ITS
Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember

TUGAS AKHIR - LS 1336

PERENCANAAN SISTEM PENDINGIN PABRIK ES TERAPUNG

SONY OKTAJAYA
NRP 4203 100 022

Dosen Pembimbing
Ir. Soemartojo
Beny Cahyono , ST. MT.

JURUSAN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2007

ITS
Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember

FINAL PROJECT - LS 1336

REFRIGERATION SYSTEM PLANNING OF FLOATING ICE FACTORY

SONY OKTAJAYA
NRP 4203 100 022

Supervising Lecturer
Ir. Soemartojo
Beny Cahyono , ST. MT.

DEPARTMENT OF MARINE ENGINEERING
Faculty of Marine Technology
Institute Technology of Sepuluh Nopember
Surabaya 2007

LEMBAR PENGESAHAN

PERENCANAAN SISTEM PENDINGIN PABRIK ES TERAPUNG

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada
Bidang Studi Marine Machinery and System (MMS)
Program Studi S-1 Jurusan Teknik Sistem Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :
SONY OKTAJAYA
NRP 4203 100 022

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir :

1. Ir. Soemartojo .....( )
2. Beny Cahyono, ST.MT .....( )

SURABAYA
JULI, 2007

PERENCANAAN SISTEM PENDINGIN PABRIK ES TERAPUNG

TUGAS AKHIR

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Pada
Bidang Studi Marine Machinery System
Program Studi S-1 Jurusan Teknik Sistem Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :
SONY OKTAJAYA
4203 100 022

Disetujui oleh Ketua Jurusan Teknik Sistem Perkapalan FTK-ITS:

Ir. Surjo Widodo Adjie, M.Sc .....

SURABAYA
JULI, 2007

PERENCANAAN SISTEM PENDINGIN
PABRIK ES TERAPUNG

Nama Mahasiswa	**: SONY OKTAJAYA**
Nrp	**: 4203.100.022**
Jurusan	**: Teknik Sistem Perkapalan FTK - ITS**
Dosen Pembimbing	**: Ir. SOEMARTOJO**
	BENY CAHYONO,ST.MT.

Abstrak

Selama ini sistem penangkapan ikan para nelayan di daerah benoa masih bersifat sendiri-sendiri dimana kapal penangkap ikan setelah menangkap ikan akan bersandar terlebih dahulu ke pelabuhan untuk menyetorkan hasil tangkapannya dan para nelayan harus singgah terlebih dahulu ke darat apabila persediaan es tidak mencukupi lagi. Oleh karena itu perlu adanya suatu perencanaan mengenai kapal pabrik es sekaligus juga sebagai fish carrier. Skenario operasi dari kapal ini adalah mengumpulkan ikan hasil tangkapan nelayan sekaligus menyediakan kebutuhan es dari para nelayan sehingga para nelayan tidak perlu ke pelabuhan untuk menyetorkan hasil tangkapannya dan apabila kekurangan es para nelayan tidak perlu lagi ke darat untuk membeli es. Kapal ini akan beroperasi dari dari fishing ground 1 menuju ke fishing ground 2 lalu ke pelabuhan untuk menyetorkan hasil tangkapannya. Dalam perencanaan pabrik es ini akan melayani 2 fishing ground dengan jarak total 700 mill laut dengan kecepatan kapal sebesar 11knot, kapal ini akan beroperasi selama 10 hari setelah kapal penangkap menangkap ikan dan membutuhkan waktu 4 hari untuk beroperasi sehingga setelah 14 hari kapal pabrik es ini tiba di pelabuhan dan hasil tangkapannya masih segar. Perencanaan dimensi dari kapal pabrik es ini ditentukan dengan menggunakan metode statistic dengan menggunakan kapal pembanding sehingga diperoleh panjang 23.2 m, lebar 6.3 m, tinggi 3.3 m, dengan draft 2.5 m.

Kata kunci: pabrik es, refrigerasi, fishing ground, ice maker

REFRIGERATION SYSTEM PLANNING

OF FLOATING ICE FACTORY

Name	**: SONY OKTAJAYA**
NRP	**: 4203 100 022**
Department	**: Marine Engineering FTK – ITS**
Supervising Lecturer	**: Ir SOEMARTOJO**
	BENY CAHYONO, S.T. M.T.

Abstract

Recently, fishing system and refrigeration system in Benoa is still independent, in which after sailing to fish, a ship will dock back at harbor to unload fishes and load ice to ship if there are not sufficient ice in ship anymore. From that point, there is required planning to create a ship that is able to become fish carrier and ice factory. In scenario, this ship is able to pack up fishes and prepare ice so fishermen do not required more trips to harbor to unload fishes and load ice to ship if there are not sufficient ice. This ship operates from fishing ground 1 to fishing ground 2 and then to harbor to unload fishes. In plan, this ice factory will serve two fishing ground in range 700 sea miles with and speed 11 knots. Ship will sail up to 10 days after fishing started and require 4 days to operates offshore, so it requires 14 days to come back to harbor with fresh fishes. Dimension plan of this ship is determined by statistical method using comparing ship, resulting in length 23.2 m, width 6.3 m, height 3.3 m, and draft 2.5 m.

Kata kunci: ice factory, refrigerasi, fishing ground, ice maker

KATA PENGANTAR

Penulis mengucapkan puji syukur kehadirat Allah SWT atas limpahan rahmat serta hidayah-Nya sehingga Tugas Akhir dengan judul "PERENCANAAN SISTEM PENDINGIN PABRIK ES TERAPUNG" ini dapat diselesaikan dengan baik.

Tugas Akhir ini membahas tentang perencanaan sistem pendingin pabrik es terapung sekaligus sebagai fish carrier sehingga dengan adanya pemanfaatan pabrik es ini biaya operasional terutama bahan bakar dari kapal penangkap dapat dikurangi.

Tugas akhir ini dapat diselesaikan dengan baik oleh penulis tentunya tidak lepas dari dukungan berbagai pihak baik secara langsung maupun tidak langsung. Untuk itu penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Ir. Surjo Widodo Adjie, M.Sc. selaku Ketua juruan Teknik Sistem Perkapalan.
2. Bapak Irfan Syarif Arief ST,MT selaku dosen wali yang telah banyak membantu penulis dengan memberikan banyak masukan dan nasehat
3. Bapak Ir. Soemartojo dan Bapak Beni Cahyono, ST.MT selaku dosen pembimbing yang telah banyak memberikan bimbingan dan arahan hingga selesainya tugas akhir ini.
4. Bapak dan Ibu tercinta yang telah mendidikku sejak kecil. Keduanya senantiasa mencurahkan kasih sayangnya, sehingga perasaan dan keberadaanku terpenuhi oleh kecintaan, keimanan, dan kemuliaan. Juga kepada kakakku Heri Soesilo
5. Konco-konco seperjuangan : Abdul 'kipu' hakim, Arif lemu, Adli, Arab keling (Thank bhs inggris lanjutnya), Fandi, Torik, Thole, Wawan, Agus gepeng, Dhany cartooner, Andri Bogel, Pandu nduplis, Slamet duro, Pras komting, Sasmito sasmy, Andi bebek, Listyan Btink, Joko, Potoet, Suri tata, Panji, Alan dalbo, Gupron. Thank untuk semuanya yang telah banyak membantu terselesaikannya Tugas Akhir ini.

6. Teman-teman PASSKAL 03, terima kasih atas dukungan kalian yang tak ternilai harganya..
7. Teman-teman dan semua pihak yang tidak dapat saya sebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa penyusunan tugas akhir ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu segala saran serta masukan yang membangun sangat penulis harapkan demi perbaikan dan kemajuan dalam tugas akhir ini.

Akhir kata semoga Allah SWT melimpahkan berkah dan rahmat-Nya kepada kita semua. Semoga laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi kita semua khususnya yang membaca. Amin.

Surabaya, Juli 2007

Penulis

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL

DAFTAR GAMBAR

BAB I
PENDAHULUAN

BAB I
PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Sekitar 24% pendapatan ekonomi Indonesia berasal dari industri berbasis pesisir dan lautan seperti perikanan, pariwisata, dan transportasi. Namun ironisnya masyarakat pesisir yang langsung bergantung pada sumberdaya pesisir dan lautan merupakan masyarakat termiskin di Indonesia. Sehingga perlu dipikirkan upaya untuk meningkatkan kesejahteraan nelayan.

Dalam usaha mengeksplorasi sumber daya laut armada kapal penangkap ikan beserta alat tangkapnya merupakan salah satu sarana yang menentukan optimal atau tidaknya usaha tersebut. Hal ini dikarenakan kapal penangkap ikan adalah sebagai media yang utama dalam usaha mengeksplorasi hasil laut terutama ikan. Secara umum biasanya kapal ikan dibuat dengan tujuan untuk menangkap ikan dengan tanpa memperhatikan beberapa faktor yang mempengaruhi terhadap optimalisasi penggunaannya. Faktor-faktor tersebut antara lain seperti kondisi geografis daerah pelayaran, jenis ikan yang ditangkap, pemasaran ikan, dan penanganan ikan setelah ditangkap merupakan hal yang sangat penting yang harus diperhatikan oleh para nelayan.

Karena penanganan pasca penangkapan ikan merupakan hal yang paling penting untuk menjaga kualitas ikan sehingga mempunyai harga jual yang tinggi. Kebanyakan hasil tangkapan nelayan mempunyai kualitas yang kurang baik dikarenakan es yang di bawa di darat tidak cukup untuk menjaga suhu ikan tetap rendah sehingga untuk memenuhi kebutuhan akan es para nelayan bersandar terlebih dahulu ke daratan untuk membeli es dengan sistem yang lama kurang efisien dalam penggunaan bahan bakar dan waktu operasi akan bertambah lama. Oleh karena itu dalam tugas akhir ini saya akan mengangkat masalah pabrik es terapung untuk memenuhi kebutuhan es dari para nelayan. Dimana selain pabrik es terapung juga sebagai fish carrier atau pengumpul ikan dari para catcher.

Dalam pabrik es terapung ini dalam pengoperasiannya selain menjual es di tengah laut bagi para nelayan juga mengumpulkan hasil tangkapan ikan dari para nelayan dimana kapal es terapung ini beroperasi dari fishing ground satu ke fishing ground yang lain setelah terkumpul ikan hasil tangkapan dari para nelayan kapal es terapung tersebut baru merapat ke pelabuhan. Dengan adanya pabrik es terapung ini nelayan dapat mengurangi penggunaan bahan bakar selain itu adanya efisiensi waktu maupun biaya.

Selain pemakaian es yang cukup dalam penyimpanan ikan hasil tangkapan ini harus di dukung dengan penanganan yang optimal di darat sehingga hasil tangkapan nelayan mempunyai harga jual yang tinggi sekaligus dapat mensejahterakan kehidupan para nelayan.

I.2 Perumusan Masalah

Dalam tugas akhir ini akan dikemukakan mengenai perencanaan pabrik es balok.Adapun masalah-masalah yang dibahas antara lain :

1. Perencanaan system refrigrasi seperti kondensor,evaporator dan kompresor pabrik es terapung.
2. Bahan isolasi penyimpan flake ice dan tempat penyimpanan ikan untuk pabrik es terapung.
3. Penentuan dimensi kapal yang sesuai dengan pabrik es terapung.
4. Kapasitas flake ice yang bisa dibuat dari pabrik es terapung tersebut.

1.3 Tujuan Penulisan

Dengan permasalahan diatas maka tujuan dari penulisan tugas akhir ini adalah :

1. Perencanaan pemenuhan kebutuhan flake ice bagi para nelayan yang masih kekurangan es dan para nelayan tidak perlu merapat ke darat untuk mencari es dan kapal nelayan tidak perlu membawa es dari darat sehingga muatan dapat

dikurangi dan dapat mencegah pencairan es pada waktu berangkat berlayar.

2. Selain pabrik es terapung juga sebagai tempat penyimpanan ikan dari para nelayan sehingga para nelayan tidak perlu ke darat untuk menyetorkan hasil tangkapannya.

1.4 Manfaat Penulisan

Penulisan tugas akhir ini mempunyai manfaat :

1. Memenuhi kebutuhan flake es untuk para nelayan waktu berlayar.
2. Penghematan bahan bakar untuk kapal penangkap dengan adanya pengoperasian dari fish carrier sekaligus pabrik es terapung.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2.1. PERAIRAN LAUT JAWA TIMUR DAN BALI

2.1.1. Wilayah Pengelolaan Sumber Daya Perikanan Propinsi Jawa Timur dan Bali

Pembagian wilayah pengelolaan sumber daya perikanan laut di propinsi Jawa Timur dan Bali dibagi menjadi 4 wilayah yaitu wilayah I sampai dengan wilayah IV yang meliputi:

1. Wilayah I (Perairan Laut Jawa)

Wilayah ini meliputi perairan laut Jawa yang berada di sebelah utara propinsi Jawa Timur dan pulau Madura. Diperkiarakan wilayah ini memiliki luas laut sekitar 203.147 km^2 dan potensi

2. Wilayah II (Selat Madura)

Wilayah ini meliputi perairan selat Madura yang terletak diantara pulau Madura dan pulau Jawa. Luas laut di wilayah ini sekitar 65.537 km^2

3. Wilayah III (Selat Bali)

Wilayah ini meliputi perairan laut diantara pulau Jawa dan pulau Bali. Luas laut di wilayah ini mencapai 2.500 km^2.

4. Wilayah IV (Samudera India)

Wilyah ini meliputi perairan Samudera India yang terletak di sebelah selatan propinsi Jawa Timur dan biasa disebut Pantai Selatan.

Dari berbagai wilayah tersebut hampir semua wilayah telah dieksploitasi dan bahkan ada yang sudah mencapai kondisi berlebih *(overfishing)* yaitu kondisi dimana produksi perikanan laut telah melebihi nilai potensi perikanan yang ada. Hanya di wilayah perairan Samudra India atau Pantai Selatan yang belum mengalami overfishing dan seandainya produksi di wilayah ini mencapai overfishing maka wilayah penangkapan ikan masih bisa diperluas ke wilayah ZEE (Zona Ekonomi Ekslusif) atau bahkan ke wilayah laut lepas. Hal ini sangat berbeda dengan wilayah Pantai Utara di mana di wilayah ini tidak ada wilayah ZEE dan

laut lepas karena di wilayah perairan ini berbatasan dengan pulau-pulau yang masih merupakan bagian dari negara Indonesia.

2.1.2. PT.PERIKANAN SAMODRA BESAR BALI

PT. Perikanan Samodra Besar sebagai salah satu perusahaan perikanan selalu berusaha untuk meningkatkan hasil tangkapan ikan tuna. PT. Perikanan Samodra Besar berdiri sejak 1972 dan seluruh kegiatan produksi dilaksanakan oleh kantor cabang. Salah satu kantor cabang tersebut yaitu cabang Benoa. PT. Perikanan Samodra Besar Cabang Benoa melakukan kegiatan operasional sebagai berikut :

1. Penangkapan, budidaya, pengolahan dan perdagangan hasil perikanan lainnya
2. Penyediaan cold storage
3. Industri dan perdagangan bahan-bahan/alat penangkapan

Tabel 2.1 Fasilitas PT.Perikanan Samodra Besar Cabang Benoa

NO	Uraian	Volume	Jumlah
1	Kapal longline		
	Kapal kayu	60 GT	6 kapal
	Kapal laminasi	40 GT	10 kapal
	Kapal fiber	15 GT	2 kapal
	Kapal kayu	80 GT	1 kapal
2	Cold store dan pabrik es		
	Cold store	900 ton	1 unit
	Pabrik es	10 ton/hari	2 unit
	Processing room	-	4 unit
	Freezer room	5 ton/hari	1 unit
	Chilling room	-	1 unit
3	Fasilitas pendukung		
	Truck crane	-	1 unit
	Fork lift diesel	-	2 unit
	Fork lift batery	-	1 unit
	Timbangan besar	-	1 unit

4	Work shop	-	1 unit
5	Diesel generator	-	2 unit
6	Jetty	50 meter	1 unit
		51 meter	1 unit

2.2 ALAT PENANGKAPAN YANG DILARANG DAN DIIJINKAN

Dalam upaya pengendalian terhadap kegiatan - kegiatan pemanfaatan sumberdaya ikan, pemerintah telah menetapkan beberapa ketentuan hukum yang menyangkut pengaturan penggunaan beberapa jenis alat penangkap ikan dan cara operasinya. Ada beberapa jenis alat penangkap ikan dan cara penangkapan yang secara khusus dilarang dan dioperasikan di beberapa wilayah bahkan diseluruh wilayah perairan Indonesia seperti penggunaan pukat harimau, pengoperasian pukat udang dan pukat ikan yang ditarik oleh 2 (dua) kapal, penggunaan bahan peledak, racun dan aliran listrik untuk menangkap ikan. Namun untuk keberhasilan pengendalian terhadap kegiatan – kegiatan pemanfaatan sumberdaya ikan tersebut tidaklah cukup upaya penegakan hukum secara konsisten dan bertanggungjawab.Untuk efektifnya pelaksanaan pengelolaan sumberdaya ikan dan penegakan hukum di bidang perikanan, khususnya di bidang penangkapan ikan diperlukan adanya kemampuan teknis bagi petugas perikanan, terlebih bagi petugas pemeriksa dokumen dan fisik kapal perikanan dan alat penangkap ikan yang bertanggungjawab serta petugas pengawas perikanan khususnya yang sudah berstatus sebagai Penyidik Pengawas Pegawai Negeri Sipil. Untuk dapat mengidentifikasi berbagai jenis alat penangkapan ikan yang diperbolehkan maupun yang dilarang oleh Pemerintah(**dkp .go.id**).

Tabel 2.2 Alat Penangkap Ikan Yang Diperbolehkan Oleh Pemerintah Indonesia

No	Nama Kelompok	Jenis - Jenis Alat Penangkapnya
1	Pukat Kantong (Seine Net) - Pukat Ikan	- Pukat Udang (Shrimp Trawler)
		- Dogol
		- Pukat Pantai
		- Pukat Cincin (Purse Seine)
		- Jaring kantong yang lain
2	Jaring Insang (Gill Nets) - Jaring Insang Hanyut	- Jaring Insang Lingkar
		- Jaring Insang Tetap
		- Jaring Klitik
		- Trammel Net
3	Jaring Angkat (Lift Net) - Bagan Perahu	- Bagan Tancap
		- Serok
		- Jaring angkat lainnya
4	Pancing (Hook & Lines) -	- Rawai hanyut selain rawai tuna

	Rawai Tuna (Tuna Long Line)	
		- Rawai tetap
		- Huhate (Pole & Line)
		- Pancing Tonda
		- Pancing yang lain
5	Perangkap (Traps) - Sero	- Jermal
		- Bubu
		- Perangkap yang lain
6	Lain-Lain Alat - Muroami	- Alat Pengumpul Kerang
		- Alat Pengumpul Rumput Laut
		- Tombak, dan lain-lain

2.3. PENENTUAN DIMENSI KAPAL

Ada beberapa 4 metode penentuan dimensi kapal yang telah dikembangkan berdasarkan teori dan pengalaman yang dikombinasikan antara satu dengan yang lain, yaitu :

1. Metode perbandingan kapal.
2. Metode statistik.
3. Metode trial and error.
4. Metode complex solution.

Dalam perencanaan kapal penangkap dan pengolah ikan ini digunakan metode kapal pembanding, dimana metode ini didasarkan pada pemikiran untuk merencanankan kapal yang diusahakan lebih baik daripada yang telah ada.

2.3.1. Ukuran-ukuran pokok kapal

Ukuran-ukuran kapal biasanya dinyatakan dalam meter atau feet atau bahkan dengan kedua besaran tersebut. Adapun pengertian-pengertian dari ukuran-ukuran kapal tersebut dijelaskan dibawah ini.

a. Panjang kapal

- LOA *(Length over all)* adalah panjang keseluruhan dari kapal yang diukur dari ujung buritan sampai ke ujung haluan.
- LPP *(Length between perpendicular)* adalah panjang antara kedua garis tegak buritan dan garis tegak haluan yang diukur pada garis air muat.
- LWL *(Length on the water line)* adalah jarak mendatar antara kedua ujung garis muat yang diukur dari titik potong gengan linggi haluan sampai titik potongnya dengan linggi buritan diukur pada bagian luar linggi depan dan linggi belakang tidak termasuk tebal kulit lambung.

Sebagai penjelasan AP atau garis tegak buritan *(after perpendicular)* adalah garis tegak yang dibuat melalui linggi kemudi bagian belakang, kalau kapal tidak mempunyai linggi kemudi, maka garis tegak itu dibuat melalui sumbu dari poros kemudi. Sedangkan FP atau garis tegak haluan *(fore perpendicular)* adalah garis tegak yang dibuat melalui perpotongan antara linggi haluan dengan garis air muat.

b. Lebar kapal

- BOA *(Breadth over all)* adalah lebar yang direncanakan yaitu jarak mendatar gading tengah kapal yang diukur pada bagian luar gading, jadi tidak termasuk tebal kulit lambung kapal. Merupakan lebar terbesar dari karene.
- BWL *(Breadth at the water line)* atau lebar pada garis air muat adalah lebar yang terbesar yang diukur pada garis air muat.
- Bmax atau lebar maksimum *(Maximum breadth)* adalah lebar terbesar dari kapal yang diukur dari kulit lambung kapal disamping kiri sampai kulit lambung kapal sampai kanan. Kalau ada bagian geladak yang menonjol keluar sampai

melampaui lambung kapal, maka yang dipakai sebagai B maksimum adalah lebar dari geladak yang dimaksud.

c. Tinggi geladak

H atau tinggi geladak *(Depth)* adalah jarak tegak dari garis dasar sampai garis geladak yang terendah, diukur ditepi kapal pada tengah panjang kapal (Lpp).

d. Tinggi sarat air

T atau sarat air yang direncanakan *(Draught)* adalah jarak tegak dari garis dasar sampai pada garis air muat.

e. Tmax *(Maximum draught)*

Tinggi terbesar dari lambung kapal yang terendam di dalam air yang diukur dari garis air muat sampai bagian kapal yang paling rendah.

2.4 RENCANA UMUM

2.4.1 Definisi :

Penentuan dari ruangan-ruangan, juga sebagai penentuan peralatan yang dibutuhkan (yang diatur sesuai dengan tata letaknya) dan penentuan jalan untuk mencapai ruangan-ruangan tersebut.

1. Langkah-langkah dalam melaksanakan Rencana Umum :

1. Penentuan ruang utama.
2. Penentuan batas-batas dari ruangan tersebut.
3. Memilih dan menempatkan peralatan perlengkapan (peralatan bongkar muat, peralatan tambat, peralatan rumah tangga).
4. Menyediakan jalan ke ruang tersebut.

2. Ruang Utama :

1. Ruang muat (Cargo spaces).
2. Ruang mesin (Machinery spaces).
3. Ruang anak buah kapal (Crew).

3. Tangki-tangki

Bahan bakar, air tawar, ballast dan pelumas.

Sebelum membuat rencana umum maka kita harus mengetahui ketentuan-ketentuan yang berlaku. Pertama kita harus

mengetahui ukuran–ukuran utama kapal untuk gambar Rencana Umum ini, antara lain :

1) Type kapal tersebut, hal ini akan berpengaruh pada jenis muatan dan DWT kapal
2) LOA (Length Overall All) yaitu panjang keseluruhan kapal yang diukur dari ujung haluan sampai ujung buritan.
3) LWL (Length on the Water Line) yaitu jarak mendatar antara kedua ujung garis muat , yang diukur dari titik perpotongan garis air muat dengan linggi haluan sampai titik perpotongan garis air muat dengan linggi buritan.
4) LPP (Length Between Perpendicular) yaitu panjang antara keduagaris tegak buritan dan garis tegak haluan yang diukur pada garis air muat.
5) B (Breadth) yaitu lebar kapal yang diukur pada sisi dalam plat di tengah kapal
6) H (Depth) yaitu jarak tegak dari garis dasar (base line) sampai garis geladak yang terendah, ditepi diukur ditengah – tengah panjang kapal (Lpp)
7) T (Draught) yaitu jarak tegak dari garis dasar (base line) sampaipada garis air muat.
8) V (Velocity) yaitu kecepatan kapal
9) Radius pelayaran yang akan ditempuh oleh kapal tersebut.

2.5 Tinjauan umum tentang teknik pendinginan ikan

2.5.1 Teknik pendinginan ikan dengan metode pengesan (icing)

Prinsip yang dipakai dalam metode icing ini adalah agar dapat menghambat proses penurunan mutu ikan, untuk ikan yang sudah tertangkap harus di turunkan suhunya menjadi 0°C dan mempertahankan suhu ikan pada temperatur 0°C ini sampai selama penanganan selanjutnya(**Sofyan Ilyas,1983**).

Hal-hal yang diperhatikan di dalam proses icing:

1. Ikan langsung dimasukkan dalam es setelah ikan di tangkap, diusahakan menggunakan banyak es agar suhunya cepat turun sampai 0°C.

2. Ikan hanya berkontak dengan es, yang ideal adalah diusahakan setiap ikan hanya berkontak dengan es, tidak dengan ikan lainnya, atau dengan dinding palka. Hal ini dimasudkan supaya tidak timbul gejala pembusukan.
3. Panas dari ikan diusahakan mengalir keluar. Untuk menciptakan kondisi ini perlu diusahakan suatu kondisi dimana hancuran es selalu meleleh. Air lelehan es bertindak penyerap dan pembawa panas dari ikan dan menghanyutkannya ke bagian bawah dari tumpukan es.
4. Air lelehan es menghanyutkan darah, lendir, bakteri, dan kotoran lainnya. Air lelehan es tersebut mengalir dari lapisan ikan yang lebih atas, sambil mengalir turun mendinginkan ikan lapisan bawah. Dengan demikian ikan tampak bersih dan segar.
5. Diusahakan agar bagian alas dari tumpukan ikan tidak digenangi cairan kotoran dan lelehan es dari atas. Oleh karena itu perlu adanya lubang pengeluaran.
6. Lapisan es dan ikan jangan terlalu tebal karena lapisan ikan bagian bawah akan rusak karena terhimpit.
7. Perlu dilakukan pembersihan tempat dari ikan setelah ikan dikeluarkan.

2.5.2 Teknik pendinginan ikan dengan metode udara dingin (chiling cold air)

Metode ini hampir sama dengan prinsip icing yaitu suhu ikan harus segera diturunkan suhunya menjadi 0^0C selama penanganan selanjutnya. Pada metode ini teknik refrigrasi yang digunakan adalah menggunakan refrigrasi mekanik, dimana membutuhkan peralatan-peralatan seperti kompresor, evaporator, kondensor. Prinsipnya sama seperti pada refrigerator dirumah-rumah(**Sofyan Ilyas,1983**). Pada pendinginan ikan menggunakan udara dingin terdapat beberapa kelemahan yaitu:

1. Ikan yang didinginkan dengan udara dingin akan mengalami pengeringan berhubungan selalu menguap dan mengendap seperti salju pada permukaan lilitan evaporator.

2. Suhu udara dingin tersebut tidak tersebar merata ke seluruh tempat yang akan didinginkan. Pada bagian tertentu misalnya dekat lilitan pada evaporator udara sangat dingin sehingga ikan yang berada didekatnya akan mengalami pembekuan sebagian sehingga cita rasa dan teksturnya akan rusak.

2.5.3 Teknik pendinginan ikan dengan metode air dingin (chiling cold water)

Metode ini menggunakan air yang didinginkan sebagai medium pendinginan, untuk menurunkan suhu ikan serendah mungkin mencapai -1^{0}C dengan untuk menjaga kondisi ikan agar tetap segar. Dalam operasionalnya dapat digunakan berbagai jenis air tawar atau air laut, dengan menggunakan metode ini diusahakan agar suhunya sekitar 0^{0}C sampai -1^{0}C untuk memelihara kondisi ikan tetap dingin supaya ikan awet dalam penyimpanan, pengankutan dan pengolahan.**(Sofyan Ilyas,1983)**. Ratio perbandingan yang baik antara ikan:air:ice=4:1:1**(FAO,1997)**.

Kelemahan dari metode ini:

1. Ikan mudah menyerap garam apabila yang digunakan air laut
2. Kesulitan dalam masalah sanitasi dan hygiene.

2.6 Pengetahuan mengenai es dari air laut

Beberapa hal mengenai es dari air laut:

1. Es air laut mengandung sekitar 3% garam natrium chlorida atau sehingga untuk pembekuan air laut harus dibuat dengan proses kilat. Kalau proses pembekuannya lambat dari air laut tersebut es tawar akan membeku terlebih dahulu kemudian terjadi pembentukan larutan garam yang lebih pekat.
2. Tergantung cara pembuatannya es air laut bisa mempunyai struktur yang kurang seragam atau kurang homogen di banding air tawar
3. Selama penyimpanan, larutan garam akan meleleh dan hanyut lebih awal sehingga es air laut tidak mempunyai titik leleh tertentu. Rata-rata titik cair adalah -2 derajat celcius.Oleh

karena itu ikan yang disimpan dalam es air laut kadang-kadang lebih rendah suhunya dan membeku sebagian dan ikan akan menyerap garam dari es tersebut.

4. Densitas air laut 86-0.92 ton/m^3, tergantung pada salinitas dan jumlah udara yang terkandung
5. Titik beku air laut pada salinitas 1,0% adalah -0,6 derajat celcius;2,0% adalah -1,2 derajat celcius,3% adalah -1,6 derajat celcius;3,5% adalah -1,9 derajat celcius dan 4% adalah-2,2 derajat celcius
6. Salinitas air laut sangat bervariasi untuk salinitas rata-rata dunia adalah 3,5%

Sebagai tambahan bahwa densitas air laut pada 0 derajat celcius dan salinitas 3,5% adalah 1,027 ton/m^3, panas spesifiknya 0,94 pada 0 derajat celcius dan 0,93 pada 20 derajat celcius sedangkan panas laten fusi 77-80 kcal/kg. Suhu pelelehan awal es air laut bersih dapat mencapai demikian rendah -5 sampai -6 derajat celcius. Suhu leleh es itu dapat meningkat lagi mendekati 0 derajat celcius. Dengan demikian suhu leleh es air laut sangat bevariasi

2.7 Tinjauan umum tentang sistem pendingin

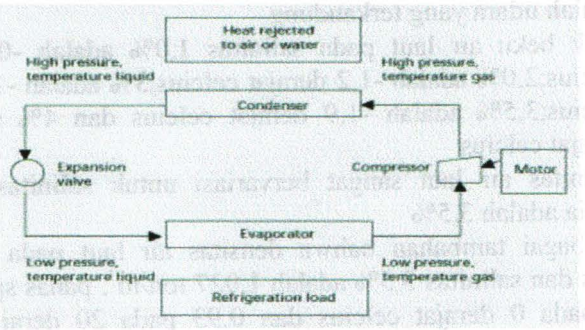
2.7.1 Prinsip - Prinsip Refrigerasi Sistem Kompresi

Sistem pendingin atau refrigerasi dapat dikatakan sebagai proses untuk mempertahankan besarnya temperatur dari suatu bahan atau ruangan pada tingkat yang lebih rendah daripada suhu lingkungan sekitar dengan cara penyerapan panas dari bahan atau ruangan yang didinginkan. Secara singkat dapat dikatakan bahwa refrigerasi adalah untuk memindahkan panas dari suatu bahan atau ruangan ke bahan atau ruangan lainnya.

Terdapat banyak metode sistem refrigerasi yang telah dikembangkan dalam bidang industri. Metode terbanyak yang diterapkan dalam refrigerasi yaitu dengan refrigerasi sistem kompresi uap. Pada daur ulang ini uap ditekan, dan kemudian diembunkan menjadi cairan, lalu tekanannya diturunkan agar

cairan tersebut dapat menguap kembali. Mesin kompresi uap menggunakan refrigerant yang tidak ramah terhadap lingkungan.

Untuk memahami prinsip dasar sistem refrigerasi dapat dilakukan dengan gambar berikut



Gambar 2.1. Bagan sistem refrigerasi kompresi

Sistem kompresi didasarkan pada siklus kompresi, berawal dari kegiatan alat pemampat, pemompa atau kompresor yang mengubah uap refrigeran dari tekanan rendah menjadi tekanan tinggi, artinya yang memindahkan energi panas dari bagian dalam ruangan atau kabinet di mana evaporator berada menuju keluar kabiner melalui saluran pipa pengisapan.

Uap refrigeran bertekanan rendah, dihisap dari evaporator ke kompresor yang memompakan panas itu menjadi bertekana tinggi ke arah alat pengembun (kondensor). Dengan cara mendinginkan dengan air atau udara, uap panas bertekanan tinggi itu mengembun menjadi cairan. Panas pengembunan dihilangkan oleh refrigeran bersama air atau udara pindingin kondensor.

Dari kondensor cairan refrigeran terkumpul ditangki penerima sebagai cairan bertekanan tinggi. Cairan bertekanan tinggi ini mengalir melalui alat pengukur atau keran (katup ekspansi) yang menentukan jumlah cairan refrigran bertekanan rendah mengaliri gelungan pipa evaporator. Didalam evaporator refrigeran memuai dan menguap, tenaga panas untuk menguap itu diserap atau ditarik dari medium refrigerasi yang berupa air

garam yang didinginkan pada pembuatan es atau berupa udara dingin untuk mendinginkan ikan.**(Sofyan Ilyas,1983)**

2.7.2 Mesin kompresi

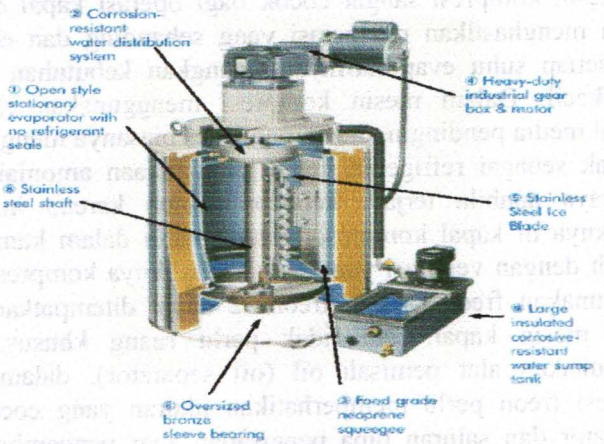
Mesin kompresi sangat cocok bagi operasi kapal di lautan karena menghasilkan refrigerasi yang sebanding dan ekonomis pada setiap suhu evaporatifnya, sedangkan kebutuhan ruangan yang kecil. Dalam mesin kompresi menggunakan refrigeran sebagai media pendingin, dalam pabrik es biasanya menggunakan amoniak sebagai refrigeran, tetapi penggunaan amoniak sangat berbahaya apabila terjadi kebocoran oleh karena itu dalam prakteknya di kapal kompresor ditempatkan dalam kamar yang terpisah dengan ventilasi yang baik. Sebaliknya kompresor yang menggunakan freon-12 dan freon-22 dapat ditempatkan dalam kamar mesin kapal, jadi tidak perlu ruang khusus. Selain menggunakan alat pemisah oil (oil separator), dalam sistem kompresi freon perlu memperhatikan ukuran yang cocok bagi evaporator dan saluran pipa pengisapan agar pengembalian oli lancar.

