)
- b. Gambar Lines Plan
- c. Gambar Rencana Umum
- d. Jumlah ruang palka
- e. Letak ruang palka
- f. Bentuk ruang muat
- g. Hubungan antara ruangan di kapal
- h. Temperatur desain ruang palka
- i. Temperatur udara sekitar
- j. Temperatur ikan
- k. Diagram siklus refrigerasi
- l. Dll

3.2.2 Data Spesifikasi Peralatan Pendingin

Berikut ini adalah data-data pendukung yang digunakan untuk mengoptimalkan *Refrigerated Sea Water* (RSW) pada kapal ikan KM Napoleon. Adapun data-data tersebut adalah sebagai berikut :

- a. Evaporator
- b. Kompresor
- c. Kondensor
- d. Diesel generator
- e. Pompa pendukung
- f. Dll

3.3 Pengolahan Data

Pengolahan data dilakukan untuk mengoptimalkan system pendinginan ikan dengan *Refrigerated Sea Water* (RSW) pada kapal ikan KM. Napoleon. Adapun pengolahan data yang dilakukan adalah sebagai berikut :

- a. Menghitung koefisien perpindahan panas
- b. Menghitung luas tiap-tiap dinding ruang palka
- c. Menghitung volume ruang palka
- d. Menghitung volume infiltrasi

3.4 Perhitungan Teknis

Perhitungan teknis dilakukan untuk menentukan spesifikasi dari peralatan pendingin. Adapun perhitungan teknis yang dilakukan adalah menghitung beban pendingin, menghitung kapasitas beban yang dibutuhkan peralatan pendingin dan pemilihan spesifikasi peralatan pendingin.

3.4.1 Perhitungan Beban Pendingin

Dalam perhitungan beban pendingin ini meliputi perhitungan beberapa beban yang berpengaruh terhadap pendinginan, antara lain :

- a. Beban Transmisi
- b. Beban Infiltrasi
- c. Beban Produk
- d. Beban Peralatan

3.4.2 Perhitungan kapasitas beban peralatan yang dibutuhkan perlatan pendingin

Kapasitas beban pendingin yang dibutuhkan oleh peralatan pendingin dapat dihitung setelah beban pendinginnya diketahui. Adapun cara perhitungannya adalah kapasitas total beban pendingin dibagi dengan waktu operasi peralatan (jam).

3.4.3 Pemilihan spesifikasi peralatan pendingin

Setelah kapasitas beban yang dibutuhkan oleh peralatan pendingin diketahui, maka selanjutnya adalah memilih spesifikasi dari peralatan pendingin yang mencakup :

- a. Evaporator
- b. Kompresor
- c. Kondensor
- d. Dll

3.5 Pengoptimalan Sistem

Dalam tahap ini dilakukan perhitungan – perhitungan yang pada akhirnya digunakan untuk mengoptimalkan system pendinginan ikan. Perhitungan tersebut mencakup tentang bakteri dan salinitas.

3.5.1 Perhitungan bakteri

Perhitungan ini mencakup tentang waktu regenerasi bakteri yang nantinya berpengaruh terhadap kesegaran atau kualitas dari ikan. Dalam kata lain adalah perhitungan mengenai pertumbuhan dari bakteri serta kecepatan pertumbuhan bakteri. Perhitungan tersebut dihubungkan dengan temperatur yang merupakan parameter yang penting yang berpengaruh terhadap kesegaran atau kualitas ikan.

3.5.2 Perhitungan salinitas

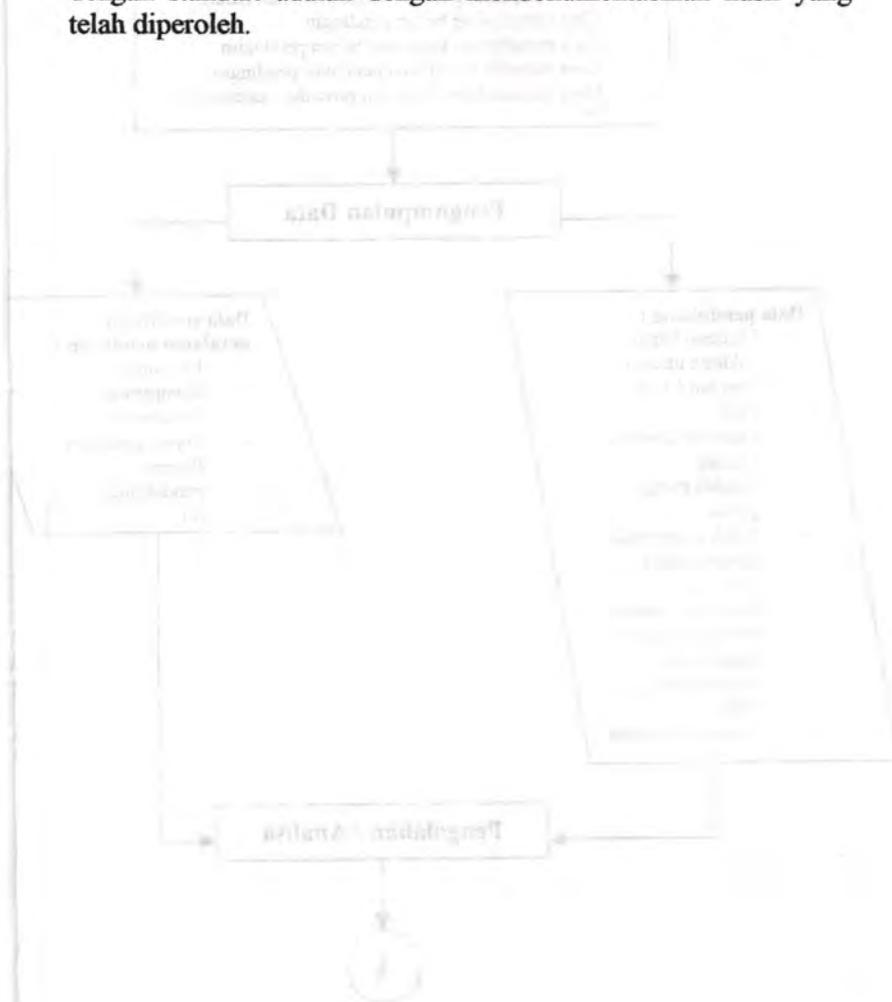
Perhitungan ini mencakup tentang salinitas yang terkandung dalam *Refrigerated Sea Water* (RSW) yang nantinya juga mempengaruhi terhadap kualitas ikan hasil tangkapan. Perhitungan tersebut dihubungkan dengan temperatur yang merupakan parameter yang penting yang berpengaruh terhadap kesegaran atau kualitas ikan.

3.6 Evaluasi

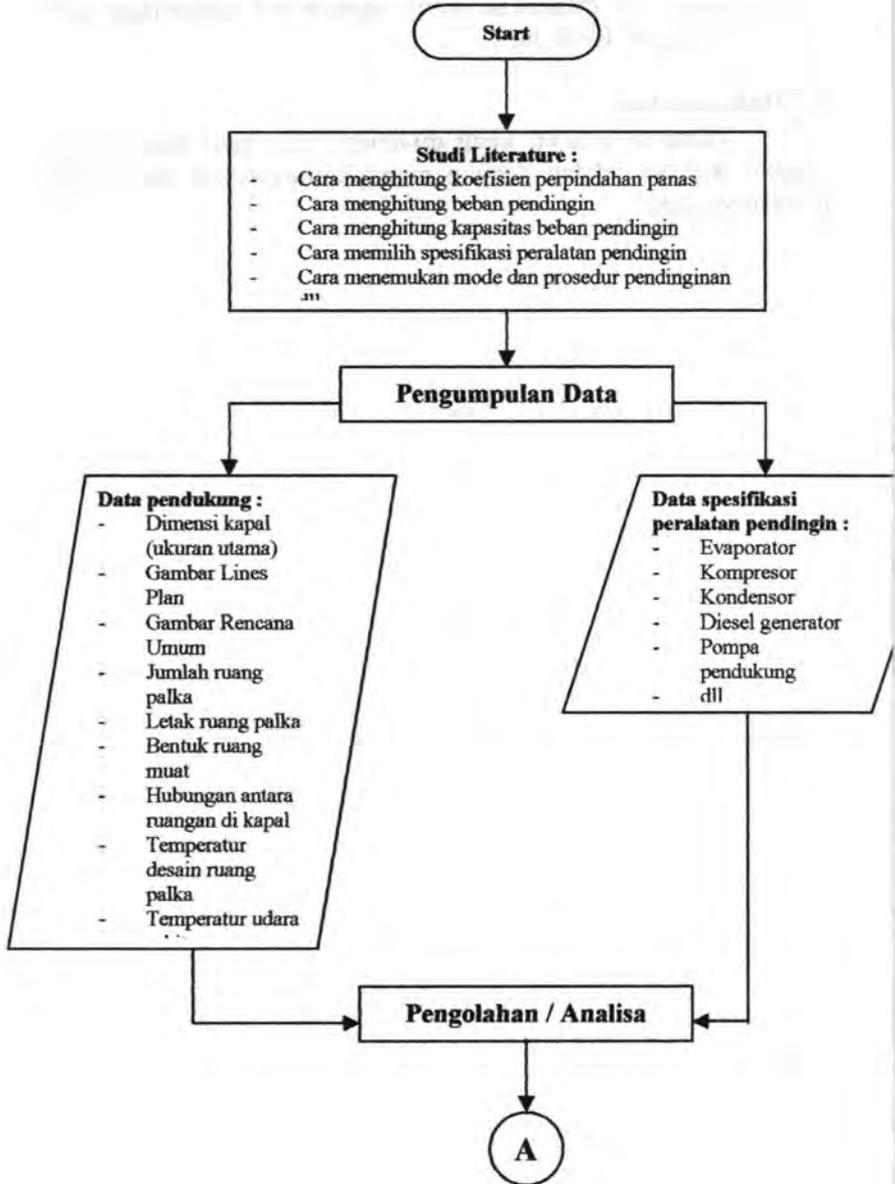
Evaluasi ini dilakukan untuk mengetahui bagaimana hasil dari optimalisasi RSW ini.

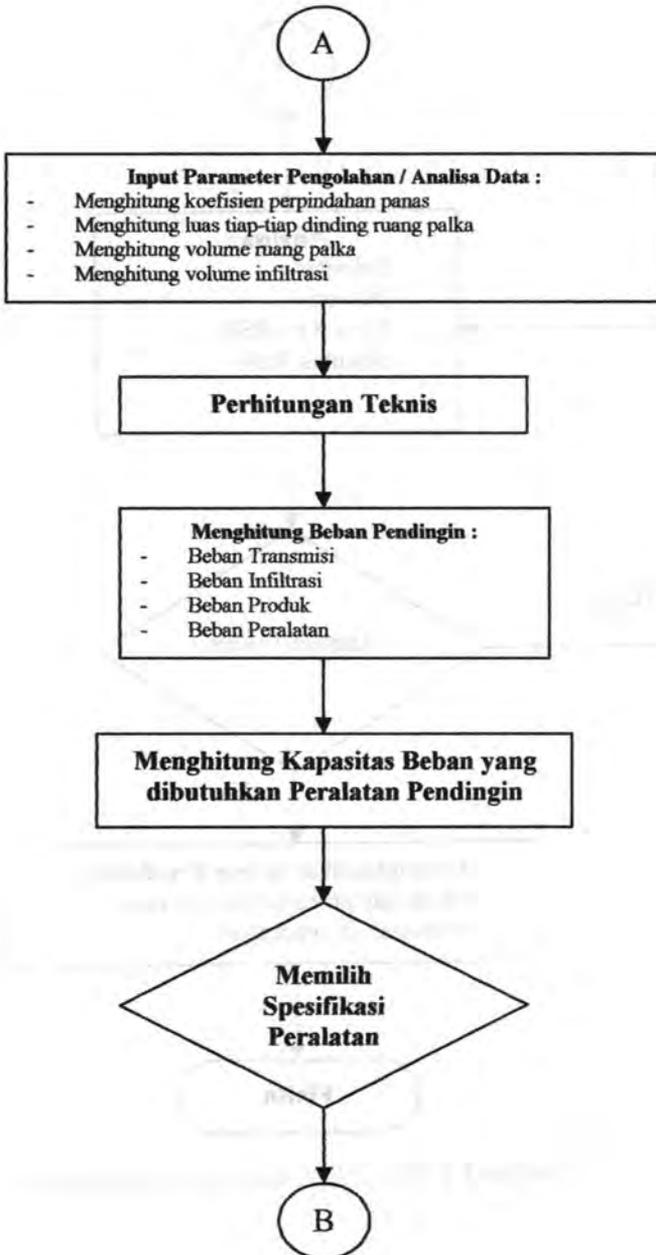
3.7 Dokumentasi

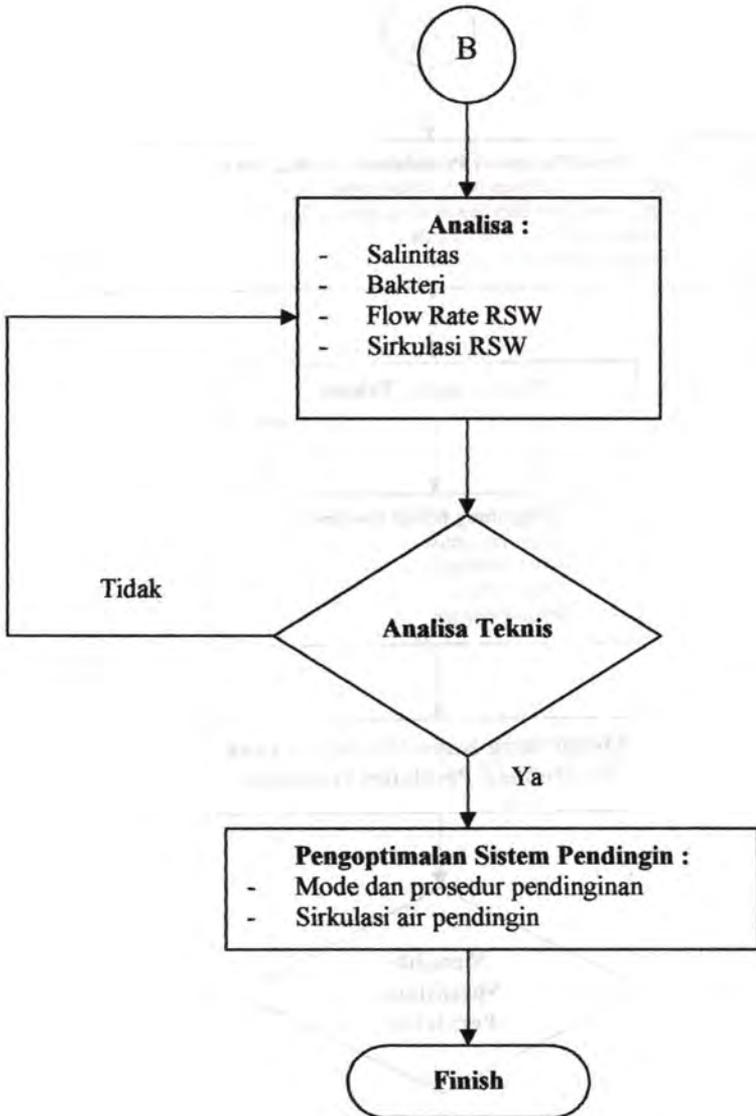
Tahapan terakhir yang dilakukan jika hasil telah sesuai dengan standart adalah dengan mendokumentasikan hasil yang telah diperoleh.



Flow Chart Metodologi Penelitian







Gambar 3.1 Flow Chart Metodologi Penelitian

BAB IV
ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

BAB IV ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

4.1 Data KM Napoleon

Berikut ini adalah data-data dari kapal ikan KM Napoleon milik BBPPI (Balai Besar Pengembangan dan Penangkapan Ikan) Semarang yang dikumpulkan penulis selama melakukan penelitian untuk mendukung proses pengerjaan Tugas Akhir.

- a. Nama kapal : KM Napoleon
- b. Type/jenis kapal : Cantrang
- c. Ukuran p x l x h : 12,45 x 4,4 x 1,31
- d. Tonage kotor : 21 GT
- e. Tonage bersih : 12 GT
- f. Tahun pembuatan : 2004, Galangan kapal Batang
- g. Mesin induk :
 1. Dongfeng/ Shanghai Type 4135 AG Model 135, 4 silinder 100 pk serial no of engine S407208
 2. IZUSU 100 PS/ Japan
- h. Mesin bantu : Dongfeng RRC, Hangzou Manufacture
- i. Auxiliary engine (Motor penggerak capstan)
 1. Model : S1100-Ju Ling (Stationary Diesel Engine 15 PS)
 2. Type : 1 cylinder
 3. Daya max : 11,03 kW (103 PS)/ 2200 rpm
- j. Bahan utama : kayu jati
- k. Alat tangkap : cantrang, gillnet
- l. Alat Bantu penangkap : capstan, mesin dongfeng
- m. Alat bantu navigasi : GPS Plotter dan Magnetic Compass
- n. Alat komunikasi : SSB Radio Icom
- o. Barometer
- p. Alat bantu keselamatan : 10 buah life jacket dan 2 buah lifebuoy



Gambar 4.1 KM Napoleon

Selain data-data di atas, juga terdapat data-data mengenai system pendinginan ikan pada ruang palka KM Napoleon yang menggunakan system *Refrigerated Sea Water* (RSW). Adapun data-data tersebut adalah sebagai berikut :

1. Motor penggerak
 - a. Model : 295D-Tianli (Stationary Diesel)
 - b. Type : 2 cylinder in line
 - c. Daya max : 26 HP/ 1500 rpm



Gambar 4.2 Diesel generator system RSW KM Napoleon

2. Generator
 - a. Model : ST3-Matan
 - b. Type : 3kW/ 1500 rpm
3. Compressor
 - a. Model : Bitzer Type VI
 - b. Type : Reciprocating, Open Type



Gambar 4.3 Compressor system RSW KM Napoleon

4. Kondensor



Gambar 4.4 Kondensor system RSW KM Napoleon

5. Evaporator



Gambar 4.5 Evaporator sistem RSW KM Napoleon

6. Receiver



Gambar 4.6 Receiver system RSW KM Napoleon

7. Katup ekspansi



Gambar 4.7 Katup ekspansi system RSW KM Napoleon

8. Pompa ruang muat

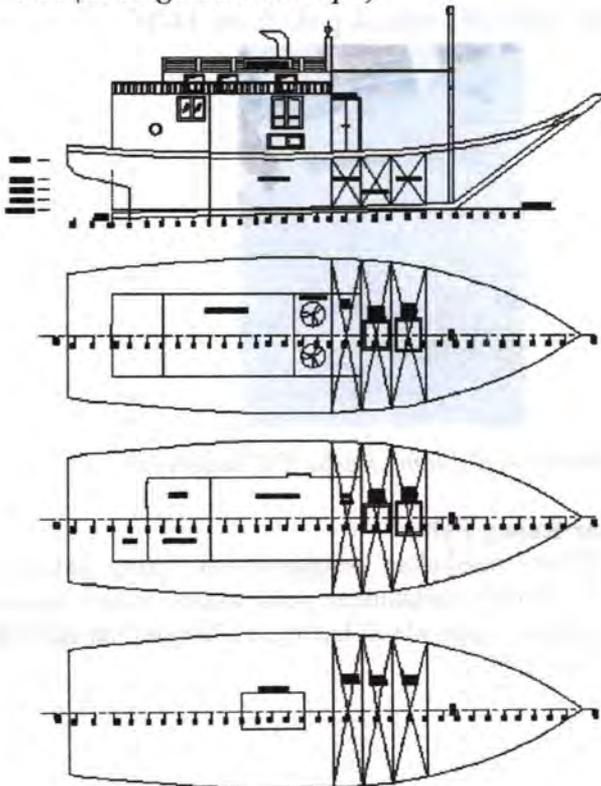
- a. Model : Pedrollo Pump
- b. Type : Submersible Pump



.Gambar 4.8 Pompa ruang muat system RSW KM Napoleon

4.2 Gambar Rencana Umum

Gambar Rencana Umum merupakan gambar kapal yang menggambarkan letak atau posisi ruangan, peralatan dan lain-lain yang ada di kapal. Dalam gambar Rencana Umum kapal ikan KM Napoleon ini, penggambaran Rencana Umum dilakukan dengan pengukuran langsung di lapangan. Adapun gambar Rencana Umum KM Napoleon adalah sebagai berikut. *(detail gambar terlampir)*



Gambar 4.9 Rencana Umum KM Napoleon

4.3 Ruang Palka

Kapal ikan KM Napoleon ini mempunyai 3 buah ruang palka yang terletak di depan ruang mesin. Adapun dari 3 ruang palka tersebut, 2 ruang palka (palka I dan palka II) digunakan untuk muatan ikan sedangkan ruang palka yang lain (palka III) digunakan untuk mempersiapkan air pendingin untuk ikan.

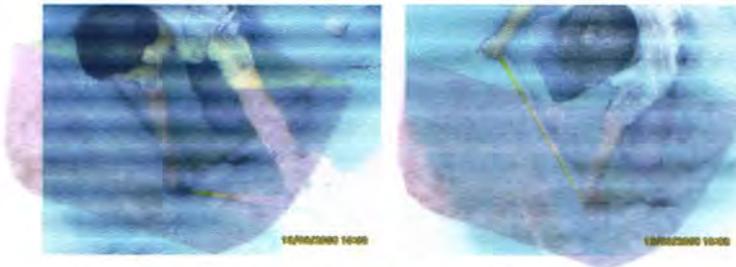
- a. Ruang palka I : terletak pada frame 18-20
- b. Ruang palka II : terletak pada frame 16-18
- c. Ruang palka III : terletak pada frame 14-16



Gambar 4.10 Ruang Palka KM Napoleon

4.3.1 Gambar Ruang Palka

Di dalam melakukan penggambaran ruang palka KM Napoleon ini, penulis melakukan pengukuran secara langsung pada KM Napoleon yang ada di lapangan. Pengukuran dilakukan pada setiap ruang palka.



Gambar 4.11 Pengukuran ruang palka

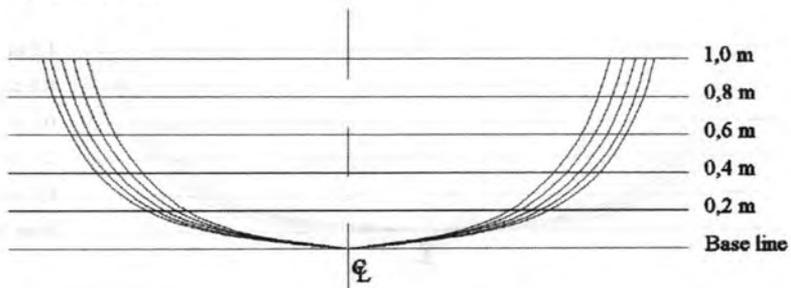
Hasil dari pengukuran ruang palka secara langsung pada KM Napoleon tersebut adalah sebagai berikut :

a. Ruang Palka I

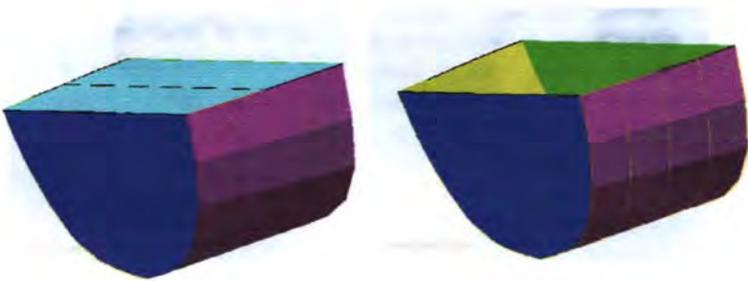
Tabel 4.1 Hasil pengukuran ruang palka I

Frame	WL 0,2 (m)	WL 0,4 (m)	WL 0,6 (m)	WL 0,8 (m)	WL 1,0 (m)
18	1,06	1,33	1,46	1,56	1,62
18,5	1,02	1,28	1,43	1,52	1,57
19	0,96	1,22	1,37	1,46	1,52
19,5	0,90	1,15	1,30	1,39	1,46
20	0,85	1,09	1,23	1,32	1,38

Dari hasil pengukuran pada Tabel 4.1, ruang palka I dapat digambarkan.



Gambar 4.12 Ruang Palka I KM Napoleon (a)



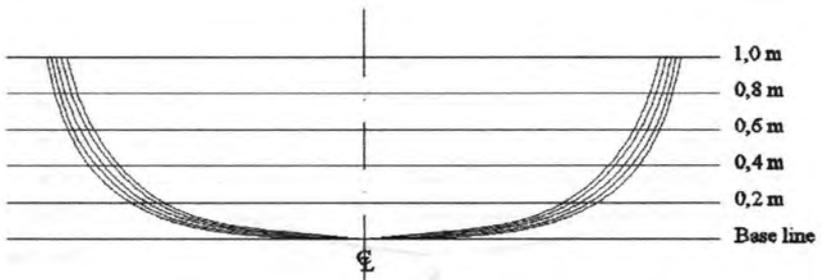
Gambar 4.13 Ruang Palka I KM Napoleon (b)

b. Ruang Palka II

Tabel 4.2 Hasil pengukuran ruang palka II

Frame	WL 0,2 (m)	WL 0,4 (m)	WL 0,6 (m)	WL 0,8 (m)	WL 1,0 (m)
16	1,28	1,51	1,62	1,70	1,74
16,6	1,24	1,47	1,60	1,67	1,72
17	1,19	1,43	1,57	1,64	1,69
17,5	1,14	1,38	1,52	1,61	1,66
18	1,10	1,34	1,48	1,57	1,63

Dari hasil pengukuran pada Tabel 4.2, ruang palka II dapat digambarkan.



Gambar 4.14 Ruang Palka II KM Napoleon (a)



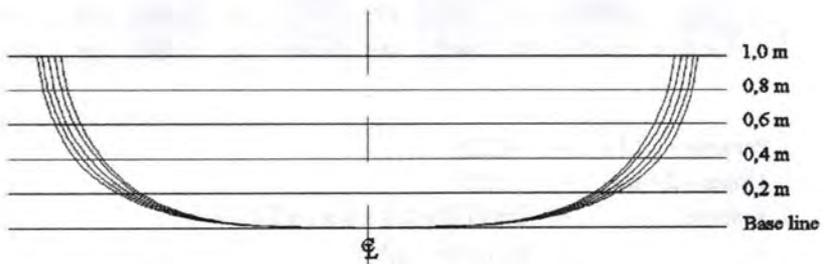
Gambar 4.15 Ruang Palka II KM Napoleon (b)

c. Ruang Palka III

Tabel 4.3 Hasil pengukuran ruang palka III

Frame	WL 0,2 (m)	WL 0,4 (m)	WL 0,6 (m)	WL 0,8 (m)	WL 1,0 (m)
14	1,44	1,69	1,81	1,88	1,92
14,5	1,41	1,65	1,78	1,85	1,89
15	1,37	1,61	1,74	1,81	1,85
15,5	1,34	1,56	1,70	1,78	1,82
16	1,31	1,53	1,66	1,74	1,78

Dari hasil pengukuran pada Tabel 4.3, ruang palka III dapat digambarkan.



Gambar 4.16 Ruang Palka III KM Napoleon (a)



Gambar 4.17 Ruang Palka III KM Napoleon (b)

4.3.2 Volume Ruang Palka

Dari hasil pengukuran ruang palka, maka dapat diketahui volume untuk masing-masing ruang palka. Adapun perhitungan volume ini menggunakan aturan Simpson.

a. Ruang Palka I

Tabel 4.4 Volume ruang palka I

Fr	WL 0		WL 0,25		WL 0,5		WL 0,75		WL 1		A	FS
	1	0	4	0	2	0	4	0	1			
1	0	0	1,148	4,592	1,404	2,808	1,54	6,16	1,618	1,618	15,178	1
2	0	0	1,102	4,408	1,362	2,724	1,497	5,988	1,574	1,574	14,694	4
3	0	0	1,047	4,188	1,302	2,604	1,437	5,748	1,517	1,517	14,057	2
4	0	0	0,983	3,932	1,235	2,47	1,375	5,5	1,456	1,456	13,358	4
5	0	0	0,927	3,708	1,167	2,334	1,301	5,204	1,38	1,38	12,626	1
												Σ

$$\text{Panjang} / 2 (l) = 0,225$$

$$\text{Tinggi} / 2 (h) = 0,25$$

$$\text{Volume} = 2 \times (1/3 \times 1/3 \times h \times l \times \Sigma)$$

$$= 2,10158 \text{ m}^3$$

b. Ruang Palka II*Tabel 4.5 Volume ruang palka II*

Fr	WL 0		WL 0,25		WL 0,5		WL 0,75		WL 1		A	FS	A x FS
	0	0	4	4	2	2	4	4	1	1			
1	0	0	1,354	5,416	1,573	3,146	1,68	6,72	1,74	1,74	17,022	1	17,022
2	0	0	1,31	5,24	1,539	3,078	1,654	6,616	1,716	1,716	16,65	4	66,6
3	0	0	1,267	5,068	1,499	2,998	1,621	6,484	1,69	1,69	16,24	2	32,48
4	0	0	1,215	4,86	1,454	2,908	1,587	6,348	1,661	1,661	15,777	4	63,108
5	0	0	1,178	4,712	1,421	2,842	1,553	6,212	1,628	1,628	15,394	1	15,394
											Σ		194,6

$$\text{Panjang} / 2 (l) = 0,194$$

$$\text{Tinggi} / 2 (h) = 0,25$$

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= 2 \times (1/3 \times 1/3 \times h \times l \times \Sigma) \\ &= 2,0974 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

c. Ruang Palka III*Tabel 4.6 Volume ruang palka III*

Fr	WL 0		WL 0,25		WL 0,5		WL 0,75		WL 1		A	FS	A x FS
	0	0	4	4	2	2	4	4	1	1			
1	0	0	1,523	6,092	1,761	3,522	1,867	7,468	1,916	1,916	18,998	1	18,998
2	0	0	1,485	5,94	1,723	3,446	1,837	7,348	1,889	1,889	18,623	4	74,492
3	0	0	1,447	5,788	1,686	3,372	1,801	7,204	1,854	1,854	18,218	2	36,436
4	0	0	1,406	5,624	1,64	3,28	1,761	7,044	1,818	1,818	17,766	4	71,064
5	0	0	1,383	5,532	1,606	3,212	1,724	6,896	1,778	1,778	17,418	1	17,418
											Σ		218,41

$$\text{Panjang} / 2 (l) = 0,194$$

$$\text{Tinggi} / 2 (h) = 0,25$$

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= 2 \times (1/3 \times 1/3 \times h \times l \times \Sigma) \\ &= 2,35395 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Jadi Volume Ruang Palka Total adalah,
 = vol ruang palka I + vol ruang palka II + vol ruang palka III
 = 2,10158 + 2,0974 + 2,35395
 = 6,55293 m³

Dari perhitungan volume pada masing-masing ruang palka di atas maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

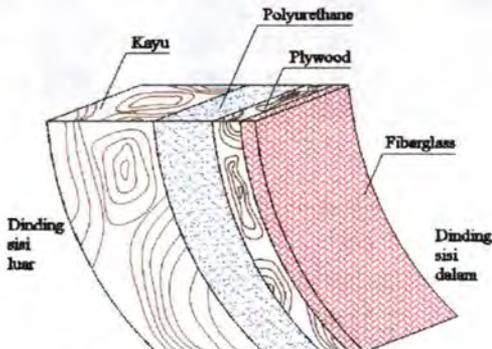
Tabel 4.7 Volume ruang palka

Ruang Palka	Volume (m ³)
I	2,102
II	2,097
III	2,354
Total	6,553

4.3.3 Isolasi Ruang Palka

Bahan isolasi yang digunakan untuk isolasi ruang palka pada KM Napoleon ini adalah sebagai berikut :

- Kayu = 3 cm = 30 mm = 1,1811 in
- Polyurethane = 10 cm = 100 mm = 3,937 in
- Plywood = 1 cm = 10 mm = 0,3937 in
- Fiberglass = 3 mm = 0,1181 in



Gambar 4.18 Isolasi ruang palka

Isolasi pada ruang palka ini meliputi keseluruhan dinding dalam ruang palka, diantaranya :

1. Dinding pembatas atau sekat
2. Atap atau geladak
3. Dinding kanan dan kiri

Untuk semua ruang palka pada keseluruhan dindingnya mempunyai ketebalan bahan isolasi yang sama.