Mesin kompresi pada kapal ikan dapat digerakkan oleh suatu motor arus searah, oleh suatu mesin diesel yang dihubungkan dengan kompresor dengan bantuan kopling atau hubungan dengan mesin utama. Kalau instalasi pendingin air laut ukurannya kecil operasi kompresor menggunakan mesin diesel terpisah atau dengan dengan menggunakan mesin utama. Pada instalasi besar lebih banyak menggunakan pembangkit diesel listrik dan motor arus searah karena hanya membutuhkan ruangan yang kecil untuk instalasinya. **(Sofyan Ilyas,1983)**

2.8 Sistem pembuatan flake ice

Prinsip kerja dari flake ice ini adalah menyemprotkan air ke atas permukaan silinder yang telah didinginkan hingga jauh dibawah 0^0C lalu terbentuklah lapisan es dipermukaan silinder tersebut lalu permukaan silinder tersebut di rontokan oleh blade yang berputar**(Sofyan Ilyas,1983)**. Air berasal dari air yang

dipompa menuju reservoir di bagian bawah mesin flake ice menuju ke atas untuk disemprotkan pada permukaan silinder yang didinginkan. Sehingga air akan mengalir ke silinder tersebut dan membentuk lapisan es.(**Sabroe .com**)



Gambar 2.2 Sistem Flake ice

2.8.1 Kompresor

Kompresor mempunyai peran yang sangat vital sebagai jantung dalam sistem kompesi. Dengan adanya kompresor, bahan pendingin bisa mengalir ke seluruh sistem pendingin. Sistem kerja kompresor adalah mengubah tekanan, sehingga terjadi perbedaan tekanan yang memungkinkan bahan pendingin mengalir (berpindah) dari sisi bertekanan tinggi ke sisi bertekanan rendah.

Ketika berkerja bahan pendingin yang dihisap dari evaporator dengan suhu dan tekanan rendah dimampatkan sehingga suhu dan tekanannya tinggi. Gas yang dimampatkan ini ditekan keluar dari kompresor lalu dialirkan ke kondensor. Kompresor bisa berhenti secara otomatis bila suhu ruangan pendingin telah mencapai titik beku.

Kapasitas refrigrasi sebuah kompresor sangat tergantung pada parameter operasi kompressor yaitu:

1. Speed dalam rpm (rotasi per menit)
2. Evaporating temperatur Te dalam celcius (evaporasi temperatur refrigran/amoniak)
3. Condesing temperatur Tc dalam derajat celcius (kondensasi temperatur refrigran/amoniak)
4. Superheat dalam K (panas lanjut kompresi yang melewati batas saturasi uap Te)
5. Sub cooling dalam K (pendingin lanjut yang melewati batas saturasi cair Tc) **(www.grasso-indonesia.com)**

Terdapat empat jenis kompresor refrigrasi yang paling umum adalah kompresor torak, sekrup, sentrifugal dan sudu. Kompresor torak terdiri dari sebuah piston yang bergerak ke depan dan ke belakang di dalam suatu silinder yang mempunyai katup hisap dan katup buang (suction valve dan discharge valve) sehingga terjadi proses pemompaan. Kompresor sekrup, sentrifugal dan sudu semuanya menggunakan elemen-elemen yang berputar, kompresor sekrup dan sudu adalah mesin-mesin yang bergerak positive displacement), sedangkan kompresor sentrifugal bergerak dengan memanfaatkan gaya sentrifugal.**(Stoecker,1994)**

2.8.2 Kondensor

Kondensor berfungsi membuang kalor yang diserap dari evaporator dan panas yang diperoleh dari kompresor serta mengubah wujud gas menjadi cair. Kondensor merupakan alat penukar kalor dan biasanya ditempatkan diantara kompresor dan ktup ekspansi atau pipa kapiler. Posisinya ditempatkan berhubungan langsung dengan udara luar agar gas dalam kondensor juga didinginkan oleh suhu ruangan.

Untuk kondensor fluida yang biasa digunakan sebagai penyerap kalor adalah air atau udara. Jika digunakan kondensor berpendingin air, air dialirkan ke cooling tower untuk pengeluaran kalor yang paling optimal. Beberapa tahun yang lalu kondensor berpendingin udara hanya digunakan untuk kapasitas

dibawah 100 kW, namun sekarang kondensor dari jenis ini telah diproduksi dengan kapasitas lebih dari ratusan kilowatt. Sedangkan kondensor berpendingin air dipilih menggantikan kondensor berpendingin udara jika jarak antara kompresor dan tempat pembuangan kalor terlalu jauh. Untuk jarak yang jauh umumnya perancang lebih senang mengalirkan air dibandingkan refrigeran. Pada sistem kompresor sentrifugal diperlukan pipa yang besar karena refrigeran yang digunakan mempunyai rapat massa yang rendah, sehingga kompresor perlu diletakkan dekat dengan kondensor. Oleh karena itu pada sistem kompresi sentrifugal lebih banyak digunakan kondensor berpendingin air. **(Stoecker,1994)**

Qc' = kc x Ac x dTm
Ap = phi x d x L

Qc'	= kapasitas panas per satuan waktu	[J / s] = [W]
kc	= koefisien panas penghantar condenser	[W / m2 K] = 0.86 [kcal / m2 . H . C]
Ac	= luas permukaan condenser	[m^2]
dTm	= perbedaan suhu rata-rata logarithmus	[K] atau [C]
Ap	= luas permukaan pipa	[m^2]
Phi	= konstanta	3.14
D	= diamater luar pipa	[m]
L	= panjang pipa	[m]

2.8.2.1 Jenis-jenis kondensor

1. Air cooled condenser

Kondensor yang menggunakan kisi-kisi (fin) dan pipa (pipe) dengan pendingin udara menggunakan kipas (fan). Jarang digunakan apabila menggunakan refrigerant amoniak, boros penggunaan listrik dan dari harga tidak ekonomis.

2. Water cooled condenser

Water cooled condensor adalah condensor yang menggunakan pipa dengan pendingin air (yang dapat dibantu

dengan cooling tower dan shell & tube) atau langsung (pipa condensor yang dialirkan air). Lebih ekonomis dibandingkan air cooled condensor dalam penggunaan listrik.

3. Evaporative condenser

Evaporative condensor adalah gabungan antara air cooled (udara) dan water cooled (air) condensor. Menggunakan kisi – kisi (fin), pipa (tube), semprotan air (water spray) dan kipas udara (fan). Hanya dengan menggunakan evaporative condensor condensing temperatur dapat mencapai 35°C untuk kondisi di Indonesia. **(www.grasso-indonesia.com)**

2.8.3 Evaporator

Bahan pendingin atau refrigerant di dalam evaporator menyerap kalor di sekitar ruangan yang akan didinginkan sehingga terjadi penguapan sehingga bahan pendingin yang cair dari kondensor berubah menjadi uap dingin di dalam evaporator. Evaporator fungsinya kebalikan dari kondensor yaitu sebagai penyerap panas dari udara di dekatnya. Ruangan di sekitar pipa evaporator menjadi dingin karena kalor yang diserap oleh uap dingin di dalam evaporator tersebut.

Qe' = ke x Ae x dTm

Ap = phi x d x L

Qe'	= kapasitas pendingin per satuan waktu	[J / s] = [W]
ke	= koefisien panas penghantar evaporator	[W / m2 K]
	= 0.86 [kcal / m2 . H . C]	
Ae	= luas permukaan evaporator	[m^2]
dTm	= perbedaan suhu rata-rata logarithmus	[K] atau [C]
Ap	= luas permukaan pipa[m^2]	
phi	= konstanta	3.14
d	= diamater luar pipa	[m]
L	= panjang pipa	[m]

2.8.4 ALAT EKSPANSI

Elemen dasar yang terakhir dalam daur refrigerasi uap setelah kompresor, kondensor dan evaporator adalah alat ekspansi. Alat ekspansi ini mempunyai dua kegunaan, yaitu menurunkan tekanan refrigerasi cair dan mengatur aliran refrigeran ke evaporator. Ada beberapa macam alat-alat ekspansi dari jenis umum yaitu ; pipa kapiler, katup ekspansi berpengendali-lanjut-panas (superheat-controlled ekspansion valve), katup apung (floating valve), dan katup ekspansi tekanan konstan (constant-pressure ekspansion valve).

2.8.4.1 Katup Ekspansi Tekanan Konstan

Katup ini berfungsi mempertahankan tekanan yang konstan pada sisi keluarnya yang merupakan masukan evaporator. Katup tersebut menjaga tekanan evaporator dan bila tekanan tersebut turun kebawah batas kendali maka katup membuka lebih besar. Bila tekanan evaporator naik keatas batas kendali katup tersebut menutup sebagian.

Penggunaan katup ekspansi tekanan konstan terbatas pada sistem refrigerasi yang berkapasitas kurang dari 30 kW, dengan pengisian refrigeran yang tepat dapat mencegah cairan membanjir keluar evaporator. Penggunaannya yang utama adalah pada kondisi dimana suhu penguapan pada evaporator harus dipertahankan pada titik tertentu agar dapat mengendalikan kelembaban atau mencegah tejadinya pembekuan pada alat-alat pendingin air. Karakteristik pembatasan tekanan dapat digunakan bila diperlukan proteksi terhadap beban kompresor yang berlebihan, yang disebabkan oleh tekanan isap yang tinggi.

2.8.4.2 Katup Ekspansi Berkendali Superheat

Jenis alat ekspansi yang paling populer untuk sistem refrigerasi berukuran sedang adalah berkendali lanjut panas yang biasa disebut dengan katup ekspansi termostatik. Katup ekspansi ini mengatur laju aliran refrigeran cair yang besarnya sebanding dengan laju penguapan didalam evaporator. Karenanya

keseimbangan laju aliran antara kompresor dan katup ekspansi tersebut secara praktis dapat disamakan dengan keseimbangan pada katup apung.

2.8.4.3 Katup Ekspansi Listrik

Katup ini menggunakan sebuah termistor untuk mengindera adanya cairan pada arus keluar evaporator. Bila tidak terdapat cairan, suhu termistor naik dan tahanannya turun sehingga memungkinkan naiknya arus listrik yang melalui pemanas dikatup, akibatnya katup membuka dan laju alir refrigeran naik. Salah satu pemakaian katup ini adalah untuk pompa-pompa kalor, dimana arah aliran refrigeran dibalikkan untuk merubah proses pemanasan menjadi pendinginan. Karena ini tidak tergantung pada tekanan refrigeran, maka katup ekspansi listrik dapat berfungsi pada aliran segala arah yang melalui katup. Akan terjadi kerja yang tidak diinginkan bila alat tersebut terlalu besar atau terlalu kecil terhadap sistem instalasi. Katup yang terlalu besar seringkali melewatkan refrigeran yang berlebih dan dapat menyebabkan cairan keluar evaporator menuju kompresor. Katup yang terlalu kecil mengakibatkan mengalirnya refrigeran yang jumlahnya tidak mencukupi sehingga terbentuk titik keseimbangan pada tekanan isap yang rendah yang dapat menurunkan kapasitas sistem. **(Stoecker,1994)**

2.9 Pemilihan refrigerant

Definisi refrigerant merupakan suatu substansii kerja di dalam suatu sistem refrigerasi. Adapun karakteristik termodinamika dari refrigeran tersebut meliputi temperatur penguapan, tekanan penguapan serta temperatur pengembunan dan tekanan pengembunan. Di bawah ini merupakan hal hal yang perlu dipertimbangkan dalam pemilihan suatu jenis refrigeran. **(Baheramsyah & Ariana, 1998/1999)**

a. Tekanan penguapan tinggi

Hal tersebut dapat menghindari kemungkinan terjadinya vakum pada evaporator dan turunnya volumetris akibat naiknya perbandingan kompresi

b. Tekanan pengembunan yang tidak terlalu tinggi
   Dengan tekanan yang rendah maka perbandingan kompresi, akan lebih rendah sehingga penurunan prestasi kompresidapat dihindarkan dan juga kondisi tekanan kerja yang lebih rendah maka resiko kerusakan juga akan berkurang.
c. Kalor penguapan harus tinggi
   Refrigeran yang kalor penguapannya tinggi akan memberi keuntungan, karena untuk refrigerasi yang sama jumlah refrigeran yang bersirkulasi menjadi kecil.
d. Volume spesifik yang cukup kecil
   Dengan volume spesifik refrigerasi yang kecil maka akan memungkinkan pengguanaan kompresor dengan volume langkah torak yang lebih kecil, sehingga akan berpengaruh terhadap dimensi dari unit refrigerasi yang bersangkutan.
e. Koefisien prestasi harus tinggi, parameter ini berkaitan dengan biaya operasi
f. Konduktifitas termal tinggi
g. Viskositas rendah dalam fase cair maupun gas
h. Konstanta dielektronika dari refrigeran kecil, tahanan listrik besar serta tidak menyebabkan korosi pada material isolasi listrik. Parameter ini akan sangat berguna terutama untuk pengguanaan kompresor hermetik
i. Refrigeran hendaknya stabil, tidak bereaksi dengan material yang dipakai dan tidak menyebabkan korosi
j. Tidak beracun dan baunya tidak merangsang
k. Tidak mudah terbakar dan tidak mudah meledak
l. Harus mudah dideteksi bila terjadi kebocoran
m. Harga tidak mahal dan mudah diperoleh

Secara umum refrigerant dapat dibagi menjadi dua kelompok yaitu:

1. ***Refrigeran Primer***, yaitu refrigeran yang dipakai dalam system kompresi uap dan mengalami perubahan fase selama proses refrigerasinya. Meliputi:

1. Udara

Penggunaan udara sebagai refrigeran adalah di pesawat terbang, system udara yang ringan sehingga COP-nya rendah pula.

2. Amonia

Amonia adalah satu-satunya refrigeran selain kelompok *fluorocarbon* yang masih digunakan sampai saat ini. Walaupun *ammonia* beracun dan kadang-kadang mudah terbakar atau meledak pada kondisi tertentu, namun *ammonia* biasa digunakan pada instalasi-instalasi suhu rendah pada industri besar seperti pabrik es, ice skating dan fasilitas cold storage.

3. Karbondioksida (CO_2)

Karbondioksida merupakan refrigeran pertama dipakai seperti halnya *ammonia*. Refrigeran ini kadang-kadang digunakan untuk pembekuan dengan cara sentuhan langsung dengan bahan makanan. Tekanan pengembunannya yang tinggi biasanya membatasi penggunaannya hanya pada bagian suhu rendah sedangkan untuk suhu tinggi digunakan refrigeran lain.

4. Refrigeran-12

Refrigeran ini biasa dilambangkan R-12 dan mempunyai rumus kimia CCl_2F_2 (*Dichloro Difluoro Methane*). Refrigeran ini merupakan yang paling sering digunakan pada saat ini terutama digunakan untuk kompresor torak. R-12 mempunyai titik didih -21,6°F (-29,8°C). R-12 untuk melayani refrigerasi rumah tangga dan didalam pengkondisian udara kendaraan otomotif.

5. Refrigeran-22

Refrigeran ini biasa dilambangkan R-22 dan mempunyai rumus kimia $CHClF_2$. R-22 mempunyai titik didih -41,4°F (-40,8°C). Refrigeran ini telah banyak digunakan untuk menggantikan R-12 dikarenakan biaya kompresornya yang lebih murah. Dalam tugas akhir ini refrigeran yang digunakan adalah R-22.

2. Refrigeran sekunder adalah fluida yang membawa kalor dari bahan yang sedang didinginkan ke evaporator pada sistem refrigerasi. Refrigeran sekunder mengalami perubahan suhu bila

menyerap kalor dan membebaskannya pada evaporator tetapi tidak mengalami perubahan fase.

Secara teknis air dapat digunakan sebagai refrigeran sekunder, namun yang paling sering digunakan adalah larutan garam (*brine*) dan larutan anti beku (*antifreezes*) yang merupakan larutan dengan suhu beku dibawah 0°C. Larutan anti beku yang sering digunakan adalah larutan air dan *glikol etilen*, *glikol propilen*, atau *kalsium klorida*. Glikol propilen mempunyai keistimewaan tidah berbahaya bila terkena bahan makanan.

Salah satu contoh refrigeran sekunder adalah R-11 (CCl_3F). R-11 adalah salah satu kelompok *fluorocarbon* dari gas metana. Mempunyai titik didih pada tekanan atmosfir sebesar 74,7°F (23,7°C) dengan operasi tekanan standar 2,94 psia (0,2 bar) dan 18,19 psia (1,25 bar).

2.10 Tinjauan umum tentang bahan isolasi

Suatu bahan dinamakan isolator bila mempunyai konduktifitas termal yang rendah yang mengakibatkan bahan tersebut hambatannya tinggi untuk mengalirkan kalor. Isolasi panas mengurangi kalor yang mengalir dari daerah yang lebih tinggi suhunya ke daerah yang lebih rendah suhunya. Sebagai contoh isolasi di sekeliling pipa yang berfungsi sebagai pemanas air ataupun pipa beraliran uap, akan mengurangi kerugian panas ke sekeliling ruangan, demikian juga isolasi pada dinding refrigerator mengurangi laju aliran panas dari luar refrigerator kedalamnya dimana makanan disimpan.

Dua faktor terpenting dalam pemilihan jenis isolasi adalah konduktifitas termal dan harga dari isolasi tersebut.

Table 2.3 Konduktifitas termal dan sifat dari bahan isolasi.

BAHAN	RAPAT MASSA (Kg/m^3)	KONDUKTIFITAS (Kj/m*h*K)	SIFAT KEKEDAPAN
Cork & board	200	13,9	Cukup
Glass wool	70	1,2432	Rendah

Expanded Polyurethane	25	0,084	Baik
Expanded Polyurethane	30	0,126	Baik
Foam glass	145	0,1932	Sangat baik

Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam pemasangan isolasi ialah bahwa harus membentuk selubung yang kontinyu sekitar ruangan dinding, tidak boleh terputus-putus dan harus merata tebalnya. Di sebelah dalam ruangan (sisi dinding) material isolasi perlu dilindungi dengan penutup berbentuk lapisan dalam (internal lining) yang terbuat dari lembaran alumunium, baja yang digalvanisasi, plastic yang diperkuat. Dalam perhitungan isolasi perlu dipertimbangkan apa yang disebut tebal kritik isolasi yaitu sebuah keadaan dimana bahan isolasi yang dipasang mampu mengatasi semua beban pendingin yang ada, sehingga fungsi dari es sebagai penerima panas tidak cepat mencair.

2.10.1 Beban pendingin

Beban pendinginan adalah jumlah kalor total (sensibel & Laten) yang terdapat dalam ruangan yang harus dibuang sehingga tercapai kondisi udara dalam ruangan seperti yang diinginkan. Definisi dari kalor sensibel yaitu kalor yang dihasilkan oleh sebuah sumber sehingga dapat menyebabkan kenaikan suhu. Sedangkan definisi dari kalor laten yaitu kalor yang dihasilkan oleh sebuah benda sehingga menyebabkan perubahan fase tetapi hal ini tidak menyebabkan kenaikan suhu.

Beban pendinginan yang terjadi dalam ruang penyimpanan ikan antara lain adalah beban panas akibat motor listrik, beban panas dari pekerja, beban panas dari lampu yang dipakai, beban panas karena infiltrasi, dan beban melalui konstruksi ruang dari tempat penyimpanan ikan. Beberapa contoh beban diatas harus diperhatikan dan diketahui dalam mendesain sebuah cold storage karena beberapa beban tersebut mempunyai pengaruh yang sangat

besar dalam proses pendinginan.(**Baheramsyah & Ariana, 1998/1999**).

Beban pendingin pada system refrigrasi meliputi;

- Beban produk : yaitu beban kalor yang dilepaskan oleh produk selama proses pembekuan dan penyimpanannya
- Beban infiltrasi : yaitu beban kalor yang ditimbulkan akibat adanya perembesan udara ke dalam ruang pendingin akibat adanya celah-celah seperti pada saat membuka pintu ruangan.
- Beban internal : yaitu beban kalor yang disebabkan oleh panas yang keluar dari peralatan-peralatan listrik di dalam ruangan, termasuk panas dari bedan pekerja.
- Beban transmisi : yaitu beban kalor yang diakibatkan oleh panas yang ditransmisikan ke dalam ruang pendingin karena adanya perbedaan temperature serta pengaruh penyinaran matahari.

2.11 Tinjauan umum tentang penangan es di kapal

Penanganan es berupa penyimpan dan penggunaannya di kapal yang berukuran kecil sangat menyulitkan karena terbatasnya ruangan di kapal. Pada kapal-kapal kecil palka biasanya digunakan sebagai tempat penampungan ikan sekaligus sebagai sebagai tempat penyimpanan es yang di bawa ke laut. Kesulitan akan timbul apabila kapal tersebut berukuran kecil dan yang diangkut es balok karena perlu proses penghancur es dalam ruangan yang sangat sempit baik diletakan diatas dek atau di palka. Pada kapal berukuran yang besar hambatan-hambatan itu dapat diatasi dengan ukuran yang besar bahkan dapat menggunakan alat pembuatan es di kapal. **(Sofyan Ilyas,1983)**

1.11.1 Penyaluran es

1. Penyaluran es menggunakan cara manual paling banyak dilakukan dalam operasi di kapal. Dalam prosesnya es dikeluarkan dari palka atau tempat penyimpanan es dengan sekrup dan di taruh di tempat atau keranjang, lori kecil kemudian di salurkan ke kapal lain.

2. Ban berjalan (Konveyor) paling banyak digunakan untuk menangani es di dalam pabrik dan menyalurkannya ke kapal. Konveyor biasanya di beri lapisan galvanisasi dan juga diinsulasi. Untuk jalur menanjak sampai 30 derajat-40 derajat dapat digunakan konveyor sekrup. **(Sofyan Ilyas,1983)**

2.11.2 Gudang es

Volume gudang es tergantung pada keperluan penyimpanan, sebaiknya cukup untuk menyimpan produk es beberapa hari. Densitas es merupakan sejumlah berat es yang memerlukan kapasitas ruangan (per m^3) adalah sebagai berikut ; es hancuran balok 640 kg/m^3, es tabung 540, es flake 480, dan es balok 715 kg/m^3. Selanjutnya kemampuan penyimpanan bagi es yang dihancurkan balok 1,56 m^3/ton, es tabung 1,85 , es flake 2,7 dan untuk es balok 1,4 m^3/ton.

Setiap gudang es haruslah diberi diinsulasi dan kebanyakan direfrigrasi. Kapasitas refrigrasi itu tergantung pada kondisi insulasi, ukuran dan bentuk gudang, suhu ambient dan suhu penyimpanan es yang diinginkan (biasanya sekitar -2 derajat). Untuk memudahkan pemuatan es dengan memanfaatkan berat es secara gravitasi) ke gudang,membutuhkan mesin yang dipasang diatas gudang. **(Sofyan Ilyas,1983)**

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

BAB III
METODOLOGI

3.1 Pengertian

Metodologi merupakan suatu kerangka dasar yang digunakan sebagai acuan untuk menyelesaikan permasalahan yang akan dipecahkan atau dianalisa. Metodologi penulisan ini mencakup semua tindakan ataupun langkah-langkah yang akan dilakukan untuk penulisan tugas akhir. Secara terperinci penulisan tugas akhir ini diterangkan pada sub bab dibawah ini.

3.2 Studi Literatur

Studi literatur ini dilakukan dengan tujuan untuk memperdalam pemahaman mengenai pengetahuan yang menunjang dalam penyelesaian permasalahan dari tugas akhir ini. Studi literatur dilakukan dengan cara membaca dan kalau ada yang diperlukan mereview dari literatur yang dapat diperoleh dari toko buku, perpustakaan, ataupun situs internet. Adapun literatur yang diperlukan dalam pengerjaan tugas akhir ini adalah :

1. Prinsip-prinsip kerja pembuatan flake ice
2. Alat-alat refrigrasi pada pembuatan ice flaker.
3. Perpindahan kalor.

3.3 Pengambilan data

Pengumpulan data dilakukan dengan cara mengumpulkan data dari berbagai sumber untuk kemudian diolah menjadi data yang siap digunakan untuk menunjang pengerjaan tugas akhir. Sedangkan metode yang digunakan untuk mencari data tersebut ada berbagai cara yang diantaranya bisa dilakukan dengan cara mencari data dari buku, majalah, laporan, atau paper, browsing melalui internet, mereview data tugas akhir yang sudah ada atupun melakukan wawancara dengan orang yang menguasai bidang ilmu yang dimaksud diatas. Data yangdiperlukan untuk menyusun tugas akhir ini antara lain:

1. Kebutuhan es para nelayan di pantai prigi.

2. Lama pelayaran.
3. Ukuran kapal yang bisa digunakan
4. Hasil tangkapan dari para nelayan
5. Alat yang digunakan untuk menangkap ikan.

3.4 Penentuan parameter awal

Setelah data yang diperoleh terkumpul dan sudah diolah, selanjutnya ditentukan parameter-parameter awal sebagai acuan dalam perencanaan kapal penangkap dan pengolah hasil tangkapannya. Parameter-parameter tersebut ditentukan berdasarkan perkiraan yang diambil dengan dukungan dari data-data yang tersedia. Adapun parameter-parameter tersebut antara lain :

1. Menentukan kapasitas es yang bisa di buat
2. Kapasitas dari ruang muat

3.5 Perencanaan dimensi kapal dan rencana garis

Berdasarkan parameter yang telah ditentukan maka dapat diperkirakan dimensi kapal. Dimensi kapal ini ditentukan dengan pertimbangan berdasarkan pada kapal yang telah ada dan berdasarkan ketentuan perbandingan antara panjang, lebar, tinggi dan sarat kapal. Setelah dimensi kapal ditentukan selanjutnya didesain bentuk badan kapal. Gambar bentuk badan kapal didesain dalam gambar rencana garis yang dilakukan dengan menggunakan software Maxsurf.

3.6 Perencanaan sistem pendingin

Pada bagian ini dilakukan perhitungan dan penentuan mesin-mesin yang digunakan dalam pembuatan flake ice. Kemudian menentukan sistem pendingin dari pabrik es terapung, dalam hal ini akan merencanakan desain kompresor, evaporator dan kondensor sekaligus bahan isolasi untuk menyimpan flake ice agar tidak mudah mencair. Dan tempat penyimpanan ikan agar kesegarannya bisa terjaga.

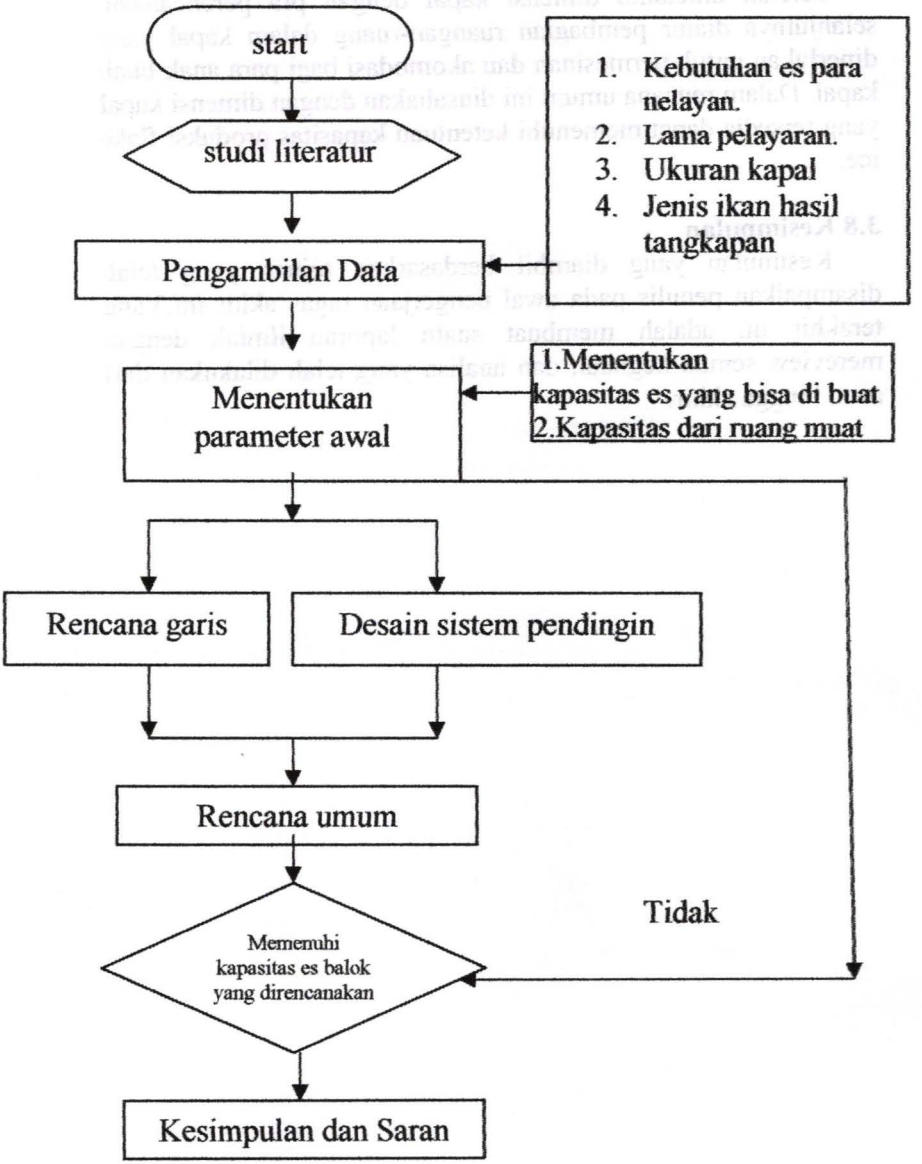
3.7 Rencana umum

Setelah diketahui dimensi kapal dengan pra perencanaan, selanjutnya diatur pembagian ruangan-ruang dalam kapal yang diperlukan untuk permesinan dan akomodasi bagi para anak buah kapal. Dalam rencana umum ini diusahakan dengan dimensi kapal yang tersedia dapat memenuhi ketentuan kapasitas produksi flake ice.

3.8 Kesimpulan

Kesimulan yang diambil berdasarkan tujuan yang telah disampaikan penulis pada awal pengerjaan tugas akhir ini.Yang terakhir ini adalah membuat suatu laporan ilmiah dengan mereview semua kegiatan dan analisa yang telah dilakukan dari awal hingga akhir.

Diagram Alir/Flow Chart Pelaksanaan Tugas Akhir



BAB IV

ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

BAB IV
PERENCANAAN OPERASI

4.1 Skenario operasi

4.1.1 Skenario awal

Skenario awal operasi kapal penangkap ikan di benoa bali pada awalnya kapal penangkap ikan mengumpulkan ikan kemudian menyetorkan hasil tangkapannya secara sendiri-sendiri ke pelabuhan dengan menggunakan sistem seperti ini dirasa kurang efisien baik dalam penggunaan bahan bakar dan kurang efisien dalam waktu.Hasil tangkapan dari para nelayan kemudian dipasarkan baik dalam negeri maupun di ekspor, dimana ikan tuna segar dan kualitasnya bagus akan di ekspor.Jumlah armada kapal di tanjung benoa yang berukuran antara 15-80 GT sekitar 19 kapal dengan berbagai ukuran dan kecepatan seperti data di bawah ini ;

Tabel 3.1 Data kapal di tanjung benoa

NO	Nama Kapal	Kec	Dimensi			Ukuran	Mesin	
			P	L	T	GT	Induk	Bantu
1	S-30	8	18.8	5.5	1.87	40	Y240	Y38
2	S-31	8	18.8	5.5	1.9	40	Y240	Y38
3	S-32	6	12.73	2.7	0.92	15	Y105	Y56
4	S-33	6	12.73	2.7	0.92	15	Y105	Y55
5	S-34	9	21.25	5.2	2.2	60	Y240	Y38-62
6	S-35	9	21.25	5.2	2.2	60	Y240	Y38-62
7	S-36	9	21.25	5.2	2.2	60	Y240	Y38-62
8	S-37	9	21.25	5.2	2.2	60	Y240	Y38-62
9	S-38	9	21.25	5.2	2.2	60	Y240	Y38-62
10	S-39	9	21.25	5.2	2.2	60	Y240	Y38-62
11	S-40	11	23.89	6	2.25	80	IMD330	IM65
12	S-41	7	14.95	3.5	1.6	40	Y225	D38
13	S-42	10	16.2	4.5	2.2	40	Y270	Y270

14	S-43	10	16.2	4.5	2.2	40	Y270	Y270
15	S-44	10	16.2	4.5	2.2	40	Y270	Y270
16	S-45	10	16.2	4.5	2.2	40	Y270	Y270
17	S-46	10	16.2	4.5	2.2	40	Y270	Y270
18	S-47	10	16.2	4.5	2.2	40	Y270	Y270
19	S-48	10	16.2	4.5	2.2	40	Y270	Y270

Dari data di atas dikelompokkan menjadi 7 jenis kapal berdasar kecepatan, ukuran gross tonage dan daya dari mesin induk:

Tabel 3.2 Total tangkapan ikan kapal 15 gt

NO	Nama	Total Produksi (Kg)	Daya	Kec
1	S-32	1410	115	6
2	S-33	1689	115	6

Tabel 3.3 Total tangkapan ikan kapal 40 gt

NO	Nama	Total Produksi (Kg)	Daya	Kec
1	S-30	4302	240	8
2	S-31	2446	240	8
3	S-41	4187	225	7
4	S-42	6072	270	10
5	S-43	2864	270	10
6	S-44	2570	270	10
7	S-45	3163	270	10
8	S-46	1413	270	10
9	S-48	2623	270	10

➢ **Berat bahan bakar mesin bantu**

Berat bahan bakar mesin bantu adalah 0.1 – 0.2 dari berat bahan bakar mesin induk.

Wfo = 0.2 x Wfo (ton)

= 0.2 x 9.4 ton

= 1.88 ton / trip

4.7.4 KEBUTUHAN PELUMAS

Kebutuhan minyak pelumas untuk setiap pelayaran diambil sebesar 4% dari berat bahan bakar mesin induk dan mesin Bantu =Berat Lubricating Oil (LO) = 4% x (9.4+ 1.88) ton = 0.4512 ton

4.7.5 PEMBUATAN RENCANA UMUM

Rencana umum merupakan gambar yang menampilkan ruangan – ruangan utama dari kapal yaitu : ruang muat, kamar mesin, ruang akomodasi dan lain – lain.

Langkah – langkah dalam membuat rencana umum :

1. Menentukan besar tahanan kapal dalam menentukan tahanan kapal dapat digunakan bantuan software hullspeed dan pemilihan metode yang akan digunakan.
2. Penentuan kecepatan yang diinginkan,direncanakan 11 knot
3. Menampilkan besar tahanan kapal.