4.4 Perhitungan Koefisien Perpindahan Panas (U)

Untuk perhitungan koefisien perpindahan panas ini dilakukan pada setiap dinding ruang palka yaitu pada dinding pembatas, atap serta dinding kanan dan dinding kiri. Adapun untuk perhitungan koefisien perpindahan panas menyeluruh (U) diberikan pada persamaan 2.1.

Untuk nilai konduktifitas thermal (k) dan thermal conductance (C) dari material diberikan pada Tabel 2.1

1. Dinding pembatas atau sekat (ruang palka I dan III)

a. Letak : frame 14 dan 20

b. Susunan isolasi :

Kayu	= 3 cm	= 30 mm	= 1,1811 in
Polyurethane	= 10 cm	= 100 mm	= 3,937 in
Plywood	= 1 cm	= 10 mm	= 0,3937 in
Fiberglass	= 3 mm		= 0,1811 in

Nilai koefisien :

- | | | |
|-------------------------------------|-------------------|--------------|
| a. Kayu | $x_1 = 1,1811$ in | $k_1 = 1,1$ |
| b. Polyurethane | $x_2 = 3,937$ in | $k_2 = 0,16$ |
| c. Plywood | $x_3 = 0,3937$ in | $C_3 = 1,6$ |
| d. Fiberglass | $x_4 = 0,1811$ in | $k_4 = 0,25$ |
| e. Koefisien konveksi dinding luar | | $f_0 = 4$ |
| f. Koefisien konveksi dinding dalam | | $f_1 = 1,65$ |

$$\frac{1}{U} = \frac{1}{f_0} + \frac{x_1}{k_1} + \frac{x_2}{k_2} + \frac{1}{C_3} + \frac{x_4}{k_4} + \frac{1}{f_1}$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{1}{4} + \frac{1,1811}{1,1} + \frac{3,937}{0,16} + \frac{1}{1,6} + \frac{0,1811}{0,25} + \frac{1}{1,65} \\
 &= 0,25 + 1,0737 + 24,606 + 0,625 + 0,7244 + 0,606 \\
 &= 27,885 \text{ ft}^2 \cdot \text{°F} \cdot \text{hr/Btu}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 U &= \frac{1}{27,885} \\
 &= 0,0359 \text{ Btu/ft}^2 \cdot \text{°F} \cdot \text{hr}
 \end{aligned}$$

2. Dinding pembatas atau sekat (antara ruang palka I dan III serta II dan III)

a. Letak : frame 16 dan 18

b. Susunan isolasi :

Kayu	= 3 cm	= 30 mm	= 1,1811 in
Polyurethane	= 10 cm	= 100 mm	= 3,937 in
Plywood	= 1 cm	= 10 mm	= 0,3937 in
Fiberglass	= 3 mm		= 0,1811 in

Nilai koefisien :

a. Fiberglass	$x_1 = 0,1811 \text{ in}$	$k_1 = 0,25$
b. Plywood	$x_2 = 0,3937 \text{ in}$	$C_2 = 1,6$
c. Polyurethane	$x_3 = 3,937 \text{ in}$	$k_3 = 0,16$
d. Kayu	$x_4 = 1,1811 \text{ in}$	$k_4 = 1,1$
e. Polyurethane	$x_5 = 3,937 \text{ in}$	$k_5 = 0,16$
f. Plywood	$x_6 = 0,3937 \text{ in}$	$C_6 = 1,6$
g. Fiberglass	$x_7 = 0,1811 \text{ in}$	$k_7 = 0,25$
h. Koefisien konveksi dinding luar		$f_0 = 4$
i. Koefisien konveksi dinding dalam		$f_1 = 1,65$

Dengan cara yang sama pada perhitungan pada point 1 dengan menggunakan persamaan 2.1 maka didapat nilai U sebesar $0,0186 \text{ Btu/ft}^2 \cdot \text{°F} \cdot \text{hr}$

3. Atap atau geladak (ruang palka I, II dan III)

a. Letak : frame 14-16, 16-18 dan 18-20

b. Susunan isolasi :

Kayu	= 3 cm	= 30 mm	= 1,1811 in
------	--------	---------	-------------

Polyurethane	= 10 cm	= 100 mm	= 3,937 in
Plywood	= 1 cm	= 10 mm	= 0,3937 in
Fiberglass	= 3 mm		= 0,1811 in

Nilai koefisien :

a. Kayu	$x_1 = 1,1811$ in	$k_1 = 1,1$
b. Polyurethane	$x_2 = 3,937$ in	$k_2 = 0,16$
c. Plywood	$x_3 = 0,3937$ in	$C_3 = 1,6$
d. Fiberglass	$x_4 = 0,1811$ in	$k_4 = 0,25$
e. Koefisien konveksi dinding luar		$f_0 = 4$
f. Koefisien konveksi dinding dalam		$f_1 = 1,65$

Dengan cara yang sama pada perhitungan pada point 1 dengan menggunakan persamaan 2.1 maka didapat nilai U sebesar $0,0359 \text{ Btu/ft}^2 \cdot \text{F.hr}$

4. Dinding kanan dan dinding kiri (ruang palka I, II dan III)

a. Letak	: frame 14-16, 16-18 dan 18-20		
b. Susunan isolasi :			
Kayu	= 3 cm	= 30 mm	= 1,1811 in
Polyurethane	= 10 cm	= 100 mm	= 3,937 in
Plywood	= 1 cm	= 10 mm	= 0,3937 in
Fiberglass	= 3 mm		= 0,1811 in

Nilai koefisien :

a. Kayu	$x_1 = 1,1811$ in	$k_1 = 1,1$
b. Polyurethane	$x_2 = 3,937$ in	$k_2 = 0,16$
c. Plywood	$x_3 = 0,3937$ in	$C_3 = 1,6$
d. Fiberglass	$x_4 = 0,1811$ in	$k_4 = 0,25$
e. Koefisien konveksi dinding luar		$f_0 = 4$
f. Koefisien konveksi dinding dalam		$f_1 = 1,65$

Dengan cara yang sama pada perhitungan pada point 1 dengan menggunakan persamaan 2.1 maka didapat nilai U sebesar $0,0359 \text{ Btu/ft}^2 \cdot \text{F.hr}$

Tabel 4.8 Koefisien perpindahan panas (U)

Bagian	Koefisien perpindahan panas (U) (Btu/ft ² ·°F.hr)
Dinding pembatas atau sekat (ruang palka I dan III)	0,0359
Dinding pembatas atau sekat (antara ruang palka I dan III serta II dan III)	0,0186
Atap atau geladak (ruang palka I, II dan III)	0,0359
Dinding kanan dan dinding kiri (ruang palka I, II dan III)	0,0359

4.5 Perhitungan Luas Dinding Ruang Palka

Luas dinding ruang palka ini dilakukan pada setiap bagian serta pada setiap ruang palka. Bagian-bagian tersebut adalah dinding pembatas atau sekat, atap atau geladak serta dinding kanan dan dinding kiri dari setiap ruang palka.

1. Ruang Palka I

a. Dinding kanan dan kiri ruang palka I

Tabel 4.9 Luas dinding kanan ruang palka I

Frame	FS	y	Area
			y x FS
18	1	2,09	2,09
18,5	4	2,05	8,2
19	2	1,99	3,98
19,5	4	1,93	7,72
20	1	1,86	1,86
		Σ	23,85

$$\text{Jarak gading (l)} = 0,45$$

$$\text{Luas} = \frac{1}{3} \times l \times \Sigma$$

$$= 3,5775 \text{ m}^2$$

Untuk luas dinding kiri ruang palka I sama dengan luas dinding kanan ruang palka I yaitu $3,5775 \text{ m}^2$

Luas keseluruhan dinding kanan dan kiri adalah $7,155 \text{ m}^2$

b. Dinding pembatas atau sekat (frame 18 dan frame 20)

Tabel 4.10 Luas sekat frame 18

St	FS	y	Area
			y x FS
1	1	0	0
2	4	0,893	3,572
3	2	1	2
4	4	0,893	3,572
5	1	0	0
Σ			9,144

$$\text{Jarak gading (l)} = 0,8139$$

$$\text{Luas} = 1/3 \times l \times \Sigma$$

$$= 2,48077 \text{ m}^2$$

Tabel 4.11 Luas sekat frame 20

St	FS	y	Area
			y x FS
1	1	0	0
2	4	0,876	3,504
3	2	1	2
4	4	0,876	3,504
5	1	0	0
Σ			9,008

$$\text{Jarak gading (l)} = 0,6902$$

$$\text{Luas} = 1/3 \times l \times \Sigma$$

$$= 2,07244 \text{ m}^2$$

c. Atap atau geladak (frame 18-20)

Tabel 4.12 Luas atap frame 18-20

St	FS	y	Area
			y x FS
18	1	1,61	1,61
18,5	4	1,57	6,28
19	2	1,51	3,02
19,5	4	1,45	5,8
20	1	1,38	1,38
Σ			18,09

$$\begin{aligned} \text{Jarak gading (l)} &= 0,22 \\ \text{Luas} &= 2 \times 1/3 \times l \times \Sigma \\ &= 2,6532 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

2. Ruang Palka II

a. Dinding kanan dan kiri ruang palka II

Tabel 4.13 Luas dinding kanan ruang palka II

Frame	FS	y	Area
			y x FS
16	1	2,26	2,26
16,5	4	2,22	8,88
17	2	2,18	4,36
17,5	4	2,14	8,56
18	1	2,11	2,11
Σ			26,17

$$\begin{aligned} \text{Jarak gading (l)} &= 0,388 \\ \text{Luas} &= 1/3 \times l \times \Sigma \\ &= 3,38465 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Untuk luas dinding kiri ruang palka II sama dengan luas dinding kanan ruang palka II yaitu 3,38465 m²

Luas keseluruhan dinding kanan dan kiri adalah 6,7693 m²

b. Dinding pembatas atau sekat (frame 16)

Tabel 4.14 Luas sekat frame 16

St	FS	y	Area
			y x FS
1	1	0	0
2	4	0,948	3,792
3	2	1	2
4	4	0,948	3,792
5	1	0	0
Σ			9,584

$$\text{Jarak gading (l)} = 0,87$$

$$\text{Luas} = 1/3 \times l \times \Sigma$$

$$= 2,77936 \text{ m}^2$$

c. Atap atau geladak (frame 16-18)

Tabel 4.15 Luas atap frame 16-18

St	FS	y	Area
			y x FS
16	1	1,74	1,74
16,5	4	1,72	6,88
17	2	1,69	3,38
17,5	4	1,66	6,64
18	1	1,63	1,63
Σ			20,27

$$\text{Jarak gading (l)} = 0,2$$

$$\text{Luas} = 2 \times 1/3 \times l \times \Sigma$$

$$= 2,70267 \text{ m}^2$$

3. Ruang Palka III

a. Dinding kanan dan kiri ruang palka III

Tabel 4.16 Luas dinding kanan ruang palka III

Frame	FS	y	Area
			y x FS
14	1	2,43	2,43
14,5	4	2,4	9,6
15	2	2,36	4,72
15,5	4	2,32	9,28
16	1	2,29	2,29
Σ			28,32

$$\begin{aligned} \text{Jarak gading (l)} &= 0,388 \\ \text{Luas} &= 1/3 \times l \times \Sigma \\ &= 3,66272 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Untuk luas dinding kiri ruang palka III sama dengan luas dinding kanan ruang palka III yaitu $3,66272 \text{ m}^2$

Luas keseluruhan dinding kanan dan kiri adalah $7,32544 \text{ m}^2$

b. Dinding pembatas atau sekat (frame 14)

Tabel 4.17 Luas sekat frame 14

St	FS	y	Area
			y x FS
1	1	0	0
2	4	0,955	3,82
3	2	1	2
4	4	0,955	3,82
5	1	0	0
Σ			9,64

$$\begin{aligned} \text{Jarak gading (l)} &= 0,9578 \\ \text{Luas} &= 1/3 \times l \times \Sigma \\ &= 3,07773 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

c. Atap atau geladak (frame 14-16)

Tabel 4.18 Luas atap frame 14-16

St	FS	y	Area
			y x FS
14	1	1,91	1,91
14,5	4	1,89	7,56
15	2	1,85	3,7
15,5	4	1,82	7,28
16	1	1,78	1,78
		Σ	22,23

$$\text{Jarak gading (l)} = 0,2$$

$$\text{Luas} = 2 \times 1/3 \times l \times \Sigma$$

$$= 2,964 \text{ m}^2$$

Dari perhitungan luas masing-masing dinding ruang palka di atas maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

Tabel 4.19 Luas dinding ruang palka

Bagian	Luas (m ²)
Dinding kanan dan kiri ruang palka I (frame 18-20)	7,155
Dinding pembatas atau sekat (frame 18)	2,481
Dinding pembatas atau sekat (frame 20)	2,072
Atap atau geladak ruang palka I (frame 18-20)	2,653
Dinding kanan dan kiri ruang palka II (frame 16-18)	6,769
Dinding pembatas atau sekat (frame 16)	2,780

Atap atau geladak ruang palka II (frame 16-18)	2,703
Dinding kanan dan kiri ruang palka III (frame 14-16)	7,325
Dinding pembatas atau sekat (frame 14)	3,078
Atap atau geladak ruang palka III (frame 14-16)	2,964

4.6 Perhitungan Beban Pendingin

Dalam perhitungan beban pendingin ini dilakukan pada setiap ruang palka KM Napoleon. Untuk KM Napoleon ini beban pendinginan pada ruang palka berupa beban transmisi, beban infiltrasi, beban produk serta beban peralatan. Berikut ini adalah perhitungan beban pendingin pada KM Napoleon.