4.7.6 MENENTUKAN GROSS TONAGE (GT)

Dengan ukuran utama ini, maka kita dapat menghitung besarnya GT kapal, dengan perhitungan dibawah ini :

- Menghitung besar volume ruang dibawah upper deck (Vu) = 222.499 m^3
- Menghitung besar volume dari bangunan atas (VH) dengan rumus:

VH = L x B x H x CbBA

Dimana:

L = Panjang bangunan atas (m)

B = Lebar bangunan atas (m)

H = Tinggi bangunan atas (m)

perencanaan ini diambil sebesar 4 gram/BHPhr, sehingga dapat dihitung :

a. Untuk sistem pendingin motor induk

Wfwj(motor induk) = PB x (S/Vs) x10^{-6} Pb = 375 hp
= 375 x (825/11) x 10^{-6}
= 0.02815 ton

b. Untuk sistem pendingin motor Bantu

Untuk kebutuhan mesin bantu untuk 1 trip :

Wfae = (0.1 - 0.2) x Wfwj , diambil nilai 0.2 x Wfwj
Wfae = 0.2 x 0.02815 = 0.05625 ton

Jadi total kebutuhan air tawar untuk sistem pendingin motor induk dan motor bantu adalah :

Wfwj = Wfwj(motor induk) + Wfwj (motor bantu)
= 0.02815 + 0.05625 = 0.0844 ton

Dari perhitungan-perhitungan diatas dapat diketahui total kebutuhan air tawar :

Wfw = 3.927 ton + 0.0844 ton
= 4.0114 ton

4.7.3 KEBUTUHAN BAHAN BAKAR

P = Power Main Engine
= 375 Kw
SFOC = Specific Fuel Oil Consumption
= 222,1 gr/ BHP.h
S = Radius Pelayaran
= 825 milles laut
V = 11 knots

- **Berat bahan bakar mesin induk**

WFO = Pb x SFOC x (S / Vdinas) 1.5 x 10-6
konstanta penambahan bahan bakar = 1.5
WFO = 375 x 222,1 x (825/11) 1.5 x 10-6
WFO = 9.4 ton

3. Kebutuhan air tawar untuk memasak

Kebutuhan air tawar untuk keperluan memasak per orang per hari antara 3– 4 kg/orang/hari, dalam perencanaan ini di ambil 3 kg/orang/hari. Sehingga :

Wfwc = Zc x Cfwc dimana Zc = Jumlah ABK

= 7 x 3 x 7

= 0.147 ton

4. Berat crew

Pc = Zc . Cr

Cr = berat rata – rata crew = 75 kg / orang

Pc = Zc . Cr = 7 x 75 = 0,525ton

5. Berat barang bawaan crew

Wc+1 = Zc x P1 x 10^{-3}

Wc+1 = 7 x 20 x 10^{-3}

Wc+1 = 0.14 ton

Dimana :

P1 = Berat barang bawaan = 20 kg / orang

6. Berat bahan makanan

$$W_p = Z_c \times \frac{S}{V_a x 24} \times P_p \times 10^{-3}$$

Pp = keburtuhan makan =5 kg / orang / hari

Wp = 7 x 7 x 5 x10^-3

Wp = 0.245 ton

Jadi jumlah total kebutuhan air tawar untuk ABK adalah sebagai berikut :

Wfwcw = Wfwd + Wfwc + Wfws

= 0.42 ton + 3.360 ton + 0.147 ton

= 3.927 ton

4.7.2 Kebutuhan air tawar untuk sistem pendingin motor induk dan motor bantu

Kebutuhan air tawar untuk penambahan jacket water pada motor induk dan motor bantu adalah 2–5 gram/BHPhr. dalam

Daya max	:	375 kw
Bore	:	112 mm
Piston Stroke	:	149 mm
RPM	:	1900 rpm
SFOC	:	208 g/kwh
Dimension :		
Panjang	:	1198,8 mm
Tinggi	:	982,8 mm
Lebar	:	960.7 mm

4.7 KEBUTUHAN AIR TAWAR

4.7.1 Kebutuhan air tawar untuk Anak Buah Kapal

1. Kebutuhan air tawar untuk makan dan minum.

Kebutuhan air tawar untuk makan dan minum per orang per hari antara 10 – 20 kg/orang/hari. Dalam perencanaan ini diambil sebesar 15 kg/orang/hari. Cfwd = 15 kg/orang/hari. Sehingga kebutuhan air tawar untuk makan dan minum ABK per hari :

Wfwd= Zc x Cfwd,dimana Zc = Jumlah ABK,direncanakan jumlah ABK = 11 orang

= 0,015 x 7 x 4 = 0.42 to

2. Untuk kebutuhan sanitary untuk:

Kebutuhan air tawar untuk Sanitasi ABK per orang per hari antara 60 – 200 kg/orang/hari, dalam perencanaan ini diambil 120 kg/orang/hari, diambil Cfws = 120 kg/orang/hari. Jadi total kebutuhan air tawar untuk sanitasi per hari :

Wfws = Zc x Cfws dimana Zc = Jumlah ABK

= 7 x 120 x 4

= 3.360 ton

7.MENGHITUNG DAYA DORONG (THP)

THP = EHP/ηH

= 213.3372503 HP

8.MENGHITUNG DAYA PADA POROS BALING-BALING (SHP)

Untuk kapal yang kamar mesinnya terletak di bagian belakang akan mengalami losses sebesar 2%, sedangkan pada kapal yang kamar mesinnya pada daerah midship kapal mengalami losses sebesar 3%. Pada perencanaan ini kamar mesin di bagian belakang sehingga mengalami losses atau efisiensi transmisi porosnya (ηsηb) sebesar 0.98

SHP = DHP/ηsηb

= 418.6366764 HP

9.MENGHITUNG DAYA PENGGERAK UTAMA YANG DIPERLUKAN

a. BHPscr

Adanya pengaruh effisiensi roda sistem gigi transmisi (ηG), pada tugas ini memakai sistem roda gigi reduksi tunggal atau single reduction gears dengan loss 2% untuk arah maju shg ηG = 0.98

BHPsc r = SHP/ηG

= 427.1802821 HP

b. BHPmcr

Daya keluaran pada kondisi maksimum dari motor induk, dimana besarnya daya BHPscr= 85% dari BHPmcr (kondisi maksimum)

BHPmcr = BHPscr/0.85

= 502.5650377 HP

= 369.6365853 KW

4.6.2 PEMILIHAN MESIN INDUK

Jenis	:	Caterpilar
Type	:	C9
Cycle	:	4 Stroke

2.MENGHITUNG WAKE FRICTION (w)

Pada perencanaan ini digunakan tipe single screw propeller sehingga nilai w adalah

w = 0.5Cb-0.05

= 0.225

3.MENGHITUNG THRUST DEDUCTION FACTOR (t)

Nilai t dapat dicari dari nilai w yang telah diketahui yaitu

t =k*w Nilai k antara 0.7-0.9 dan diambil nilai k = 0.7

= 0.1575

Nilai k antara 0.7-0.9 dan diambil nilai k = 0.7 Karena untuk mendapatkan thrust deduction factor supaya menjadi kecil dan membuat kapasitas daya dari mesin menjadi kecil pula

4.MENGHITUNG SPEED OF ADVANCE (Va)

Va = (1-w)*Vs

= 4.385 m/s

5.MENGHITUNG EFISIENSI PROPULSIF

a. Efisiensi Relatif Rotatif (ηrr)

Harga ηrr untuk kapal dengan propeller tipe single screw berkisar 1.02-1.05. pada perencanaan propeller dan tabung poros propeller ini diambil harga ηrr sebesar 1.04

b. Efisiensi Propulsi (ηp)

nilainya antara 40-70%, dan diambil 50%

c. Efisiensi Lambung (ηH)

η H = (1-t)/(1-w)

= 1.087

d. Coeffisien Propulsif (Pc)

Pc = ηrr*ηp*ηH

= 0.565

6.MENGHITUNG DAYA PADA TABUNG POROS BURITAN BALING-BALING (DHP)

Daya pada tabung poros baling-baling dihitung dari perbandingan antara daya efektif dengan koefisien propulsif, yaitu

DHP = EHP/Pc

= 410.2639429 HP

Rw = W.c1.c2.c3.e^[m1Fn^d+m2cos(λFn^{-2})]
W =ρ.g.▼ = 2230.885763 ton

= 32.47505719 kN

4 Model Ship Correlation allowance

Adalah nilai koreksi yang berhubungan dengan model kapal : untuk nilai T/L < 0.4 maka Ca : T/L =0.071027772
Ca =0.006(Lwl+100)^-0.16
0.00205+0.003(Lwl/7.5)^0.5*Cb^4*c2(0.04-T/Lwl) = 0.000737174
Ra = 0.5 ρ. V^2.Ca.S
= 2.027900546 kN

5.Tahanan Total

Rt = Rv+Rw+Ra
= 30.1456 kN

Dalam hal ini tahanan total masih dalam pelayaran percobaan, untuk kondisi rata-rata pelayaran dinas harus diberikan kelonggaran tambahan pada tahanan dan daya efektif. Kelonggaran rata-rata untuk pelayaran dinas, disebut sea margin/service margin. Untuk rute pelayaran Surabaya - Makasar termasuk dalam jalur pelayaran 10%

RT = (1+15%)*RT
(dinas)= 30.1456 KN

4.6.1 PERHITUNGAN DAYA MOTOR PENGGERAK UTAMA

1.MENGHITUNG DAYA EFEKTIF KAPAL (EHP)

Perhitungan daya efektif kapal (EHP) menurut buku TAHANAN DAN PROPULSI KAPAL hal. 135

EHP = RTdinas*Vs
= 170.575863 KW
= 231.9182366 HP

3 Wave Making Resistance

Rw/W = c1.c2.c3.e^[m1Fn^d+m2cos(λFn^{-2})] *(principle of naval architecture vol. II, 92)*

persamaan berikut untuk Fn < 0.4 :

c1 = 2223105.c4^3.7861(T/B)^1.0796(90-iE)^(-1.3757)= 15.52754473

dimana :

c4 =B/L untuk 0.11£B/L£0.25

B/Lwl =0.161588181

iE =125.67 B/L-162.25 Cp^2+234.32Cp^3+0.1551(Lcb+(6.8(Ta-Tf))/T)^3

karena Ta=Tf=T maka:

iE = 125.67 B/L-162.25 Cp^2+234.32Cp^3+0.1551(Lcb)^3

= 33.08054767

c2 =1 tanpa bulbousbow

c3 = 1-0.8(At/B.T.Cm)

At = immersed are of transom at zero speed

= 0

c3 = 1

λ = 1.446 Cp-0.03 L/B untuk L/B £ 12

= 0.906020286

L/B = 4.06952381

d = -0.9

m1 = 0.01404 L/T - 1.7525 ▼^1/3 /L - 4.7932 B/L - c5 = -2.692694342

c5 = 8.0798 Cp - 13.8673 Cp^2 + 6.9844 Cp^3

= 1.244897417

m2 = c6.0.4 e^(-0.034Fn^(-3.29)) L^3/▼ = 75.87960104

= -0.247360168

c6 = -1.69385 untuk L^3/▼ £ 512

maka :

with Hogner stern	*+10*

$1+k1 = 0{,}93 + 0{,}487118\ c_{14}\ .(B/Lwl)^{1{,}0681}\ .(T/Lwl)^{0{,}4611}\ .\ (Lwl/Lr)^{0{,}121563}\ .\ (Lwl^3/\nabla)^{0{,}36486}\ .\ (1-Cp_{wl})^{-0{,}60424}$

$= 1.458011942$

$c_{st} = 1 + 0{,}011\ c_{stern}$ (for normal section shape, $c_{stern} = 5$)

$= 1.055$

$Rv = 0{,}5.\rho.Vs^2.2C_F.(1+k1)S$

$= 7.744136104$ kN

2 Appendages Resistance (R_{APP})

Type of appendage resisitance : rudder of single screw ship, dengan harga 1 + k2= 1.5 (principle of naval architecture vol II,92)

(1+k) = (1+k1)+{(1+k2)-(1+k1)}*Sapp/Stot

dimana :

Sapp = c1.c2.c3.c4(1.75.L.T/100)

= 1.1216625 m^2

dimana :

c1 = untuk faktor tipe kapal

=1.0 untuk kapal umum

c2 = untuk faktor tipe rudder

=1.0 untuk kapal umum

c3 = untuk faktor profil rudder

=1.0 untuk NACA-profil dan plat rudder

c4 = untuk rudder arrangement

= 1.0 untuk rudder in the propeller jet

Stot =Sapp + S

=168.769 m^2

(1+k) = (1+k1)+{(1+k2)-(1+k1)}*Sapp/Stot

=1.458291002

Tahanan tambahan mempengaruhi tahanan viskositas, sehingga tahanan viskositas total adalah

Rv = 0.5.ρ.V^2.Cf.Stot.(1+k)

= 7.797441319 kN

$= 9{,}8\ m / s^2$

Fn $= Vs / (\sqrt{g . Lwl})$

$= 0.356975603$

Untuk viskositas kinematik (υ) air laut pada temperatur 30°C = $8{,}493 \times 10^{-7}\ m^2/s$

Sehingga bilangan Reynolds :

Rn $= (Vs \times Lwl)/\upsilon$

$= 170809314.856$

4. Menghitung Tahanan Total (Rt)

1.Viscous Resistance

Adalah tahanan yang diakibatkan oleh kekentalan fluida.

(principle of naval architecture vol II , 90)

$$C_F = \frac{0{,}075}{(\log Rn - 2)^2}$$

$= 0.001930790$

- Length of run (Lr)

Lr $= Lwl \left[1 - Cp_{wl} + 0.06\ Cp_{wl} \times LCB / (4Cp_{wl} - 1) \right]$

$= 4.018103037$

- The form factor of the hull

(1+k1)=0.93+0.4871c(B/L)^1.0681(T/L)^0.4611(L/Lr)^0.1216(L^3/▼)^0.3649) (1-Cp)^-0.6402

dimana c adalah nilai koefisien untuk bentuk khusus buritan kapal koefisien Cstern *(principle of naval architecture vol. II, 91):*

Afterbody form	Cstern
pram with gondola	*-25*
V-shaped section	*-10*
normal shaped	*0*
U-shaped section	

4.6 PENENTUAN TAHANAN KAPAL

Dimensi Utama kapal :

Lpp	:	23.2	meter		
Lwl	:	25.638	meter		
LoA	:	27.7	meter		
B	:	6.3	meter		
H	:	3.3	meter		
T	:	2.5	meter		
Cb	:	0.55			
			knots		
Vs	:	11	=	5.6584	m/s
Cp	:	0.711			
Cm	:	0.774			
Radius pelayaran		700 mil			

1. Menentukan C_B dan Menghitung Volume Displacement

Dari data ukuran utama dan harga Cm yang telah diketahui, maka dapat ditentukan volume displacement pada Cb = 0,69 sebagai berikut :

$\forall$ = Lwl . B . T . Cb

= 222.089175 m^3

2. Menentukan Displacement

Δ = $\forall$. ρ air laut

= 227.6414044 ton

3. Menentukan Harga Bilangan Froude (Fn) dan Angka Reynolds (Rn) :

Dari data ukuran utama kapal dan besarnya g atau percepatan gravitasi standar maka dapat ditentukan besarnya harga bilangan Froude

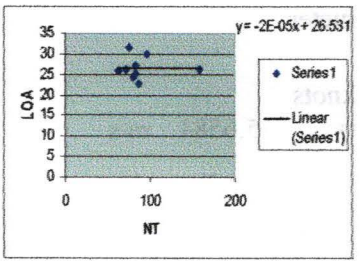
Vs = 11 knot

= 5.6584 m / detik

g = Percepatan gravitasi standar

NT-H		
m		0.0024
b		2.8195
y		3.001
nilai Lpp(M untuk NT)		
NT	78.3	

NT-T		
m		0.0019
b		2.3649
y		2.8
nilai Lpp(M untuk NT)		2.5
NT	78.3	



NT-LOA		
m		-0.00002
b		26.531
y		26.53
nilai Lpp(M untuk NT)		
NT	78.3	

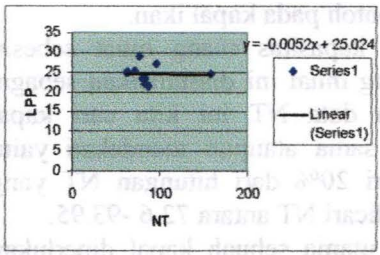
Data hasil regresi dihasilkan dimensi kapal

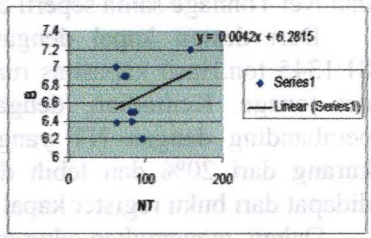
NO	Data	Ukuran	Unit
1	LPP	23.2	m
2	B	6.3	m
3	H	3.3	m
4	T	2.5	m
5	LOA	27.7	m

4.5 PEMBUATAN LINES PLAN

Lines plan merupakan gambar awal dari sebuah kapal yang mampu menampilkan potongan – potongan kapal secara memanjang maupun melintang. Dengan bantuan software maxsurf professional didapatkan lines plan seprti gambar di bawah ini sebagai
berikut:

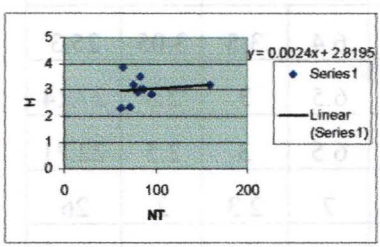
Dilakukan regresi linear untuk menentukan dimensi kapal

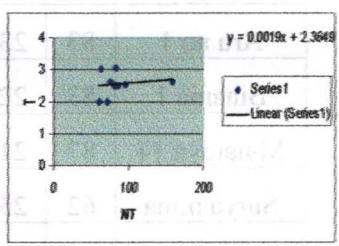




NT-LPP		
m		0.013
b		25.024
y		24.6
nilai Lpp(M untuk NT)		
NT	78.3	

NT-B		
m		0.0042
b		6.2815
y		6.6
nilai Lpp(M untuk NT)		
NT	78.3	





beberapa tahap perhitungan. Perhitungan untuk Gross Tonnage dan Net Tonnage sama seperti contoh pada kapal ikan.

Dari design kapal dengan kapasitas ruang muat sebesar 81.1345 ton.Hasil kapasitas ruang muat ini diasumsikan sebagai net tonage. Kemudian, dengan data NT ini kita cari kapal pembanding dengan NT yang sama ataupun mendekati yaitu kurang dari 20% dan lebih dari 20% dari hitungan NT yang didapat dari buku register kapal dicari NT antara 72.6 -93.95.

Dalam menentukan ukuran utama sebuah kapal diperlukan beberapa data kapal. Pendekatan yang dilakukan adalah pendekatan statistik sederhana berupa regresi dimana akan ditampilkan variabel dependen dan variabel independen.

Tabel 3.10 Daftar kapal pembanding yang terdaftar dalam kelas BKI

Nama kapal	NT	LPP	B	H	T	LOA
Artembaga	86	27.14	6.2	2.85	2.55	29.98
Aman no 17	81	23.24	6.5	2.95	2.5	24.21
Aru no 1	83	23.24	6.4	3.5	3.05	25.3
Binama 1	83	22.17	6.5	3	2.5	27.14
Minaraya 14	87	21.35	6.5	3	2.5	22.71
Surya mina	62	25.06	7	2.3	2	26
Toyo no 56	76	29	6.9	3.2	2.6	31.6
Udang no 36	64	24.84	6.38	3.88	3	25.9
Udang no 33	72	25.2	6.9	2.36	2	26.25
Minaraya 20	79	24.5	7.2	3.2	2.6	26.2

- Ukuran box ikan 1,3 m x 0,4 m x 0,35 m
- Kapasitas angkat boom = 1.5 ton
- Berat ikan tuna + box = 40 kg

4.3.2.1 Untuk fishing ground 1

- Kerja boom untuk memenuhkan palka = 6.61 ton / 1.5 ton = 5 x angkat
- Waktu untuk 1 kali angkat = 30 menit
- Waktu untuk 5 x angkat = 5 x (30 menit/60) = 2.5 jam
- Waktu untuk menyalurkan 4.5 ton es ke kapal penangkap
  - Untuk satu kali angkat = 1.5 ton
  - Waktu satu kali angkat ke kapal penangkap =30 menit
  - Untuk 4.5 ton = 4.5/1.5 =3 kali angkat
  - Waktu yang di butuhkan = 3 x 30 = 90 menit = 1.5 jam

Waktu bongkar muat di FG 1 = 1.5 jam + 2.5 jam = 4 jam

4.3.2.2 Untuk fishing ground II

- Kerja boom untuk memenuhkan palka = 25.1ton / 1.5 ton =16.7 = 17 x angkat
- Waktu untuk 1 kali angkat = 30 menit
  - Waktu untuk 17 x angkat = 17 x (30 menit/60) = 8.5 jam
  - Waktu untuk menyalurkan16.9 ton es ke kapal penangkap
  - Untuk satu kali angkat = 1.5 ton
  - Waktu satu kali angkat ke kapal penangkap = 30 menit
  - Untuk 4.5 ton = 16.9 /1.5 = 12 kali
  - Waktu yang di butuhkan = 12 x 30 =360 menit = 6 jam

Waktu bongkar muat di FG 2 = 8.5 jam +6 jam =14.5 jam

Total waktu kapal beroperasi = 4 jam + 14.5 jam + 76,12 jam = 94,62 jam = 3,94 hari = 4hari

4.4.MENENTUKAN DIMENSI KAPAL

4.4.1 Menentukan Net tonage

Untuk kasus pada tipe kapal selain kapal ikan, perhitungan Gross Tonnage dan Net Tonnage dilakukan setelah melalui

= 77.4486 ton

4.3. WAKTU KAPAL BEROPERASI

Kapasitas pabrik es sebanyak 24,5 ton/24 hari dan melayani 18 kapal dengan rute pelayaran

1. Jarak pelabuhan dari fishing ground 1 = 350 mill
2. Jarak dari FG 1 ke FG 2 = 250 mill
3. Jarak dari FG 2 ke pelabuhan = 225mill

4.3.1 Waktu untuk perjalanan

S= jarak keluar pelabuhan = 5 mill

V = Kecepatan keluar masuk pelabuhan = 5 knot

- Waktu keluar pelabuhan
  V/S= 5 mill / 5 knot = 1 jam
- Waktu ke fishing ground 1
  345 mill / 11 knot = 31.4 jam
- Waktu fishing ground 1 - fishing ground 2
  225 mill / 11 knot = 20.45 jam
- Waktu fishing ground 2 – Pelabuhan
  245 mill / 11 knot = 22.27 jam
- Waktu masuk pelabuhan
  5 mill / 5 knot = 1 jam

Waktu perjalanan total = 76,12 jam

4.3.2 Waktu untuk bongkar muat

Untuk memindahkan hasil tangkapan dari kapal penangkap ke carrier dan bongkar muat di pelabuhan di kapal dipasang bomm dan mast serta peralatan bongkar muat lainnya. Ikan tuna yang dipindahkan dari kapal penangkap ke carrier biasanya sudah didinginkan di kapal penangkap. Untuk menjaga kondisi ikan tuna agar tetap baik (terhindar dari benturan, tergores dsb) sebelum dipindahkan ikan tuna tersebut dimasukkan ke dalam box. Ukuran box sebagai berikut :

- Ukuran ikan tuna yang ditangkap panjang 1 m ,lebar 0,3 m dan tinggi 0,2 m

10	24	S-44	4	1.028	0.68876
11	24	S-46	4	1.009285714	0.676221
12	18	S-48	4	1.873571429	1.255293
			Total	25.0927632	16.81215

Tabel 3.9 lokasi fishing ground II (no 11) kapal

NO	Hari	Kapal	FG	Hasil tangkapan	Jumlah es
1	17	S-33	11	0.671428571	0.44986
2	22	S-32	11	1.206428571	0.80831
3	15	S-38	11	2.043333333	1.36903
4	26	S-45	11	1.2652	0.84768
5	25	S-36	11	1.431538462	0.95913
			Total	6.617928938	4.43401

4.2.3 Kebutuhan es untuk kapal fish carrier

2.3.1 Untuk mendinginkan ikan dari suhu 28 derajat celsius menjadi 0 derajat celcius

Q = m x c x (t2-t1)

Q = 31.58 x 0.9 x (28-0) x 1000 = 742761.6 kkal

Jumlah es yang dibutuhkan = 742761.6 kkal / 80 = 9284.52 kg =
= 9,3 ton

2.3.2 Untuk mengatasi pelelehan es selama 72 jam dengan suhu udara 30 derajat celcius

Jumlah es yang dibutuhkan = 9,2 x 6 x ((31.58 x 1000)/(3x 40))
= 15.410 ton

Jumlah es keseluruhan untuk fish carrier = 9,3 ton + 15.410 ton
= 24.71 ton

Berat muatan keseluruhan = 21.1586 + 24.71 + 31.58

4.2.2 Lokasi fishing ground

Gambar 3.1 lokasi fishing ground

Fishing ground yang akan di fishing ground no 4 ,11

Fishing ground I (no 11) Bujur 115.5165

Lintang -9.9593

Fishing ground II (no 4) Bujur 117.7643

Lintang -5.1730

Tabel 3.8 lokasi fishing ground 1 (no 4) kapal yang beroperasi

NO	Hari	Kapal	FG	Hasil tangkapan	Jumlah es
1	25	S-30	4	1.654615385	1.108592
2	22	S-34	4	1.62	1.0854
3	23	S-35	4	1.964	1.31588
4	30	S-37	4	2.745833333	1.839708
5	22	S-39	4	4.477272727	2.999773
6	13	S-40	4	2.312307692	1.549246
7	23	S-41	4	1.6748	1.122116
8	9	S-42	4	2.53	1.6951
9	20	S-43	4	2.203076923	1.476062

Tabel 3.7 Total kebutuhan es untuk ikan kapal 60 gt

NO	Nama	Total Produksi (Kg)	Hari operasi	Catch rate (Kg/Hari)	Catch rate 10 hari (ton)
1	S-34	2268	14	162	1.62
2	S-35	2946	15	196.4	1.964
3	S-36	3722	26	143.1538462	1.431538462
4	S-37	3295	12	274.5833333	2.745833333
5	S-38	2452	12	204.3333333	2.043333333
6	S-39	4925	11	447.7272727	4.477272727
					14.28197786

Beban produk (28-0) derajat C (kkal)	Massa es (Kg)	Jumlah es pada peti 40 kg(Kg)	Jumlh es total (ton)
27216	340.2	745.2	1.0854
32995.2	412.44	903.44	1.31588
24049.84615	300.6231	658.50769	0.95913077
46130	576.625	1263.0833	1.83970833
34328	429.1	939.93333	1.36903333
75218.18182	940.2273	2059.5455	2.99977273
			9.56892516

Total ikan 31.58
Total es 21.1586

4	S-42	6072	24	253	2.53
5	S-43	2864	13	220.3076923	2.203076923
6	S-44	2570	25	102.8	1.028
7	S-45	3163	25	126.52	1.2652
8	S-46	1413	14	100.9285714	1.009285714
9	S-48	2623	14	187.3571429	1.873571429
					14.98569231

Beban produk (28-0) derajat C (kkal)	Massa es (Kg)	Jumlah es pada peti 40 kg(Kg)	Jumlh es total (ton)
27797.53846	347.4692	761.12308	1.10859231
29352	366.9	803.68571	1.17058571
28136.64	351.708	770.408	1.122116
42504	531.3	1163.8	1.6951
37011.69231	462.6462	1013.4154	1.47606154
17270.4	215.88	472.88	0.68876
21255.36	265.692	581.992	0.847684
16956	211.95	464.27143	0.67622143
31476	393.45	861.84286	1.25529286
			10.0404138

storage 0 derajat celcius kualitasnya akan buruk apabila disimpan lebih dari 14 hari. Kapal fish carrier ini melayani 17 kapal yang berukuran 15-60 gt yang menggunakan media pendingin berupa es.

4.2. MENENTUKAN KEBUTUHAN ES

4.2.1 Untuk kapal penangkap ikan

Tabel 3.5 Total kebutuhan es untuk ikan kapal 15gt

NO	Nama	Total Produksi (Kg)	Hari operasi	Catch rate (Kg/Hari)	Catch rate 10 hari (ton)
1	S-32	1410	21	67.14285714	0.671428571
2	S-33	1689	14	120.6428571	1.206428571
					1.877857143

Beban produk (28-0) derajat C (kkal)	Massa es (Kg)	Jumlah es pada peti 40 kg(Kg)	Jumlh es total (ton)
11280	141	308.85714	0.44985714
20268	253.35	554.95714	0.80830714
			1.25816429

Tabel 3.6 Total kebutuhan es untuk ikan kapal 40 gt

NO	Nama	Total Produksi (Kg)	Hari operasi	Catch rate (Kg/Hari)	Catch rate 10 hari (ton)
1	S-30	4302	26	165.4615385	1.654615385
2	S-31	2446	14	174.7142857	1.747142857
3	S-41	4187	25	167.48	1.6748

Tabel 3.4 Total tangkapan ikan kapal 60 gt

NO	Nama	Total Produksi (Kg)	Daya	Kec
1	S-34	2268	240	9
2	S-35	2946	240	9
3	S-36	3722	240	9
4	S-37	3295	240	9
5	S-38	2452	240	9
6	S-39	4925	240	9

Tabel 3.5 Total tangkapan ikan kapal 80 gt

NO	Nama	Total Produksi (Kg)	Daya	Kec
1	S-40	3006	330	11

4.1.2 Skenario fish carrier

Dalam skenario fish carrier ini kapal carrier akan mengumpulkan ikan hasil tangkapan dari kapal catcher sekaligus menyalurkan kebutuhan es untuk kapal catcher dimana kapal fish carrier ini memproduksi es untuk memenuhi kebutuhan es untuk kapal catcher sekaligus untuk kapal fish carrier sendiri. Sistem operasi fish carrier ini akan menuju ke fishing ground 1 kemudian ke fishing ground 2 dan kembali ke pelabuhan untuk menyalurkan hasil tangkapannya.

Pada sistem ini penangkapan ini diusahakan agar tidak melebihi 14 hari untuk sampai di pelabuhan hal ini menjaga agar ikan tetap segar dan untuk kebutuhan ekspor. Hasil tangkapan dari para nelayan ini kebanyakan ikan tuna untuk tujuan ekspor sehingga kualitasnya harus tetap segar. Kapal fish carrier ini beroperasi setelah kapal catcher beroperasi 10 hari kemudian kapal fish carrier mulai mengumpulkan ikan sekaligus meyalurkan es ke kapal catcher, sehingga untuk mencapai pelabuhan tidak lebih dari 14 hari karena ikan tuna dengan suhu

CbBA = Coefficient Block bangunan atas (asumsi)

Main deck

VH = 7.1 x 4.9 x 2.5

VH = 86.975 m^3

Navigation deck

VH = 5.1 x 3.9 x 2.5

VH = 49.725 m^3

- Menghitung besar Volume total dari kapal yang diasumsikan kedap atau tertutup:

Volume Total (Vtotal) = Vu + VH
= 222.672 + 136.7
= 359.199 m3

- Menghitung besar Gross Tonnage dengan rumus:

GT = K1 x V total
K1 = 0,2 + 0,02 log10Vtotal
= 0,2 + 0,02 x log10 359.199
= 0,25
GT = 85.05

4.8 PERHITUNGAN BEBAN PENDINGIN

$$Q_x = U.A.\Delta t$$

dimana :

Q_x = laju perpindahan panas

U = Koefisien panas menyeluruh

A = luas dinding

Δt = perbedaan suhu luar dan dalam ruangan (^oF)

Untuk menghitung nilai U dapat di tentukan dengan menggunakan rumus sebagai beriukut:

$$1/U = 1/f_o + 1/C + X_1/K_1 + X_2/K_2 + ... + 1/f$$

dimana :

K = Konduktivitas thermal dari material

X = tebal material

f_o = Koefisien konveksi sisi luar

f_1 = Koefisien konveksi sisi dalam

4.8.1 Beban pendingin ruang muat

4.8.1.1 Beban Pendinginan Karena Produk

Pada perencanaan ruang muat ini direncanakan menerima beban sampai 31,580 ton produk ikan.

Adapun perincian produk sebagai berikut :

- Panas jenis ikan diatas titik beku (Cp) : 0.9 kkal/kg °C
- Temperatur asal produk : 28 ^{0}C
- Temperatur akhir produk : 0 ^{0}C
- Waktu untuk mendinginkan produk : 3 hari (72 hour)

➢ Maka panas sensible awal dapat dihitung dengan rumus:

Qt = Mp x Cp x t

dimana :

m : berat produk

Cp : panas spesifik produk 0.9 kkal/kg °C

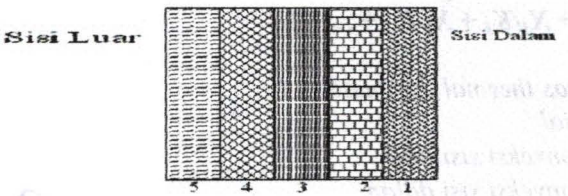
.t : selisih suhu awal ikan dengan suhu ikan yang direncanakan

Qt = 31.58 x 0.9 x (28-0) x 1000 = 854737,87 kkal

4.8.2 Konstruksi Ruang muat 1

4.8.2.1 Dinding (Depan, Belakang, Kiri, Kanan)

1. Fiber Glass 0.5 Cm
2. Wooden 0.8 Cm
3. Polyuretane 7.5 Cm
4. Alumunium foil 0.05 Cm
5. Wooden 0.8 Cm
6. Inside Convection Coef. (f_I)= 9.37 Udara diam
7. Outside Convection Coef. (f_0)= 22.7 Kecepatan udara sebesar3.35 m/s)



No	Bahan	X (m)	K(W/m2K)
1	Fiber Glass	0.005	0.036
2	Wooden	0.008	0.16
3	Polyuretane	0.075	0.043
4	Alumunium foil	0.0005	0,000017
5	Wooden	0.008	0.16

$$1/U = 1/f_o + 1/C + X_1/K_1 + X_2/K_2 + \ldots + 1/f$$

$$1/U = \frac{1}{9.37} + \frac{0.005}{0.036} + \frac{0.008}{0.16} + \frac{0.075}{0.043} + \frac{0.0005}{0.000017} + \frac{0.008}{0.16} + \frac{1}{22.7}$$

$1/U$ = 31.55 W/m^{2}K

U = 0.032 W/m^{2}K

Dalam perencanaan ini suhu udara luar direncanakan bersuhu 30°C dan suhu lantai adalah 20°C Untuk perbedaan suhu ditambahkan nilai *sun effect* berdasarkan arah letak

➢ **Dinding sebelah Kanan**

Sedangkan perbedaan temperatur antara sebelah kanan 30 °C dengan ruang muat yang direncanakan adalah 0 °C, ditambah pengaruh radiasi sinar matahari melalui dinding kanan sebesar 2 °C (Dossat 10-5, Allowance for solar radiation).

Luas dinding sebelah kanan adalah

At = 4.4 m x 2.8 m = 12.32 m^2

Sehingga laju perpindahan panasnya adalah

qt = Ut.At.ÄTt

= 0.032 x 12.32 x [(30)- (-0) +(2)] = 12.62 watt

➢ **Dinding sebelah Kiri**

Sedangkan perbedaan temperatur antara sebelah kiri 25 °C dengan ruang muat yang direncanakan adalah 0 °C, ditambah pengaruh radiasi sinar matahari melalui dinding kanan sebesar 2 °C (Dossat 10-5, Allowance for solar radiation).