4.6.1 Beban Produk

Beban produk yaitu beban panas yang berasal dari ikan ketika ikan tersebut dimasukkan ke dalam ruang palka dimana ikan tersebut akan melepaskan panas untuk berubah menjadi dingin. Untuk melakukan perhitungan beban produk ini diberikan rumus pada persamaan 2.2.

Untuk menentukan massa dari produk terlebih dahulu harus diketahui kapasitas muat dari ruang palka. Adapun rumus untuk menghitung kapasitas ruang muat adalah :

$$\text{Kapasitas ruang muat} = V \text{ ruang muat} \times Sf \dots\dots\dots(4.1)$$

Dimana :

Sf : stowage factor muatan (ton/m^3)

Pada kapal ikan terdapat 5 pembagian nilai stowage factor (Sf), diantaranya adalah :

Tabel 4.20 Stowage factor muatan pada kapal ikan

Item	Sf (ton/m^3)
Ikan segar dalam bulk	0,5
Ikan segar dalam shelves (rak)	0,3

Ikan segar dalam boxes (kotak)	0,25
Ikan tuna dalam bulk	0,6
Pendinginan dengan air laut	0,75

Sumber : *Design of Small Fishing Vessels*

Volume ruang muat = 6,553 m³ (lihat tabel 4.7)

Stowage factor = 0,75 ton/m³ (lihat table 4.20)

Sehingga :

$$\begin{aligned} \text{Kapasitas ruang muat} &= V \text{ ruang muat} \times Sf \\ &= 6,553 \times 0,75 \\ &= 8,74 \text{ ton} \end{aligned}$$

Karena kapal tersebut dioperasikan selama 15 hari dengan waktu efektif untuk penangkapan ikan selama ± 10 hari dan waktu tidak efektif selama ± 5 hari maka dapat diketahui kapasitas muat per harinya yaitu kapasitas ruang muat dibagi dengan waktu efektif sehingga didapat 2 ton (8818,49 pounds) ikan per hari.

Untuk penentuan panas spesifik dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 4.21 Panas spesifik dan panas laten dari perishable food

Meats	Specific Heat (Btu/lb F)		Latent heat (Btu/lb)
	Before freezing	After freezing	
Bacon	0,50	0,30	29,69
Fish	0,76	0,41	101,29
Lamb	0,69	0,30	83,46

Sumber : *Dossat, 1978 hal 208*

Sehingga :

$$m = 4480 \text{ pounds}$$

$$c = 0,76 \text{ (lihat tabel 4.21)}$$

$$\begin{aligned} T_1 &= \text{temperatur awal ikan (Ilyas)} \\ &= 68^\circ\text{F} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} T_2 &= \text{temperatur akhir ikan} \\ &= 28,5^\circ\text{F} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta T &= T_1 - T_2 \\ &= 39,5^\circ\text{F} \end{aligned}$$

Jadi :

$$\begin{aligned}
 q_1 &= \frac{mxc \times \Delta T \times 24 \text{ hr}}{\text{lamawaktupendinginan}(\text{hr})} \\
 &= \frac{4480 \times 0,76 \times 39,5 \times 24}{18} \\
 &= 179359,49 \text{ Btu/24hr}
 \end{aligned}$$

4.6.2 Beban Transmisi

Beban transmisi ini merupakan beban pendinginan yang disebabkan karena adanya perbedaan temperatur di dalam dan di luar ruangan sehingga panas mengalir dari temperatur tinggi ke temperatur rendah hingga terjadi kesetimbangan panas. Untuk melakukan perhitungan beban transmisi ini diberikan rumus pada persamaan 2.3.

1. Beban transmisi di ruang palka I

Pada perhitungan beban transmisi di ruang palka I ini dilakukan pada setiap dinding ruang palka diantaranya dinding pembatas atau sekat, dinding kanan atau dinding kiri ruang palka serta atap atau geladak ruang palka.

a. Beban Transmisi melalui dinding pembatas (frame 18)

Diketahui :

$$U = 0,0186 \text{ Btu/ft}^2 \cdot \text{°F} \cdot \text{hr}$$

$$A = 2,48077 \text{ m}^2 = 26,70279 \text{ ft}^2 \text{ (lihat tabel 4.19)}$$

$$\begin{aligned}
 T_i &= \text{Temperatur ruang palka} \\
 &= 28,5^\circ\text{F}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 T_i &= \text{Temperatur ruang palka} \\
 &= 28,5^\circ\text{F}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 T_d &= \text{Perbedaan temperatur} \\
 &= T_i - T_o \\
 &= 28,5^\circ\text{F} - 28,5^\circ\text{F} \\
 &= 0^\circ\text{F}
 \end{aligned}$$

Sehingga :

$$q_{2(a1)} = U \cdot A \cdot (T_d) \cdot 24$$

$$= 0,0186 \times 26,70279 \times 0 \times 24$$

$$= 0 \text{ Btu/24hr}$$

- b. Beban Transmisi melalui dinding pembatas (frame 20)

$$U = 0,0359 \text{ Btu/ft}^2 \cdot \text{F} \cdot \text{hr}$$

$$A = 2,07244 \text{ m}^2 = 22,30756 \text{ ft}^2 \text{ (lihat tabel 4.19)}$$

$$T_o = \text{Temperatur udara luar}$$

$$= 91,4^\circ\text{F}$$

$$T_i = \text{Temperatur ruang palka}$$

$$= 28,5^\circ\text{F}$$

$$T_d = \text{Perbedaan temperatur}$$

$$= T_o - T_i$$

$$= 91,4^\circ\text{F} - 28,5^\circ\text{F}$$

$$= 62,9^\circ\text{F}$$

Sehingga :

$$q_{2(bl)} = U \cdot A \cdot (T_d) \cdot 24$$

$$= 0,0359 \times 22,30756 \times 62,9 \times 24$$

$$= 1208,95 \text{ Btu/24hr}$$

- c. Beban Transmisi melalui dinding kanan dan kiri (fr18-20)

Untuk dinding kanan dan kiri ini luasannya dibagi menjadi 2 bagian yaitu dinding yang berada di atas garis air dan yang berada di bawah garis air.

- Di atas garis air

$$U = 0,0359 \text{ Btu/ft}^2 \cdot \text{F} \cdot \text{hr}$$

$$A = (3,578/2) \text{ m}^2 = 1,789 \text{ m}^2 \text{ (lihat tabel 4.19)}$$

$$= 19,257 \text{ ft}^2$$

$$T_o = \text{Temperatur udara luar}$$

$$= 91,4^\circ\text{F}$$

$$T_i = \text{Temperatur ruang palka}$$

$$= 28,5^\circ\text{F}$$

$$T_d = \text{Perbedaan temperatur}$$

$$= T_o - T_i$$

$$= 91,4^\circ\text{F} - 28,5^\circ\text{F}$$

$$= 62,9^\circ\text{F}$$

Sehingga :

$$\begin{aligned} q_{2(c1)} &= U \cdot A \cdot (T_d) \cdot 24 \\ &= 0,0359 \times 19,257 \times 62,9 \times 24 \\ &= 1043,626 \text{ Btu/24hr} \end{aligned}$$

- Di bawah garis air
 - $U = 0,0359 \text{ Btu/ft}^2 \cdot \text{°F} \cdot \text{hr}$
 - $A = (3,578/2) \text{ m}^2 = 1,789 \text{ m}^2$ (lihat tabel 4.19)
 - $= 19,257 \text{ ft}^2$
 - $T_o = \text{Temperatur air laut}$
 - $= 86^\circ\text{F}$
 - $T_i = \text{Temperatur ruang palka}$
 - $= 28,5^\circ\text{F}$
 - $T_d = \text{Perbedaan temperatur}$
 - $= T_o - T_i$
 - $= 86^\circ\text{F} - 28,5^\circ\text{F}$
 - $= 57,5^\circ\text{F}$

Sehingga :

$$\begin{aligned} q_{2(c2)} &= U \cdot A \cdot (T_d) \cdot 24 \\ &= 0,0359 \times 19,257 \times 57,5 \times 24 \\ &= 954,03 \text{ Btu/24hr} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Total beban } q_{2(ca)} &= q_{2(c1)} + q_{2(c2)} \\ &= 1043,626 + 954,03 \\ &= 1997,656 \text{ Btu/24hr} \end{aligned}$$

Karena dinding kanan dan kiri sama maka total beban dikalikan 2 jadi total beban adalah

$$q_{2(cb)} = 3995,312 \text{ Btu/24hr.}$$

- d. Beban Transmisi melalui atap atau geladak (fr18-20)

$$\begin{aligned} U &= 0,0359 \text{ Btu/ft}^2 \cdot \text{°F} \cdot \text{hr} \\ A &= 2,653 \text{ m}^2 = 28,557 \text{ ft}^2 \text{ (lihat tabel 4.19)} \\ T_o &= \text{Temperatur udara luar} \\ &= 91,4^\circ\text{F} \\ T_i &= \text{Temperatur ruang palka} \end{aligned}$$

$$= 28,5^{\circ}\text{F}$$

T_d = Perbedaan temperatur

$$= T_o - T_i$$

$$= 91,4^{\circ}\text{F} - 28,5^{\circ}\text{F}$$

$$= 62,9^{\circ}\text{F}$$

Sehingga :

$$q_{2(d1)} = U.A.(T_d).24$$

$$= 0,0359 \times 28,557 \times 62,9 \times 24$$

$$= 1547,636 \text{ Btu/24hr}$$

Jadi total beban transmisi ruang palka I adalah :

$$q_{\text{trans(I)}} = q_{2(a1)} + q_{2(b1)} + q_{2(cb)} + q_{2(d1)}$$

$$= 0 + 1208,95 + 3995,312 + 1547,636$$

$$= 6751,898 \text{ Btu/24hr}$$

2. Beban transmisi di ruang palka II

Pada perhitungan beban transmisi di ruang palka II ini dilakukan pada setiap dinding ruang palka diantaranya dinding pembatas atau sekat, dinding kanan atau dinding kiri ruang palka serta atap atau geladak ruang palka.

a. Beban Transmisi melalui dinding pembatas (frame 16)

Diketahui :

$$U = 0,0186 \text{ Btu/ft}^2 \cdot ^{\circ}\text{F} \cdot \text{hr}$$

$$A = 2,779 \text{ m}^2 = 29,913 \text{ ft}^2 \text{ (lihat tabel 4.19)}$$

T_i = Temperatur ruang palka

$$= 28,5^{\circ}\text{F}$$

T_o = Temperatur ruang palka

$$= 28,5^{\circ}\text{F}$$

T_d = Perbedaan temperatur

$$= T_o - T_i$$

$$= 28,5^{\circ}\text{F} - 28,5^{\circ}\text{F}$$

$$= 0^{\circ}\text{F}$$

Sehingga :

$$q_{2(a2)} = U.A.(T_d).24$$

$$= 0,0186 \times 29,913 \times 0 \times 24$$

$$= 0 \text{ Btu/24hr}$$

- b. Beban Transmisi melalui dinding kanan dan kiri (fr16-18)
Untuk dinding kanan dan kiri ini luasannya dibagi menjadi 2 bagian yaitu dinding yang berada di atas garis air dan yang berada di bawah garis air.

- Di atas garis air

$$U = 0,0359 \text{ Btu/ft}^2 \cdot \text{°F} \cdot \text{hr}$$

$$A = (3,385/2) \text{ m}^2 = 1,693 \text{ m}^2 \text{ (lihat tabel 4.19)}$$

$$= 18,223 \text{ ft}^2$$

$$T_o = \text{Temperatur udara luar}$$

$$= 91,4^\circ\text{F}$$

$$T_i = \text{Temperatur ruang palka}$$

$$= 28,5^\circ\text{F}$$

$$T_d = \text{Perbedaan temperatur}$$

$$= T_o - T_i$$

$$= 91,4^\circ\text{F} - 28,5^\circ\text{F}$$

$$= 62,9^\circ\text{F}$$

Sehingga :

$$q_{2(b2)} = U \cdot A \cdot (T_d) \cdot 24$$

$$= 0,0359 \times 18,223 \times 62,9 \times 24$$

$$= 987,589 \text{ Btu/24hr}$$

- Di bawah garis air

$$U = 0,0359 \text{ Btu/ft}^2 \cdot \text{°F} \cdot \text{hr}$$

$$A = (3,385/2) \text{ m}^2 = 1,693 \text{ m}^2 \text{ (lihat tabel 4.19)}$$

$$= 18,223 \text{ ft}^2$$

$$T_o = \text{Temperatur air laut}$$

$$= 86^\circ\text{F}$$

$$T_i = \text{Temperatur ruang palka}$$

$$= 28,5^\circ\text{F}$$

$$T_d = \text{Perbedaan temperatur}$$

$$= T_o - T_i$$

$$= 86^\circ\text{F} - 28,5^\circ\text{F}$$

$$= 57,5^{\circ}\text{F}$$

Sehingga :

$$\begin{aligned} q_{2(b3)} &= U.A.(T_d).24 \\ &= 0,0359 \times 18,223 \times 57,5 \times 24 \\ &= 902,804 \text{ Btu/24hr} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Total beban } q_{2(ba)} &= q_{2(b2)} + q_{2(b3)} \\ &= 987,589 + 902,804 \\ &= 1890,393 \text{ Btu/24hr} \end{aligned}$$

Karena dinding kanan dan kiri sama maka total beban dikalikan 2 jadi total beban adalah

$$q_{2(bb)} = 3780,786 \text{ Btu/24hr.}$$

- c. Beban Transmisi melalui atap atau geladak (fr 16-18)

$$U = 0,0359 \text{ Btu/ft}^2 \cdot ^{\circ}\text{F.hr}$$

$$A = 2,70267\text{m}^2 = 29,091 \text{ ft}^2 \text{ (lihat tabel 4.19)}$$

$$\begin{aligned} T_o &= \text{Temperatur udara luar} \\ &= 91,4^{\circ}\text{F} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} T_i &= \text{Temperatur ruang palka} \\ &= 28,5^{\circ}\text{F} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} T_d &= \text{Perbedaan temperatur} \\ &= T_o - T_i \\ &= 91,4^{\circ}\text{F} - 28,5^{\circ}\text{F} \\ &= 62,9^{\circ}\text{F} \end{aligned}$$

Sehingga :

$$\begin{aligned} q_{2(c2)} &= U.A.(T_d).24 \\ &= 0,0359 \times 29,091 \times 62,9 \times 24 \\ &= 1576,576 \text{ Btu/24hr} \end{aligned}$$

Jadi total beban transmisi ruang palka II adalah :

$$\begin{aligned} q_{\text{trans(II)}} &= q_{2(a2)} + q_{2(bb)} + q_{2(c2)} + q_{2(a1)} \\ &= 0 + 3780,786 + 1576,576 + 0 \\ &= 5357,362 \text{ Btu/24hr} \end{aligned}$$

3. Beban transmisi di ruang palka III

Pada perhitungan beban transmisi di ruang palka III ini dilakukan pada setiap dinding ruang palka diantaranya dinding pembatas atau sekat, dinding kanan atau dinding kiri ruang palka serta atap atau geladak ruang palka.

serta atap atau geladak ruang palka.

- a. Beban Transmisi melalui dinding pembatas (frame 14)

Diketahui :

$$U = 0,0359 \text{ Btu/ft}^2 \cdot \text{°F} \cdot \text{hr}$$

$$A = 3,078 \text{ m}^2 = 33,131 \text{ ft}^2 \text{ (lihat tabel 4.19)}$$

$$T_o = \text{Temperatur ruang mesin} \\ = 95^\circ\text{F}$$

$$T_i = \text{Temperatur ruang palka} \\ = 28,5^\circ\text{F}$$

$$T_d = \text{Perbedaan temperatur} \\ = T_o - T_i \\ = 95^\circ\text{F} - 28,5^\circ\text{F} \\ = 66,5^\circ\text{F}$$

Sehingga :

$$q_{2(a3)} = U \cdot A \cdot (T_d) \cdot 24 \\ = 0,0359 \times 33,131 \times 66,5 \times 24 \\ = 1898,287 \text{ Btu/24hr}$$

- b. Beban Transmisi melalui dinding kanan dan kiri (fr14-16)

Untuk dinding kanan dan kiri ini luasannya dibagi menjadi 2 bagian yaitu dinding yang berada di atas garis air dan yang berada di bawah garis air.

- Di atas garis air

$$U = 0,0359 \text{ Btu/ft}^2 \cdot \text{°F} \cdot \text{hr}$$

$$A = (3,663/2) \text{ m}^2 = 1,832 \text{ m}^2 \text{ (lihat tabel 4.19)} \\ = 19,72 \text{ ft}^2$$

$$T_o = \text{Temperatur udara luar} \\ = 91,4^\circ\text{F}$$

$$T_i = \text{Temperatur ruang palka} \\ = 28,5^\circ\text{F}$$

$$\begin{aligned}
 T_d &= \text{Perbedaan temperatur} \\
 &= T_o - T_i \\
 &= 91,4^\circ\text{F} - 28,5^\circ\text{F} \\
 &= 62,9^\circ\text{F}
 \end{aligned}$$

Sehingga :

$$\begin{aligned}
 q_{2(b4)} &= U \cdot A \cdot (T_d) \cdot 24 \\
 &= 0,0359 \times 19,72 \times 62,9 \times 24 \\
 &= 1068,718 \text{ Btu/24hr}
 \end{aligned}$$

- Di bawah garis air

$$U = 0,0359 \text{ Btu/ft}^2 \cdot ^\circ\text{F} \cdot \text{hr}$$

$$A = (3,663/2) \text{ m}^2 = 1,832 \text{ m}^2 \text{ (lihat tabel 4.19)}$$

$$= 19,72 \text{ ft}^2$$

$$\begin{aligned}
 T_o &= \text{Temperatur air laut} \\
 &= 86^\circ\text{F}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 T_i &= \text{Temperatur ruang palka} \\
 &= 28,5^\circ\text{F}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 T_d &= \text{Perbedaan temperatur} \\
 &= T_o - T_i \\
 &= 86^\circ\text{F} - 28,5^\circ\text{F} \\
 &= 57,5^\circ\text{F}
 \end{aligned}$$

Sehingga :

$$\begin{aligned}
 q_{2(b5)} &= U \cdot A \cdot (T_d) \cdot 24 \\
 &= 0,0359 \times 19,72 \times 57,5 \times 24 \\
 &= 976,968 \text{ Btu/24hr}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Total beban } q_{2(bc)} &= q_{2(b4)} + q_{2(b5)} \\
 &= 1068,718 + 976,968 \\
 &= 2045,361 \text{ Btu/24hr}
 \end{aligned}$$

Karena dinding kanan dan kiri sama maka total beban dikalikan 2 jadi total beban adalah

$$q_{2(bd)} = 4090,722 \text{ Btu/24hr.}$$

- c. Beban Transmisi melalui atap atau geladak (fr14-16)

$$U = 0,0359 \text{ Btu/ft}^2 \cdot ^\circ\text{F} \cdot \text{hr}$$

$$A = 2,964\text{m}^2 = 31,904 \text{ ft}^2 \text{ (lihat tabel 4.19)}$$

$$T_o = \text{Temperatur udara luar} \\ = 91,4^\circ\text{F}$$

$$T_i = \text{Temperatur ruang palka} \\ = 28,5^\circ\text{F}$$

$$T_d = \text{Perbedaan temperatur} \\ = T_o - T_i \\ = 91,4^\circ\text{F} - 28,5^\circ\text{F} \\ = 62,9^\circ\text{F}$$

Sehingga :

$$q_{2(c3)} = U \cdot A \cdot (T_d) \cdot 24 \\ = 0,0359 \times 31,904 \times 62,9 \times 24 \\ = 1729,026 \text{ Btu/24hr}$$

Jadi total beban transmisi ruang palka III adalah :

$$q_{\text{trans(III)}} = q_{2(a3)} + q_{2(bd)} + q_{2(c3)} + q_{2(a2)} \\ = 1898,287 + 4090,722 + 1729,026 + 0 \\ = 7718,035 \text{ Btu/24hr}$$

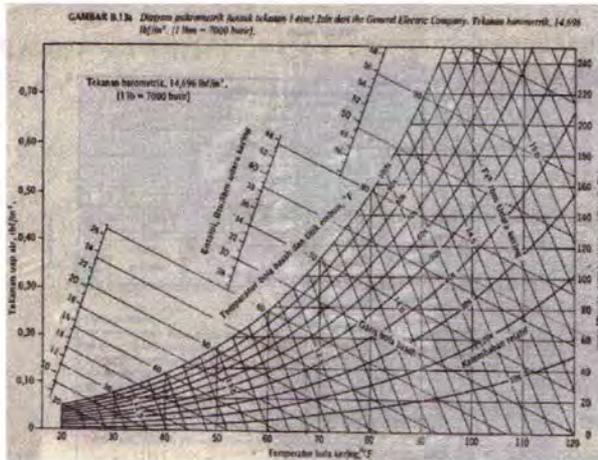
Dari perhitungan beban transmisi pada masing-masing ruang palka di atas maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

Tabel 4.22 Beban Transmisi masing-masing ruang palka

Ruang Palka	Beban Transmisi (Btu/24hr)
I	6751,898
II	5357,362
III	7718,035

4.6.3 Beban Infiltrasi

Beban infiltrasi merupakan panas udara yang mengalir ke dalam ruang palka yang disebabkan oleh buka tutup ruang palka maupun adanya kebocoran yang terjadi pada dinding maupun penutup ruang palka sehingga terjadi pertukaran panas dari udara luar dengan udara dingin yang berada di dalam ruang palka. Untuk melakukan perhitungan beban infiltrasi ini diberikan rumus pada persamaan 2.4.



Gambar 4.19 Grafik Psikometri

Untuk perhitungan beban infiltrasi dibutuhkan volume udara di ruang palka yaitu :

Volume ruang palka I = 2,102 m³ (lihat tabel 4.7)
 = 74,231 ft³

Volume ruang palka II = 2,097 m³ (lihat tabel 4.7)
 = 74,055 ft³

Volume ruang palka III = 2,354 m³ (lihat tabel 4.7)
 = 83,131 ft³

Sehingga dapat disimpulkan :

Tabel 4.23 Volume udara masing-masing ruang palka

Ruang Palka	Volume Ruang Palka (ft ³)
I	74,231
II	74,055
III	83,131

1. Beban Infiltrasi Ruang Palka I

Diketahui :

- V = 74,231 ft³ (lihat tabel 4.23)
- Air changes = ekstrapolasi berdasarkan tabel 2.2



Sehingga untuk volume $74,231 \text{ ft}^3$ maka air changes per 24hr adalah sebesar 49,57

- $h_o = 47$ (dari gambar 4.19)
- $h_i = 7$ (dari gambar 4.19)

Sehingga :

$$\begin{aligned} q_{3(1)} &= V * \text{airchanges} * 0,075(h_o - h_i) \\ &= 74,231 \times 49,57 \times 0,075(47-7) \\ &= 11038,89 \text{ Btu/24hr} \end{aligned}$$

2. Beban Infiltrasi Ruang Palka II

Diketahui :

- $V = 74,055 \text{ ft}^3$ (lihat tabel 4.23)
- Air changes = ekstrapolasi berdasarkan tabel 2.2
Sehingga untuk volume $74,055 \text{ ft}^3$ maka air changes per 24hr adalah sebesar 449,574

- $h_o = 47$ (dari gambar 4.19)
- $h_i = 7$ (dari gambar 4.19)

Sehingga :

$$\begin{aligned} q_{3(2)} &= V * \text{airchanges} * 0,075(h_o - h_i) \\ &= 74,055 \times 449,574 \times 0,075(47-7) \\ &= 11013,61 \text{ Btu/24hr} \end{aligned}$$

3. Beban Infiltrasi Ruang Palka III

Diketahui :

- $V = 83,131 \text{ ft}^3$ (lihat tabel 4.23)
- Air changes = ekstrapolasi berdasarkan tabel 2.2
Sehingga untuk volume $83,131 \text{ ft}^3$ maka air changes per 24hr adalah sebesar 49,39

- $h_o = 47$ (dari gambar 4.19)
- $h_i = 7$ (dari gambar 4.19)

Sehingga :

$$\begin{aligned} q_{3(3)} &= V * \text{airchanges} * 0,075(h_o - h_i) \\ &= 83,131 \times 49,39 \times 0,075(47-7) \\ &= 12317,52 \text{ Btu/24hr} \end{aligned}$$

4.6.4 Beban Peralatan

Untuk melakukan perhitungan beban infiltrasi ini diberikan rumus pada persamaan 2.5. Pada penentuan beban peralatan ini, peralatan yang ada di ruang palka adalah pompa ruang muat sehingga harus diketahui terlebih dahulu daya dari pompa.

$$\begin{aligned}\text{Daya} &= 0,5 \text{ HP} \\ &= 0,3728499 \text{ kW}\end{aligned}$$

$$\text{Faktor} = 1,67 \text{ (lihat tabel 2.3)}$$

$$\text{Lama operasional} = 2 \text{ jam}$$

Sehingga :

$$\begin{aligned}q_4 &= \text{faktor} * \text{hp} * \text{hr} \\ &= 1,67 \times 0,5 \times 2 \\ &= 1,67 \text{ Btu/24hr}\end{aligned}$$

4.6.5 Beban Radiasi

Untuk melakukan perhitungan beban infiltrasi ini diberikan rumus pada persamaan 2.6

1. Beban Radiasi Ruang Palka I

$$\begin{aligned}U &= 0,0359 \text{ Btu/ft}^2 \cdot \text{°F} \cdot \text{hr} \\ A &= 2,653 \text{ m}^2 = 28,56 \text{ ft}^2 \text{ (lihat tabel 4.19)} \\ T_e &= 145 \text{ °F (lihat tabel 2.4)} \\ T_i &= 28,5 \text{ °F}\end{aligned}$$

Sehingga :

$$\begin{aligned}q_{5(1)} &= U.A.(T_e - T_i).24 \\ &= 0,0359 \times 28,56 \times (145 - 28,5) \times 24 \\ &= 2860,7 \text{ Btu/24hr}\end{aligned}$$

2. Beban Radiasi Ruang Palka II

$$\begin{aligned}U &= 0,0359 \text{ Btu/ft}^2 \cdot \text{°F} \cdot \text{hr} \\ A &= 2,703 \text{ m}^2 = 29,09 \text{ ft}^2 \text{ (lihat tabel 4.19)} \\ T_e &= 145 \text{ °F (lihat tabel 2.4)} \\ T_i &= 28,5 \text{ °F}\end{aligned}$$

Sehingga :

$$q_{5(2)} = U.A.(T_e - T_i).24$$

$$= 0,0359 \times 29,09 \times (145-28,5) \times 24$$

$$= 2919,9 \text{ Btu/24hr}$$

3. Beban Radiasi Ruang Palka III

$$U = 0,0359 \text{ Btu/ft}^2 \cdot \text{°F} \cdot \text{hr}$$

$$A = 2,964 \text{ m}^2 = 29 \text{ ft}^2 \text{ (lihat tabel 4.19)}$$

$$T_e = 145 \text{ °F (lihat tabel 2.4)}$$

$$T_i = 28,5 \text{ °F}$$

Sehingga :

$$q_{5(s)} = U \cdot A \cdot (T_e - T_i) \cdot 24$$

$$= 0,0359 \times 29 \times (145-28,5) \times 24$$

$$= 2910,9 \text{ Btu/24hr}$$

Hasil dari perhitungan beban pendingin untuk masing-masing ruang palka di atas dapat disimpulkan sebagai berikut.

Tabel 4.24 Beban pendingin pada masing-masing ruang palka

No	Beban	Ruang Palka I	Ruang Palka II	Ruang Palka III
1	Transmisi (Btu/24hr)	6751,898	5357,362	7718,035
2	Produk (Btu/24hr)	179359,49	179359,49	179359,49
3	Infiltrasi (Btu/24hr)	11038,89	11013,61	12317,52
4	Peralatan (Btu/24hr)	1,67	1,67	1,67
5	Radiasi (Btu/24hr)	2860,7	2919,9	2910,9
Total Beban (Btu/24hr)		200012,648	198652,032	202307,615

4.7 Kapasitas Beban Pendingin Yang Dibutuhkan Oleh Peralatan

Kapasitas beban pendingin ini digunakan untuk menentukan atau memilih spesifikasi peralatan pendingin yang sesuai dengan beban pendinginan. Kapasitas beban pendingin ini berhubungan dengan operasional dari peralatan pendingin yaitu lama operasi dari peralatan pendingin. Kebutuhan kapasitas beban pendingin dapat dihitung dengan persamaan 2.7.

4.7.1 Kapasitas Beban Pendingin Ruang Palka I

$$\begin{aligned} q(\text{palka I}) &= \frac{\text{TotalCoolingLoad}(\text{Btu} / 24\text{hr})}{\text{DesiredRunningTime}(\text{hr})} \\ &= \frac{200012,648}{16} \\ &= 12500,79 \text{ Btu/hr} \quad (1 \text{ Btu/hr} = 0,293 \text{ W}) \\ &= 3662,73 \text{ W} \end{aligned}$$

Jadi kapasitas beban pendingin yang dibutuhkan peralatan pendingin untuk ruang palka I adalah sebesar 3662,73 W.

4.7.2 Kapasitas Beban Pendingin Ruang Palka II

$$\begin{aligned} q(\text{palka II}) &= \frac{\text{TotalCoolingLoad}(\text{Btu} / 24\text{hr})}{\text{DesiredRunningTime}(\text{hr})} \\ &= \frac{198652,032}{16} \\ &= 12415,75 \text{ Btu/hr} \quad (1 \text{ Btu/hr} = 0,293 \text{ W}) \\ &= 3637,82 \text{ W} \end{aligned}$$

Jadi kapasitas beban pendingin yang dibutuhkan peralatan pendingin untuk ruang palka II adalah sebesar 3637,82 W.

4.7.3 Kapasitas Beban Pendingin Ruang Palka III

$$q(\text{palka III}) = \frac{\text{TotalCoolingLoad}(\text{Btu} / 24\text{hr})}{\text{DesiredRunningTime}(\text{hr})}$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{202307,615}{16} \\
 &= 12644,23 \text{ Btu/hr (1 Btu/hr = 0,293 W)} \\
 &= 3704,76 \text{ W}
 \end{aligned}$$

Jadi kapasitas beban pendingin yang dibutuhkan peralatan pendingin untuk ruang palka III adalah sebesar 3704,76 W. Dari perhitungan kapasitas beban pendingin di atas dapat disimpulkan sebagai berikut.