Luas dinding sebelah Kiri adalah
At = 4.4 m x 2.8 m = 12.32 m^2
Sehingga laju perpindahan panasnya adalah
qt = Ut.At.ÄTt
= 0.032 x 12.32 x [(25)- (-0) +(2)] = 10.64 watt

➢ **Dinding sebelah Depan**

Sedangkan perbedaan temperatur antara sebelah depan 30 °C dengan ruang muat yang direncanakan adalah 0 °C, ditambah pengaruh radiasi sinar matahari melalui dinding kanan sebesar 1 °C (Dossat 10-5, Allowance for solar radiation).
Luas dinding sebelah Kiri adalah
At = 5.4 m x 2.8 m = 15.12 m^2
Sehingga laju perpindahan panasnya adalah
qt = Ut.At.ÄTt
= 0.032 x 15.12 x [(30)- (-0) +(1)] = 15 watt

➢ **Dinding sebelah Belakang**

Sedangkan perbedaan temperatur antara sebelah depan 25 °C dengan ruang muat yang direncanakan adalah 0 °C, ditambah pengaruh radiasi sinar matahari melalui dinding kanan sebesar 1 °C (Dossat 10-5, Allowance for solar radiation).
Luas dinding sebelah Kiri adalah
At = 5.4 m x 2.8 m = 15.12 m^2
Sehingga laju perpindahan panasnya adalah
qt = Ut.At.ÄTt
= 0.032 x 15.12 x [(25)- (-0) +(1)] = 12.6 watt

4.8.2.2 Beban panas pintu palka

No	Bahan	X(m)	K(W/m^{2}K)
1	Fiber Glass	0.005 m	0.036
2	Wood	0.008 m	0.16
3	Cork Board	0.1 m	0.043
4	Plywood	0.013 m	9.09

$1/U = 1/f_o + 1/C + X_1/K_1 + X_2/K_2 + \ldots + 1/f$

$$1/U = \frac{1}{9.37} + \frac{0.005}{0.036} + \frac{0.008}{0.16} + \frac{0.1}{0.043} + \frac{1}{9.09} + \frac{1}{227}$$

$1/U = 2.77$ W/m^{2}K

$U = 0.36$ W/m^{2}K

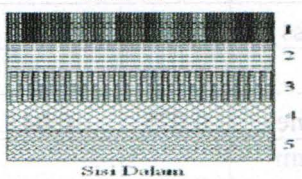
Luas Palka= At = 2 x 2 = 4 m^2

Sedangkan perbedaan temperatur antara sebelah kanan 30 oC dengan ruang muat yang direncanakan adalah 0 °C ditambah pengaruh radiasi sinar matahari melalui palkah 5 oC (Dossat 10-5, Allowance for solar radiation). Sehingga laju perpindahan panasnya adalah

qa = Ua.Aa.ÄTa

= 0.36 x 4 x [(30)- (0) +(5)] = 50.4 watt

1.8.2.3 Beban panas melalui lantai



No	Bahan	X (m)	K(W/m2K)
1	Plaster cement	0.01	0.72
2	Wooden	0.008	0.16
3	Polyuretane	0.075	0.043

4	Alumunium foil	0.0005	0,000017
5	Wooden	0.013	9.09

$$1/U = 1/f_o + 1/C + X_1/K_1 + X_2/K_2 + \ldots + 1/f$$

$$1/U = \frac{1}{9.37} + \frac{0.01}{0.72} + \frac{0.008}{0.16} + \frac{0.075}{0.043} + \frac{1}{9.09} + \frac{0.0005}{0.0000017} + \frac{1}{227}$$

$1/U = 31.59\ W/m^2K$

$U = 0.028\ W/m^2K$

Luas lantai =At = 5.41 x 4.42 = 23.9 m^2

Sedangkan perbedaan temperatur antara lantai 20 °C dengan ruang muat yang direncanakan adalah 0 °C

qa = Ua.Aa.ÄTa

= 0.028 x 23.9 x [(20)] = 13.4 watt

4.8.2.4 Beban panas melalui atap

No	Bahan	X (m)	K(W/m2K)
1	Fiber Glass	0.005	0.036
2	Wooden	0.008	0.16
3	Polyuretane	0.075	0.043
4	Alumunium foil	0.0005	0,000017
5	Wooden	0.008	0.16

$$1/U = 1/f_o + 1/C + X_1/K_1 + X_2/K_2 + \ldots + 1/f$$

$$1/U = \frac{1}{9.37} + \frac{0.005}{0.036} + \frac{0.008}{0.16} + \frac{0.1}{0.043} + \frac{1}{9.09} + \frac{1}{227}$$

1/U = 31.55 W/m^{2}K
U = 0.032 W/m^{2}K
Luas Atap = 19.9 m^2

Sedangkan perbedaan temperatur antara sebelah kanan 30 °C dengan ruang muat yang direncanakan adalah 0 °C ditambah pengaruh radiasi sinar matahari melalui palkah 5 °C (Dossat 10-5, Allowance for solar radiation). Sehingga laju perpindahan panasnya adalah

qa = Ua.Aa.ÄTa
= 0.032 x 19.9 x [(30)- (0) +(5)] = 22.3 watt

4.8.2.5 Beban Panas Dari Pekerja

Jumlah pekerja yang masuk kedalam ruangan ruang muat berjumlah 1 orang. Untuk temperatur pendinginan 0 °C, panas ekivalen dari pekerja adalah sebesar = 0,275 kw/orang. Faktor pemakaian 6 jam / 24 jam (Tabel R.j Dossat hal 221).

Q3= Jumlah pekerja x panas ekivalen/orang (kw) x faktor
Q3 = (2 x 275 x 6)/24 jam
Q3 = 137,5 watt = 8307.8875 kal/24jam
Q3 untuk 3 hari = 8307.8875 kal/24jam x 3 = 24923.6625 kal = 24,924 kkal

4.8.2.6 Beban Panas Karena Infiltrasi

Palkah ruang muat selalu dibuka-tutup untuk memasukkan atau mengeluarkan produk yang akan didinginkan. Pada saat palkah dibuka akan menyebabkan sejumlah udara masuk kedalam ruang pendingin. Karena temperatur udara luar lebih tinggi daripada temperatur di ruang pendingin, maka terjadi beban pendingin atau yang lebih dikenal dengan infiltrasi.

Volume = panjang (P) x lebar (L) x Tinggi (T)
= 4.42 x 5.4 x 2.8
= 66.83 m^3

Berdasarkan Tabel 10.7 Dossat, untuk volume sebesar 66.83 m^3 diperoleh
harga: M = 8.1 L/S (interpolasi).

Suhu udara luar = 30 °C
Relatif humidity = 60 %
Berdasarkan Tabel 10.6 Dossat diperoleh faktor pergantian udara sebesar
0,0713 kJ/L. Sehingga didapatkan beban panas karena infiltrasi :
Q4 = Infiltration rate (L/S) x Enthalpy change (kJ/L)
= (8.1 L/S) x 0,0713 (kJ/L)
= 0.6 (kw) = 36,25 kkal/jam

Pembukaan palka diasumsikan 6 jam untuk bongkar muat di pelabuhan dan mengatur ikan hasil tangkapan
Beban infiltrasi untuk 6 jam = 36,25 kkal/jam x 6 jam
= 217,52 kkal
Sehingga jumlah beban pendinginan total yang diterima sistem adalah :

1. Beban pendinginan internal ruang muat
   Pekerja = 24,924 kkal
2. Beban pendinginan karena infiltrasi = 217,52 kkal
3. Beban pendinginan karena konstruksi ruang muat
   - Dinding (kanan, depan, kiri, belakang) = 50.86 watt
   - Pintu = 50.4 x 2 watt = 100.8 watt
   - Lantai = 13.4 watt
   - Atap = 22.3 watt

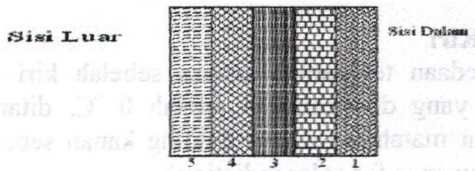
Beban pendinginan konstruksi ruang muat total = 187,36 watt
= 11320,48 kall/jam
Untuk 3 hari beban pendinginan konstruksi ruang muat
= 11320,48 kall/jam x 72 jam = 815,074 kkal
Beban pendinginan total ruang muat 1
= 24,924 kkal + 217,52 kkal + 815,074 kkal = 1057,518 kkal

4.8.3 Konstruksi Ruang muat 2

4.8.3.1 Dinding (Depan, Belakang, Kiri, Kanan)

1. Fiber Glass 0.5 Cm
2. Wooden 0.8 Cm
3. Polyuretane 7.5 Cm
4. Alumunium foil 0.05 Cm

5. Wooden 0.8 Cm
6. Inside Convection Coef. (f_I)= 9.37 (Udara diam)
7. Outside Convection Coef. (f_0)= 22.7 (Kecepatan udaranya sebesar3.35 m/s)



No	Bahan	X (m)	K(W/m2K)
1	Fiber Glass	0.005	0.036
2	Wooden	0.008	0.16
3	Polyuretane	0.075	0.043
4	Alumunium foil	0.0005	0,000017
5	Wooden	0.008	0.16

$$1/U = 1/f_o + 1/C + X_1/K_1 + X_2/K_2 + \ldots + 1/f$$

$$1/U = \frac{1}{9.37} + \frac{0.005}{0.036} + \frac{0.008}{0.16} + \frac{0.075}{0.043} + \frac{0.0005}{0.000017} + \frac{0.008}{0.16} + \frac{1}{227}$$

$1/U$ = 31.55 W/m^{2}K

U = 0.032 W/m^{2}K

Dalam perencanaan ini suhu udara luar direncanakan bersuhu 30°C dan suhu lantai adalah 20°C Untuk perbedaan suhu ditambahkan nilai *sun effect* berdasarkan arah letak

➢ **Dinding sebelah Kanan**

Sedangkan perbedaan temperatur antara sebelah kanan 30 °C dengan ruang muat yang direncanakan adalah 0 °C, ditambah pengaruh radiasi sinar matahari melalui dinding kanan sebesar 2 °C (Dossat 10-5, Allowance for solar radiation).

Luas dinding sebelah kanan adalah

At = 7.7 m x 2.8 m = 21.56 m^2
Sehingga laju perpindahan panasnya adalah
qt = Ut.At.ÄTt
= 0.032 x 21.56 x [(30)- (-0) +(2)] = 22.1 watt

➢ **Dinding sebelah Kiri**

Sedangkan perbedaan temperatur antara sebelah kiri 25°C dengan ruang muat yang direncanakan adalah 0 °C, ditambah pengaruh radiasi sinar matahari melalui dinding kanan sebesar 2 °C (Dossat 10-5, Allowance for solar radiation).
Luas dinding sebelah Kiri adalah
At = 7.7 m x 2.8 m = 21.56 m^2
Sehingga laju perpindahan panasnya adalah
qt = Ut.At.ÄTt
= 0.032 x 21.56 x [(25)- (-0) +(2)] = 18.63 watt

➢ **Dinding sebelah Depan**

Sedangkan perbedaan temperatur antara sebelah depan 30 °C dengan ruang muat yang direncanakan adalah 0 °C, ditambah pengaruh radiasi sinar matahari melalui dinding kanan sebesar 1 °C (Dossat 10-5, Allowance for solar radiation).
Luas dinding sebelah Kiri adalah
At = 1.23 m x 2.8 m = 3.44 m^2
Sehingga laju perpindahan panasnya adalah
qt = Ut.At.ÄTt
= 0.032 x 3.44 x [(30)- (-0) +(1)] = 3.42 watt

➢ **Dinding sebelah Belakang**

Sedangkan perbedaan temperatur antara sebelah depan 25 °C dengan ruang muat yang direncanakan adalah 0 °C, ditambah pengaruh radiasi sinar matahari melalui dinding kanan sebesar 1 °C (Dossat 10-5, Allowance for solar radiation).
Luas dinding sebelah Kiri adalah
At = 5.4 m x 2.8 m = 15.12 m^2
Sehingga laju perpindahan panasnya adalah

qt = Ut.At.ÄTt
= 0.032 x 15.12 x [(25)- (-0) +(1)] = 12.6 watt

1.8.3.2 Beban panas pintu palka

No	Bahan	X(m)	K(W/m^{2}K)
1	Fiber Glass	0.005 m	0.036
2	Wood	0.008 m	0.16
3	Cork Board	0.1 m	0.043
4	Plywood	0.013 m	9.09

$1/U = 1/f_o + 1/C + X_1/K_1 + X_2/K_2 + ... + 1/f$

$$1/U = \frac{1}{9.37} + \frac{0.005}{0.036} + \frac{0.008}{0.16} + \frac{0.1}{0.043} + \frac{1}{9.09} + \frac{1}{227}$$

$1/U$ = 2.77 W/m^{2}K

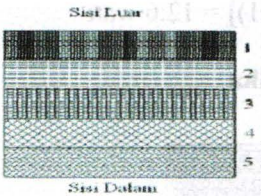
U = 0.36 W/m^{2}K

Luas Palka=
At = 2 x 2 = 4 m^2

Sedangkan perbedaan temperatur antara sebelah kanan 30 oC dengan ruang muat yang direncanakan adalah 0 °C ditambah pengaruh radiasi sinar matahari melalui palkah 5 oC (Dossat 10-5, Allowance for solar radiation). Sehingga laju perpindahan panasnya adalah

qa = Ua.Aa.ÄTa
= 0.36 x 4 x [(30)- (0) +(5)] = 50.4 watt

4.8.3.3 Beban panas melalui lantai



No	Bahan	X (m)	K(W/m2K)
1	Plaster cement	0.01	0.72
2	Wooden	0.008	0.16
3	Polyuretane	0.075	0.043
4	Alumunium foil	0.0005	0,000017
5	Wooden	0.013	9.09

$1/U = 1/f_o + 1/C + X_1/K_1 + X_2/K_2 + \ldots + 1/f$

$$1/U = \frac{1}{9.37} + \frac{0.01}{0.72} + \frac{0.008}{0.16} + \frac{0.075}{0.043} + \frac{1}{9.09} + \frac{0.0005}{0.0000017} + \frac{1}{227}$$

$1/U$ = 31.59 W/m^{2}K

U = 0.028 W/m^{2}K

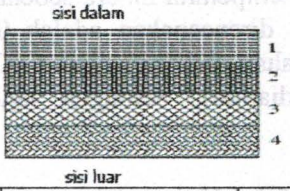
Luas lantai =At = 24.5 m^2

Sedangkan perbedaan temperatur antara lantai 20 °C dengan ruang muat yang direncanakan adalah 0 °C

qa = Ua.Aa.ÄTa

= 0.028 x 24.5 x [(20)] = 13.7 watt

1.8.3.4 Beban panas melalui atap



No	Bahan	X (m)	K(W/m2K)
1	Fiber Glass	0.005	0.036

2	Wooden	0.008	0.16
3	Polyuretane	0.075	0.043
4	Alumunium foil	0.0005	0,000017
5	Wooden	0.008	0.16

$1/U = 1/f_o + 1/C + X_1/K_1 + X_2/K_2 + ... + 1/f$

$$1/U = \frac{1}{9.37} + \frac{0.005}{0.036} + \frac{0.008}{0.16} + \frac{0.1}{0.043} + \frac{1}{9.09} + \frac{1}{22.7}$$

$1/U$ = 31.55 W/m^{2}K

U = 0.032 W/m^{2}K

Luas Atap = 9.7 m^2

Sedangkan perbedaan temperatur antara sebelah kanan 30 °C dengan ruang muat yang direncanakan adalah 0 °C ditambah pengaruh radiasi sinar matahari melalui palkah 5 °C (Dossat 10-5, Allowance for solar radiation). Sehingga laju perpindahan panasnya adalah

qa = Ua.Aa.ÄTa

= 0.032 x 9.7 x [(30)- (0) +(5)] = 10.9 watt

4.8.3.5 Beban Panas Dari Pekerja

Jumlah pekerja yang masuk kedalam ruangan ruang muat berjumlah 1 orang. Untuk temperatur pendinginan 0 °C, panas ekivalen dari pekerja adalah sebesar = 0,275 kw/orang. Faktor pemakaian 6 jam / 24 jam (Tabel R.j Dossat hal 221).

Q3= Jumlah pekerja x panas ekivalen/orang (kw) x faktor

Q3 = (2 x 275 x 6)/24 jam

Q3 = 137,5 watt = 8307.8875 kal/24jam

Q3 untuk 3 hari = 8307.8875 kal/24jam x 3 = 24923.6625 kal = 24,924 kkal

4.8.3.6 Beban Panas Karena Infiltrasi

Palkahruang muat selalu dibuka-tutup untuk memasukkan atau mengeluarkan produk yang akan didinginkan. Pada saat palkahdibuka akan menyebabkan sejumlah udara masuk kedalam

ruang pendingin. Karena temperatur udara luar lebih tinggi daripada temperatur di ruang pendingin, maka terjadi beban pendingin atau yang lebih dikenal dengan infiltrasi.

Volume = panjang (P) x lebar (L) x Tinggi (T)

= 24.5 x 2.8

= 68.6 m^3

Berdasarkan Tabel 10.7 Dossat, untuk volume sebesar 108,57 m^3diperoleh

harga: M = 7.9 L/S (interpolasi).

Suhu udara luar = 30 °C

Relatif humidity = 60 %

Berdasarkan Tabel 10.6 Dossat diperoleh faktor pergantian udara sebesar

0,0713 kJ/L. Sehingga didapatkan beban panas karena infiltrasi :

Q4 = Infiltration rate (L/S) x Enthalpy change (kJ/L)

= (7.9 L/S) x 0,0713 (kJ/L)

= 0,56 kJ/s (kw) = 560 watt

= 560 watt = 33835.76 kall/jam

Pembukaan palka diasumsikan 6 jam untuk bongkar muat di pelabuhan dan mengatur ikan hasil tangkapan

Beban infiltrasi untuk 6 jam = 33835.76 kall/jam x 6 jam = 203014,56 kall = 203,01456 kkal

Sehingga jumlah beban pendinginan total yang diterima sistem adalah :

1. Beban pendinginan internal ruang muat
   Pekerja = 24,924 kkal
2. Beban pendinginan karena infiltrasi = 203,01456 kkal
3. Beban pendinginan karena konstruksi ruang muat
   - Dinding (kanan, depan, kiri, belakang) = 56.75 watt
   - Pintu = 50.4 watt x 2 watt = 100.8 watt
   - Lantai = 13.7 watt
   - Atap = 10.9 watt

Beban pendinginan konstruksi ruang muat total

= 182,15 watt = 11005,68 kall/jam

Untuk 3 hari beban pendinginan konstruksi ruang muat

= 11005,68 kall/jam x 72 jam = 792,4 kkal

Beban pendinginan total ruang muat 2

= 792,4 kkal + 815,3169 kkal + 792,4 kkal = 1020,35 kkal

Beban pendinginan total

= Beban pendinginan ruangmuat 2 + Beban pendinginan ruang muat 1 + Beban produk

Beban pendinginan total

= 1020,35 kkal + 1057,518 kkal + 854737,87 kkal

= 856815,74 kkal

Penambahan 10 % dari total beban pendingin

= (856815,74 kkal x 0.01) + 856815,74 kkal

= 942497.3 kkal

Jumlah es untuk fish carrier

= 942497.3 kkal / (80) = 11781,3kg = 12 ton

4.9. SKENARIO OPERASI PEMBUATAN ES

Dalam hal ini memenuhi kebutuhan es dilakukan 2 kali pembuatan es dimana kebutuhan es untuk kapal penangkap dan kapal carrier sendiri dibutuhkan 33,2 ton es kita ambil kebutuhan es 35 ton untuk faktor keamanan. Dalam 1 kali pembuatan es diperlukan waktu 24 jam dan menghasilkan es 24,5 ton. Sehingga untuk memenuhi kebutuhan es memerlukan waktu dari 24 jam untuk menghasilkan 24,5 ton dan sisanya 10,5 ton memerlukan waktu 10,23 jam kita anggap 10,5 jam sehingga waktu yang dibutuhkan untuk proses pembuatan es 34,5 hari. Dalam proses pembuatan es ini dilakukan 2 kali setiap kali pembuatan es memerlukan waktu 17,25 jam, pembuatan es dilakukan waktu perjalanan menuju fishing ground 1 dan perjalanan dari fishing ground 1 menuju fishing ground 2. Untuk menyimpan es ditempatakan di gudang es.

BAB V

PERENCANAAN SISTEM PENDINGIN

BAB V
PERENCANAAN SISTEM PENDINGIN

5.1. MENENTUKAN BEBAN PENDINGIN PABRIK ES

5.1.1 Kapasitas pendinginan produk

Q' = m' x Cp x dT sebelum dan sesudah pembekuan
Q' = m' x q pada saat pembekuan (panas laten)

Dimana

Q' = kapasitas pendingin per satuan waktu [kJ / s] = [kW]
m' = massa air per satuan waktu [kg / s]
Cp air = spesifikasi kapasitas panas air 4.19 [kJ / kg . K]
= 1 [kcal / kg . ^{0}C]
Cp es = spesifikasi kapasitas panas es 2.1 [kJ / kg . K]
= 0.5 [kcal / kg . ^{0}C]
q = panas laten es 335 [kJ / kg]
= 77-80 [kcal / kg] ***(Sofyan ilyas,hal 95)***
dT = perbedaan temperatur air atau es [K]
Suhu air laut 30 derajat celcius

Untuk memperoleh flake ice sejumlah 35 ton maka beban pendingin

1. Sebelum pembekuan = 9 kg/(30)s x 4.19 x (30-0) = 37.17 kw
2. Pada saat pembekuan (panas laten) = 9 kg/ (30)s x 335 kj/kg = 100,5 kw
3. Sesudah pembekuan = 9 kg/ (30)s x 2.1 x (0-(-20) = 12.6 kw

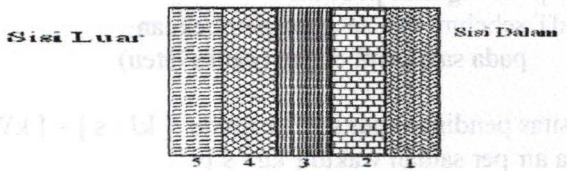
Kapasitas panas yang diperlukan = 150.27 kW
Penambahan 10% untuk mengatasi beban tambahan
= 150.27 x 1,1 = 165.3 Kw

5.1.1.1 Konstruksi Ruang untuk tempat es

Dinding (Depan, Belakang, Kiri, Kanan)

1. Fiber Glass 0.5 Cm
2. Wooden 0.8 Cm
3. Polyuretane 7.5 Cm
4. Alumunium foil 0.05 Cm

5. Wooden 0.8 Cm
6. Inside Convection Coef. (f_1)= 9.37 (Udara diam)
7. Outside Convection Coef. (f_0)= 22.7 (Kecepatan udaranya sebesar3.35 m/s)



No	Bahan	X (m)	K(W/m2K)
1	Fiber Glass	0.005	0.036
2	Wooden	0.008	0.16
3	Polyuretane	0.075	0.043
4	Alumunium foil	0.0005	0,000017
5	Wooden	0.008	0.16

$$1/U = 1/f_o + 1/C + X_1/K_1 + X_2/K_2 + \ldots + 1/f$$

$$1/U = \frac{1}{9.37} + \frac{0.005}{0.036} + \frac{0.008}{0.16} + \frac{0.075}{0.043} + \frac{0.0005}{0.000017} + \frac{0.008}{0.16} + \frac{1}{22.7}$$

$= 31.55\ W/m^2K$

$U = 0.032\ W/m^2K$

Dalam perencanaan ini suhu udara luar direncanakan bersuhu 30°C dan suhu lantai adalah 20°C Untuk perbedaan suhu ditambahkan nilai *sun effect* berdasarkan arah letak

➢ **Dinding sebelah Kanan**

Sedangkan perbedaan temperatur antara sebelah kanan 30 °C dengan ruang muat yang direncanakan adalah -2 °C, ditambah pengaruh radiasi sinar matahari melalui dinding kanan sebesar 2 °C (Dossat 10-5, Allowance for solar radiation).

Luas dinding sebelah kanan adalah

At = 3.6 m x 2.8 m = 10.08 m^2
Sehingga laju perpindahan panasnya adalah
qt = Ut.At.ÄTt
= 0.032 x 10.08 x [(30)- (-2) +(2)] = 10.97 watt

➢ **Dinding sebelah Kiri**

Sedangkan perbedaan temperatur antara sebelah kiri 25 °C dengan ruang muat yang direncanakan adalah -2 °C, ditambah pengaruh radiasi sinar matahari melalui dinding kanan sebesar 2 °C (Dossat 10-5, Allowance for solar radiation).
Luas dinding sebelah Kiri adalah
At = 3.6 m x 2.8 m = 10.08 m^2
Sehingga laju perpindahan panasnya adalah
qt = Ut.At.ÄTt
= 0.032 x 10.08 x [(25)- (-2) +(2)] = 9.35 watt

➢ **Dinding sebelah Depan**

Sedangkan perbedaan temperatur antara sebelah depan 30 °C dengan ruang muat yang direncanakan adalah -2 °C, ditambah pengaruh radiasi sinar matahari melalui dinding kanan sebesar 1 °C (Dossat 10-5, Allowance for solar radiation).
Luas dinding sebelah Kiri adalah
At = 3.35 m x 2.8 m = 9.38 m^2
Sehingga laju perpindahan panasnya adalah
qt = Ut.At.ÄTt
= 0.032 x 9.38 x [(30)- (-2) +(1)] = 9.91 watt

➢ **Dinding sebelah Belakang**

Sedangkan perbedaan temperatur antara sebelah depan 25 °C dengan ruang muat yang direncanakan adalah -2 °C, ditambah pengaruh radiasi sinar matahari melalui dinding kanan sebesar 1 °C (Dossat 10-5, Allowance for solar radiation).
Luas dinding sebelah Kiri adalah
At = 3.35 m x 2.8 m = 9.38 m^2
Sehingga laju perpindahan panasnya adalah

qt = Ut.At.ÄTt
= 0.032 x 9.38 x [(25)- (-2) +(1)] = 8.4 watt

5.1.1.2 Beban panas pintu palka

No	Bahan	X(m)	K(W/m^{2}K)
1	Fiber Glass	0.005 m	0.036
2	Wood	0.008 m	0.16
3	Cork Board	0.1 m	0.043
4	Plywood	0.013 m	9.09

$$1/U = 1/f_o + 1/C + X_1/K_1 + X_2/K_2 + \ldots + 1/f$$

$$1/U = \frac{1}{9.37} + \frac{0.005}{0.036} + \frac{0.008}{0.16} + \frac{0.1}{0.043} + \frac{1}{9.09} + \frac{1}{22.7}$$

$1/U$ = 2.77 W/m^{2}K

U = 0.36 W/m^{2}K

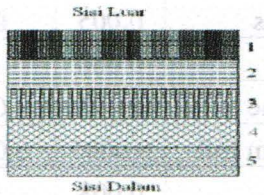
Luas Palka=

At = 1.5 x 1.5 = 2.25 m^2

Sedangkan perbedaan temperatur antara sebelah kanan 30 °C dengan ruang muat yang direncanakan adalah -2 °C ditambah pengaruh radiasi sinar matahari melalui palkah 5 °C (Dossat 10-5, Allowance for solar radiation). Sehingga laju perpindahan panasnya adalah

qa = Ua.Aa.ÄTa
= 0.36 x 2.25 x [(30)- (-2) +(5)] = 29.97 watt

5.1.1.3 Beban panas melalui lantai



No	Bahan	X (m)	K(W/m2K)
1	Plaster cement	0.01	0.72
2	Wooden	0.008	0.16
3	Polyuretane	0.075	0.043
4	Alumunium foil	0.0005	0,000017
5	Wooden	0.013	9.09

$1/U = 1/f_o + 1/C + X_1/K_1 + X_2/K_2 + \ldots + 1/f$

$1/U =$

$$\frac{1}{9.37} + \frac{0.01}{0.72} + \frac{0.008}{0.16} + \frac{0.075}{0.043} + \frac{1}{9.09} + \frac{0.0005}{0.0000017} + \frac{1}{22.7}$$

$1/U = 31.59\ W/m^2K$

$U = 0.028\ W/m^2K$

Luas lantai =At = 3.36 x 3.34 = 11.22 m^2

Sedangkan perbedaan temperatur antara sebelah kanan 20 °C dengan ruang muat yang direncanakan adalah -2 °C

qa = Ua.Aa.ÄTa

= 0.028 x 11.22 x [(22)] = 6.9 watt

5.1.1.4 Beban panas melalui atap

No	Bahan	X (m)	K(W/m2K)
1	Fiber Glass	0.005	0.036
2	Wooden	0.008	0.16
3	Polyuretane	0.075	0.043
4	Alumunium foil	0.0005	0,000017
5	Wooden	0.008	0.16

$1/U = 1/f_o + 1/C + X_1/K_1 + X_2/K_2 + \ldots + 1/f$

$1/U = \frac{1}{9.37} + \frac{0.005}{0.036} + \frac{0.008}{0.16} + \frac{0.1}{0.043} + \frac{1}{9.09} + \frac{1}{227}$

$1/U = 31.55\ W/m^2K$

$U = 0.032\ W/m^2K$

Luas Atap = 8.97 m^2

Sedangkan perbedaan temperatur antara sebelah kanan 30 °C dengan ruang muat yang direncanakan adalah -2 °C ditambah pengaruh radiasi sinar matahari melalui palkah 5 °C (Dossat 10-5, Allowance for solar radiation). Sehingga laju perpindahan panasnya adalah

qa = Ua.Aa.ÄTa

= 0.032 x 8.97 x [(30)- (2) +(5)] = 10.62 watt

5.1.1.5 Beban Panas Dari Pekerja

Jumlah pekerja yang masuk kedalam ruangan ruang muat berjumlah 1 orang. Untuk temperatur pendinginan -2 °C, panas ekivalen dari pekerja adalah sebesar = 0,275 kw/orang. Faktor pemakaian 6 jam / 24 jam (Tabel R.j Dossat hal 221).

Q3a = Jumlah pekerja x panas ekivalen/orang (kw) x faktor

Q3a = (2 x 275 x 6)/24 jam

Q3a = 137,5 watt

Q3 = 137,5 watt = 8307.8875 kal/24jam

Q3 untuk 3 hari = 8307.8875 kal/24jam x 3 = 24923.6625 kal = 24,924 kkal

5.1.1.6 Beban Panas Karena Infiltrasi

Palkahruang muat selalu dibuka-tutup untuk memasukkan atau mengeluarkan produk yang akan didinginkan. Pada saat palkahdibuka akan menyebabkan sejumlah udara masuk kedalam ruang pendingin. Karena temperatur udara luar lebih tinggi daripada temperatur di ruang pendingin, maka terjadi beban pendingin atau yang lebih dikenal dengan infiltrasi.

Volume = panjang (P) x lebar (L) x Tinggi (T)

= 3.6 x 3.35 x 2.8

= 33.768 m^3

Berdasarkan Tabel 10.7 Dossat, untuk volume sebesar 33.768 m^3 diperoleh

harga: M = 6.05 L/S (interpolasi).

Suhu udara luar = 30 °C

Relatif humidity = 60 %

Berdasarkan Tabel 10.6 Dossat diperoleh faktor pergantian udara sebesar

0,0713 kJ/L. Sehingga didapatkan beban panas karena infiltrasi :

Q4 = Infiltration rate (L/S) x Enthalpy change (kJ/L)

= (6.05 L/S) x 0,0713 (kJ/L)

= 0,43 kJ/s (kw) = 430 watt

= 430 watt = 25981,03 kall/jam

Pembukaan palka diasumsikan 6 jam untuk bongkar muat di pelabuhan dan mengatur ikan hasil tangkapan

Beban infiltrasi untuk 6 jam = 25981,03 kall/jam x 6 jam = 155886 kall = 155,886 kkal

Sehingga jumlah beban pendinginan total yang diterima sistem adalah :

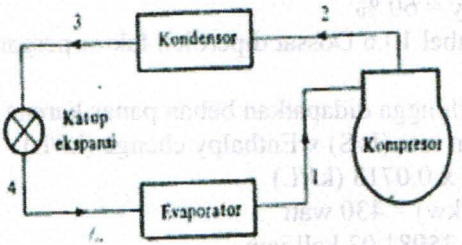
1. Beban pendinginan karena produk
   - Es = 165.3 kW
2. Beban pendinginan internal ruang muat
   - Pekerja = 137,5 watt
3. Beban pendinginan karena infiltrasi = 430 watt
4. Beban pendinginan karena konstruksi ruang muat

- Dinding (kanan, depan, kiri, belakang) = 37.82 watt
- Pintu = 29.97 x 2 watt = 59.94 watt
- Lantai = 6.9 watt
- Atap = 10.62 watt

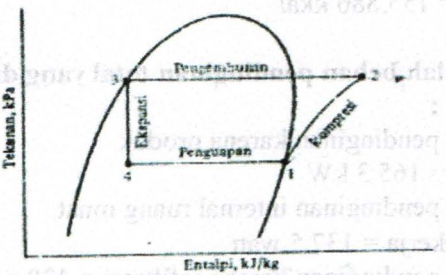
Beban pendinginan konstruksi ruang muat total = 115,28 watt
Beban pendinginan total= 115,28 +137,5 +165300 + 430
= 165982,78 watt
Beban pendinginan total = 165,98278 kW

5.2. PERENCANAAN SISTEM PENDINGIN

Dalam bab ini akan dibahas mengenai siklus refrigerasi dari perencanaan pabrik es dan pemilihan komponen-komponen utama sistem refrigerasi yang terdiri dari kompressor, evaporator dan kondensor.



Gambar 4.1 Diagram sistem



Gambar 4.2 p - h diagram

Keterangan proses :

1-2 :Uap refrigerant dari evaporator dihisap oleh kompressor untuk dikompresikan menjadi kerja.

2-3 :Refrigerant diembunkan dikondensor.

3-4 :Refrigerant cair akan berubah menjadi campuran karena terjadi penurunan tekanan pada katup expansi.

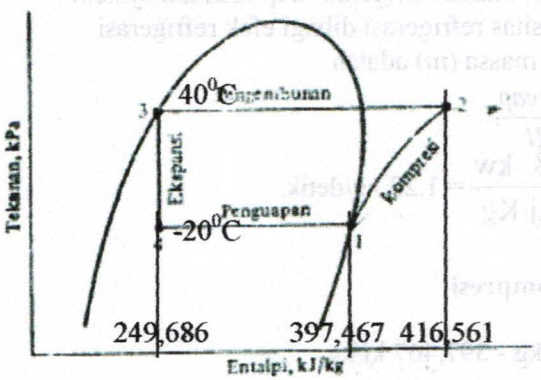
4-1 :Dampak refrigerasi yaitu kalor yang dipindahkan pada proses tersebut.

Perhitungan Thermodinamika

Data yang diperlukan dalam perhitungan

- Jenis refrigerant : R 22
- Temperatur evaporator (Te) : -20 oC
- Temperatur kondensor (Tc) : 40 oC
- Tekanan evaporator (Pe) : 244.83 kpa
- Tekanan kondensor (Pc) : 1533,5 kpa
- Beban pendinginan total (Qtot) : 165,98278 kW

5.2.1 KOMPRESOR



Gambar 4.2 p - h diagram

- Entalphi pada titik h1 adalah entalpi uap jenuh pada -20 °C h1= 397,467 kj/kg

- Entalphi pada titik h2 adalah entalpi uap jenuh pada 40 °C h2 = 416,561 kj/kg
- Entalphi pada titik h3 dan h4 identik dan sama dengan entalpi cairan jenuh pada 40 °C yaitu = 249,686 kj/kg

5.2.1.1 Refrigerant effect (RE)

Refrigerant effect adalah penambahan jumlah entalpi dari refrigerant di dalam evaporator. Ditentukan dengan menggunakan rumus:

$$RE_1 = h_f evaporator - h_g kondensor$$

Dimana:

$h_f$evaporator : Entalpi penguapan evaporator

h_g kondensor: Entalpi pengembunan kondensor

Sehingga didapatkan RE pada evaporator adalah:

$RE_1 = h_1 - h_4$

= 397,467 kj/kg – 249,686 kj/kg

= 147.781Kj/Kg

5.2.1.2 Laju aliran massa

Besarnya laju massa refrigerant tiap didalam system merupakan kapasitas refrigerasi dibagi efek refrigerasi Maka laju aliran massa (m) adalah

$$m_{ref} = \frac{Qevap}{RE}$$

$$m = \frac{165{,}98278 \text{ kw}}{147.781 \text{Kj/Kg}} = 1.23 \text{ kg/detik}$$

5.2.1.3 Kerja kompresi

Wk = h2 - h1

= 416,561 kj/kg - 397,467 kj/kg

= 19.094 kj/kg

5.2.1.4 Daya kompresor yang dibutuhkan untuk mensirkulasikan refrigerant

Wk = mref (h2 - h1)

= (1.23) (kg/s) x (19.094) (kj/kg)
= 21.446 kj/s
= 21.446 kw

Kompresor mempunyai effisiensi 70 % maka daya kompresor actual adalah :

$$W_{act} = \frac{W_k}{\eta_k}$$

Wact = $\frac{21.446 \text{ kj/s}}{0.7}$ = 30,64 kw

5.2.1.5 Heat Rejection

HR = mref (h2 - h3)
HR = 1.23 (416,561 kj/kg - 249,686 kj/kg)
HR = 205,26 kj/s

5.2.1.6 Coefisien of performance (COP)

COP = Laju pendinginan / Daya kompresor

COP = $\frac{165{,}98278 \text{ kW}}{30{,}64 \text{ kw}}$ = 5.4

5.2.1.7 Laju aliran yang diukur pada sisi pipa hisap kompresor

Laju aliran pada seksi masuk kompresor memerlukan data volume spesifik refrigeran pada titik 1.Dari tabel A-6 nilai volume spesifik ini 0,0928432 m^3/kg,sehingga

Laju aliran volume = (Laju aliran massa) x (volume spesifik)

Laju aliran volume = (1.23 kg/detik) x (0,0928432 m^3/kg) = 0.11419 m^3/det

5.2.1.8 Daya kompresor per kilowatt refrigrasi (kebalikan dari koefisien prestasi

Daya refrigrasi = $\frac{\text{Daya kompresor}}{\text{Q evaporator}}$

Daya refrigrasi = $\frac{30,64 \text{ kw}}{165,98278 \text{ kw}}$

Daya refrigrasi = 0.18 kw/kw

5.2.2 KONDENSOR

Untuk menentukan kondensor maka diperlukan perencanan awal sebagai berikut:

Type kondensor:*Shell and tube*

Type pendinginan kondensor: *Water cooled condensers (counter)*

Temperatur evaporator : -20 °C

Temperatur kondensor : 40 oC

Temperatur air masuk : 30°C

Type pendingin : Air

Beban kompresor : 165,98278 kW

Water flow rate : 0.045 – 0.06 L/s Kw (Dossat hal 337)

5.2.2.1 Beban kondensor

Menentukan kapasitas/ beban condenser

$Q_{cd1} = m_1 \times (h_2 - h_3)$

= 1.23 kg/detik x (416,561 kj/kg - 249,686 kj/kg)

= 205.26 Kw

5.2.2.2 Total flow rate air

M = Beban kondensor x Water flow rate

M = 205.26 Kw x 0.045 L/s Kw = 9.23 L/s

$$\Delta = \frac{Qc}{4,9 \text{Kj/Kg K} \times (m)}$$

$$\Delta = \frac{205.26 \text{ Kw}}{4,9 \text{Kj/Kg C} \times 9.23} = 4.54 \text{ °C}$$

Temperatur air yang keluar = 30°C + 4.54 °C = 34,54 °C

5.2.2.3 Menentukan METD

GTD = temperature kondensor – temperature air masuk = 40-30 =10 °C

LTD = temperature kondensor-temperature air keluar = 40-34,54 =5.64 °C

Berdasarkan pada table 11.1 Dossat

METD = 7.85 °C

5.2.2.4 Menentukan laju massa air per tube

$$\text{GPM pertube} = \frac{GPMxnumberofpasses}{numberoftubeincondenser}$$

$$= \frac{9.23\ \text{L/s}\ x4}{164}$$

$$= 0.223\ \text{L/s pertube}$$

5.2.2.5 Fouling factor

Menentukan skala factor pengotoran (fouling factor) untuk air laut 0.0005 (table 14-2 Scale Factors – water). Untuk laju massa 0.201 L/s pertube dan skala factor pengotoran 0.0005 adalah 740 W/m^{2}K (TABEL R-13).

5.2.2.6 Luas permukaan yang dibutuhkan

$$A = \frac{condensor(Kw)x1000}{uxMETD}$$

$$= \frac{205.26\ x1000}{740\ x7.85^{\circ}}$$

$$= 35.33\ m^2$$

5.2.3 EVAPORATOR

Untuk menentukan evaporator maka diperlukan perencanan awal sebagai berikut:

Type evaporator : *Drum evaporator*
Temperatur evaporator : -20 ^{0}C
Diameter luar : 42 mm
Diameter dalam : 25 mm
Beban pendingin :165,98278 Kw
Laju aliran massa : 1.23 kg/detik
Temperatur kerja kondensor : 40 ^{0}C

Cp air : 4.19 kJ/kg.K
ketebalan pipa (x) : 0.001 m

5.2.3.1 Renould number

Re = G x d /μ
G = Kecepatan massa atau laju aliran massa/ luas bidang
A penampang dalam pipa

$$A = \frac{\pi}{4} Do^2$$

A = (3,14/4) x $0,042^2$
A = 0.00138474 m^2
Sifat refrigeranR-22 pada suhu -20 0C
ρ =1/0.74091
ρ = 1,35 kg/L = 1350 kg/m^3
μ = 0.000011 Pa/det
k = daya hantar termal fluida W/m . K = 0.00817 W/m . K
Cp kalor spesifik fluida J/kg . K = 1590.984 J/kg . K
G = m / A
G = (1.23 kg/detik)/ (0.00138474 m^2) = 888.3
V kecepatan rata-rata fluida = G/ρ
V kecepatan rata-rata fluida = 888.3/1350 =0,66 m/detik
Renould number = (888.3x 0,1)/0.000011 = 8075454.54 aliran bersifat turbulen

5.2.3.2 Tahanan penguapan refrigeran dalam pipa

$$h = 0,023x\left[\frac{VxDx\rho}{\mu}\right]^{0,8} x\left[\frac{C_p x\mu}{k}\right]^{0,4} x\frac{k}{D}$$

Stoecker, 1994 hal 223

dimana:
h = koefisien konveksi, $W/m^2.K$
D = diameter dalam pipa, m
k = daya hantar termal fluida, W/m . K
V = kecepatan rata-rata fluida, m/det
ρ = rapat massa fluida, kg/m^3
μ = viskositas fluida, Pa .det

Cp = kalor spesifik fluida, J/kg . K

$$h = 0{,}023x\left[\frac{0{,}12\ x0.025x1350}{0.000011}\right]^{0,8}$$

$$x\left[\frac{1590.984\ x0.000011}{0.00817}\right]^{0,4} x\frac{0.00817}{0.025}$$

h = 153.7915067 W/m^2.K

5.2.3.3 Tahanan untuk pipa refrigeran

$$U = \frac{X_{pipa} xAo_{pipa}}{K_{pipa} xAm_{pipa}}$$

Dimana:

X = ketebalan pipa, m = 0.001 m

Ao = luas permukaan luar, m^2 = 0,25 x 3,14 x 0,025^2 = 0.000490625 m^2

K = daya hantar termal bahan, W/m K = 390 W/mK

Am = luas permukaan rata-rata, m^2 = 0.000245313 m

$$U = \frac{0.001x0.00049062\cancel{5}}{390x0.00024531\cancel{3}} = 5.12821X10^{-6} W/m^2\ K$$

5.2.3.4 Tahanan untuk fluida air

$$U = \frac{X_{pipa} xAo_{pipa}}{K_{pipa} xAm_{pipa}}$$ *Stoecker, 1994 hal 235*

Dimana:

X = ketebalan pipa, m = 0,05 m

Ao = luas permukaan luar, m^2 = 0,25 x 3,14 x 0,1^2 = 0.0314 m^2

K = daya hantar termal bahan, W/m K = 303 W/mK

Am = luas permukaan rata-rata, m^2 = 0.003925 m

$$U = \frac{0{,}05\ x0.0314}{303x0.003925} = 0.000330033\ W/m^2 . K$$

5.2.3.5 Tahanan dari permukaan luar pipa ke air

$$U = \frac{Ao_{pipa}}{h1xA1}$$

Dimana:

Ao = luas permukaan luar (m^2) = 0,25 x 3,14 x $0,1^2$ = 0.0314 m^2

K = daya hantar termal bahan, W/m K = 303 W/mK

Ai= luas permukaan dalam (m^2) 0,25 x 3,14 x $0,025^2$ = 0.000490625 m^2

$$U = \frac{0.0314}{303x0.00049062\,5} = 2.11 \text{ W/m}^2 . \text{K}$$

5.2.3.6 Laju air ke drum

laju air ke drum = q/(cp*ΔT)

= 165,98278 Kw /(4.19 *[30]-[-20])

= 0.792267303

5.2.3.7 Laju alir volume

Laju alir volume = laju air ke drum/massa jenis

= 0.792267303/1000

= 0.000792267

5.2.3.8 Kecepatan air ke drum (V)

Kec. air ke drum (V) = laju alir volume/(1 drum*luas drum) = 0.000792267/(1*0.25*3.14*(0.42^2))

= 0.100925771 m/det

5.2.3.9 Koefisiaen perpindahan kalor air (hi)

$$h = 0{,}023x\left[\frac{VxDx\rho}{\mu}\right]^{0,8} x\left[\frac{C_p x\mu}{k}\right]^{0,4} x\frac{k}{D}$$

parameter air pada suhu 32°C

ρ	=	995	kg/m^3
cp	=	4190	kJ/kg.K

μ =	0.000773	Pa.det
k =	0.617	W/m.K
D luar evaporator =	0.1	m

$$h = 0{,}023x\left[\frac{0{,}1009x0.1x995}{0.000773}\right]^{0,8}$$

$$x\left[\frac{4190x0.000773}{0.617}\right]^{0,4} x\frac{0.617}{0.1}$$

h = 538.2361603 W/m^2.K

5.2.3.10 Koefisien perpindahan panas menyeluruh

1/U = 1/(R1+R2+R3+R4)

1/U =1/(153.7915067+5.12821X10^{-6}+0.000330033 +2.11)

1/U =0.006349568

U = 157.4910238 W/m^2.K

5.2.3.11 Perhitungan beda temperature rata-rata

T pengembunan	50	^{0}C
T udara masuk	30	^{0}C
T udara keluar	35	^{0}C

$$\Delta LMTD = \frac{\Delta T_1 - \Delta T_2}{Ln\frac{\Delta T_1}{\Delta T_2}}$$

$$\Delta LMTD = \frac{((50 - 30) - (50 - 35))}{Ln\frac{50 - 30}{50 - 35}} = 17.38029748\ ^0C$$

5.2.3.12 Perhitungan luas pipa yang dibutuhkan

Qe = U x A x T LMTD

$$A = \frac{U \times LMTD}{Qe}$$

$$A = \frac{157.4910238 \times 17.38029748}{165{,}98278\ Kw} = 2.634753334\ m^2$$

5.2.3.13 Sehingga panjang pipa

Lev = A / ΠxD

Lev = 2.634753334/ (3,14 X 0,025) =34.37063592 m

BAB VI

ANALISA EKONOMIS

BAB VI
ANALISA EKONOMIS

Dalam analisa ekonomis ini akan membandingkan sistem yang ada di benoa bali dengan sistem yang baru menggunakan kapal fish carrier sekaligus pabrik es terapung. Dimana sistem fish carrier ini melayani 18 buah kapal yang berukuran 15-60 gt, Kapal fish carrier ini beroperasi setelah kapal catcher beroperasi 10 hari kemudian kapal fish carrier mulai mengumpulkan ikan sekaligus meyalurkan es ke kapal catcher, Sehingga untuk mencapai pelabuhan tidak lebih dari 14 hari karena ikan tuna dengan suhu storage 0 derajat celcius akan terjadi pembusukan apabila disimpan lebih dari 14 hari.

6.1 BIAYA OPERASIONAL KAPAL CATCHER

1.1.1 Biaya Kapal Catcher 15 gt

6.1.1.1 Biaya Bahan Bakar

➢ **Mesin Induk**

Besarnya biaya ini tergantung dari ukuran dan tipe mesin penggerak dari kapal dan juga lama pelayaran. Selain itu bahan bakar ini juga meliputi kebutuhan pemakaian bahan bakar untuk mesin bantu selama waktu tambat di pelabuhab dan untuk kebutuhan penerangan,kerja dari pompa,mesin pendingin dan lain-lain. Dimana operasi kapal 15 gt ini pada fishing ground 1 dimana jarak ke pelabuhannya 700 mill untuk pulang pergi.

Tabel 5.1 Daftar daya dan kecepatan kapal 15 gt

NO	Nama	Total Produksi (Kg)	Daya	Kec	FG
1	S-32	1410	115	6	4
2	S-33	1689	115	6	4

Mesin : Yanmar
Type : HAE
Starting : electric/ manual
SFOC : 185 g / kwh

WFO = Pb x SFOC x (S / Vdinas) x 1.5 x 10^{-6}
Dimana Pb = Daya mesin induk ,Kw
konstanta penambahan bahan bakar = 1.5
WFO = 115 x 185 g / kwh x (450 / 6) x 1.5 x 10^{-6}
WFO = 2.4 ton
Volume satu ton = (1 ton)/ (0.87 / m3) x 1000 l / m^3 = 1149,42 liter
Harga minyak diesel = Rp 4300,- / liter
Untuk satu kali trip biaya yang dikeluarkan
WFO = 2.4 ton x 1149,42 liter x Rp 4300,- / liter
WFO = Rp 11.829.579,2

➢ **Berat bahan bakar mesin bantu**

Berat bahan bakar mesin bantu adalah 0.1 – 0.2 dari berat bahan bakar mesin induk.
Wfo = 0.2 x Wfo (ton)
= 0.2 x 2.4 ton
= 0.48 ton / trip
Volume satu ton = (1 ton)/ (0.87 / m3) x 1000 l / m^3 = 1149,42 liter
Untuk satu kali trip biaya yang dikeluarkan
WFO = 0.48 ton x 1149,42 liter x Rp 4300,- / liter = Rp 2.372.402,88

6.1.1.2 Biaya minyak pelumas

Kebutuhan minyak pelumas untuk setiap pelayaran diambil sebesar 4% dari berat bahan bakar mesin induk dan mesin bantu.
Wlo = 0.04 x (WFO)
= 0.04 x (2.4 + 0.48)ton
= 0.1152 ton/trip
Volume 1 ton = (1 ton / 0.92 ton/m3) x 1000 lt / m3
= 1.086,96 liter.
Harga minyak pelumas mesran = Rp 13000,- / liter.
Untuk satu kali trip biaya yang dikeluarkan

Wlo = 0.1152 ton x 1.086,96 liter x Rp13000,- / liter = Rp 1.627.831,296

6.1.1.3 Biaya air tawar

Untuk mandi , cuci, dan minum yang dibutuhkan

Wfw = Zo x (Pdw + Pww) x 10^{-3}

Dimana :

Zo = jumlah ABK = 5 orang

Pdw = pemakaian air minum = 20 kg / orang / hari

Pww = pemakaian untuk mandi dan cuci = 200 kg / orang / hari

Wfw = Zo x (Pdw + Pww) x 10^{-3}

= 5 x (200 + 20) x 10-3

=1.54 ton / hari untuk 10 hari = 1.54 x 10 = 15,4 ton

Biaya air pendingin

Keperluan air pendingin (2- 5 kg / HP)

Wcw = (3 * 115 HP)/ 1000 ton

= 0.345 ton / trip

Total air tawar yang dibutuhkan = 0.345 ton / trip + 15,4 ton / trip = 15,745 ton / trip

Biaya yang dikeluarkan untuk 1 m^3 air tawar adalah Rp 3500,-.

Sehingga total biaya air tawar = 15,745 ton / trip x Rp 3500 = Rp 55.107,5

6.1.1.4 Biaya ABK

Untuk biaya Anak buah kapal adalah pengeluaran meliputi gaji dan biaya

makan sebesar :

a. Biaya makan per orang per hari = Rp 12000,-

biaya makan per hari = 7 x 12000,-

= Rp 84.000,-

biaya makan untuk 1 kali trip = Rp 84.000,- x 10

= Rp 840.000

b. Gaji ABK

Kapten = Rp 1.500.000 /bulan

Mualim = Rp 1.000.000,- / bulan

Kepala kamar mesin = Rp 1.000.000,- / bulan
ABK @ 600.000 x 4 = Rp 2.400.000,- / bulan
Jumlah total biaya yang dikeluarkan untuk kebutuhan anak buah kapal sebesar :
= Rp 840.000 + Rp 5.900.000 = Rp 6.740.000

6.1.1.5 Biaya ES

Kapal 15 gt dalam satu kali pelayaran membutuhkan es sebesar 1.3 Ton untuk 10 hari dalam satu trip. Jadi biaya pengeluaran untuk es selama satu kali trip 10 hari Harga satu ton es adalah Rp 220.000,-
1.3 x Rp 220.000,- = Rp 286.000
Biaya operasional = Rp 11.829.579,2+ Rp 2.372.402,88+ Rp 1.627.831,296+ 55.107,5+ Rp 6.740.000 + Rp 286.000 = Rp 22.910.920,876
Biaya operasional kapal 15 gt = 2 x (Rp 22.910.920,876) = Rp 45.821.841,752

6.1.1.6 Biaya perawatan

Biaya yang harus dikeluarkan sehubungan dengan aspek – aspek pelayaran juga demi keselamatan kapal itu sendiri. Rumus biaya perawatan dapat dihitung dari Harry benford (ship economic and design):
Hull = US $10000 (CN /1000)$^{2/3}$
Dimana , CN = cubic number = L x B x D
= 18.8 x 5.5 x 1.87
= 193.4 m^3
biaya setahun = US $10000 (193.4 /1000)$^{2/3}$
= US $ 3166,1
asumsi 1 US $ = Rp 9000,-
jadi biaya perawatan kapal sebesar = 3166,1 x Rp 9000
= Rp 28.494.565,451 / tahun x 2 = Rp 56.989.312,90

6.1.2 BIAYA OPERASIONAL KAPAL CATCHER 40 GT

6.1.2.1 Biaya Bahan Bakar

Tabel 5.2 Daftar daya dan kecepatan kapal 40 gt

NO	Nama	Total Produksi (Kg)	Daya	Kec	FG
1	S-30	4302	240	8	11
2	S-31	2446	240	8	11
3	S-41	4187	225	7	11
4	S-42	6072	270	10	11
5	S-43	2864	270	10	11
6	S-44	2570	270	10	11
7	S-45	3163	270	10	4
8	S-46	1413	270	10	11
9	S-48	2623	270	10	11

Mesin : Yanmar
Type : 6 LA-DTE
Starting : electric
SFOC : 197 g / kwh

➢ ***Untuk S-30,S-31***

Berat bahan bakar mesin induk

WFO = Pb x SFOC x (S / Vdinas) x 1.5 x 10^{-6}
Dimana Pb = Daya mesin induk ,Kw
konstanta penambahan bahan bakar = 1.5
WFO = 240 x 197 g/Kw x (700 / 8) x 1.5 x 10^{-6}
WFO = 6.21 ton
Volume satu ton = (1 ton)/ (0.87 / m3) x 1000 l / m^3 = 1149,42 liter
Harga minyak diesel = Rp 4300,- / liter
Untuk satu kali trip biaya yang dikeluarkan
WFO = 6.21 ton x 1149,42 liter x Rp 4300,- / liter
WFO = Rp 30.670.720,983

Berat bahan bakar mesin bantu

Berat bahan bakar mesin bantu adalah 0.1 – 0.2 dari berat bahan bakar mesin induk.

Wfo = 0.2 x Wfo (ton)
= 0.2 x 6.21 ton
= 1.242 ton / trip

Volume satu ton = (1 ton)/ (0.87 / m3) x 1000 l / m^3 = 1149,42 liter

Untuk satu kali trip biaya yang dikeluarkan

WFO = 1.242 ton x 1149,42 liter x Rp 4300,- / liter = Rp 6.138.592,452

Biaya bahan bakar Untuk S-30,S-31 = 2 x (Rp 36.809.313,435) =Rp73.618.626,87

Biaya minyak pelumas

Kebutuhan minyak pelumas untuk setiap pelayaran diambil sebesar 4% dari berat bahan bakar mesin induk dan mesin bantu.

Wlo = 0.04 x (WFO)
= 0.04 x (6.21 +1.242)ton
= 0.29808 ton/trip

Volume 1 ton = (1 ton / 0.92 ton/m3) x 1000 lt / m3
= 1.086,96 liter.

Harga minyak pelumas mesran = Rp 13000,- / liter.

Untuk satu kali trip biaya yang dikeluarkan

Wlo = 0.29808 ton x 1.086,96 liter x Rp 13000,- / liter = Rp 4.212.013,4784

Biaya pelumas untuk S-30,S-31 = 2 x (Rp 4.212.013,4784) = Rp 8.424.026,9568

➢ ***Untuk S-41***

Berat bahan bakar mesin induk

WFO = Pb x SFOC x (S / Vdinas) x 1.5 x 10^{-6}

Dimana Pb = Daya mesin induk ,Kw

konstanta penambahan bahan bakar = 1.5

WFO = 225 Kw x 197 g/Kw x (700 / 7) x 1.5 x 10^{-6}

WFO = 6.6 ton
Volume satu ton = (1 ton)/ (0.87 / m3) x 1000 l / m^3 = 1149,42 liter
Harga minyak diesel = Rp 4300,- / liter
Untuk satu kali trip biaya yang dikeluarkan
WFO = 6.6 ton x 1149,42 liter x Rp 4300,- / liter
WFO = Rp 32.861.486,7675

Berat bahan bakar mesin bantu

Berat bahan bakar mesin bantu adalah 0.1 – 0.2 dari berat bahan bakar mesin induk.
Wfo = 0.2 x Wfo (ton)
= 0.2 x 6.6ton
= 1.32 ton / trip
Volume satu ton = (1 ton)/ (0.87 / m3) x 1000 l / m^3 = 1149,42 liter
Untuk satu kali trip biaya yang dikeluarkan
WFO = 1.32 ton x 1149,42 liter x Rp 4300,- / liter = Rp 6.524.107,92
Biaya bahan bakar Untuk S-41 =
Rp 32.861.486,7675+Rp 6.524.107,92
= Rp 39.385.594,687

Biaya minyak pelumas

Kebutuhan minyak pelumas untuk setiap pelayaran diambil sebesar 4% dari berat bahan bakar mesin induk dan mesin bantu.
Wlo = 0.04 x (WFO)
= 0.04 x (6.6+1.32)ton
= 0.3168 ton/trip
Volume 1 ton = (1 ton / 0.92 ton/m3) x 1000 lt / m3
= 1.086,96 liter.
Harga minyak pelumas mesran = Rp 13000,- / liter.
Untuk satu kali trip biaya yang dikeluarkan

Wlo = 0.3168 ton x 1.086,96 liter x Rp 13000,- / liter = Rp 4.476.536,064

➢ ***Untuk S-45***

Berat bahan bakar mesin induk

WFO = Pb x SFOC x (S / Vdinas) x 1.5 x 10^{-6}

Dimana Pb = Daya mesin induk ,Kw

konstanta penambahan bahan bakar = 1.5

WFO = 270 x 209 g/Kw x (450 / 10) x 1.5 x 10^{-6}

WFO = 3.81 ton

Volume satu ton = (1 ton)/ (0.87 / m3) x 1000 l / m^3 = 1149,42 liter

Harga minyak diesel = Rp 4300,- / liter

Untuk satu kali trip biaya yang dikeluarkan

WFO = 3.81 ton x 1149,42 liter x Rp 4300,- / liter

WFO = Rp 18.826.128,92

Berat bahan bakar mesin bantu

Berat bahan bakar mesin bantu adalah 0.1 – 0.2 dari berat bahan bakar mesin induk.

Wfo = 0.2 x Wfo (ton)

= 0.2 x 3.81 ton

= 0.762 ton / trip

Volume satu ton = (1 ton)/ (0.87 / m3) x 1000 l / m^3 = 1149,42 liter

Untuk satu kali trip biaya yang dikeluarkan

WFO = 0.762 ton x 1149,42 liter x Rp 4300,- / liter = Rp 3.766.189,572

Biaya bahan bakar Untuk S-45 = Rp 3.766.189,572+ Rp 18.826.128,92 = Rp 22.592.318,492

Biaya minyak pelumas

Kebutuhan minyak pelumas untuk setiap pelayaran diambil sebesar 4% dari berat bahan bakar mesin induk dan mesin bantu.

Wlo = 0.04 x (WFO)

= 0.04 x (3.81 + 0.762)ton
= 0.18288 ton/trip
Volume 1 ton = (1 ton / 0.92 ton/m3) x 1000 lt / m3
= 1.086,96 liter.
Harga minyak pelumas mesran = Rp 13000,- / liter.
Untuk satu kali trip biaya yang dikeluarkan
Wlo = 0.18288 ton x 1.086,96 liter x Rp 13000,- / liter = Rp 2.584.182,1824

- ***Untuk S-42,S-43,S-44,S-46, S-48***

Berat bahan bakar mesin induk
WFO = Pb x SFOC x (S / Vdinas) x 1.5 x 10^{-6}
Dimana Pb = Daya mesin induk ,Kw
konstanta penambahan bahan bakar = 1.5
WFO = 270 x 209 g/Kw x (700 / 7) x 1.5 x 10^{-6}
WFO = 8.4645 ton
Volume satu ton = (1 ton)/ (0.87 / m3) x 1000 l / m^3 = 1149,42 liter
Harga minyak diesel = Rp 4300,- / liter
Untuk satu kali trip biaya yang dikeluarkan
WFO = 8.4645 ton x 1149,42 liter x Rp 4300,- / liter
WFO = Rp 41.835.842,037

Berat bahan bakar mesin bantu

Berat bahan bakar mesin bantu adalah 0.1 – 0.2 dari berat bahan bakar mesin induk.
Wfo = 0.2 x Wfo (ton)
= 0.2 x 8.4645 ton
= 1.6929 ton / trip
Volume satu ton = (1 ton)/ (0.87 / m3) x 1000 l / m^3 = 1149,42 liter
Untuk satu kali trip biaya yang dikeluarkan
WFO = 1.6929 ton x 1149,42 liter x Rp 4300,- / liter = Rp 8.367.168,4074

Biaya bahan bakar Untuk S-42,S-43,S-44,S-46, S-48 = 5 x (Rp 50.203.010,4444) = Rp 251.015.052,222

Biaya minyak pelumas

Kebutuhan minyak pelumas untuk setiap pelayaran diambil sebesar 4% dari berat bahan bakar mesin induk dan mesin bantu.

Wlo = 0.04 x (WFO)

= 0.04 x (8.4645 +1.6929)ton

= 0.406296 ton/trip

Volume 1 ton = (1 ton / 0.92 ton/m3) x 1000 lt / m3

= 1.086,96 liter.

Harga minyak pelumas mesran = Rp 13000,- / liter.

Untuk satu kali trip biaya yang dikeluarkan

Wlo = 0.406296 ton x 1.086,96 liter x Rp 13000,- / liter = Rp 5.741.157,50208

Biaya pelumas untuk

S-42,S-43,S-44,S-46, S-48 = 5 x (Rp 5.741.157,5)

Rp 28.705.787,5104

Biaya bahan bakar keseluruhan kapal 40 gt

Rp 73.618.626,87+ Rp 39.385.594,6875+ Rp 22.592.318,492+ Rp 251.015.052,222=

= Rp 386.611.592,274

Biaya pelumas keseluruhan kapal 40 gt =

Rp 8.424.026,9568+ Rp 4.476.536,064+ Rp 2.584.182,1824+ Rp 28.705.787,5104

= Rp 44.190.532,7136

6.1.2.2 Biaya air tawar

Untuk kapal 40 gt jumlah ABK yang dipakai pada waktu kapal beroperasi sebanyak 11 orang untuk mandi , cuci, dan minum yang dibutuhkan :

$Wfw = Zo \times (Pdw + Pww) \times 10^{-3}$

Dimana :

Zo = jumlah ABK = 11 orang
Pdw = pemakaian air minum = 20 kg / orang / hari
Pww = pemakaian untuk mandi dan cuci = 200 kg / orang / hari
Wfw = Zo x (Pdw + Pww) x 10^{-3}
= 11 x (200 + 20) x 10^{-3}
= 2.42 ton / hari untuk 10 hari = 2.42 x 10 = 24.2 ton

6.1.2.3 Biaya air pendingin

Keperluan air pendingin (2- 5 kg / HP)
Wcw = (3 * 270 HP)/ 1000 ton
= 0.81 ton / trip
Total air tawar yang dibutuhkan = 0.81 ton / trip + 24.2 ton / trip = 25.01 ton / trip
Biaya yang dikeluarkan untuk 1 m^3 air tawar adalah Rp 3500,-.
Sehingga total biaya air tawar = 25.01 ton / trip x Rp 3500 = Rp 87.535

6.1.2.4 Biaya ABK

Untuk biaya Anak buah kapal adalah pengeluaran meliputi gaji dan biaya
makan sebesar :
a. Biaya makan per orang per hari = Rp 12000,-
biaya makan per hari = 11 x 12000,-
= Rp 132.000,-
biaya makan untuk 1 kali trip = Rp 132.000,- x 10
= Rp 1.320.000
b. Gaji ABK
Kapten = Rp 1.500.000 /bulan
Mualim = Rp 1.000.000,- / bulan
Kepala kamar mesin = Rp 1.000.000,- / bulan
ABK @ 600.000 x 8 = Rp 4.800.000,- / bulan
Jumlah total biaya yang dikeluarkan untuk kebutuhan anak buah kapal sebesar :
= Rp 1.320.000 + Rp 8.300.000 = Rp 9.620.000

6.1.2.5 Biaya ES

Kapal 40 gt dalam satu kali pelayaran membutuhkan es sebesar 10.1 Ton untuk 10 hari dalam satu trip. Jadi biaya pengeluaran untuk es selama satu kali trip 10 hari Harga satu ton es adalah Rp 220.000,-

10.1x Rp 220.000,- = Rp 2.222.000

- ***Biaya operasional kapal 40 gt*** =Rp 386.611.592,274 + Rp 44.190.532,7136+ Rp 2.222.000+ 9 x (Rp 87.535 + Rp 9.620.000) = Rp 520.391.939,9876

6.1.2.6 Biaya perawatan

Biaya yang harus dikeluarkan sehubungan dengan aspek – aspek pelayaran juga demi keselamatan kapal itu sendiri. Rumus biaya perawatan dapat dihitung dari Harry benford (ship economic and design):

Hull = US $10000 (CN /1000)$^{2/3}$

Dimana , CN = cubic number = L x B x D

= 16.2 x 4.5 x 2.2

= 160.38 m^3

biaya setahun = US $10000 (160.38 /1000)$^{2/3}$

= US $ 2933.94

asumsi 1 US $ = Rp 9000,-

jadi biaya perawatan kapal sebesar

= 2933.94 x Rp 9000

= Rp 26.405.424.25/ tahun x 9 kapal

= Rp 237.648.818,23

6.1.3 BIAYA OPERASIONAL KAPAL CATCHER 60 GT

6.1.3.1 Biaya Bahan Bakar

Tabel 5.3 Daftar daya dan kecepatan kapal 60 gt

NO	Nama	Total Produksi (Kg)	Daya	Kec	FG
1	S-34	2268	240	9	11
2	S-35	2946	240	9	11

3	S-36	3722	240	9	4
4	S-37	3295	240	9	11
5	S-38	2452	240	9	4
6	S-39	4925	240	9	11

Mesin : Yanmar
Type : 7LA-DTE
Starting : electric/ manual
SFOC : 209 g / kwh

➢ ***Untuk S-34,S-35, S-37,S-39***

Berat bahan bakar mesin induk

WFO = Pb x SFOC x (S / Vdinas) x 1.5 x 10^{-6}
Dimana Pb = Daya mesin induk ,Kw
konstanta penambahan bahan bakar = 1.5
WFO = 240 x 209 g/Kw x (700 / 9) x 1.5 x 10^{-6}
WFO = 5.852 ton
Volume satu ton = (1 ton)/ (0.87 / m3) x 1000 l / m^3 = 1149,42 liter
Harga minyak diesel = Rp 4300,- / liter
Untuk satu kali trip biaya yang dikeluarkan
WFO = 5.852 ton x 1149,42 liter x Rp 4300,- / liter
WFO = Rp 28.923.545,112

Berat bahan bakar mesin bantu

Berat bahan bakar mesin bantu adalah 0.1 – 0.2 dari berat bahan bakar mesin induk.

Wfo = 0.2 x Wfo (ton)
= 0.2 x 5.852 ton
= 1.1704 ton / trip
Volume satu ton = (1 ton)/ (0.87 / m3) x 1000 l / m^3 = 1149,42 liter
Untuk satu kali trip biaya yang dikeluarkan
WFO = 1.1704 ton x 1149,42 liter x Rp 4300,- / liter = Rp 5.784.709,0224
Biaya bahan bakar Untuk *S-34,S-35, S-37,S-39*

= 4 x (Rp28.923.545,112 + Rp 5.784.709,0224)
= Rp 138.833.016,5776

Biaya minyak pelumas

Kebutuhan minyak pelumas untuk setiap pelayaran diambil sebesar 4% dari berat bahan bakar mesin induk dan mesin bantu.

Wlo = 0.04 x (WFO)
= 0.04 x (5.852 +1.1704)ton
= 0.280896 ton/trip

Volume 1 ton = (1 ton / 0.92 ton/m3) x 1000 lt / m3
= 1.086,96 liter.

Harga minyak pelumas mesran = Rp 13000,- / liter.

Untuk satu kali trip biaya yang dikeluarkan

Wlo = 0.280896 ton x 1.086,96 liter x Rp 13000,- / liter = Rp 3.969.195,31008

Biaya pelumas Untuk *S-34,S-35, S-37,S-39* = 4 x Rp 3.969.195,31= Rp 15.876.781,24032

➢ ***Untuk S-36,S-38***

Berat bahan bakar mesin induk

WFO = Pb x SFOC x (S / Vdinas) x 1.5 x 10^{-6}

Dimana Pb = Daya mesin induk ,Kw

konstanta penambahan bahan bakar = 1.5

WFO = 240 x 209 g/Kw x (450/ 9) x 1.5 x 10^{-6}

WFO = 3.762 ton

Volume satu ton = (1 ton)/ (0.87 / m3) x 1000 l / m^3 = 1149,42 liter

Harga minyak diesel = Rp 4300,- / liter

Untuk satu kali trip biaya yang dikeluarkan

WFO = 3.762 ton x 1149,42 liter x Rp 4300,- / liter

WFO = Rp 18.593.707,572

Berat bahan bakar mesin bantu

Berat bahan bakar mesin bantu adalah 0.1 – 0.2 dari berat bahan bakar mesin induk.

Wfo = 0.2 x Wfo (ton)
= 0.2 x 3.762 ton
= 0.7524 ton / trip
Volume satu ton = (1 ton)/ (0.87 / m3) x 1000 l / m^3 = 1149,42 liter
Untuk satu kali trip biaya yang dikeluarkan
WFO = 0.7524 ton x 1149,42 liter x Rp 4300,- / liter = Rp 3.718.741,5144
Biaya bahan bakar untuk *S-36,S-38* = 2 x (Rp 18.593.707,572 +Rp 3.718.741,5144)
= Rp 44.624.898,172

Biaya minyak pelumas

Kebutuhan minyak pelumas untuk setiap pelayaran diambil sebesar 4% dari berat bahan bakar mesin induk dan mesin bantu.
Wlo = 0.04 x (WFO)
= 0.04 x (3.762 +0.7524)ton
= 0.180576 ton/trip
Volume 1 ton = (1 ton / 0.92 ton/m3) x 1000 lt / m3
= 1.086,96 liter.
Harga minyak pelumas mesran = Rp 13000,- / liter.
Untuk satu kali trip biaya yang dikeluarkan
Wlo = 0.180576 ton x 1.086,96 liter x Rp 13000,- / liter = Rp 2.551.625,55648
Biaya pelumas untuk *S-36,S-38* = 2 x Rp2.551.625,55648 = Rp 5.103.251,11296
Biaya bahan bakar keseluruhan kapal 60 gt
Rp 138.833.016,5776 + Rp 44.624.898,1728= Rp183.457.914,7558
Biaya pelumas keseluruhan kapal 60 gt
Rp 15.876.781,24032 + Rp 5.103.251,11296= Rp 20.980.032,35328

6.1.3.2Biaya air tawar

Untuk kapal 60 gt jumlah ABK yang dipakai pada waktu kapal beroperasi sebanyak 11 orang untuk mandi , cuci, dan minum yang dibutuhkan :

$Wfw = Zo \times (Pdw + Pww) \times 10^{-3}$

Dimana :

Zo = jumlah ABK = 11 orang

Pdw = pemakaian air minum = 20 kg / orang / hari

Pww = pemakaian untuk mandi dan cuci = 200 kg / orang / hari

$Wfw = Zo \times (Pdw + Pww) \times 10^{-3}$

$= 11 \times (200 + 20) \times 10^{-3}$

= 2.42ton/hari untuk 10 hari = 2.42x10= 24.2 ton

6.1.3.3 Biaya air pendingin

Keperluan air pendingin (2- 5 kg / HP)

Wcw = (3 * 240 HP)/ 1000 ton

= 0.72 ton / trip

Total air tawar yang dibutuhkan = 0.72 ton / trip + 24.2 ton / trip = 24.92 ton / trip

Biaya yang dikeluarkan untuk 1 m^3 air tawar adalah Rp 3500,-.