Tabel 4.25 Kapasitas beban pendingin yang dibutuhkan peralatan

Ruang Palka	Kapasitas beban pendingin (W)
I	3662,73
II	3637,82
III	3704,76

4.8 Spesifikasi Peralatan Pendingin

Dalam menentukan atau memilih peralatan pendingin maka harus diperhatikan kapasitas beban pendingin yang dibutuhkan oleh peralatan pendingin. Adapun cara yang dapat digunakan untuk menentukan peralatan pendingin adalah :

- Menghitung kapasitas total beban pendingin ruang palka
- Menghitung kapasitas total beban pendingin yang dibutuhkan oleh peralatan pendingin
- Memilih evaporator berdasarkan kapasitas beban pendingin yang dibutuhkan peralatan pendingin. Jika hasil perhitungan tidak sesuai dengan spesifikasi evaporator yang ada di pasaran maka dapat dipilih kapasitas beban pendingin yang lebih besar dari hasil perhitungan.
- Memilih kompresor yang mempunyai beban pendingin sesuai dengan kapasitas beban evaporator, hal tersebut untuk menentukan daya kompresor maupun daya motor kompresor.
- Memilih kondensor dengan memperhatikan kapasitas beban pendingin dari kompresor yang telah dipilih

Pada KM Napoleon sudah terdapat peralatan pendingin yang digunakan untuk system pendinginan RSW. Sesuai dengan kapasitas beban pendingin yang dibutuhkan oleh peralatan pendingin pada perhitungan di atas maka didapat spesifikasi peralatan pendingin yang sesuai dengan peralatan pendingin yang sudah ada pada KM Napoleon sebagai berikut.

1. Motor Penggerak

Tabel 4.26 Spesifikasi motor penggerak

No	Technical Data	Keterangan
1	Merk	Tianli Engine (Stationary Diesel)
2	Type	295D
3	Jumlah silinder	2 cylinder in-line

Ket : Detail Terlampir

2. Kompresor

Tabel 4.27 Spesifikasi kompresor

No	Technical Data	Keterangan
1	Merk	Bitzer
2	Type	VI
3	Displacement	37 m ³ /h
4	No of cylinder x bore x stroke	2 x 105 mm x 75 mm
5	Allowed speed range	310...565
6	Motor pulley	150
7	V-belts (DIN 2215)	3 x 17
8	Weight	156 kg
9	Max. pressure (LP/HP)	19/23,0 bar
10	Connection suction line	35 mm/1 3/8"
11	Connection discharge line	28 mm/1 1/8"
14	Connection cooling water	R 1/2"
15	Oil type R134a/R404A/R507A	tc<55°C:BB32/ c>55°C:BSE55 (Option)
16	Oil type R22 (R12/R502)	B5:2 (Sandart)

17	Oil charge	5 dm ³
18	Crankcase heater	100 W (Option)
19	Check valve	Option
20	Oil and gas equalizing fittings	Option
21	Water-cooled cylinder heads	Standart
22	Seawater resisted cylinder heads	Option

3. Kondensor

Tabel 4.28 Spesifikasi kondensor

No	Technical Data	Keterangan
1	Merk	Bitzer
2	Type	LH135/4P.2-S
3	Motor power	15 kW
4	Displacement	47,1 m ³ /h at 50 Hz
5	Weight	287 kg
6	Total width	1591 mm
7	Total depth	1074 mm
8	Total height	1129 mm
11	Fans: Number	2
13	Current / Power consumption of each fan	1,60 A / 750 W
14	Air flow condenser 50Hz	12650 m ³ /h
16	Current / Power consumption of each fan	3,40 A 1,95 A / 1050 W
20	Receiver type (Standard)	F312H
21	Max. refrigerant charge 90% at 20°C	
	R22	32,7 kg
	R134a	33,1 kg
	R404A/R507A	28,8 kg
22	Oil separator	Option
23	Check valve	Option

24	High & low pressure switch	Option
25	Dressed unit	Option
26	Weather protective housing	Option

4. Pompa ruang muat

Tabel 4.29 Spesifikasi pompa ruang muat

No	Technical Data	Keterangan
1	Merk	Pedrollo Pump
2	Type	Top Multi 15 GPM # TOPM05A16 S

Ket : Detail terlampir

Tabel 4.30 Kapasitas pompa ruang muat

Pump Capacity Table TOPM05A16S In Gallons Per Minute										
Model	HP	Volts	Amps	Head In PSI						Shut-off
				15	20	25	30	35	40	
				Gallons Per Minute (GPM)						
TOPM05A16S	1/2	115	6.8	23	22	20	15	12	5	42 PSI

4.9 SALINITAS

Electrical Conductivity Method

Metode konduktifitas ini digunakan untuk menentukan salinitas. Untuk pengukuran salinitas air laut dapat digunakan *Practical Salinity Scale 1978*. Di sini diberikan bahwa salinitas tergantung dari rasio konduktifitas, R_t , sebagai fungsi dari temperature ($t^{\circ}\text{C}$, *International Practical Temperature Scale 1968*) memberikan standart salinitas air laut, $S = 35$ yang digunakan untuk menentukan salinitas.

Salinitas, S , dapat dihitung menggunakan rumus berikut. (*IEEE Journal of Oceanic Engineering, Vol. OE-5, No.1,*

January 1980, page 14) yang diberikan pada persamaan 2.14, persamaan 2.15, persamaan 2.16, persamaan 2.17 dan persamaan 2.18.

Dari electrical conductivity method ini dapat digunakan untuk mengukur salinitas dengan memasukkan variasi temperature. Dengan memasukkan variasi temperature maka akan didapatkan range salinitas yang terkandung pada air laut pada suhu tertentu. Dalam penentuan harga atau nilai salinitas ini terlebih dahulu perlu diketahui nilai salinitas dari air laut berdasarkan fungsi density. *Marine Science Laboratory* memberikan harga salinitas yang dihubungkan dengan temperature serta density dalam sebuah grafik. Dimana grafik ini didapat dengan percobaan menggunakan hydrometer.

Selain dari grafik di atas, penentuan salinitas dapat dilakukan dengan menggunakan T-S Diagram atau diagram hubungan temperature dan salinitas yang dihubungkan dengan density. Adapun grafiknya diberikan pada Gambar 2.5

Air laut yang mempunyai densitas sebesar $1,026 \text{ g/cm}^3$ mempunyai salinitas standart sebesar 35‰ pada temperature 15°C .

Air laut mempunyai density yang bervariasi bergantung pada temperature. Berikut ini adalah density dari air laut berdasarkan temperature.

Tabel 4.31 Density of seawater

Temperatur (°F)	Temperatur (°C)	Density of seawater (pound/ ft^3)	Density of seawater (gram/ cm^3)
30	-1,11	64,250	1,02919
40	4,44	64,200	1,0284
50	10	64,170	1,0279
59	15	64,050	1,0260

Sumber : U.S Coast Guard, www.chrismanual.com

Untuk temperature 30,2 °F , 32 °F , 33,8°F, 35,6°F, 37,4°F, 39,2°F dan 41°F dilakukan interpolasi untuk mendapatkan harga density dari nilai-nilai di atas, sehingga didapatkan :

- Density untuk temperature 30,2°F

$$\text{Density} = 64,25 + \frac{((30,2 - 30) \times (64,2 - 64,25))}{40 - 30}$$

$$= 64,25 + \frac{((0,2) \times (-0,05))}{10}$$

$$= 64,25 - 0,001$$

$$= 64,249$$

Jadi untuk temperature 30,2 °F (-1°C) maka densitynya adalah sebesar 64,249 pound/ ft³ = 1,02917 gram/ cm³

Sehingga berdasar perhitungan di atas dapat diketahui density untuk temperatur 32 °F (0 °C) , 33,8°F (1 °C), 35,6°F (2 °C) , 37,4°F (3 °C), 39,2°F (4 °C) dan 41°F (5 °C) serta salinitas berdasar gambar 2.5 pada masing-masing temperature dan density sebagai berikut :

Tabel 4.32 Nilai salinitas berdasar variasi temperatur sebagai fungsi densitas

Temperature(°C)	Density (gram/ cm ³)	Salinitas (‰)
-1,11	1,02919	36,2
-1	1,02917	36,15
0	1,029	36,1
1	1,02888	36,05
2	1,0287	35,9
3	1,0286	35,8
4	1,0285	35,7
4,44	1,0284	35,65
5	1,0283	35,5
10	1,0279	35,4
15	1,0260	35

Karena metode konduktivitas mempunyai presisi yang lebih besar dibandingkan dengan metode penentuan salinitas dengan menggunakan densitas, maka perhitungan dapat dilakukan dengan menggunakan *Electrical Conductivity Method*. Dari nilai salinitas di atas maka dapat diketahui nilai dari konduktivitas. Di mana *Marine Science Laboratory* memberikan harga konduktivitas yang dihubungkan dengan temperature dalam sebuah grafik. Dari tabel 4.32 maka didapat harga konduktivitas untuk berbagai variasi temperatur. Grafik hubungan salinitas dan temperatur berdasar fungsi dari konduktivitas diberikan pada Gambar 2.6.

Dari Gambar 2.6 maka didapat nilai konduktivitas sebagai berikut.

Tabel 4.33 Nilai konduktivitas berdasar variasi salinitas

Temperature(°C)	Salinitas (‰)	Konduktivitas (mmhos/cm)
-1,11	36,2	29,3
-1	36,15	29,4
0	36,1	30,3
1	36,05	31,2
2	35,9	32
3	35,8	32,7
4	35,7	33,4
4,44	35,65	33,5
5	35,5	34,5
10	35,4	39
15	35	42,914

Dari nilai konduktivitas di atas maka dapat dilakukan perhitungan salinitas dengan menggunakan *Electrical Conductivity Method*.

a. Salinitas pada temperature -1,11°C

Untuk mengukur salinitas dengan *Electrical Conductivity Methode* ini perlu dihitung terlebih dahulu adalah rasio dari salinitas. Parameter yang dimasukkan dalam metode ini adalah tekanan (p) dan temperatur (t).

Dimana :

$$p = 1 \text{ bar}$$

$$t = -1,11^\circ\text{C}$$

$$R = \frac{\text{conductivity}(S,T,P)}{\text{conductivity}(35,15,0)}$$

$$= \frac{29,3}{42,914}$$

$$= 0,683 \text{ mS/cm}$$

Sehingga :

$$R_p = 1 + \frac{p(e_1 + e_2p + e_3p^2)}{1 + d_1t + d_2t^2 + (d_3 + d_4t)R}$$

$$= 1 + \frac{1(((2,07 \times 10^{-4}) + ((-6,37 \times 10^{-8})x1) + ((3,989 \times 10^{-12})x1^2)))}{1 + ((3,426 \times 10^{-2}))x(-1,11) + ((4,464 \times 10^{-4})x(-1,11^2)) + ((4,215 \times 10^{-1}) + (-3,107 \times 10^{-3})x(-1,11))0,683}$$

$$= 1 + \frac{2,07 \times 10^{-4}}{1 + (-0,038) + (5,5 \times 10^{-4}) + (((4,215 \times 10^{-1}) + (3,449 \times 10^{-3}))x0,683)}$$

$$= 1 + \frac{2,07 \times 10^{-4}}{1 + (-0,038) + (5,5 \times 10^{-4}) + (0,29)}$$

$$= 1 + \frac{2,07 \times 10^{-4}}{1,25}$$

$$= 1 + 1,656 \times 10^{-4}$$

$$= 1,00017$$

dan

$$r_t = c_0 + c_1t + c_2t^2 + c_3t^3 + c_4t^4$$

$$(0,6766097) + ((2,00564 \times 10^{-2})x(-1,11)) + ((1,104259 \times 10^{-4})x(-1,11^2)) +$$

$$((6,9698 \times 10^{-7})x(-1,11^3)) + ((1,0031 \times 10^{-9})x(-1,11^4))$$

$$(0,6766097) + (-0,022) + (1,36 \times 10^{-4}) + (-9,53 \times 10^{-7}) + (1,5 \times 10^{-9})$$

$$= 0,655$$

Sehingga :

$$R_t = \frac{R}{R_p r_t}$$

$$R_t = \frac{0,683}{1,00017 \times 0,655}$$

$$R_t = 1,043$$

Dari harga R_t tersebut dapat dihitung nilai ΔS , dimana :

$$\Delta S = \left[\frac{t-15}{1+0,0162(t-15)} \right] (b_0 + b_1 R_t^{1/2} + b_2 R_t + b_3 R_t^{3/2} + b_4 R_t^2 + b_5 R_t^{5/2})$$

Sehingga :

$$\Delta S = \left[\frac{t-15}{1+0,0162(t-15)} \right] (b_0 + b_1 R_t^{1/2} + b_2 R_t + b_3 R_t^{3/2} + b_4 R_t^2 + b_5 R_t^{5/2})$$

$$\Delta S = \left[\frac{-1,11-15}{1+0,0162(-1,11-15)} \right] (0,0005) + (-0,0056 \times 1,043^{1/2}) + (-0,0066 \times 1,043) +$$

$$(-0,0375 \times 1,043^{3/2}) + (0,0636 \times 1,043^2) + (-0,0144 \times 1,043^{5/2})$$

$$\Delta S = [-21,8] \times (6,22 \times 10^{-3})$$

$$\Delta S = 0,1355$$

Setelah didapat nilai S maka dapat dihitung nilai dari salinitas yaitu dengan menggunakan rumus sebagai berikut.

$$S = a_0 + a_1 R_t^{1/2} + a_2 R_t + a_3 R_t^{3/2} + a_4 R_t^2 + a_5 R_t^{5/2} + \Delta S$$

Sehingga :

$$S = a_0 + a_1 R_t^{1/2} + a_2 R_t + a_3 R_t^{3/2} + a_4 R_t^2 + a_5 R_t^{5/2} + \Delta S$$

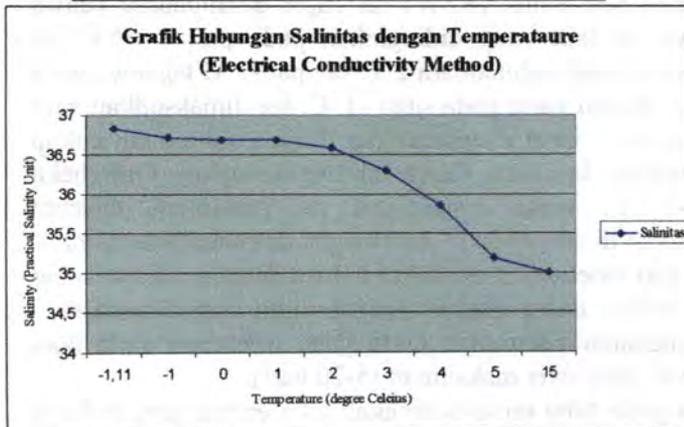
$$S = (0,008) + ((-0,1692)x(1,043^{1/2})) + ((25,3851)x(1,043)) + ((14,0941)x(1,043^{3/2})) + ((-7,0261)x(1,043^2)) + ((2,7081)x(1,043^{5/2})) + (0,1355)$$

$$S = 36,831$$

Jadi harga salinitas pada temperatur $-1,11^{\circ}\text{C}$ adalah sebesar 36,831 dan berdasar pada perhitungan di atas maka harga salinitas pada temperatur -1°C , 0°C , 1°C , 2°C , 3°C , 4°C , 5°C dan 15°C dapat diketahui sebagai berikut :

Tabel 4.34 Harga salinitas dari *Electrical Conductivity Method*

Temperature($^{\circ}\text{C}$)	Salinitas (‰)
-1,11	36,831
-1	36,712
0	36,686
1	36,684
2	36,589
3	36,299
4	35,857
5	35,184
15	35



Gambar 4.20 Grafik hubungan antara temperature dan salinitas

Dari hasil analisa di atas dapat diketahui hubungan antara salinitas dengan temperatur dimana semakin rendah temperature maka salinitas yang terkandung pada air laut semakin tinggi dan sebaliknya semakin tinggi temperature maka salinitas yang terkandung pada air laut semakin rendah.