Sehingga total biaya air tawar = 24.92 ton / trip x Rp 3500 = Rp 87.220

6.1.3.4 Biaya ABK

Untuk biaya Anak buah kapal adalah pengeluaran meliputi gaji dan biaya

makan sebesar :

a. Biaya makan per orang per hari = Rp 12000,-

biaya makan per hari = 11 x 12000,-

= Rp 132.000,-

biaya makan untuk 1 kali trip = Rp 132.000,- x 10

= Rp 1.320.000

b. Gaji ABK

Kapten = Rp 1.500.000 /bulan

Mualim = Rp 1.000.000,- / bulan

Kepala kamar mesin = Rp 1.000.000,- / bulan
ABK @ 600.000 x 8 = Rp 4.800.000,- / bulan
Jumlah total biaya yang dikeluarkan untuk kebutuhan anak buah kapal sebesar :
= Rp 1.320.000 + Rp 8.300.000 = Rp 9.620.000

6.1.3.5 Biaya ES

Kapal 60 gt dalam satu kali pelayaran membutuhkan es sebesar 9.6 Ton untuk 10 hari dalam satu trip. Jadi biaya pengeluaran untuk es selama satu kali trip 10 hari Harga satu ton es adalah Rp 220.000,-
9.6 x Rp 220.000,- = Rp 2.112.000

- ***Biaya operasional kapal 60 gt*** = Rp 183.457.914,7558 + Rp20.980.032,35328 + Rp 2.112.000+ 6 x (Rp 87.220 + Rp 9.620.000) = Rp 264.793.267,10908

6.1.3.6 Biaya perawatan

Biaya yang harus dikeluarkan sehubungan dengan aspek – aspek pelayaran juga demi keselamatan kapal itu sendiri. Rumus biaya perawatan dapat dihitung dari Harry benford (ship economic and design):
Hull = US $10000 (CN /1000) $^{2/3}$
Dimana , CN = cubic number = L x B x D
= 21.25 x 5.2x 2.2
= 243.1 m^3
biaya setahun = US $10000 (243.1 /1000) $^{2/3}$
= US $ 3876,82
asumsi 1 US $ = Rp 9000,-
jadi biaya perawatan kapal sebesar = 3876,82 x Rp 9000=Rp 34.891.402,91/ tahun x 6 kapal
= Rp 209.348.417,5

6.2. BIAYA OPERASIONAL KAPAL FISH CARRIER

6.2.1 Biaya Bahan Bakar

P = Power Main Engine
= 375 Kw
SFOC = Specific Fuel Oil Consumption
= 222,1 gr/ BHP.h
S = Radius Pelayaran
= 825 milles laut
V = 11 knots

Berat bahan bakar mesin induk

WFO = Pb x SFOC x (S / Vdinas) 1.5 x 10-6
konstanta penambahan bahan bakar = 1.5
WFO = 375 x 222,1 x (825/11) 1.5 x 10-6
WFO = 9.4 ton

Berat bahan bakar mesin bantu

Berat bahan bakar mesin bantu adalah 0.1 – 0.2 dari berat bahan bakar mesin induk.

Wfo = 0.2 x Wfo (ton)
= 0.2 x 9.4 ton
= 1.88 ton / trip

Volume satu ton = (1 ton)/ (0.87 / m3) x 1000 l / m^3 = 1149,42 liter

Untuk satu kali trip biaya yang dikeluarkan
WFO = 11.28 ton x 1149,42 liter x Rp 4300,- / liter = Rp 55.751.467,68

Berat Pelumas

Kebutuhan minyak pelumas untuk setiap pelayaran diambil sebesar 4% dari berat bahan bakar mesin induk dan mesin Bantu =

Berat Lubricating Oil (LO) = 4% x (9.4+1.88) ton = 0.4512 ton
Harga minyak pelumas mesran = Rp 13000,- / liter.
Untuk satu kali trip biaya yang dikeluarkan

Volume 1 ton = (1 ton / 0.92 ton/m3) x 1000 lt / m3
= 1.086,96 liter.
Wlo = 0.4512 ton x 1.086,96 liter x Rp 13000,- / liter = Rp 6.375.672,576

6.2.2 Biaya air tawar

Dari hasil perhitungan di atas berat air tawar yang digunakan oleh fish carrier 3,927 ton. Biaya yang dikeluarkan untuk 1 m^3 air tawar adalah Rp 3500,-.Sehingga biaya yang di keluarkan
3,927 ton x Rp 3500 = Rp13.744,5

6.2.3 Biaya ABK

Untuk biaya Anak buah kapal adalah pengeluaran meliputi gaji dan biaya
makan sebesar :

a. Biaya makan per orang per hari = Rp 12000,-
biaya makan per hari = 7 x 12000,-
= Rp 84.000
biaya makan untuk 1 kali trip = Rp 132.000,- x 10
= Rp 840.000

b. Gaji ABK
Kapten = Rp 1.500.000 /bulan
Mualim = Rp 1.000.000,- / bulan
Kepala kamar mesin = Rp 1.000.000,- / bulan
ABK @ 600.000 x 4= Rp 2.400.000,- / bulan
Jumlah total biaya yang dikeluarkan untuk kebutuhan anak buah kapal sebesar :
= Rp 840.000+ Rp 5.900.000 = Rp 5.984.000

6.2.4 Biaya ES

Kapal 60 gt dalam satu kali pelayaran membutuhkan es sebesar 12 ton untuk 10 hari dalam satu trip. Jadi biaya pengeluaran untuk es selama satu kali trip 10 hari Harga satu ton es adalah Rp 220.000,-
12 ton x Rp 220.000,- = Rp 2.640.000

6.2.5 Biaya perawatan

Biaya yang harus dikeluarkan sehubungan dengan aspek – aspek pelayaran juga demi keselamatan kapal itu sendiri. Rumus biaya perawatan dapat dihitung dari Harry benford (ship economic and design):

Hull = US $10000 (CN /1000)$^{2/3}$

Dimana , CN = cubic number = L x B x D

= 23.2 x 6.3 x 2.5

= 365.4 m^3

biaya setahun = US $10000 (365.4 /1000)$^{2/3}$

= US $ 3876,82

asumsi 1 US $ = Rp 9000,-

jadi biaya perawatan kapal sebesar = $5465.9 x Rp 9000= Rp 49.193.037/ tahun

6.3 PERBANDINGAN BIAYA OPERASIONAL

6.3.1 Biaya operasional kapal catcher

Tabel 5.4 Biaya operasional kapal catcher

	15 gt	40 gt	60 gt
Bahan bakar	Rp28,403,964.16	Rp386,611,592.27	Rp183,457,914.76
Pelumas	Rp3,255,662.59	Rp44,190,532.71	Rp20,980,032.35
ABK	Rp13,480,000.00	Rp86,580,000.00	Rp57,720,000.00
Air tawar	Rp110,215.00	Rp787,815.00	Rp523,320.00
Es	Rp286,000.00	Rp2,222,000.00	Rp2,112,000.00
Perawatan	Rp56,989,312.90	Rp237,648,818.23	Rp209,348,417.50

6.3.2 Biaya operasional kapal fish carrier

Tabel 5.5 Biaya operasional kapal fish carrier

Bahan bakar	Rp55,751,467.68
Pelumas	Rp6,375,672.58
ABK	Rp5,984,000.00
Air tawar	Rp13,744.50
Es	Rp2,640,000.00
Perawatan	Rp49,193,037.00

Perencana operasi kapal fish carrier beroperasi 2 kali trip dalam satu bulan dan membutuhkan waktu 14 hari untuk satu kali trip. Dimana rata-rata nelayan di benoa beroperasi selama 18 hari untuk kapal 60 gt, kapal 40 gt beroperasi selama 18 hari dan untuk kapal 15 gt rata-rata hari beroperasi selama 12 hari. Operasi fish carrier ini beroperasi setelah kapal penangkap melakukan penangkapan selama 10 hari dan kembali kedarat setelah 14 hari setelah kapal penangkap beroperasi. Sehingga dalam operasi ini akan menghemat penggunaan bahan bakar, karena kapal penangkap tidak perlu pulang dan kembali menangkap ikan yang membutuhkan bahan bakar yang banyak.

Dalam perencanaan ini kapal penangkap baru kembali ke darat setelah 126 hari. Untuk 126 hari dengan skenario lama kapal penangkap beroperasi 7 kali trip tetapi dengan skenario fish carrier ini kapal penangkap tidak akan kembali ke darat hasil tangkapan di dibawa ke darat untuk di jual. Dimana dalam waktu 126 hari kapal fish carrier ini akan beroperasi 9 kali trip. Sehingga terjadi penghematan 6 kali trip dari kapal penangkap.Dimana selain kapal pabrik es ini juga dibutuhkan kapal untuk mendistribusikan bahan bakar sekaligus sebagai pengangkut ABK untuk pergantian ABK.

Tabel 5.6 Biaya bahan bakar dan pelumas untuk kapal catcher

	15 gt	40 gt	60 gt	Total 1 kali trip	Total 7 kali trip
Bahan bakar	Rp28,403,964	Rp386,611,592	Rp183,457,915	Rp598,473,471	Rp4,189,314,298
Pelumas	Rp3,255,663	Rp44,190,533	Rp20,980,032	Rp68,426,228	Rp478,983,594

Tabel 5.7 Biaya bahan bakar dan pelumas untuk kapal fish carrier

	Total 1 kali trip	Total 9 kali trip
Bahan bakar	Rp55,751,468	Rp501,763,209
Pelumas	Rp6,375,673	Rp57,381,053

Sehingga untuk 126 hari diperoleh penghematan dari bahan bakar dan pelumas sebesar :

Bahan bakar = Rp 4,189,314,298 – Rp 501,763,209 = Rp 3,687,551,089

Pelumas = Rp 478,983,594 - Rp 57,381,053 = Rp 421,602,541

Untuk 1 kali trip kapal fish carrier ini akan menghemat bahan bakar sebesar :

Bahan bakar = $\frac{\text{Rp 3,687,551,089}}{\text{9 kali trip}}$

= Rp 409,727,898.78

Pelumas = $\frac{\text{Rp 421,602,541}}{\text{9 kali trip}}$ = Rp 46,844,726.78

BAB VII

KESIMPULAN DAN SARAN

BAB VII
KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Dari hasil pengerjaan Tugas Akhir yang telah dilakukan maka diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Dalam perencanaan ini kapal fish carrier akan beroperasi setelah 10 hari setelah kapal catcher menangkap ikan untuk menjaga kualitas ikan. Kapal fish carrier ini beroperasi selama 4 hari. Sehingga ketika tiba di pelabuhan ikan dalam kondisi segar.
2. Kapal fish carrier ini akan melayani 18 kapal antara 15-60 gt. Selain mengumpulkan ikan hasil tangkapan dari kapal catcher juga menyalurkan es untuk kebutuhan kapal catcher
3. Kapal fish carrier ini memproduksi 35 ton es dimana akan dibuat dalam 2 kali proses pembuatan yang membutuhkan waktu 34.25 jam.
4. Dimensi kapal dari fish carrier ini ditentukan dengan menggunakan metode kapal pembanding, sehingga diperoleh dimensi kapal dengan panjang 23,3 meter, lebar 6,3 meter dan sarat 2,5 meter.
5. Jumlah anak buah kapal direncanakan sebanyak 11 orang dan untuk keperluan air tawar dibutuhkan 4.0114 ton, Bahan bakar untuk mesin induk dan mesin bantu dibutuhkan 11.28 ton, kebutuhan untuk minyak pelumas 0.4512 ton dan kebutuhan es untuk kapal fish carrier sebanyak 12 ton.
6. Untuk sistem pendingin kapal fish carrier ini beban pendingin untuk pabrik es sebesar 165,98278 kW.

7. Biaya opersional untuk kapal fish carrier untuk I kali trip sebesar

Bahan bakar	Rp55,751,467.68
Pelumas	Rp6,375,672.58
ABK	Rp5,984,000.00
Air tawar	Rp13,744.50
Es	Rp2,640,000.00
Perawatan	Rp49,193,037.00

8. Untuk 126 hari dengan pengoperasian sistem baru menggunakan fish carrier ini akan diperoleh penghematan sebesar Rp 3,687,551,089 untuk bahan bakar. Untuk satu kali trip fish carrier ini akan diperoleh penghematan sebesar Rp 409,727,898.78 untuk bahan bakar.

6.2. SARAN

Dari keterbatasan pembahasan tugas akhir ini penulis mempunyai saran sebagai berikut :

1. Dengan hasil diatas maka dapat menjadi pertimbangan kepada nelayan bahwa menggunakan pola fish carrier akan dapat mengurangi biaya operasional bahan bakar.
2. Dengan keterbatasan bahasan tugas akhir ini maka perlu terus diadakan kajian
   teknis dan ekonomis mengenai kapal penyalur bahan bakar untuk kapal catcher dimana dalam pembahasan tugas akhir ini tidak dibahas penyediaan bahan bakar untuk kapal catcher

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR PUSTAKA

Abdi sembiring, 2004. ***Sistem Penangkapan IkanTuna Terpadu Pada PT.Perikanan Samudra Besar Benoa-Bali*** ,ITS.

Alam Baheramsyah andMadeAriana,1998/1999.***Pengaturan Udara dan Sistem Pendingin***, ITS

ASHRAE Handbook

DKP Bali. ***Laporan Statistik Perikanan dan Kelautan Propinsi Bali.***

Dossat,Roy J, 1981.***Principles of Refrigeration*** .John Wiley & Sons,Inc .Canada.

Sofyan Ilyas, 1988 .***Teknologi Refrigerasi Hasil Perikanan*** ,Institut Teknologi Bandung.

Sumanto.,1985.***Dasar-Dasar Mesin Pendingin***.Yogyakarta.

W.F Stoecker , 1994. ***Refrigrasi dan pengkodisian udara*** Erlangga.

Yudi Saputro, 2006. ***Studi Pengadaan Kapal Fish Carrier Untuk Nelayan Pada Perairan Mancar Banyuwangi***,ITS.

URL:**http://www.dkp.go.id**

URL:**http://www.Sabroe.com**

URL:**http://www.Bitzer.de**

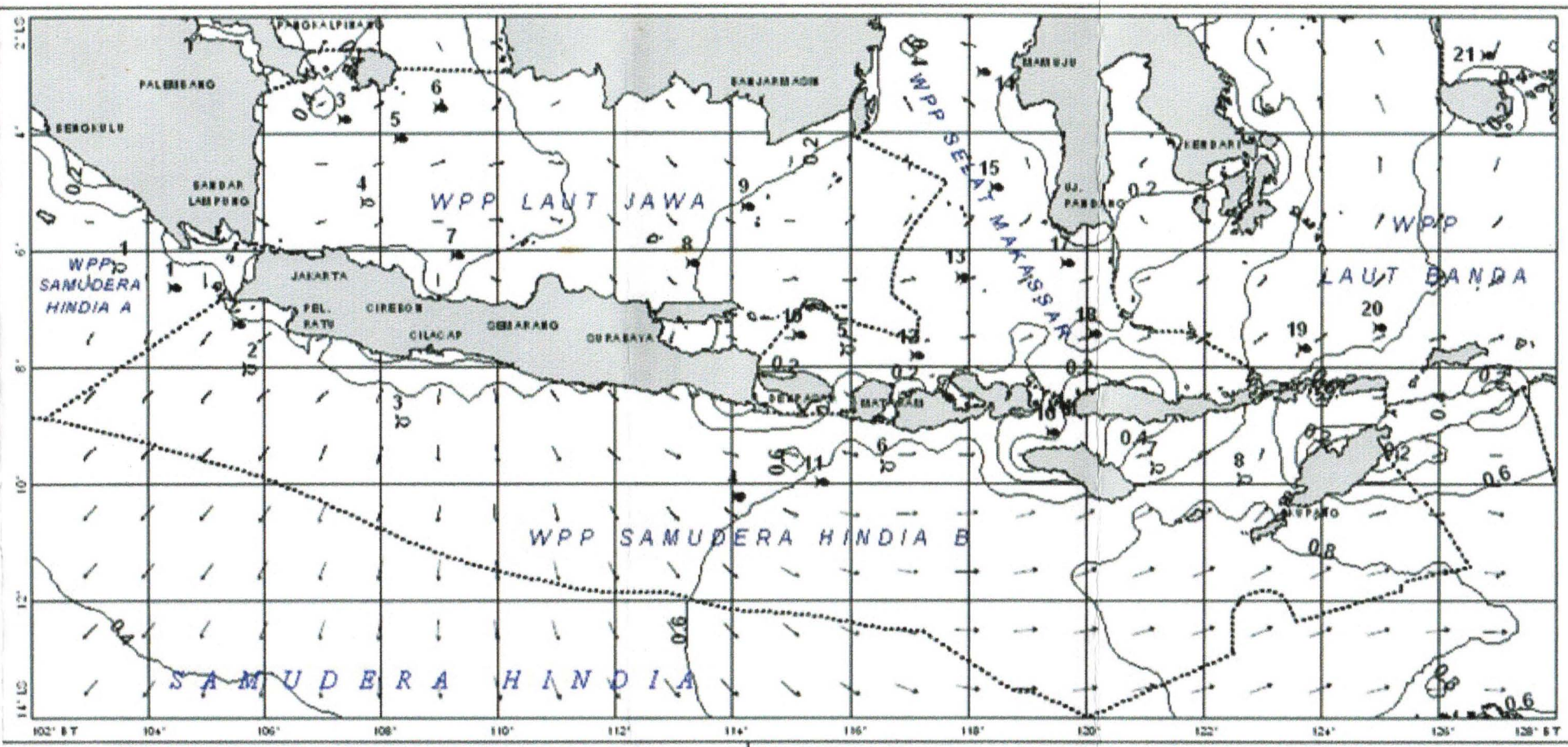
URL:**http://www.grasso-indonesia.com**

BIODATA PENULIS

Penulis dilahirkan di Kediri, tanggal 14 Oktober 1984, merupakan anak kedua dari 2 bersaudara. Penulis telah menyelesaikan pendidikan formal yaitu di TK Dharma Wanita, SDN Bandar Kidul I Kediri, SLTPN I Kediri dan SMUN 2 Kediri. Setelah lulus dari SMUN 2 Kediri penulis mengikuti SPMB dan diterima dijurusan Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya pada tahun 2003 dengan NRP 4203 100 022.

Di jurusan Teknik Sistem Perkapalan ini penulis mengambil bidang studi Marine Machinery and System (MMS). Penulis sempat aktif dibeberapa kegiatan yang diselenggarakan oleh jurusan dan Himpunan Mahasiswa Teknik Sistem Perkapalan (HIMASISKAL).

LAMPIRAN



PETA PRAKIRAAN DAERAH PENANGKAPAN IKAN
WILAYAH PERAIRAN JAWA, BALI DAN NUSA TENGGARA
TANGGAL 22- 25 MARET 2007

BALAI RISET DAN OBSERVASI KELAUTAN
PUSAT RISET TEKNOLOGI KELAUTAN
BADAN RISET KELAUTAN DAN PERIKANAN
DEPARTEMEN KELAUTAN DAN PERIKANAN
Jembrana - Bali, Telp. 0365-44269, Fax. 0365-44278
Interactive Voice Response : 0365-44270/71/72/73

SEACORM

...ringkatkan akurasi informasi ...ngkapan ikan, diharapkan ...p pengguna mengetahui daerah ...gkapan berikut koordinat ...ik kepada kami. ...PPDPI ini diterbitkan secara ...ma oleh BRKP-DKP kepada ...engguna ...dalam derajat desimal, tanda ...menunjukkan posisi di Lintang ...ibrilik dikirimkan ke fax. ...STA atau e-mail : ...team@yahoo.com

U

0 50 100 150 200 Mil

Skala 1:11.500.000

Sumber :
Hasil analisis Data Satelit Oceanografi : Kesuburan Perairan, Suhu, Tinggi dan Arus Permukaan Laut.

Tim Penyusun :
- Tim Inderaja Kelautan
Balai Riset dan Observasi Kelautan, PRTI-BRKP
Jembrana-Bali
- Tim SEACORM - Jakarta

KETERANGAN :

- Daerah Penangkapan Ikan
- Daerah Potensi Ikan
- Batas WPP
- Tinggi gelombang maksimum dengan interval 0.2 meter

Kecepatan Angin (knot)

- 0.363 - 3.774
- 3.774 - 8.018
- 8.018 - 12.454
- 12.454 - 17.15
- 17.15 - 24.162

Lokasi Penangkapan Ikan

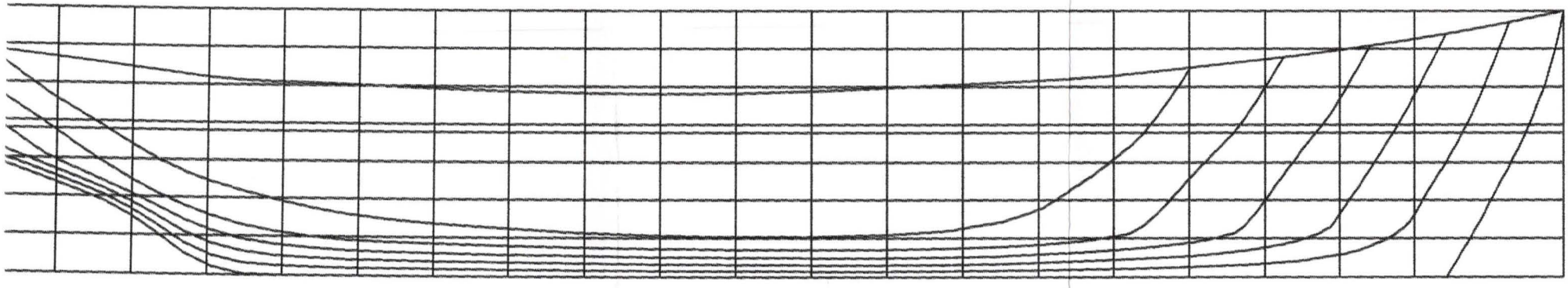
No	Bujur	Lintang
1	104.4507	-6.6253
2	105.5348	-7.2594
3	107.3961	-3.7412
4	107.7643	-5.1730
5	108.3370	-4.0685
6	109.0325	-3.5367
7	109.2984	-6.0730
8	113.3279	-6.2162
9	114.2688	-5.2344
10	115.1483	-7.4434
11	115.5165	-9.9593

No	Bujur	Lintang
12	117.1324	-7.7912
13	117.9096	-6.4412
14	118.2573	-2.9435
15	118.4823	-4.9276
16	119.4437	-9.1207
17	119.6891	-6.1957
18	120.1391	-7.4025
19	123.7186	-7.6684
20	125.0073	-7.3003
21	126.8481	-2.6367

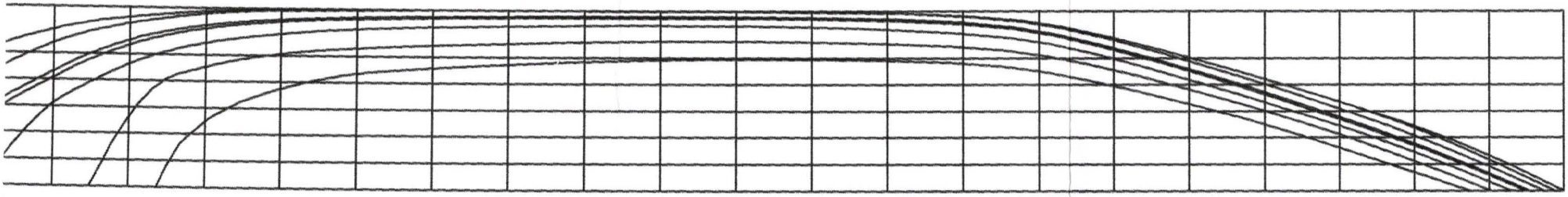
Lokasi Potensi Ikan

No	Bujur	Lintang
1	103.4894	-6.2571
2	105.7393	-8.0162
3	108.3575	-8.9162
4	114.0847	-10.2048
5	115.9460	-7.6889
6	116.6415	-9.6730
7	121.2232	-9.7139
8	122.6959	-9.9184

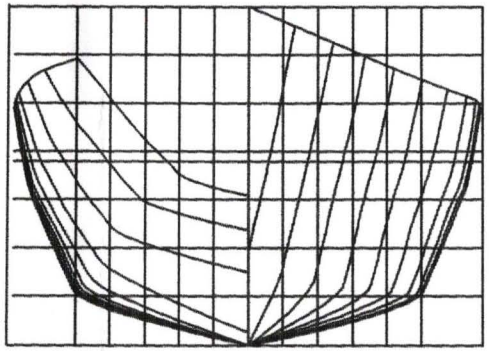
SHEER PLAN



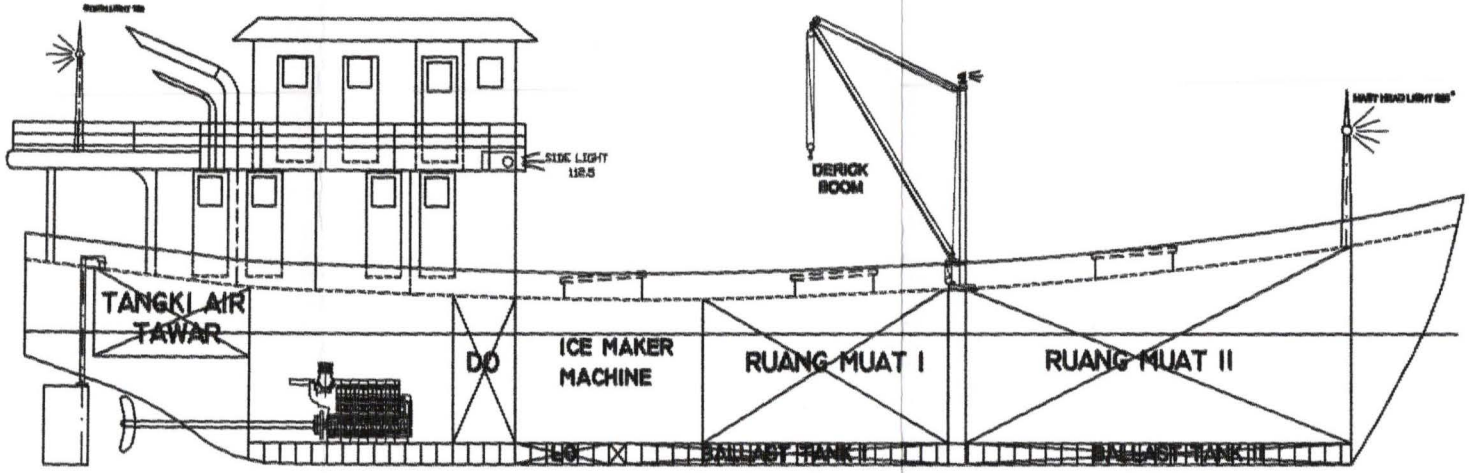
HALF BREADTH PLAN



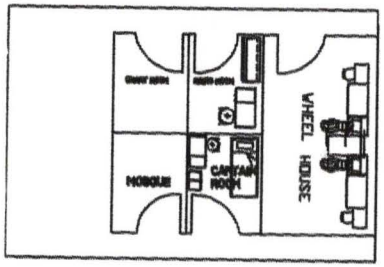
BODY PLAN



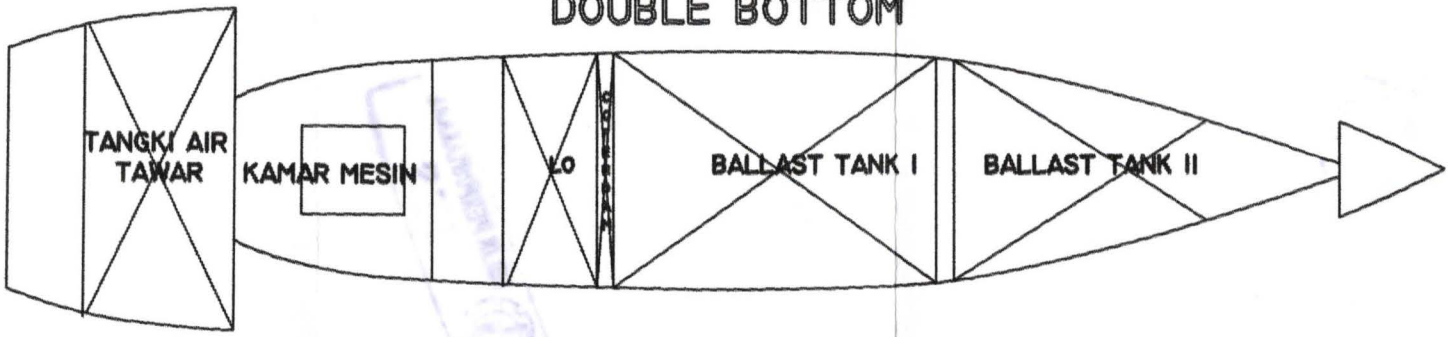
PRINCIPAL DIMENTIONS	
LENGTH OVER ALL	: 26.63 M
LPP	: 24.6 M
BREADTH	: 6.6 M
DHEPTH	: 3 M
DRAFT	: 2.5 M
SERVISE SPEED	: 8 KNOT
CB	: 0.55



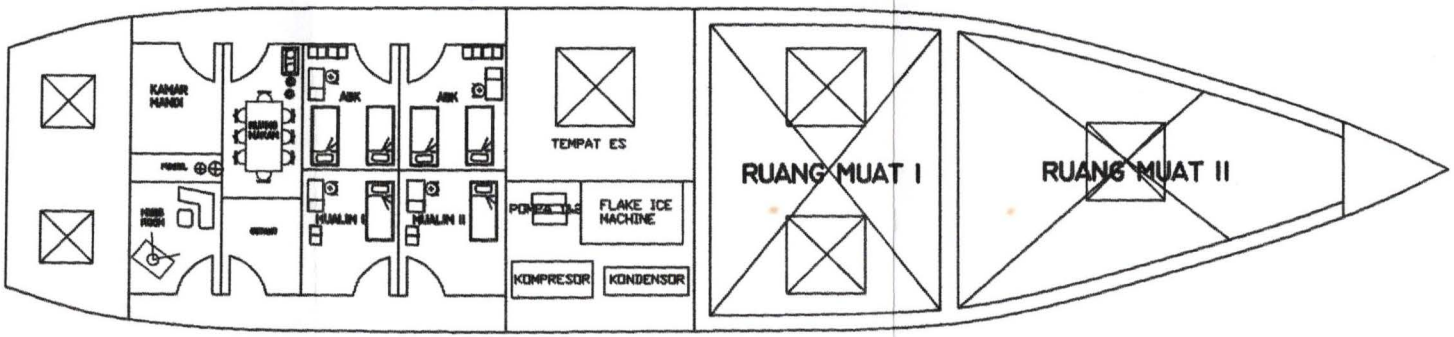
NAVIGATION DECK



DOUBLE BOTTOM



MAIN DECK



PRINCIPAL DIMENTIONS	
LENGTH OVER ALL	: [illegible]
LPP	: [illegible]
BREADTH	: [illegible]
DEPTH	: [illegible]
DRAFT	: [illegible]
SERVICE SPEED	: [illegible]
CB	: [illegible]

	Speed (kts)	Holtrop Resist. (kN)	Holtrop Power (kW)	Series60 Resist. (kN)	Series60 Power (kW)
1	0	–	–	–	–
2	0.5	0.04	0.02	–	–
3	1	0.13	0.11	–	–
4	1.5	0.28	0.36	–	–
5	2	0.48	0.82	–	–
6	2.5	0.72	1.55	–	–
7	3	1.01	2.61	–	–
8	3.5	1.35	4.04	–	–
9	4	1.72	5.9	–	–
10	4.5	2.14	8.24	1.96	7.57
11	5	2.6	11.15	2.49	10.69
12	5.5	3.13	14.76	3.13	14.74
13	6	3.75	19.29	3.82	19.64
14	6.5	4.5	25.08	4.58	25.51
15	7	5.44	32.63	5.6	33.61
16	7.5	6.66	42.8	6.8	43.72
17	8	8.11	55.65	6.69	45.91
18	8.5	9.95	72.51	8.19	59.67
19	9	12.79	98.67	12.75	98.37
20	9.5	16.77	136.64	18.04	146.96
21	10	20.89	179.08	20.29	173.96
22	10.5	24.12	217.12	–	–
23	11	26.88	253.54	–	–
24	11.5	30.37	299.46	–	–
25	12	35.71	367.42	–	–
26	12.5	64.35	689.68	–	–
27	13	133.36	1486.49	–	–
28	13.5	202.41	2342.89	–	–
29	14	271.49	3258.93	–	–
30	14.5	340.61	4234.64	–	–
31	15	409.77	5270.09	–	–
32	15.5	478.96	6365.3	–	–
33	16	548.19	7520.32	–	–
34	16.5	617.45	8735.21	–	–
35	17	685.37	9989.96	–	–
36	17.5	734.92	11027.17	–	–
37	18	774.85	11958.48	–	–
38	18.5	806.08	12786.01	–	–
39	19	829.91	13519.83	–	–
40	19.5	847.77	14174.19	–	–

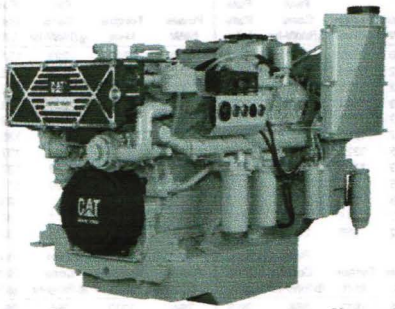
Results

CATERPILLAR

Marine Engine

3412E

485-570 bkW
650-765 bhp
1800-2100 rpm



Shown with Accessory Equipment

CATERPILLAR® ENGINE SPECIFICATIONS

V-12, 4-Stroke-Cycle-Diesel

Emissions	IMO compliant
Bore—mm (in)	137 (5.4)
Stroke—mm (in)	152 (6.0)
Displacement—L (cu in)	27.3 (1649)
Rotation (from flywheel end)	Counterclockwise
Compression Ratio	15.5:1
Capacity for Liquids—L (U.S. gal)	
Cooling System	
(heat exchanger cooled)	66.5 (17.6)
(keel cooled)	162.0 (42.8)
Lube Oil System (refill)	
deep sump	138 (36.5)
Oil Change Interval	19 000 (5000)/fuel
Engine Weight, Net Dry (approx)	
including flywheel* —kg (lb)	
heat exchanger configurations	2838 (6257)
keel cooled configurations	2769 (6105)
Governor	Electronic

*Capacities and weight will vary with specific arrangements

STANDARD ENGINE EQUIPMENT

Air cleaner

1800 rpm — regular duty dry panel type, air cleaner inlet adapter (178 mm [7 in] OD)
2100 rpm — heavy-duty dry panel type, air cleaner inlet adapter (254 mm [10 in] OD)

Air intake

aftercooler core (JWAC), corrosion resistant turbocharger inlet — 152 mm (6 in)

Control system

Electronic Control Module (ECM)
electronic governor
throttle position sensor (shipped loose)

Cooling

auxiliary sea water pump — bronze impeller, gear driven, non-self priming (heat exchanger configurations); jacket water pump — gear driven, centrifugal; heat exchanger, expansion tank and coolant recovery system (heat exchanger configurations); transmission oil cooler; oil cooler

Exhaust

watercooled manifold and turbocharger, elbow and flange — dry, 203 mm (8 in)

Expansion tank — keel cooled configurations

Flywheel and Housing — SAE No. 0, 136 teeth

Front support

Fuel

priming and transfer pumps; fuel filter — RH service on port, LH service on starboard; Hydraulically actuated Electronically controlled Unit Injector (HEUI) fuel system; flexible fuel lines

Instrumentation

start/stop switch, emergency stop button, maintenance due light, diagnostic light, electric service meter, warning lights, 15A breakers, start motor magnetic switch, 5-hole instrument panel

Lubricating

dipstick; oil filter — RH service on port, LH service on starboard; crankcase breather; primary fuel filter, deep sump oil pan; oil filler

Thermostats and housings

full open temperature 92° C (198° F), outlet regulated

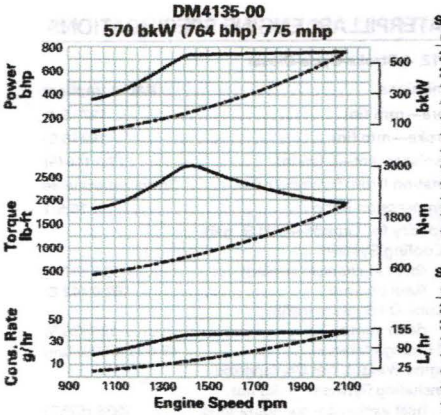
Vibration damper and pulley

Power produced at the flywheel will be within standard tolerances up to 50° C (122° F) combustion air temperature measured at the air cleaner inlet, and fuel temperature up to 52° C (125° F) measured at the fuel filter base. Power rated in accordance with NMMA procedure as crankshaft power. Reduce crankshaft power by 3% for propeller shaft power.