4.10 Bakteri

Penurunan mutu ikan dapat terjadi secara bakterial. Aktifitas bakteri dimulai setelah ikan mati, namun demikian kegiatannya masih terbatas karena kondisi jaringan tubuh (ph dan suhu) masih belum sesuai perkembangbiakannya. Aktifitas dan perkembangbiakan bakteri baru berkembang setelah terjadinya pembekuan pada daging ikan akibat kerja enzim. Sebagai contoh serangan bakteri pada ikan terutama tertuju pada beberapa tempat yang merupakan sumber pembusukan yaitu selaput lendir, isi perut, insang sehingga dengan demikian perlu dilakukan penanganan dari bagian tersebut yang merupakan pusat konsentrasi bakteri.

Dari Tabel 2.9 dapat diketahui mutu ikan yang disebabkan oleh kegiatan bakteri pada suhu tertentu. Sehingga pada sistem Refrigerated Sea Water (RSW) ini dapat disimpulkan bahwa seharusnya air laut yang didinginkan pada proses RSW ini disirkulasikan pada suhu antara 2 °C sampai -1 °C tepatnya pada deret suhu rendah yaitu pada suhu -1 °C. Ini dimaksudkan agar air laut tersebut dapat disirkulasikan dengan suhu yang cukup untuk mendinginkan ikan. Karena air laut mempunyai titik beku sekitar -2 °C, maka seharusnya air pendingin tersebut disirkulasikan di atas suhu -2 °C. Dengan sirkulasi pada suhu -1 °C maka dari tabel dapat diketahui bahwa dengan suhu tersebut kegiatan bakteri dapat ditekan dengan mutu ikan dimana ikan dapat mengalami penurunan mutu yang minimum serta ikan mempunyai daya awet maksimum (5-20 hari).

Selain itu pada suhu tersebut tingkah laku enzim yang bekerja dapat ditekan dimana aktifitas enzim hanya berfungsi sebagian.

Dimana enzim ini merupakan pemroduksi komponen-komponen seperti gula dan asam amino yang ada didalam saluran pencernaan maupun yang ada didalam otot ikan. Setelah ikan mati, enzim-enzim ini masih tetap aktif. Akibatnya, terjadi proses autolisis atau penghancuran diri sendiri yang akhirnya akan mempengaruhi flavor, tekstur, dan penampakan ikan.

Kecepatan proses autolisis sangat tergantung pada suhu. Penyimpanan ikan pada suhu dingin (hanya sedikit diatas suhu beku ikan) walaupun tidak menghentikan proses autolisis tetapi dapat memperlambat aktivitas enzim sehingga memperlambat kecepatan reaksi autolisis

Adapun standard ikan segar yang diterbitkan oleh Dewan Standardisasi Nasional (DSN) sebagai pihak yang berwenang mengkoordinasikan Standardisasi sesuai dengan Keppres RI Nomor 20 th 1984 Jo Keppres Nomor 7/1989 adalah

Tabel 4.35 Persyaratan Mutu Ikan menurut SNI

Jenis Uji	Persyaratan Mutu	Satuan
a. Organoleptik		
➤ Nilai minimal	7	
b. Cemarkan Mikroba		
➤ ALT maksimal	5×10^5	Koloni/gram
➤ Escherichia Coli	<3	APM/gram
➤ Vibrio Cholerae	Negatif	Per 25 gram

Keterangan :

ALT = Angka Lempeng Total

APM = Angka Paling Memungkinkan

Sumber : Dirjen Perikanan, 1993/1994

4.11 Flow Rate Refrigerated Sea Water (RSW)

Dalam menentukan mode serta prosedur pendinginan dalam system RSW ini yaitu mengenai sirkulasi dari RSW maka perlu diketahui flow rate dari system RSW ini.

a. Inlet dan Outlet Pompa Ruang Muat

Kapasitas Pompa dan Waktu Pengisian dan Pengosongan Ruang Muat :

- Volume ruang muat terbesar (Ruang Muat III) (V) = $2,354 \text{ m}^3$ (lihat Tabel 4.7)
- Waktu yang dibutuhkan untuk pengisian/ pengosongan ruang muat (t) = 30 menit = 0,5 jam

Berdasar persamaan 2.20 maka dapat diketahui kapasitas pompa ruang muat yang dibutuhkan (Q) adalah $4,708 \text{ m}^3/\text{jam}$

Sehingga dengan kapasitas tersebut di atas maka dipakai pompa ruang muat dengan merk Pedrollo Pump Top M05A16S dengan kapasitas sebesar 22 gallon per minute (GPM).

$Q \text{ pompa} = 22 \text{ GPM}$ ($1 \text{ GPM} = 0,2727655 \text{ m}^3/\text{jam}$) (lihat Tabel 4.30) = $6,000841 \text{ m}^3/\text{jam}$

Dari perhitungan di atas dapat disimpulkan :

- Volume ruang muat (V) = $2,354 \text{ m}^3$
- Waktu yang dibutuhkan untuk pengisian/ pengosongan ruang muat (t) = 30 menit
- Kapasitas pompa yang dibutuhkan (Q) = $4,708 \text{ m}^3/\text{jam}$

Dengan memakai pompa :

- Merk = Pedrollo Pump Top M05A16S
- $Q \text{ pompa} = 22 \text{ GPM} = 6,000841 \text{ m}^3/\text{jam}$

Maka waktu yang dibutuhkan untuk pengisian/ pengosongan ruang muat adalah 23,54 menit.

Kecepatan Aliran Masuk dan Keluar Pompa Ruang Muat :

Dimana :

$$Q = \text{debit (m}^3\text{)}$$

$$= 6,000841 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$V = \text{kecepatan aliran (m/s)}$$

$$A = \text{luas penampang (m}^2\text{)}$$

Diameter pipa inlet (d) = $\frac{3}{4}$ inch (1 inch = 0,0254 m)
(lihat Tabel 4.29)

$$= 0,01905 \text{ m}$$

Jadi dengan menggunakan persamaan 2.22 didapat kecepatan aliran masuk dan keluar pompa ruang muat adalah 5,85 m/s

b. Laju alir massa (m)

Laju alir massa (m)

$$\rho \text{ air laut} = 1025 \text{ kg/m}^3$$

$$Q = 6,000841 \text{ m}^3/\text{jam}$$

Berdasar persamaan 2.21 dapat diketahui nilai laju alir massa adalah sebesar 6150,86 kg/jam

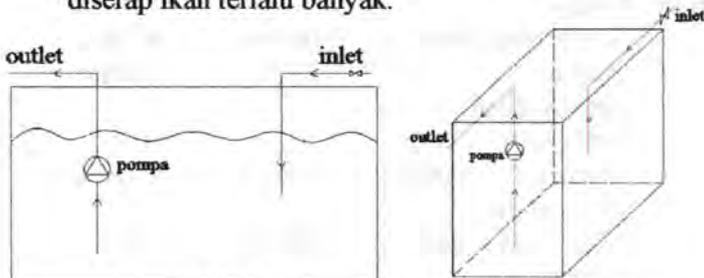
Dari perhitungan di atas dapat disimpulkan sebagai berikut :

Tabel 4.36 Flow Rate RSW

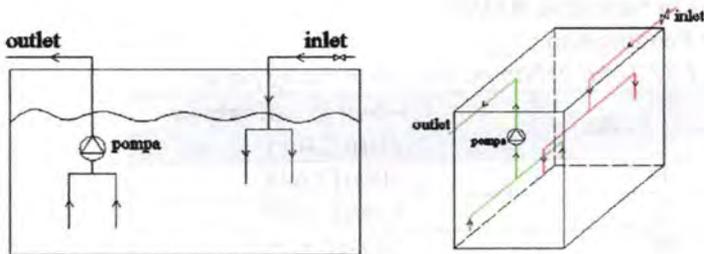
Item	Nilai	Satuan
Laju alir massa	6150,86	kg/jam
Inlet Pompa :		
a. Kapasitas pompa	6,000841	m ³ /jam
b. Waktu pengisian ruang muat	23,54	menit
c. Diameter inlet pipa pompa	0,01905	m
d. Kecepatan inlet pompa	5,85	m/s
Outlet Pompa :		
a. Kapasitas pompa	6,000841	m ³ /jam
b. Waktu pengosongan ruang muat	23,54	menit
c. Diameter outlet pipa pompa	0,01905	m
d. Kecepatan outlet pompa	5,85	m/s

Dari Tabel 4.36 dapat diketahui flow rate dari sistem Refrigerated Sea Water (RSW) KM Napoleon dimana dalam sirkulasi sistem pendinginan RSW ini digunakan suatu pompa ruang muat dengan merk Pedrollo Pump Top M05A16S.

- Dalam sirkulasi ini untuk pengisian ruang muat dengan air pendingin yang telah didinginkan di ruang muat yang lain dan untuk pengosongannya digunakan pompa ruang muat merk Pedrollo Pump Top M05A16S dengan kapasitas pompa sebesar $6,000841 \text{ m}^3/\text{jam}$, waktu pengisian ruang muat selama 23,54 menit, kecepatan inlet pompa 5,85 m/s dengan diameter inlet pipa sebesar 0,01905 m. Untuk pengisian dan pengosongan ini pipa inlet dan outlet yang digunakan sebelumnya pada ruang muat KM Napoleon hanya satu buah sehingga dimungkinkan aliran yang ada di ruang muat menjadi tidak bersirkulasi atau ada bagian tertentu di ruang muat yang tidak bersirkulasi, sehingga direncanakan untuk pengisian dan pengosongan ruang muat ini digunakan 1 pipa inlet dan 1 pipa outlet dengan masing-masing 2 cabang yang diletakkan di sisi kiri dan kanan sisi masuk dan keluar ruang muat, dengan demikian diharapkan aliran di ruang muat akan bersirkulasi lebih baik atau sedikit bagian yang tidak bersirkulasi. Dengan kata lain dapat mengurangi aliran yang tidak bersirkulasi sehingga dapat mengurangi adanya konsentrasi garam yang dapat diserap ikan terlalu banyak.



Gambar 4.21 Inlet dan outlet pipa sirkulasi RSW lama



Gambar 4.22 Inlet dan outlet pipa sirkulasi RSW perencanaan

- Dengan memperhatikan pertumbuhan bakteri serta salinitas dan temperatur maka sirkulasi air pendingin pada sistem pendinginan RSW KM Napoleon ini sebaiknya disirkulasi pada suhu -1°C . Dimana pertumbuhan bakteri yang hidup di suhu dingin atau psikrofil berkembang biak atau berinkubasi pada suhu 0°C . Sehingga sebaiknya air pendingin disirkulasikan pada suhu -1°C atau sebelum mencapai suhu 0°C . Suhu ini dapat dilihat melalui indikator suhu yang terdapat pada ruang navigasi dimana indikator ini dapat menunjukkan suhu pada masing-masing ruang muat.



Gambar 4.23 Indikator temperatur untuk ruang muat

d. Waktu Sirkulasi RSW :

Beban Pendinginan :

Tabel 4.37 Total beban pendinginan ruang palka

Ruang Palka	Total Beban Pendinginan (Btu/24hr)
I	200012,648
II	198652,032
III	202307,615

Dalam penentuan waktu sirkulasi ini digunakan total pendinginan terbesar yaitu pada ruang palka III sebesar 202307,615 Btu/24hr.

Dimana :

$$\begin{aligned}
 q &= 202307,615 \text{ Btu/24hr} \\
 &= 8429,48 \text{ Btu/hr} && (1\text{Btu} = 1,055056 \text{ kJ}) \\
 &= 8893,58 \text{ kJ/hr}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 T_{in} &= -2^{\circ}\text{C} \\
 &= 28,4^{\circ}\text{F}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 T_{out} &= 0^{\circ}\text{C} \\
 &= 32^{\circ}\text{F}
 \end{aligned}$$

Heat capacity of seawater :

Tabel 4.38 Heat capacity of seawater

Temperature ($^{\circ}\text{F}$)	Heat capacity (Btu/lbm.F)
30	0,936
40	0,935
50	0,934

Sumber : www.chrismanual.com

Sehingga :

$$\begin{aligned}
 \text{Trata-rata} &= \frac{T_{in} + T_{out}}{2} \\
 &= \frac{28,4 + 32}{2} \\
 &= 30,2^{\circ}\text{F}
 \end{aligned}$$

Cp air laut (interpolasi) :

Temperature (°F)	Heat capacity (Btu/lbm.F)
30	0,936
30,2	a
32	0,935

Interpolasi :

$$\frac{a - 0,936}{0,935 - 0,936} = \frac{30,2 - 30}{40 - 30}$$

$$\frac{a - 0,936}{-0,001} = \frac{0,2}{10}$$

$$\frac{a - 0,936}{-0,001} = 0,02$$

$$a = 0,936 - 2 \times 10^{-6}$$

$$C_p = 0,9359 \text{ Btu/lbm.F} \quad (1 \text{ kJ/kg.C} = 0,23884 \text{ Btu/lbm.F})$$

$$= 3,918 \text{ kJ/kg.C}$$

$$q = m \cdot C_p \cdot \Delta T$$

$$8893,58 = m \cdot 3,918 \cdot (0 - (-2))$$

$$8893,58 = m \cdot 3,918 \cdot (2)$$

$$8893,58 = m \cdot 7,836$$

$$m = \frac{8893,58}{7,836}$$

$$= 1134,96 \text{ kg/hr}$$

Debit (Q) :

$$\rho \text{ air laut} = 1025 \text{ kg/m}^3$$

$$m = 1134,96 \text{ kg/jam}$$

$$Q = m/\rho$$

$$= \frac{1134,96}{1025}$$

$$= 1,1073 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$= 1,1073 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$\begin{aligned}
 Q &= \text{Vol} / t \\
 t &= \text{Vol}/Q \\
 &= \frac{2,354}{1,1073} \\
 &= 2,13 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

- Dari Tabel 2.11 dapat diketahui bahwa bakteri psikrofil yang berinkubasi pada suhu 0 – 30 °C mempunyai suhu inkubasi minimum pada 0°C, suhu inkubasi optimum 15°C dan suhu inkubasi maksimum 20°C. Pada suhu inkubasi minimum ini memungkinkan pertumbuhan bakteri selama periode waktu singkat (12 sampai 24 jam). (*Pengantar Tentang Bakteri*, www.wordpress.com, 2008). Oleh karena itu sebaiknya sirkulasi air pendingin dilakukan setiap minimal 12 jam sekali atau di bawah waktu inkubasi minimum atau di bawah suhu 0°C.
- Berdasarkan perhitungan waktu sirkulasi di atas dapat disimpulkan bahwa dengan kapasitas beban pendingin yang ada maka waktu yang diperlukan untuk menurunkan suhu dari -2°C sampai 0°C adalah selama 2,13 jam sehingga sirkulasi air pendingin sebaiknya dilakukan setiap 2,13 jam sekali atau setiap 2 jam sekali. Dimana dengan waktu sirkulasi tersebut memungkinkan penghambatan pertumbuhan bakteri karena bakteri berinkubasi dalam waktu 12 jam.
- Dengan mensirkulasi air pendingin pada suhu antara -2°C sampai 0°C, dari pembahasan sebelumnya diketahui pada suhu tersebut kegiatan bakteri dapat ditekan dimana ikan dapat mengalami penurunan mutu yang minimum serta ikan mempunyai daya awet maksimum (5-20 hari).
- Selain itu dengan mensirkulasi air pendingin setiap 2 jam sekali dengan suhu antara -2°C sampai 0°C maka berdasar Tabel 4.34 dapat diketahui nilai salinitas yaitu antara 36,686‰ sampai 36,831‰ pada temperature tersebut dengan salinitas standart air laut adalah 35‰.