CATERPILLAR FACILITIES ISO 9001 CERTIFIED

PERFORMANCE CURVES

C Rating – 2100 rpm



Prop Demand ---------- 3.0 Exponent
(for displacement hulls only)

Engine Performance Parameters:

Power	±3%
Specific Fuel Consumption	±3%
Fuel Rate	±5%

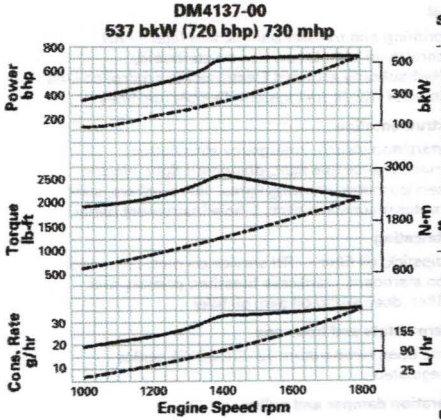
Cubic Prop Demand Curve Data (for displacement hulls only)

Speed rpm	Power bkW	Torque N-m	Fuel Cons g/bkW-hr	Fuel Rate L/hr	Power bkW	Torque N-m	Fuel Cons g/bkW-hr	Fuel Rate L/hr
2100	570	2592	223	151.2	570	2592	223	151.2
2000	492	2351	221	129.6	570	2721	218	148.4
1900	422	2122	220	110.5	570	2864	214	145.7
1800	359	1904	220	93.9	565	2998	211	142.0
1700	302	1699	221	79.6	560	3145	208	139.1
1600	252	1505	223	67.1	560	3341	207	138.0
1500	208	1322	226	55.9	560	3563	206	137.5
1400	169	1152	229	46.1	558	3808	206	137.3
1300	135	993	233	37.5	450	3307	208	111.6
1200	106	846	238	30.2	369	2938	211	93.0
1100	82	711	245	23.9	311	2701	217	80.4
1000	62	588	254	18.6	260	2484	224	69.3

Speed rpm	Power bhp	Torque lb-ft	Fuel Cons lb/bhp-hr	Fuel Rate g/hr	Power bhp	Torque lb-ft	Fuel Cons lb/bhp-hr	Fuel Rate g/hr
2100	764	1912	.366	39.9	764	1912	.366	39.9
2000	660	1734	.363	34.2	764	2007	.359	39.2
1900	566	1565	.361	29.2	764	2112	.352	38.5
1800	481	1404	.361	24.9	758	2211	.347	37.5
1700	406	1253	.363	21.0	751	2320	.343	36.7
1600	338	1110	.367	17.7	751	2464	.340	36.5
1500	279	975	.371	14.8	750	2628	.339	36.3
1400	226	850	.376	12.2	749	2809	.339	36.3
1300	181	732	.382	9.9	604	2439	.342	29.5
1200	143	624	.391	8.0	495	2167	.348	24.6
1100	110	524	.403	6.3	417	1992	.356	21.2
1000	83	434	.418	4.9	349	1832	.367	18.3

C RATING – Vessels such as ferries, harbor tugs, fishing boats moving at higher speeds out and back (e.g. lobster, crayfish, and tuna), offshore service boats, and also displacement hull yachts and short trip coastal freighters where engine load and speed are cyclical.

B Rating – 1800 rpm



Prop Demand ---------- 3.0 Exponent
(for displacement hulls only)

Engine Performance Parameters:

Power	±3%
Specific Fuel Consumption	±3%
Fuel Rate	±5%

Cubic Prop Demand Curve Data (for displacement hulls only)

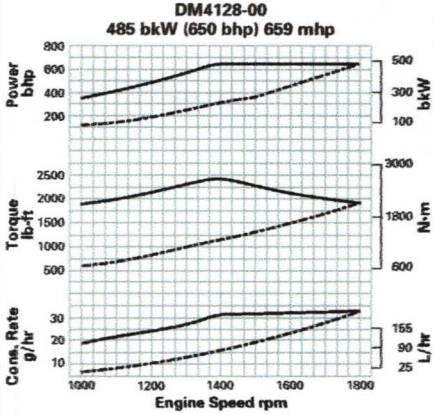
Speed rpm	Power bkW	Torque N-m	Fuel Cons g/bkW-hr	Fuel Rate L/hr	Power bkW	Torque N-m	Fuel Cons g/bkW-hr	Fuel Rate L/hr
1800	537	2849	211	134.8	537	2849	211	134.8
1700	452	2541	213	114.6	537	3016	208	133.4
1600	377	2251	214	96.2	534	3186	207	131.6
1500	311	1978	215	79.8	524	3333	206	128.5
1400	253	1723	218	65.5	520	3549	206	127.6
1300	202	1486	221	53.3	420	3084	207	103.8
1200	159	1266	225	42.7	368	2925	211	92.7
1100	123	1064	231	33.7	311	2701	218	80.9
1000	92	879	237	26.0	268	2570	227	73.0

Speed rpm	Power bhp	Torque lb-ft	Fuel Cons lb/bhp-hr	Fuel Rate g/hr	Power bhp	Torque lb-ft	Fuel Cons lb/bhp-hr	Fuel Rate g/hr
1800	720	2101	.346	35.6	720	2101	.346	35.6
1700	607	1874	.349	30.3	720	2224	.343	35.2
1600	506	1660	.352	25.4	716	2350	.340	34.8
1500	417	1459	.354	21.1	702	2458	.338	33.5
1400	339	1271	.358	17.3	698	2618	.338	33.7
1300	271	1096	.363	14.1	563	2275	.341	27.4
1200	213	934	.370	11.3	493	2157	.348	24.5
1100	164	785	.379	8.9	417	1992	.359	21.4
1000	124	648	.389	6.9	361	1896	.374	19.3

B RATING – Vessels such as midwater trawlers, purse seiners, crew and supply boats, ferries, and towboats where locks, sandbars, and curves dictate frequent slowing, and engine load and speed are constant with some cycling.

PERFORMANCE CURVES

A Rating – 1800 rpm



Prop Demand ---------- 3.0 Exponent
(for displacement hulls only)

Engine Performance Parameters:

Power	±3%
Specific Fuel Consumption	±3%
Fuel Rate	±5%

Cubic Prop Demand Curve Data (for displacement hulls only) / **Max Power Curve Data**

Speed rpm	Power bkW	Torque N-m	Fuel Cons g/bkW-hr	Fuel Rate L/hr	Power bkW	Torque N-m	Fuel Cons g/bkW-hr	Fuel Rate L/hr
1800	485	2573	214	123.9	485	2573	214	123.9
1700	409	2295	215	104.7	485	2724	211	122.0
1600	341	2033	216	87.7	485	2893	209	120.6
1500	281	1787	218	72.8	485	3085	207	119.6
1400	228	1556	220	59.9	485	3305	206	119.1
1300	183	1342	224	48.8	420	3084	207	103.8
1200	144	1144	229	39.2	368	2925	211	92.7
1100	111	961	235	31.0	311	2701	218	80.9
1000	83	794	242	24.0	260	2484	227	70.4

Speed rpm	Power bhp	Torque lb-ft	Fuel Cons lb/bhp-hr	Fuel Rate g/hr	Power bhp	Torque lb-ft	Fuel Cons lb/bhp-hr	Fuel Rate g/hr
1800	650	1898	.352	32.7	650	1898	.352	32.7
1700	548	1683	.354	27.7	650	2009	.347	32.2
1600	457	1499	.355	23.2	650	2134	.343	31.9
1500	376	1318	.358	19.2	650	2275	.340	31.6
1400	306	1148	.362	15.8	650	2438	.339	31.5
1300	245	990	.368	12.9	563	2275	.341	27.4
1200	193	844	.376	10.4	493	2157	.348	24.5
1100	148	709	.386	8.2	417	1992	.359	21.4
1000	112	586	.397	6.3	349	1832	.373	18.6

***A RATING** – For heavy-duty service in vessels such as freighters, tugboats, bottom drag trawlers, and deep river towboats where the engine is operated at rated load and speed up to 100% of the time without interruption or load cycling.*

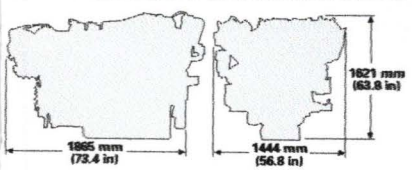
RATING DEFINITIONS AND CONDITIONS

Ratings are based on SAE J1228/ISO8665 standard conditions of 100 kPa (29.61 in Hg), 25° C (77° F), and 30% relative humidity. These ratings also apply at ISO3046/1, DIN6271/3, and BS5514 conditions of 100 kPa (29.61 in Hg), 27° C (81° F), and 60% relative humidity.

Fuel rates are based on fuel oil of 35° API [16° C (60° F)] gravity having an LHV of 42 780 kJ/kg (18 390 Btu/lb) when used at 29° C (85° F) and weighing 838.9 g/liter (7.001 lbs/U.S. gal).

Additional ratings may be available for specific customer requirements. Consult your Caterpillar representative for additional information.

DIMENSIONS



Sabroe V/VD flake ice machines

Flake ice

Flake ice is produced in a continuous process by freezing circulating water in a rotating drum. Refrigerant evaporates inside the drum, which at the same time acts as a liquid separator. Water is pumped from a reservoir at the bottom of the flake ice machine to the top, where it is distributed onto a part of the drum. This water then floats down the drum and freezes to ice. After one revolution of the drum, the ice is scraped off and falls downwards for collection as flake ice. The thickness of the ice can be adjusted by altering the speed at which the drum rotates.

Multitude of uses

Flake ice is used for a considerable number of different purposes in industry, including keeping fish catches cool all the way from the fishing vessel to the retailer, process cooling in the pharmaceutical industry and in chemical plants, and the cooling of concrete in large construction projects. Flake ice can also play a crucial role in food production, where it is used to inhibit bacterial growth – for example by mixing flake ice with the product to maintain a consistent temperature. Sabroe V/VD flake ice machines are currently available with production capacities of 4–60 metric tons per day. They can be used with all common refrigerants and can produce either dry/subcooled or wet ice using either fresh water or sea water.

Significant advantages

The advantages of the Sabroe V/VD flake ice machine design include

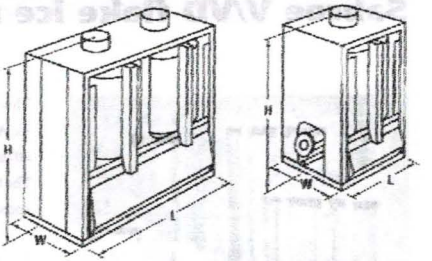
- ice produced on the outside of the drum.
- freezing drum surface based on a dual-layer coating (nickel and chromium).
- simple change of the ice removal knife makes it easy to change application.
- study, compact design featuring freezing drum with built-in separator for connection to compressor or pump circulation system.
- drum rotation speed can be varied steplessly.
- flake ice production on a continuous basis.
- produces ice with a brittle consistency and large surface area.

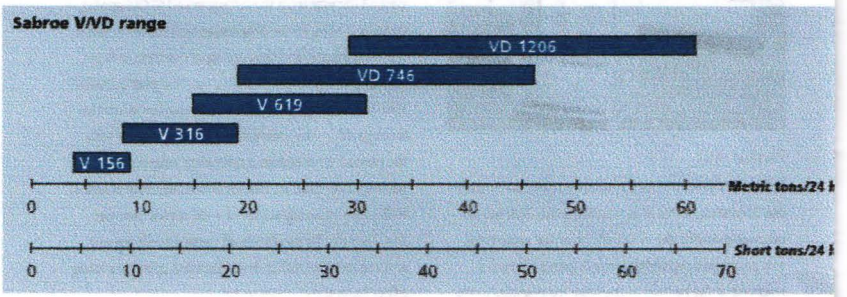
Customer benefits

For the customer, the benefits of the Sabroe V/VD flake ice machine design include

- easy to inspect ice production directly.
- very corrosion-resistant compared with other ice machines with only single-layer chromium coating. This results in long service life and low service costs.
- provides considerable versatility and easy shift between using fresh water and sea water, with installation both on land and for maritime applications.
- the small footprint saves space and makes it possible to use the machine in many different locations.
- easy to adjust ice thickness and consistency to comply with specific application and product requirements.
- no defrosting required. The ice is ready for immediate use, with no crushing required. The ice is also extremely durable when subcooled.
- the consistency and lack of sharp edges make the ice mix gently around the product and enclose it tightly, with a rapid, intensive cooling effect. The uniform consistency also makes it easy to store, handle and dose the ice by weight and volume, and to use it with a wide range of different products.

SABROE





Technical data

Type		H	W	L	Motor(s)		Refrigerant charge				Connection size			Net weight	Shipping volume
					Drum(s)	Pump(s)	R717	R22	R404A	R507	Suction	Liquid	Water		
		mm/in	mm/in	mm/in	kW/HP	kW/HP	kg/lbs	kg/lbs	kg/lbs	kg/lbs	mm/in	mm/in	mm/in	kg/lbs	m³/cu ft
V 156	Metric	1850	1145	2200	0.37	0.37	55	65	75	75	100	25	25	1100	5.9
V 156	British	72.6	45	47.2	0.5	0.5	120	147	165	165	4	1	1	2425	157
V 316	Metric	2500	1165	2200	0.37	0.37	90	198	198	198	100	25	25	1390	7.5
V 316	British	98.2	45.8	43.2	0.5	0.5	198	436	436	436	4	1	1	3066	180
V 619	Metric	3830	1265	2200	0.75	0.37	150	305	265	265	100	25	25	1900	7.7
V 619	British	142.6	49.8	47.2	1.0	0.5	330	671	580	580	4	1	1	4188	272
VD 746	Metric	2800	1215	2960	2 x 0.37	2 x 0.37	2 x 105	2 x 210	2 x 185	2 x 185	2 x 100	2 x 25	25	3850	13.5
VD 746	British	110.3	47.5	77.2	2 x 0.5	2 x 0.5	2 x 231	2 x 462	2 x 406	2 x 406	2 x 4	2 x 1	1	8487	394
VD 1206	Metric	3700	1280	2960	2 x 0.75	2 x 0.37	2 x 150	2 x 305	2 x 265	2 x 265	2 x 100	2 x 25	25	6600	12.1
VD 1206	British	145.8	50.3	77.2	2 x 1.0	2 x 0.5	2 x 330	2 x 671	2 x 580	2 x 580	2 x 4	2 x 1	1	14500	427

All information is subject to change without previous notice.

Christian X's Vej 201 · DK-8270 Højbjerg · Denmark
www.sabroe.com

BITZER INTERNATIONAL

Offene Schrauben-Verdichter

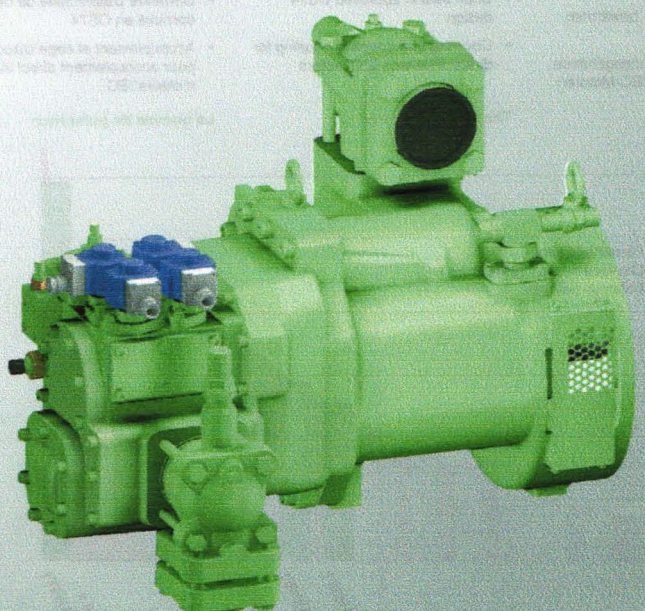
OS85-Serie

Open Type Screw Compressors

OS85 Series

Compresseurs à vis ouvertes

Série OS85



SP-510-1

OS85-Serie

Fördervolumina von 315 bis 410 m³/h bei 2900 m⁻¹

Die OS85 Schraubenverdichter setzen weltweit den Maßstab für technische Innovation und Effizienz

Die besonderen Attribute

- Kombination von bewährter OS-Technologie mit den innovativen Merkmalen der CSH-Baureihe
- Optimal für Parallelverbund
  - hohe Systemleistung
  - platzsparende Anordnung aller Anschlüsse auf einer Seite
- Schieberregelung für stufenlose oder stufige Leistungsregelung
- Economiser mit gleitender Einsaugposition – auch bei Teillast effektiv
- Integriertes Ölmanagement-System (ohne externe Leitungen)
  - Automatisches Ölstopp-Ventil
  - Ölfilter
  - Ölüberwachung
- Wellenabdichtung im bewährten OS74-Design
- Kupplung und Kupplungsgehäuse für Direktantrieb mit IEC-Motoren

OS85 Series

Displacement of 315 to 410 m³/h at 2900 min⁻¹

The OS85 screw compressors set the worldwide standard for technical innovation and efficiency

The Special Highlights

- Combination of approved OS technology with the innovative features of the CSH series
- Optimized for parallel compounding
  - High system capacity
  - Space saving arrangement of all connections on one side
- Slider control for infinite or stepped capacity control
- Economiser with sliding suction position – also effective at part load
- Integrated oil management system (with no external pipes)
  - Automatic oil stop valve
  - Oil filter
  - Oil monitoring
- Shaft seal in approved OS74 design
- Coupling and coupling housing for direct drive with IEC motors

Série OS85

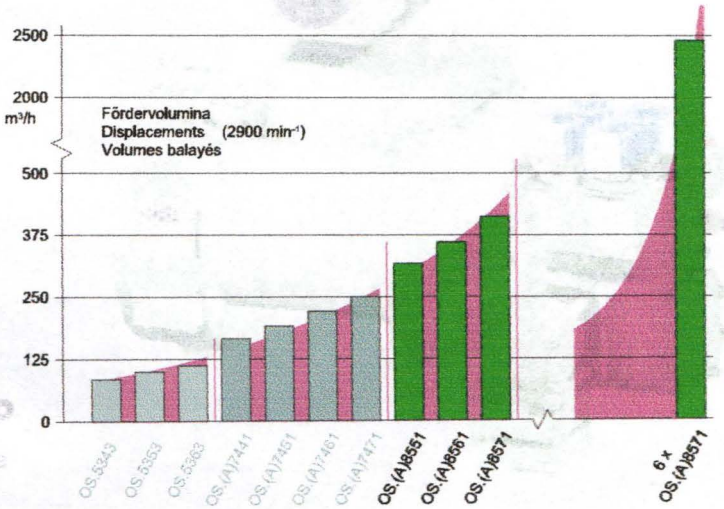
Volume balayé de 315 à 410 m³/h à 2900 min⁻¹

Les compresseurs à vis OS85 établissent les critères de référence universelle de l'innovation technique, et de l'efficacité

Les atouts particuliers

- Combinaison de la technologie éprouvée de la série OS avec les caractéristiques innovatrices de la série CSH
- Optimalisé pour travail en parallèle
  - Puissance élevée du système
  - Disposition de tous les raccords sur un côté, nécessitant peu de place
- Régularisation pour rendement de puissance en continue ou étagé
- Economiseur avec point d'aspiration continue – aussi efficace en charge partielle
- Système de management d'huile intégré (sans conduites externes)
  - Vanne de retenue d'huile automatique
  - Filtre à l'huile
  - Contrôle du circuit d'huile
- Garniture d'étanchéité de design éprouvé en OS74
- Accouplement et cage d'accouplement pour accouplement direct avec moteurs IEC

Die Leistungspalette / **The Capacity Range** / **La gamme de puissance**



Die entscheidenden technischen Merkmale

- **Energie-effizient**
  - Hochleistungsprofil mit weiterentwickelter Geometrie und hoher Steifigkeit
  - optimaler Economiser-Betrieb
- **Universell**
  - R134a, R404A, R507A, R407C, R22 und NH_3
  - mit und ohne Economiser
- **Robust**
  - Solide Tandem-Axiallager mit Gegenlagern
  - Druck-Entlastung der Axiallager
  - Automatische Anlaufentlastung
- **Duale Leistungsregelung**
  - Stufenlose oder 3-stufige Schieber-Regelung mit V_i-Ausgleich (für geringere Druckverhältnisse auch 4-stufig). Alternative Betriebsweise durch unterschiedliche Steuerungslogik – ohne Umbau des Verdichters
  - Einfache Ansteuerung über angeflanschte Magnetventile
- **Economiser mit gleitender Einsaugposition**
  - ECO auch bei Teillast effektiv
  - Höchstmögliche Kälteleistung und Leistungszahl bei Voll- und Teillast
- **Hochwertige Wellenabdichtung**
  - mit Metall-Faltenbalg
- **Integriertes Ölmanagement-System**
  - Automatisches Ölstopp-Ventil
  - Ölfilter
  - Überwachung von Ölfluss, Drehrichtung und Ölfilter (Verschmutzung)
- **Intelligente Elektronik**
  - Thermische Überwachung der Druckgas-Temperatur (PTC)
  - Drehrichtungs-Überwachung
- **Erprobtes Zubehör (Option)**
  - Saug-Absperrventil bis DN100
  - Druck-Absperrventil
  - Kupplungsgehäuse, Kupplung
  - Pulsationsdämpfer und Absperrventil für ECO-Betrieb
  - Integrierte Einspritzdüse mit Adapter für Kältemittel-Einspritzung
  - Ölabscheider
  - Ölkühler
- **Zubehör für Parallelbetrieb bis zu 6 Verdichtern**

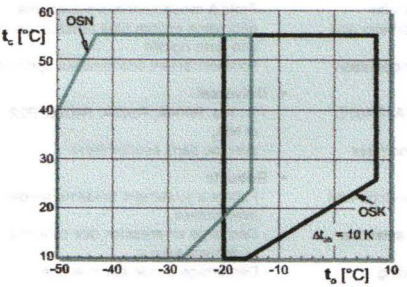
The Decisive Technical Features

- **Energy efficient**
  - High-efficiency profile with further developed geometry and high stiffness
  - Optimum economiser operation
- **Universal**
  - R134a, R404A, R507A, R407C, R22 and NH_3
  - With and without economiser
- **Robust**
  - Solid tandem axial bearings with counter bearings
  - Pressure relief of the axial bearings
  - Automatic start unloading
- **Dual capacity control**
  - Infinite or 3-stage slider control with V_i-compensation (for lower pressure ratios also 4-stage). Alternative operating modes by varying control sequence only – no need for compressor modification
  - Easy control by flanged-on solenoid valves
- **Economiser with sliding suction position**
  - Efficient economiser operation with part load as well
  - Highest cooling capacity and energy efficiency at full load and part load conditions
- **High-quality shaft seal**
  - with metal bellow
- **Integrated oil management system**
  - Automatic oil stop valve
  - Oil filter
  - Monitoring of oil flow, direction of rotation and oil filter (clogging)
- **Intelligent electronics**
  - Thermal monitoring of discharge gas temperature (PTC)
  - Phase sequence monitoring for rotating direction
- **Approved optional accessories**
  - Suction shut-off valve up to DN100
  - Discharge shut-off valve
  - Coupling housing, coupling
  - Pulsation muffler and shut-off valve for ECO operation
  - Integral injection nozzle with adapter for liquid injection
  - Oil separator
  - Oil cooler
- **Accessories for parallel operation up to 6 compressors**

Les critères techniques déterminants

- **Performant en énergie**
  - Profil à rendement élevé avec une géométrie encore plus développée et une forte rigidité
  - Fonctionnement économiseur optimisé
- **Universel**
  - R134a, R404A, R507A, R407C, R22 et NH_3
  - avec ou sans économiseur
- **Robuste**
  - Paliers à roulement tandems solides avec butées
  - Décharge en pression des paliers à roulement axiaux
  - Démarrage à vide automatique
- **Contrôle de puissance double**
  - Régulation avec tiroir, en continu ou à 3 étages, avec compensation V_i (également à 4 étages pour rapport de pression faible). Mode de fonctionnement alternatif par logique de commande différenciée - sans modifications sur le compresseur
  - Commande simplifiée avec vannes magnétiques fixées par bride
- **Economiseur avec point d'aspiration glissant**
  - ECO efficace également en réduction de puissance
  - Puissance frigorifique et coefficient de performance des plus élevés en pleine charge et en régulation de puissance
- **Garniture d'étanchéité prééminente**
  - avec soufflet métallique
- **Système integré de gestion d'huile**
  - Vanne de retenue d'huile automatique
  - Filtre à huile
  - Contrôle du débit d'huile, du sens de rotation et du filtre à l'huile (l'encrassement)
- **Electronique intelligente**
  - Contrôle thermique de la température du gaz de refoulement (PTC)
  - Contrôle du sens de rotation
- **Accessoires éprouvés (option)**
  - Vanne d'arrêt à l'aspiration jusqu'à DN100
  - Vanne d'arrêt au refoulement
  - Cage d'accouplement, accouplement
  - Amortisseur de pulsations et vanne d'arrêt pour fonctionnement ECO
  - Gicleur d'injection intégré avec adaptateur pour injection de fluide frigorigène
  - Séparateur d'huile
  - Refroidisseur d'huile
- **Accessoires pour travail en parallèle avec jusqu'à 6 compresseurs**

Einsatzgrenzen



t_o Verdampfungstemperatur (°C)
t_c Verflüssigungstemperatur (°C)
Δt_{oh} Sauggasüberhitzung

Je nach Betriebs-Bedingungen kann Ölkühlung erforderlich werden.

Application limits

t_o Evaporation temperature (°C)
t_c Condensing temperature (°C)
Δt_{oh} Suction gas superheat

Oil cooling may be required depending on operating conditions.

Limites d'application

t_o Température d'évaporation (°C)
t_c Température de condensation (°C)
Δt_{oh} Surchauffe de gas aspiré

Refroidissement d'huile pourrait être nécessaire dépéndant des conditions de fonctionnement.

Leistungsdaten 2900 min^{-1}

bezogen auf 10 K Sauggasüberhitzung ohne Flüssigkeits-Unterkühlung ①

Performance data 2900 min^{-1}

based on 10 K suction gas superheat, without liquid subcooling ①

Données de puissance 2900 min^{-1}

basées sur une surchauffe à l'aspiration de 10 K, sans sous-refroidissement de liquide ①

Verdichter Typ / Compressor type / Compresseur type	Verfl.-temp. / Cond. temp. / Temp. Cond. °C	Kälteleistung / Cooling capacity / Puissance frigorifique Q_o [Watt]											
		Verdampfungstemperatur °C / Evaporation temperature °C / Température d'évaporation											
		7,5	5	0	-5	-10	-15	-20	-25	-30	-35	-40	-45
OSK8551	30	423900	387900	323200	267400	219400	178300	143400					
	40	367200	335300	278100	228900	186800	150800	120400					
	50	304900	277500	228400	186400	150500	120000	94400					
OSK8561	30	484700	443700	370100	306500	251800	205000	165100					
	40	421500	385100	319700	263500	215300	174200	138400					
	50	351500	320200	264100	215900	174800	140000	110500					
OSK8571	30	569100	521000	434500	359900	295800	240900	194300					
	40	496100	453200	376200	309900	253100	204700	163800					
	50	413500	376500	310300	253500	205000	163800	129100					
OSN8571	30	ECO ②						229800	191300	157800	128500	103100	81200
	40							213300	177900	146900	119900	96300	75800
	50							190100	158600	131000	106800	85100	66300

Daten gelten für R404A. Bei R507A ergeben sich geringfügige Abweichungen.

Data are valid for R404A. Slight variations have to be considered for R507A.

Données valables pour R404A. Quelques variations peuvent-être considérées pour R507A.

① Kälteleistung entsprechend EN 12900
Bei Economiser-Betrieb (ECO) systembedingte Flüssigkeits-Unterkühlung:
$t_{cu} = t_m + 5$ K

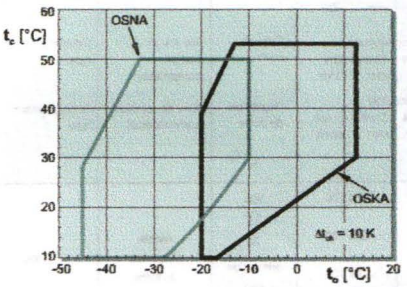
① Cooling capacity according EN 12900
For economiser operation (ECO) with system inherent liquid subcooling:
$t_{cu} = t_m + 5$ K

① Puissance frigorifique suivant EN 12900
Pour fonctionnement avec économiseur (ECO) avec sous-refroidissement de liquide inhérent au système:
$t_{cu} = t_m + 5$ K

Einsatzgrenzen

Application limits

Limites d'application



t_o Verdampfungstemperatur (°C)
t_c Verflüssigungstemperatur (°C)
Δt_{sh} Sauggasüberhitzung

Je nach Betriebs-Bedingungen kann Ölkühlung erforderlich werden.

t_o Evaporation temperature (°C)
t_c Condensing temperature (°C)
Δt_{sh} Suction gas superheat

Oil cooling may be required depending on operating conditions.

t_o Température d'évaporation (°C)
t_c Température de condensation (°C)
Δt_{sh} Surchauffe de gas aspiré

Refroidissement d'huile pourrait être nécessaire dépéndant des conditions de fonctionnement.