Sedangkan pada sistem RSW yang lama, air pendingin disirkulasikan setiap 2 hari sekali dengan pipa inlet dan outlet masing-masing hanya satu buah sehingga air pendingin dalam ruang muat tidak bersirkulasi dengan baik yang menyebabkan adanya konsentrasi garam yang nantinya dapat diserap oleh ikan dan menyebabkan ikan menjadi ikan segar asin. Sehingga dengan merencanakan sisi masuk dan keluar aliran sirkulasi dari ruang muat maka diharapkan dapat mengurangi adanya aliran yang tidak bersirkulasi yang menyebabkan konsentrasi garam yang berlebih di tempat tersebut. Selain itu dengan mensirkulasi air pendingin setiap 2 jam sekali diharapkan salinitas akan berkurang. Karena air pendingin lebih sering disirkulasi maka akan memberi sedikit kesempatan air pendingin untuk diam yang menyebabkan ikan dapat menyerap kadar garam terlalu banyak. Sedangkan sebelumnya air pendingin disirkulasikan setiap 2 hari sekali. Sehingga dengan perencanaan tersebut diharapkan dapat mengurangi konsentrasi garam dan dapat menghindarkan ikan dari penyerapan garam terlalu banyak yang dapat menyebabkan ikan menjadi ikan segar asin yang tidak layak makan. Sementara itu berdasar Tabel 1.1 dapat diketahui bahwa dengan mensirkulasi air pendingin setiap 2 hari sekali, hasil uji laboratorium menunjukkan kandungan mikrobiologi, serta salinitas yang tinggi. Sehingga dengan mensirkulasi air pendingin setiap 2 jam sekali diharapkan akan mengurangi kandungan mikrobiologi serta salinitas yang dapat menyebabkan kemunduran mutu ikan yang menjadikan ikan tidak layak makan.

BAB V
KESIMPULAN DAN SARAN

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil analisa didapat mode dan prosedur pendinginan *Refrigerated Sea Water* (RSW) pada KM Napoleon sebagai berikut :

1. Persiapan air laut yang digunakan sebagai media pendinginan pada ruang palka III
2. Air laut disirkulasi pada ruang palka III dengan system RSW menggunakan pompa ruang palka III sampai temperaturnya memenuhi untuk pendinginan ikan pada masing-masing ruang palka
3. Air laut disirkulasi ke ruang palka II dan ruang palka I dengan menggunakan pompa ruang muat III.
4. Ikan dimasukkan ke masing-masing ruang ruang palka I dan II.
5. Pada setiap ruang palka air pendingin disirkulasikan setiap 2 jam sekali dengan menggunakan pompa ruang muat type submersible dengan merk Pedrollo Pump yang ada pada setiap ruang palka sehingga temperature pada masing-masing ruang palka terjaga untuk mendinginkan ikan dan menghindarkan dari bakteri dan konsentrasi salinitas yang berlebih.
6. Sirkulasi RSW dilakukan dengan menggunakan komponen-komponen yang sudah ada
7. Dalam sirkulasi RSW perlu diperhatikan indikator temperature yang ada pada ruang navigasi

Sedangkan untuk sirkulasi air pendingin dilakukan setiap 2 jam sekali dengan temperature dibawah 0°C dimana inlet dan outlet pipa pada pompa ruang muat memiliki 1 pipa dengan 2 cabang yang diletakkan di sisi kiri dan kanan sisi masuk dan keluar ruang muat agar aliran di ruang muat bersirkulasi lebih baik sehingga dapat mengurangi konsentrasi kadar garam berlebih yang dapat diserap ikan. Sehingga dengan hasil analisa di atas diharapkan dapat memanfaatkan RSW pada kapal Napoleon yang selama ini penggunaannya

kurang optimal serta dapat memberikan solusi dalam mengurangi kadar garam pada ikan hasil tangkapan.

5.2 Saran

Dari hasil analisa dan pembahasan yang telah dilakukan, penulis menyarankan, untuk mendapatkan hasil yang lebih baik perlu dilakukan pengujian di laboratorium untuk salinitas serta bakteri. Selain itu untuk masalah sirkulasi air pendingin pada RSW ini lebih baik digunakan program CFD agar memperoleh hasil yang lebih baik.

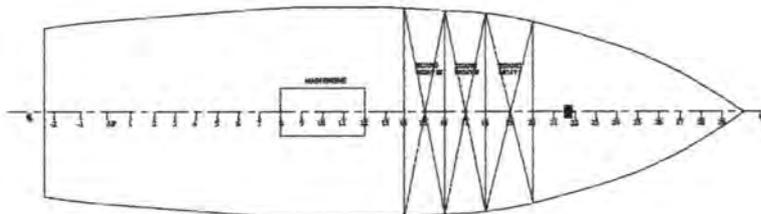
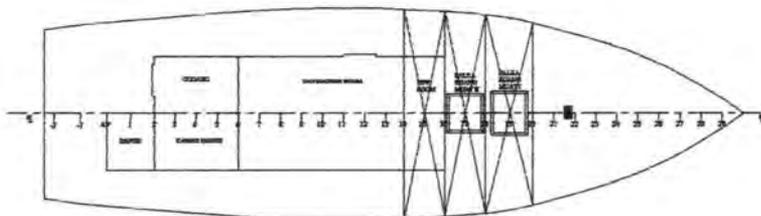
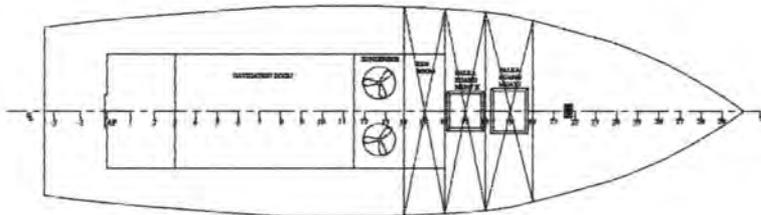
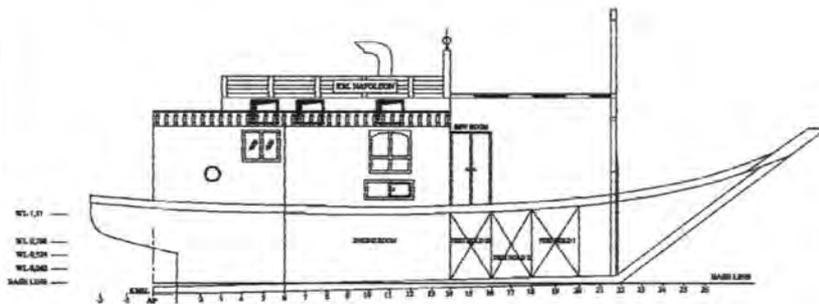


DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR PUSTAKA

1. Anonim, (1993/1994), *Standart Nasional Indonesia*, Departemen Kelautan dan Perikanan Jendral Perikanan Balai Bimbingan dan Pengujian Mutu Hasil Perikanan, Jakarta
2. Asikin, Zaenal.2005. *Kaji Teknis RSW (Refrigerated Sea Water) untuk Mempertahankan Mutu Ikan di Atas Kapal*. Semarang : Balai Besar Pengembangan Penangkapan Ikan.
3. Dossat Roy J, Wiley John dan Son Inc, (1981), *Principles of Refrigeration*.
4. Ilyas Sofyan, (1983), *Teknologi Refrigerasi Hasil Perikanan*, Jakarta.
5. J Pelzar Michael, (2005).
6. *Practical Salinity of Sea Water* . www.rbr-europe.com/TechBrief%20-%20Salinity
7. Stoecker Wilbert F, (1978), *Refrigeration and Air Conditioning*, Mc Graw Hill.
8. Stoecker Wilbert F, (1994), *Refrigerasi dan Pengkondisian Udara*, Penerbit Airlangga.
9. Timotius, (1982), *Dasar-Dasar Mikrobiologi*, Jakarta.

**LAMPIRAN
RENCANA UMUM KM NAPOLEON**



PRINCIPLE DIMENSION	
LWL	: 9,81 m
Loa	: 13,3 m
B	: 4,4 m
H	: 1,81 m
TYPE	: FISHING VESSEL

JURUSAN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN
FTK - ITS

KM.NAPOLEON

GENERAL ARRANGEMENT

SCALE	SIGNATURE	DATE	REMARK
DRAWN BY :			
CHECKED BY :			
APPROVED BY :			

**LAMPIRAN
DIESEL ENGINE**

mes Manufacturer exporting direct from China

[com](#)

[Join Now](#) | [For Buyers](#) | [My Alibaba](#) | [Translate this page](#) |

ibaba.com

[Go](#)

[Weifang Dilate Diesel Engine Co., Ltd.](#)

[ome](#)

[roducts](#)

[-lling Leads](#)

[uying Leads](#)

[rustPass Profile](#)

[bout Us](#)

[ontacts](#)

[roducts](#) [Diesel engines](#) **295D engines**

[95D engines](#)

[105ZD engines](#)

[6113ZLD engines](#)

[iesel Engine](#)

[95G28 series engine](#)

[25 series engine](#)

[icardo series engines](#)

D engines



295D engines

Origin: China

Info

Year: 2007

Postings: [Products](#) (51), [Selling Leads](#) (87)

/Territory: China

Type: Manufacturer

Number of Employees: 51 - 100 People

Fuel: Diesel

Accepted Payment: L/C,T/T

ines Manufacturer exporting direct from China

Product Description

ations:

der numbers: 2L

tion system: Naturally aspirated, turbocharged, turbocharged and air Inter-cooled

ne type: water cooling, in-line 4-stroke, Humit cylinder liner, direct injection

acity: 3.26 L

stroke: 95 x 115mm - 105 x 125mm

icating system capacity: 8.1 L

ling system capacity: 21 L

weight: 380 - 640kg

ne Maximum power / speed: 13.5 - 110kW / 1,500r

consumption: 258.4 .kw/h

mbustion air flow: 2.64 cbm/min

haust gas flow: 7.54 cmb/min

verning:

Machine governor: $\leq 5\%$

Electronic governor: $\leq 1\%$

ctric system: 12V standard configuration 24V, optional 12V

essory: flywheel housing, radiator (with fan guard and front guard),

heel, front engine mountings, mechanical governor, cold start aid,

er temperature and oil pressure sensor, certificate, service

idbook, user's book, service parts (a set of oil filter and fuel filter),

electric system, cooling fan

king: Wooden case

**LAMPIRAN
POM PA RUANG MUAT**

Pedrollo High Pressure & Dewatering Pump
Top Multi 15 GPM # TOPM05A16S

- [Home](#)
- [Search](#)
- [List of Manufacturers](#)
- [12 Volts DC](#)
- [Accessories](#)
- [Agricultural](#)
- [Aquarium](#)
- [Boiler Feed](#)
- [Centrifugals](#)
- [Condensate](#)
- [Engine Driven](#)
- [Fountains & Ponds](#)
- [Fuel Transfer](#)
- [Hand Pumps](#)
- [Hot Water](#)
- [Jet & Boosters](#)
- [Magnetic Drive](#)
- [Marine](#)
- [Pool, Spa & Tub](#)
- [Pressure Clean](#)
- [Sprinkler](#)
- [Submersible Well](#)
- [Sump & Sewage](#)
- [Transfer Pumps](#)
- [Information](#)
- [F.A.Q.](#)
- [Cart Content](#)
- [Contacts](#)
- [Send E-Mail](#)
- [Privacy Policy](#)
- [www.kingpumps.com](#)

King Pumps inc.

waterpumpsupply.com



Pedrollo High Pressure & Dewatering Pump 15 GPM # TOPM05A16S1C

Pedrollo Pumps multistage submersible pressure and dewatering pump model TOPM05A16S. Delivers 15 GPM at 20-40 PSI discharge pressures.

Free Shipping on most Pedrollo Pumps shipped via UPS Ground
We will delete the freight charges from the orders prior to shipments.

Applications:

Used to pump clean water in open wells, cisterns, lakes and barrels for pressure washing, dewatering, irrigation and domestic water pumping. It is a silent alternative to surface pumps.

Specifications

- **Construction:** Manufactured with non-corrosive and rust proof materials. Ceramic shaft sleeve; stainless steel shaft, motor support and diffuser container and technopolymer impellers and diffusers
- **Stages:** 5
- **Seal:** Mechanical seal ceramic-silicon carbide, with oil barrier chamber (FDA approved oil) plus an inner lip seal to protect the seal in the event of dry running.
- **Bearings:** Upper and lower ball bearings
- **Inlet:** Easy to clean technopolymer inlet screen.
- **Outlet:** Three installation choices provided.
 - 1-1/4" male pipe thread connection molded on pump body
 - 1-1/4" female pipe connector (with built-in check valve)
 - 1-1/4" insert hose connector
- **Submersion Depth:** Up to 32 feet
- **Emptying Level:** Up to 1-1/6" from the bottom
- **Liquid Temperature:** Up to 104 degrees Fahrenheit
- **Electrical:** Continuous duty, capacitor start, oil-less, class F insulation motor with overload protection, 115 volts, 1 phase, 60 Hz, 1/2 HP, 6.8 amps, with 30 ft. cord.
- **Dimensions:** 14.96" high, 6.9" wide.
- **Weight:** 17.9 lbs.



Pump Capacity Table TOPM05A16S In Gallons Per Minute

Model	HP	Volts	Amps	Head In PSI						Shut-off
				15	20	25	30	35	40	
				Gallons Per Minute (GPM)						
TOPM05A16S	1/2	115	6.8	23	22	20	15	12	5	42 PSI

PDP-PMP-TOPM05-A16S List: \$525.00 **Discounted Price** \$278.00

BIODATA

BIODATA



Penulis bernama lengkap Anggara Havid Saputra dilahirkan di Magetan pada tanggal 16 April 1985. Penulis yang sehari-hari biasa dipanggil Angga merupakan anak pertama dari tiga bersaudara yang lahir dalam keluarga keturunan asli Jawa. Ayah asli Nganjuk dan ibu asli Magetan. Riwayat pendidikan formal yang telah ditempuh penulis bermula di SDN I Parang, setelah itu penulis melanjutkan pendidikan di SLTPN I Magetan, dan SMUN I Magetan. Pada saat SMU ini penulis pernah dinobatkan sebagai Putra SMUSA Magetan dalam rangka pemilihan Putra Putri SMUSA Magetan Tahun 2003 dan berkesempatan mengisi acara di Radio Republik Indonesia (RRI) Madiun. Setelah lulus dari Sekolah Menengah Umum pada tahun 2003 penulis berkesempatan melanjutkan pendidikan ke perguruan tinggi dan diterima di Diploma - III pada Jurusan Teknik Bangunan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya (PPNS) - ITS. Di tahun ini penulis berkesempatan menjadi Penyaji Tingkat Nasional dalam rangka Pekan Ilmiah Mahasiswa Tingkat Nasional (PIMNAS) di UMM Malang untuk mewakili ITS. Setelah lulus dari pendidikan Diploma - III pada tahun 2006, penulis melanjutkan pendidikan Sarjana di Jurusan Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya dan terdaftar dengan NRP 4206100516. Dalam Tugas Akhir yang merupakan syarat menyelesaikan pendidikan di Jurusan Teknik Sistem Perkapalan ini penulis mengambil bidang Marine Machinery System (MMS).