Leistungsdaten 2900 min^{-1}

bezogen auf 5 K Sauggasüberhitzung ohne Flüssigkeits-Unterkühlung ①

Performance data 2900 min^{-1}

based on 5 K suction gas superheat, without liquid subcooling ①

Données de puissance 2900 min^{-1}

basées sur une surchauffe à l'aspiration de 5 K, sans sous-refroidissement de liquide ①

Verdichter Typ / Compressor type / Compresseur type	Verfl.-temp. / Cond. temp. / Temp. Cond. °C	Kälteleistung / Cooling capacity / Puissance frigorifique Q_o [Watt]											
		Verdampfungstemperatur °C / Evaporation temperature °C / Température d'évaporation											
		10	7,5	5	0	-5	-10	-15	-20	-25	-30	-35	-40
OSKA8551	30	438900	401700	366900	304100	249700	202900	162800	128700				
	40	410600	375200	342100	282400	230700	186200	148100					
	50	379700	345900	314300	257400	208100	165800						
OSKA8561	30	509000	465600	425100	352000	288600	233900	187200	147400				
	40	474800	433800	395400	326300	266400	214800	170700					
	50	438300	399700	363700	298700	242400	193800						
OSKA8571	30	599900	549200	501800	416200	341900	277800	222800	175900				
	40	560500	512500	467600	386500	316100	255400	203300					
	50	520200	474800	432200	355500	288900	231500						
OSNA8571	30	ECO ②							210700	170200	135500	106100	81400
	40								203700	163300	128800	99400	
	50								192100	152100	117800		

① Kälteleistung entsprechend EN 12900
Bei Economiser-Betrieb (ECO) system-bedingte Flüssigkeits-Unterkühlung:
$t_{ou} = t_m$

① Cooling capacity according EN 12900
For economiser operation (ECO) with system inherent liquid subcooling:
$t_{ou} = t_m$

① Puissance frigorifique suivant EN 12900
Pour fonctionnement avec économiseur (ECO) avec sous-refroidissement de liquide inhérent au système:
$t_{ou} = t_m$

Technische Daten / Technical data / Caractéristiques techniques

Verdichter-Typ / Compressor type / Compresseur type	Förder-volumen 2900 min⁻¹ / Displace-ment 2900 min⁻¹ / Volume balayé 2900 min⁻¹ m³/h	Fördervolumen 3500 min⁻¹ / Displacement 3500 min⁻¹ / Volume balayé 3500 min⁻¹ m³/h	Gewicht / Weight / Poids kg	Rohranschlüsse / Pipe connections / Raccords: Druckleitung / Discharge line / Conduite de refoul. mm Zoll / mm inch / mm pouce	Saugleitung / Suction line / Conduite d'aspir. mm Zoll / mm inch / mm pouce	Leistungs-regelung / Capacity control / Régulation de puiss. % ①	Drehrichtung (Verdichter) / Direction of rotation (compressor) / Sens de rotation (compresseur)	Kupplung Typ / Coupling type / Accouplement type
OSK8551	315	380	330	76 3 1/8"	DN 100	100 ⇕ 50 oder/or/ou 100 75 50	rechts clockwise à droite	KS 800
OSK8561	359	433	340	76 3 1/8"	DN 100			
OSK8571	410	495	350	76 3 1/8"	DN 100			
OSN8571	410	495	350	76 3 1/8"	DN 100			
R717/NH_3-Verdichter			**R717/NH_3 compressors**			**Compresseurs pour R717/NH_3**		
OSKA8551	315	380	330	DN80	DN100	100 ⇕ 50 oder/or/ou 100 75 50	rechts clockwise à droite	KS 800
OSKA8561	359	433	340	DN80	DN100			
OSKA8571	410	495	350	DN80	DN100			
OSNA8571	410	495	350	DN80	DN100			

① Effektive Leistungsstufen sind von den Betriebsbedingungen abhängig.
25%: integrierte Anlaufentlastung

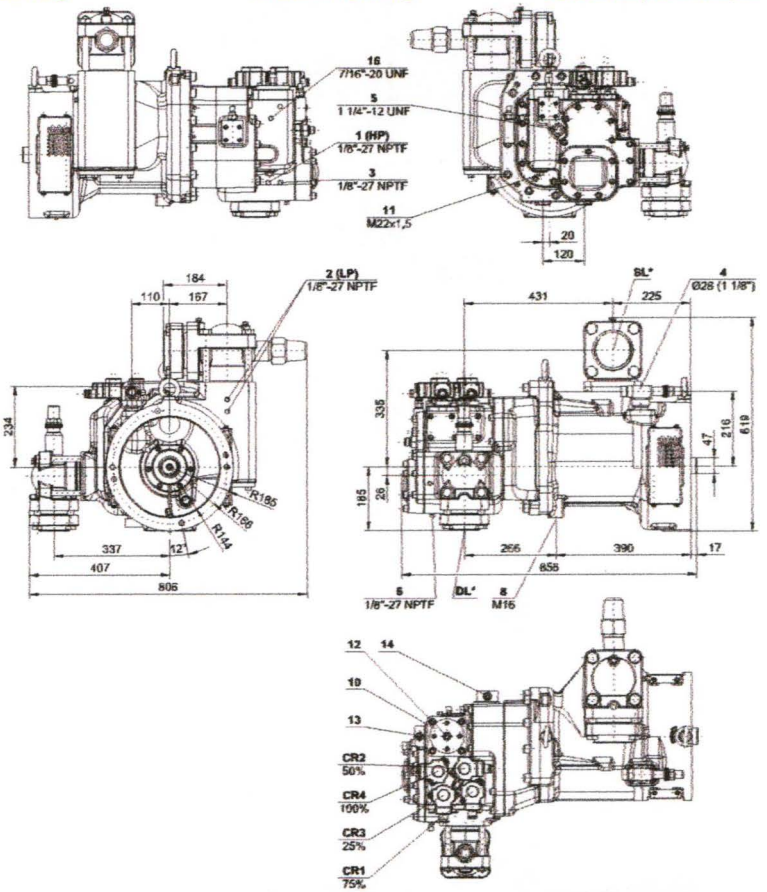
① Effective capacity stages are dependent upon operating conditions.
25%: integrated start unloading

① Les étages de puissance effectifs dépendent des conditions de fonctionnement.
25%: démarrage à vide integré

Maßzeichnung

Dimensional drawing

Caractéristiques techniques



Anschluss-Positionen

1 Hochdruck-Anschluss (HP)
2 Niederdruck-Anschluss (LP)
3 Druckgas-Temperaturfühler (HP)
4 Bausatz für Economiser-Betrieb mit Anschlussleitung (Option)
5 Öl-Einspritzung
6 Ölablass Verdichtergehäuse
10 Service-Anschluss Ölfilter
11 Ölablass Ölfilter
12 Ölstoppventil- / Drehrichtungs-Überwachung
13 Ölfilter-Überwachung
14 Überwachung Ölversorgung
16 Druckablass Ölfilter-Kammer

* Saug- und Druck-Absperrventil Option

Connection positions

1 High pressure connection (HP)
2 Low pressure connection (LP)
3 Discharge gas temperature sensor (HP)
4 Kit for Economiser operation with connecting pipe (option)
5 Oil injection
6 Oil drain compressor housing
10 Service connection for oil filter
11 Oil drain for oil filter
12 Oil stop valve / rotation direction monitoring
13 Oil filter monitoring
14 Oil supply monitoring
16 Pressure blowoff oil filter chamber

* Suction and discharge shut-off valve option

Position des raccords

1 Raccord de haute pression (HP)
2 Raccord de basse pression (LP)
3 Sonde de température du gaz au refoul. (HP)
4 Kit pour fonctionnement Economiseur avec tube de raccord (option)
5 Injection d'huile
6 Vidage d'huile corps de compresseur
10 Raccord de service pour filtre à l'huile
11 Vidage d'huile pour filtre à l'huile
12 Contrôle de vanne de retenue d'huile / sens de rotation
13 Contrôle de filtre à l'huile
14 Contrôle d'alimentation d'huile
16 Vidage de pression de la chambre de filtre à l'huile

* Vanne d'arrêt à l'aspiration et au refoulement option

BITZER INTERNATIONAL

Wassergekühlte Verflüssiger

Water-cooled Condensers

Конденсаторы с водяным охлаждением

Enthitzer

Desuperheaters

Охладители сжатого пара

DP-200-3 RUS

Wassergekühlte Bündelrohr-Verflüssiger und Druckgas-Enthitzer

Die sicherheitstechnische Ausführung

Abnahme entsprechend der EG-Druckgeräterichtlinie 97/23/EG

Konstruktions-Merkmale

- ❑ Wärmeübertrager-Rohre: aus Cu bzw. Cu-Ni (Seewasser beständige Ausführung) mit neu entwickelter Rohrgeometrie und „Low Fouling"-Profil auf der Kühlmedium-Seite.
- ❑ Wärmeübertrager-Rohre sind in Lochscheiben eingelötet, dadurch hohe Sicherheit in Bezug auf Dichtheit.
- ❑ Mantelrohr und Lochscheiben aus Kesselblech P 265 GH
- ❑ Umlenkdeckel:
  - abnehmbar, ermöglicht mechanische Reinigung der Rohre
  - Anschluss- und Umlenkseite tauschbar
  - Entleerungsstopfen ab K573H(B)
- ❑ Lochscheiben Kunststoff beschichtet
- ❑ Kühlmedium-Anschlüsse: Rohrgewinde bzw. Flansch
- ❑ Schauglas serienmäßig
- ❑ Befestigungswinkel
  - unten: Behälter mit Kennbuchstaben „N"
  - unten und oben: Behälter mit Kennbuchstaben „H" (für Montage von Einzel-Verdichtern) und „T" (für Einzel- und Tandem-Verdichter)
- ❑ Kältemittel-Anschlüsse
  - Druckgas: Rotalock-Adapter/Lötbuchse mit Flansch ab K1053H(B)
  - Kältemittel-Austritt: Absperrventil
  - alternativer Kältemittel-Austritt ab Typ K123HB
- ❑ K033N(B) bis K4803T(B) Rotalock-Anschluss für Druckentlastungs-Ventil 1 1/4" - 12 UNF
- ❑ TÜV- bzw. Baumuster-Abnahme entsprechend Druckbehälterverordnung ab Typ K203H(B)
- ❑ geeignet für (H)FCKW / HFKW-Kältemittel (Kältemittel mit einem Temperaturgleit > 2 K auf Anfrage)
- ❑ Betriebsdruck / Betriebstemperatur
  - Kältemittel-Seite: max. 28 bar / -10°C bis 120°C
  - Kühlmedium-Seite: max. 10 bar / -10°C (mit Frostschutzmittel) bis 95°C
- ❑ Schutzgas-Füllung

Water-cooled Shell and Tube Condensers and Discharge Gas Desuperheaters

Design safety

Approval according to the EC Pressure Equipement Directive 97/23/EC

Design features

- ❑ Heat-exchanger tubes: made of Cu or Cu-Ni (seawater-resistant design) with newly developed tube geometry and low-fouling profile on the coolant side.
- ❑ Heat-exchanger tubes are brazed into punched plates, thus ensuring high safety with respect to leaks
- ❑ Shell and punched plates are made of boiler plate P 265 GH
- ❑ End cover:
  - detachable, permits mechanical cleaning of the pipes
  - connecting and baffle side are interchangeable
  - drain plugs from K573H(B)
- ❑ Punched plates are plastic coated
- ❑ Connections of the coolant: pipe thread or flange
- ❑ Sight glass as standard
- ❑ Fastening brackets
  - Bottom: receiver with code letter „N"
  - Bottom and top: receiver with code letter „H" (for fitting single compressors) and „T" (for single and tandem compressors)
- ❑ Refrigerant connections
  - Discharge gas: Rotalock adapter/braze bushing with flange from K1053H(B)
  - refrigerant outlet: shut-off valve
  - alternative refrigerant outlet from Type K123HB
- ❑ K033N(B) to K4803T(B) pressure relief valve connection with Rotalock 1 1/4" - 12 UNF
- ❑ TÜV or type approval according to Pressure Vessel Ordinance from Type K203H(B)
- ❑ Suitable for (H)CFC / HFC refrigerants (refrigerants with a temperature glide > 2 K upon request)
- ❑ Operating pressure / Operating temperature
  - refrigerant side: max. 28 bar (g) / -10°C to 120°C
  - side of the coolant: max. 10 bar (g) / -10°C (with antifreeze agent) to 95°C
- ❑ Holding charge

Кожухотрубные конденсаторы с водяным охлаждением и охладители сжатого пара

Безопасное исполнение

Приемка в соответствии с предписаниями ЕС для сосудов давления 97/23/EC

Конструктивные особенности

- ❑ Теплообменные трубки: из меди или медно никелевого сплава (устойчивое к морской воде исполнение), новая концепция геометрии трубок с профилем "Low Fouling" (низкая степень засорения) на стороне воды.
- ❑ Трубки теплообменника впаяны в отверстия трубных решеток, что обеспечивает высокий уровень надежности в отношении герметичности.
- ❑ Кожух и трубные решетки выполнены из котельной листовой стали P 265 GH
- ❑ Торцевая крышка:
  - съёмная, обеспечивает возможность механической очистки трубок. Присоединительная и глухая крышка могут меняться местами. Пробка для слива, начиная с типа K573H(B)
- ❑ Трубные решетки с полимерным покрытием
- ❑ Присоединения охлаждающей жидкости трубная резьба или фланец
- ❑ В стандартном исполнении наличие смотрового стекла
- ❑ Крепежные уголки:
  - Снизу: ресивер с кодовым обозначением „N"
  - Снизу и сверху: ресивер с кодовым обозначением „H" (для монтажа отдельных компрессоров) и „T" (для отдельных компрессоров и тандем-компрессоров)
- ❑ Присоединения хладагента:
  - Сжатый пар: Адаптер Rotalock / втулка под пайку с фланцем, начиная с типа K1053H(B)
  - Выход хладагента: запорный вентиль
  - Альтернативный выход хладагента: начиная с типа K123HB
- ❑ K033N(B) до K4803T(B) присоединение Rotalock для перепускного клапана 1 1/4" - 12 UNF
- ❑ Приемка органами технического надзора TÜV или испытания образца в соответствии с предписанием для сосудов давления, начиная с типа K203H(B)
- ❑ Возможно применение хладагентов (H)CFC / HFC (хладагент с температурным скольжением > 2 K по запросу)
- ❑ Рабочее давление / рабочая температура
  - Сторона хладагента макс. 28 бар / от -10°C до 120°C
  - Сторона охлаждающей жидкости макс. 10 бар / от -10°C (с антифризом) до 95°C
- ❑ При поставке наполнены инертным газом

Sonder-Ausführungen

- ❑ Seewasser beständige Ausführung:
  - Cu-Ni-Rohr, Umlenkdeckel Kunststoff beschichtet
- ❑ Umlenkdeckel Kunststoff beschichtet für Standard-Ausführung mit Cu-Rohren
- ❑ Befestigungs-Schienen (z.B. für Verdichter-Aufbau)
- ❑ Adapter zum Anschluss des Druckentlastungs-Ventils ab K203H(B)
- ❑ Gewinde- bzw. Vorschweiß-Flansche
- ❑ Kältemittel- Ein- und Austritt mit verschiedenen Adapter- und Ventil-Kombinationen
- ❑ Abnahme entsprechend ausländischer Vorschriften und diversen Abnahmegesellschaften (z.B. Bureau Veritas, Germanischer Lloyd, Lloyd's Register of Shipping)

Special versions

- ❑ Seawater resistant design:
  - Cu-Ni tube, plastic coated end covers
- ❑ Plastic coated end covers for the standard version with Cu tubes
- ❑ Fixing rails (e.g. for compressor mounting)
- ❑ Adapter for pressure relief valve connection from K203H(B)
- ❑ Threaded flange or weld neck flange
- ❑ Refrigerant inlet and outlet with various adapter and valve combinations
- ❑ Approval in accordance with foreign regulations and various approval bodies (e.g. Bureau Veritas, German Lloyd, Lloyd's Register of Shipping)

Специальное исполнение

- ❑ Устойчивое к морской воде исполнение:
  - Трубки из медно никелевого сплава, торцевые крышки с полимерным покрытием
- ❑ Торцевые крышки с полимерным покрытием для стандартного исполнения с медными трубками
- ❑ Крепежные шины (например, для установки компрессора)
- ❑ Адаптер для присоединения перепускного клапана, начиная с типа K203H(B)
- ❑ Резьбовые или перепускного приваренные фланцы
- ❑ Вход и выход хладагента с различными комбинациями адаптеров и вентилей
- ❑ Приемка в соответствии с иностранными предписаниями и надзорными органами, например, Bureau Veritas, Germanischer Lloyd, Lloyd's Register of Shipping)

Lieferumfang / Zubehör

- ❑ Lieferumfang und Zubehör siehe Preisliste
- ❑ 4-Pass-Ausführung entspricht Standard-Version

Extent of delivery / accessories

- ❑ See Price List for standard equipment and accessories
- ❑ 4-pass design corresponds to standard version

Объем поставки / принадлежности

- ❑ Объем поставки и принадлежности см. прайслист
- ❑ Исполнение с 4 ходами соответствует стандартной версии

Leistungsangaben

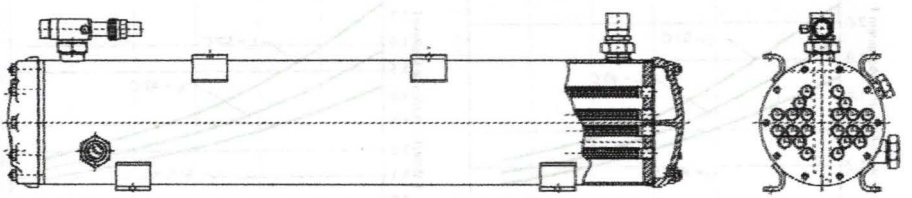
Die angegebenen Verflüssiger-Leistungen basieren auf Messwerten bei einer Druckgastemperatur von 90°C und einem Kühlmedium seitigen Verschmutzungsfaktor $r=0{,}4\times10^{-4}$ m² K/W.

Performance data

The published condenser performances are based on measured values with a discharge gas temperature of 90°C and a fouling factor on the coolant side of $r=0{,}4\times10^{-4}$ m² K/W.

Данные мощности

Указанные данные мощности конденсатора базируются на измеренных значениях при температуре сжатого пара 90°C и коэффициенте загрязнения на стороне охлаждающей жидкости $r=0{,}4\times10^{-4}$ m² K/Вт.



Erläuterung der Typenbezeichnung

Beispiel

K 1053 H B – 4

K = Verflüssiger

K 1053 H B – 4

Kennziffer

K 1053 **H** B – 4

Befestigungswinkel
N = unten
H = unten und oben für Einzelverdichter- Aufbau (Halbhermetik)
T = unten und oben für Einzel- und TD-Verdichter-Aufbau

K 1053 H **B** – 4

Seewasser beständige Ausführung

K 1053 H B – **4**

Anzahl der Kühlmedium-Durchgänge (Pässe)

Explanation of model designation

Example

K 1053 H B – 4

K = Condenser

K 1053 H B – 4

Index

K 1053 **H** B – 4

Fastening Bracket
N = bottom
H = bottom and top for single compressor assembly (semi-hermetic)
T = bottom and top for assembly of single and tandem compressor

K 1053 H **B** – 4

Seawater resistant design

K 1053 H B – **4**

Number of coolant passes

Пояснение к обозначению типа конденсатора

Пример

K 1053 H B – 4

K – Конденсатор

K 1053 H B – 4

Код

K 1053 **H** B – 4

Крепежные уголки
N – снизу
H = снизу и сверху для конструкции с одним компрессором (полугерметичным)
T = снизу и сверху для конструкции с одним компрессором и с тандем-компрессором

K 1053 H **B** – 4

Устойчивое к морской воде исполнение

K 1053 H B – **4**

Число ходов охлаждающей жидкости

Verflüssiger-Auslegung

Berechnung der Verflüssigerleistung Q

Zur Verflüssiger-Auswahl ist es zunächst erforderlich, die Verflüssigungs-Leistung Q zu ermitteln. Die am Verflüssiger abzuführende Leistung kann auf zwei unterschiedliche Arten berechnet werden:

Verflüssiger-Leistung als Summe von Kälteleistung und Leistungs-Aufnahme
Bei diesen Verfahren werden Kälteleistung und Leistungsaufnahme des Verdichters addiert (bzw. der Verdichter bei Verbundanlagen). Die Leistungsdaten können den Verdichter-Prospekten oder der Software entnommen werden.

Überschlägige Berechnung mittels Faktoren
Für übliche Auslegungen kann auch eine vereinfachte Methode angewendet werden. Zur Ermittlung der Verflüssigungs-Leistung wird dazu die Kälteleistung des Verdichters mit dem Faktor aus nachstehendem Diagramm multipliziert.

Condenser selection

Calculation of the condenser capacity Q

For condenser selection, it is first necessary to determine the condenser capacity Q. The power to be dissipated in the condenser can be calculated in two different ways:

Condenser capacity as a total of refrigerating capacity and power input
With this method, the refrigerating capacity and power input of the compressor (or compressors in case of parallel systems) are added. For performance data refer to compressor leaflets or software.

Approximate calculation by means of factors
A simplified method can also be used in normal cases. For this purpose, the refrigerating capacity of the compressor is multiplied by the factor taken from the graph below in order to calculate the condenser capacity.

Подбор конденсатора

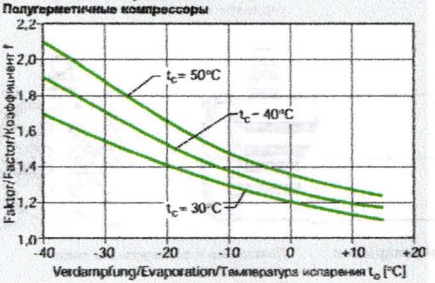
Расчет Производительность конденсатора Q

Для выбора конденсатора сначала необходимо определить производительность конденсатора Q. Рассеиваемая в конденсаторе производительность может быть рассчитана двумя различными способами:

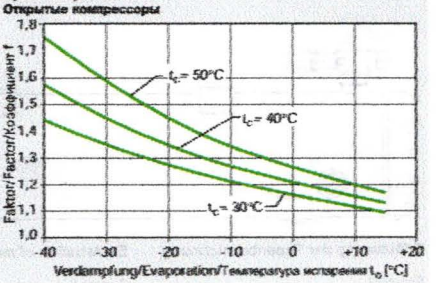
Производительность конденсатора как сумма холодопроизводительности и потребляемой мощности
При этом методе выполняется суммирование холодопроизводительности и потребляемой производительности компрессора (или компрессоров при параллельных системах). Данные могут быть получены из проспектов компрессоров или из программного обеспечения.

Ориентировочный расчет с помощью коэффициентов
Для обычных расчетов может применяться упрощенный метод. Для определения мощности конденсатора холодопроизводительность компрессора умножается на коэффициент из нижеследующих диаграмм.

Halbhermetische Verdichter
Semi-hermetic compressors
Полугерметичные компрессоры



Offene Verdichter
Open Compressors
Открытые компрессоры



Besondere Hinweise
- Insbesondere bei Tiefkühl-Anlagen den Verflüssiger so auslegen, dass auch für Abkühlvorgänge bzw. nach Abtauperioden genügend Leistungsreserve vorhanden ist (Kontrollrechnung bei höchster Verdampfungstemperatur erforderlich).

Special notes
- The condenser must be designed so that there is sufficient capacity reserve for pull down conditions or after defrost periods (check calculation required at maximum evaporation temperature).

Специальные указания
- Для низкотемпературных установок конденсатор следует рассчитать так, чтобы имелся достаточный резерв производительности также и для переходных процессов охлаждения, например, после оттайки (требуется выполнение контрольного расчета при максимальной температуре испарения).

Verflüssiger-Auswahl

Der passende Verflüssigertyp kann nach folgenden Methoden ausgewählt werden:
- Leistungstabelle – Nennleistung bei Δt_u 15 K und 10 K – (Seite 5)
- BIT7FR-Software – für variable Betriebs-Bedingungen – auf Anforderung oder zum Download (http://www.bitzer.de)

Condenser selection

The suitable condenser type can be selected according to the following methods
- Performance table – rated capacity at Δt_u 15 K and 10 K – (page 5)
- BIT7FR software – for variable operating conditions – upon request or for download (http://www.bitzer.de)

Выбор конденсатора

Подходящий тип конденсатора может быть выбран с помощью следующего метода:
- Таблица производительности – номинальная производительность при Δt_u-15 K и 10 K – (стр. 5)
- Программное обеспечение фирмы BITZER – для переменных условий эксплуатации – получение по запросу или с помощью загрузки из интернет: (http://www.bitzer.de)

Verflüssiger-Leistung
Durchsatz Kühlmedium
Druckabfall

Condenser capacity
Coolant flow
Pressure drop

Производительности конденсатора
Расход охлаждающей жидкости
Падение давления

Typ / Type / Тип	2 Pass / хода					4 Pass / хода				
	Leistung Δt_c 15 K / Capacity Δt_c 15 K / Производительности Δt_c 15 K W/Вт	Leistung Δt_c 10 K / Capacity Δt_c 10 K / Производительности Δt_c 10 K W/Вт	max. Durchsatz / max. flow / Макс. расход l/s / л/с	m³/h	Druckabfall / Pressure drop / Падение давления bar / бар	Leistung Δt_c 15 K / Capacity Δt_c 15 K / Производительности Δt_c 15 K W/Вт	Leistung Δt_c 10 K / Capacity Δt_c 10 K / Производительности Δt_c 10 K W/Вт	max. Durchsatz / max. flow / Макс. расход l/s / л/с	m³/h	Druckabfall / Pressure drop / Падение давления bar / бар
Standard-Ausführung / Standard design / Стандартное исполнение										
K033H	8000	5330	0,38	1,37	0,11	6800	4600	0,19	0,68	0,22
K073H	15300	10200	0,76	2,74	0,11	13200	8800	0,38	1,37	0,22
K123H	21400	14270	0,76	2,74	0,15	17200	11500	0,38	1,37	0,28
K203H	36100	24100	1,78	6,41	0,33	30800	20500	0,89	3,20	0,64
K283H	51100	34100	2,38	8,56	0,33	43600	29100	1,19	4,28	0,64
K373H	77700	51800	2,98	10,71	0,40	63500	42300	1,49	5,35	0,78
K573H	124800	83200	5,09	18,32	0,30	100200	66800	2,31	8,33	0,59
K813H	157100	104700	6,48	23,32	0,30	131100	87400	3,24	11,66	0,58
K1053H	204600	136400	6,48	23,32	0,38	161300	107500	3,24	11,66	0,74
K1353T	262200	174800	8,33	30,00	0,38	206900	138000	4,17	15,00	0,74
K1973T	377400	251600	12,03	43,32	0,38	298300	198900	6,02	21,66	0,74
K2923T	540800	360500	17,56	63,22	0,38	426800	284500	8,78	31,61	0,74
K3803T	713400	475600	23,17	83,40	0,38	562900	375300	11,58	41,70	0,74
K4803T	913200	608800	29,64	106,70	0,39	720500	480300	14,83	53,40	0,75
Seewasser beständige Ausführung / Seawater resistant design / Устойчивое к морской воде исполнение										
K033HB	6600	4450	0,38	1,38	0,10	5700	3800	0,19	0,69	0,22
K073HB	13200	8900	0,76	2,75	0,11	11500	7700	0,38	1,38	0,22
K123HB	18600	12300	0,76	2,75	0,14	15000	10000	0,38	1,37	0,28
K203HB	31400	21100	1,78	6,42	0,32	27100	18200	0,89	3,21	0,64
K283HB	44700	29700	2,38	8,56	0,32	37900	25500	1,89	4,28	0,64
K373HB	67100	45600	2,97	10,71	0,39	55000	37300	1,49	5,35	0,78
K573HB	107300	71550	5,09	18,32	0,30	86200	57500	2,31	8,33	0,59
K813HB	130700	87700	6,48	23,34	0,29	110100	74000	3,24	11,66	0,58
K1053HB	176000	117000	6,48	23,34	0,37	136800	91200	3,24	11,66	0,74
K1353TB	221000	150000	8,33	30,00	0,37	175500	117900	4,17	15,00	0,74
K1973TB	321700	215000	12,04	43,33	0,37	255000	170300	6,02	21,66	0,74
K2923TB	452400	304500	17,56	63,22	0,37	361000	241000	8,78	31,61	0,74
K3803TB	596000	402000	23,17	83,40	0,37	484000	322700	11,58	41,70	0,74
K4803TB	780000	524000	29,67	106,80	0,37	621000	414400	14,83	53,40	0,75

Vorläufige Daten – gelten für Kältemittel R134a, R404A, R507A und R22.
Druckgastemperatur 90°C und Verschmutzungsfaktor r = 0,4 x 10^{-4} m² K/W

Tentative data – valid for refrigerants R134a, R404A, R507A and R22.
Discharge gas temperature 90°C, fouling factor r = 0,4 x 10^{-4} m² K/W

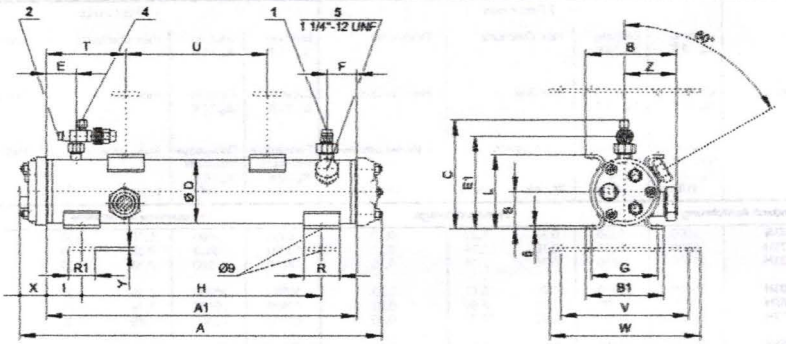
Предварительные данные – Действительные для хладагентов R134a, R404A, R507A и R22
Температура сжатого газа 90°C и коэффициент загрязнения r = 0,4 x 10^{-4} m² K/Вт

Maßzeichnungen
Standard-Ausführung

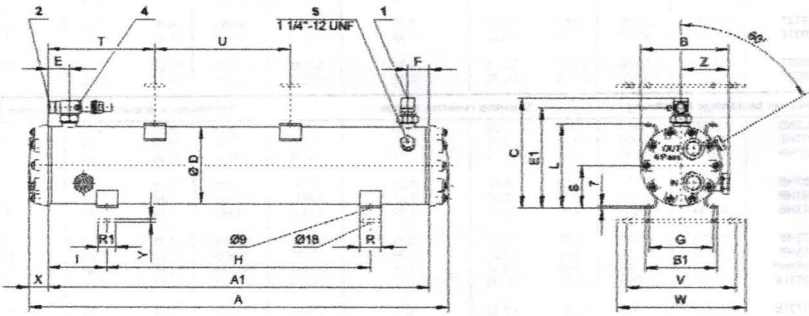
Dimensional drawings
Standard design

Чертежи с указанием размеров
Стандартное исполнение

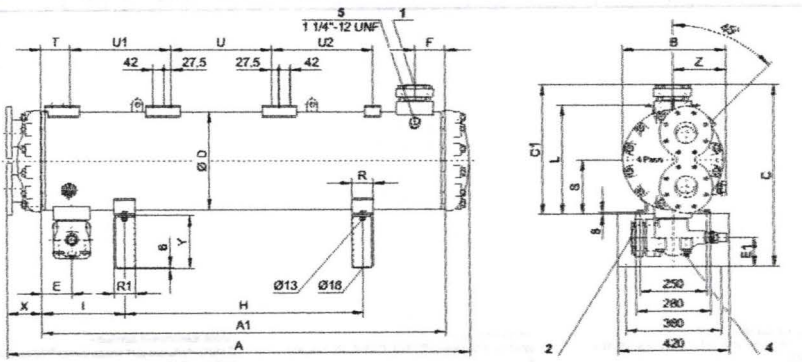
K033N
K073H
K123H



K203H
K283H
K373H
K573H
K813H
K1053H



K1353T
K1973T
K2923T
K3803T
K4803T



Abmessungen Standard-Ausführung

Dimensions Standard design

Размеры Стандартное исполнение

Typ Type Тип	Abmessungen in mm Dimensions in mm Размеры в мм												
	A	A1	B	B1	C	C1	ØD	E	E1	F	G	H	I
K033H	602	517	151	130	184	–	108	50	156	50	110	400	59
K073H	602	517	151	130	184	–	108	50	156	50	110	400	59
K123H	852	767	151	130	184	–	108	60	155	60	110	400	184
K203H	863	767	197	130	245	–	159	60	216	60	110	400	184
K283H	863	767	197	130	257	–	159	60	224	60	110	400	184
K373H	1113	1017	197	130	257	–	159	60	224	60	110	740	139
K573H	1176	1070	245	200	307	–	216	60	280	60	180	740	165
K813H	1176	1070	245	200	307	–	216	60	280	60	180	740	165
K1053H	1634	1528	245	200	311		216	70	280	70	180	900	314
K1353T	1634	1528	245	200	381	311	216	70	27	70	180	900	314
K1973T-4(2)	1661 (1694)	1527	332	280	543	403	298	103	97	103	250	900	314
K2923T-4(2)	1661 (1694)	1527	332	280	563	403	298	103	43	103	250	900	314
K3803T-4(2)	1747 (1757)	1527	391	280	690	490	368	115	111	115	250	900	314
K4803T-4(2)	1747 (1757)	1527	391	280	690	490	368	115	111	115	250	900	314

Typ Type Тип	Abmessungen in mm Dimensions in mm Размеры в мм												
	L	R	R1	S	T	U	U1	U2	V	W	X	Y	Z
K033H	–	60	45	62,5	–	–	–	–	212	250	43	6	86
K073H	125	60	45	62,5	133	236	–	–	212	250	43	6	86
K123H	125	60	50	62,5	262	295	–	–	275	320	43	6	86
K203H	190	60	50	95	218	335	–	–	275	320	54	8	113
K283H	190	60	50	95	218	335	–	–	275	320	54	8	113
K373H	190	60	50	95	344	335	–	–	275	320	54	8	113
K573H	236	60	50	118	300	381	–	–	305	360	53	8	133
K813H	236	60	50	118	300	381	–	–	305	360	53	8	133
K1053H	236	130	130	118	498	381	–	–	305	360	53	8	133
K1353T	236	130	70	118	116	380	380	380	305	360	53	70	133
K1973T	337	80	70	169	108	381	381	381	305	360	67 (100)	140	177
K2923T	337	80	80	169	108	381	381	381	380	420	67 (100)	160	177
K3803T-4(2)	413	80	80	205	108	381	381	381	380	420	130 (140)	200	201
K4803T-4(2)	413	80	80	205	108	381	381	381	380	420	130 (140)	200	201

❑ Für Kunststoff beschichtete Umlenkdeckel gelten die Maße der Seewasser-Ausführung

❑ For plastic coated reversing covers dimensions are equal to seawater resistant design

❑ Для торцевых крышек с полимерным покрытием действуют размеры для устойчивого к морской воде исполнения

① Kältemittel Eintritt
② Kältemittel-Austritt
④ Manometer-Anschluss bis K1973TB $^7/_{16}$" – 20 UNF ab K2923TB $^1/_4$" 18 NPTF
⑤ Anschluss für Druckentlastungs-Ventil siehe Seite 11

Kältemittel Anschlüsse siehe Seite 10
Kühlmedium-Anschlüsse siehe Seite 11

① Refrigerant inlet
② Refrigerant outlet
④ Pressure gauge connection to K1973TB $^7/_{16}$" – 20 UNF from K2923TB $^1/_4$" 18 NPTF
⑤ Position for pressure relief valve see page 11

Refrigerant connections see page 10
Coolant connections see page 11

① Вход хладагента
② Выход хладагента
④ Присоединение манометра до K1973TB $^7/_{16}$" – 20 UNF начиная с K2923TB $^1/_4$" –18 NPTF
⑤ Присоединение перепускного клапана см. стр. 11

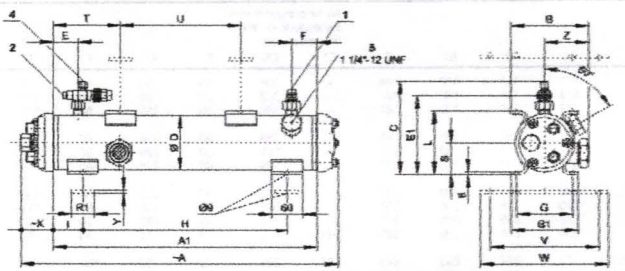
Присоединения хладагента см. стр. 10
Присоединения охлаждающей жидкости см. стр. 11

Maßzeichnungen
Seewasser beständige Ausführung

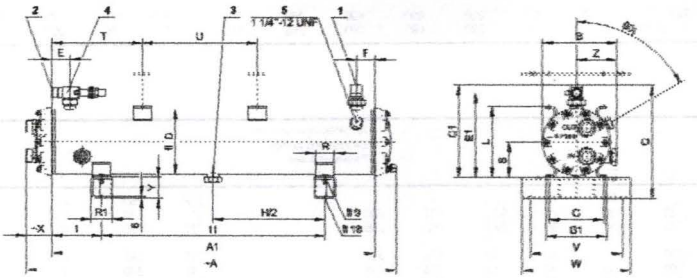
Dimensional drawings
Seawater resistant design

Чертежи с указанием размеров
Устойчивое к морской воде исполнение

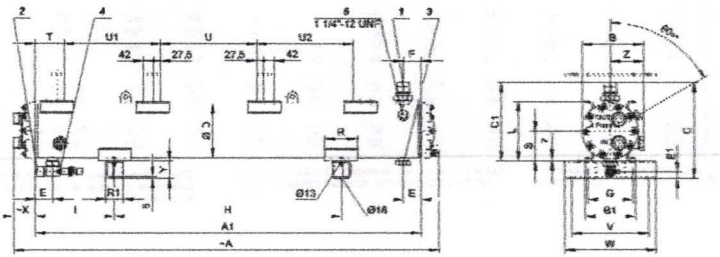
K033NB
K073HB



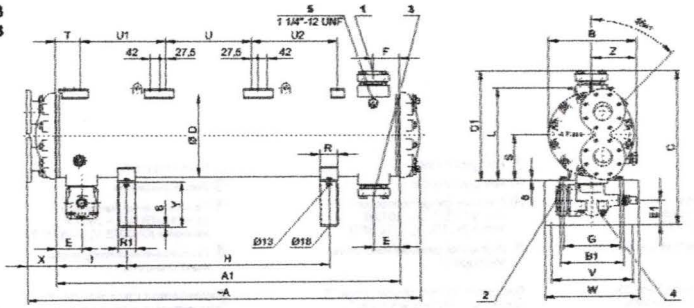
K123HB
K203HB
K283HB
K373HB
K573HB
K813HB



K1053HB
K1353TB
K1973TB
K2923TB



K3803TB
K4803TB



Abmessungen
Seewasser beständige Ausführung

Dimensions
Seawater-resistant design

Чертежи с указанием размеров
Устойчивое к морской воде исполнение

Typ Type Тип	Abmessungen in mm Dimensions in mm Размеры в мм												
	A	A1	B	B1	C	C1	6D	E	E1	F	G	H	I
K033 NB	622	517	151	130	184	–	108	50	156	50	110	400	59
K073 HB	622	517	151	130	184	–	108	50	156	50	110	400	59
K123 HB	872	767	151	130	249	184	108	60	155	60	110	400	184
K203 HB	890	767	197	130	310	245	159	60	216	60	110	400	184
K283 HB	890	767	197	130	322	257	159	60	224	60	110	400	184
K373 HB	1140	1017	197	130	322	257	159	60	224	60	110	740	139
K573 HB	1227	1070	245	200	377	307	216	60	280	60	180	740	165
K813 HB	1227	1070	245	200	377	307	216	60	280	60	180	740	165
K1053 HB	1685	1528	245	200	381	311	216	70	26	70	180	900	314
K1353 TB	1685	1528	245	200	381	311	216	70	27	70	180	900	314
K1973 TB	1685	1527	332	280	543	403	298	103	97	103	250	900	314
K2923 TB	1604	1527	332	280	563	403	298	108	43	108	250	900	314
K3803 TB-4(2)	1749 (1759)	1527	391	280	690	490	368	115	111	115	250	900	314
K4803 TB-4(2)	1749 (1759)	1527	391	280	690	490	368	115	111	115	250	900	314

Typ Type Тип	Abmessungen in mm Dimensions in mm Размеры в мм												
	L	R	R1	S	T	U	U1	U2	V	W	X	Y	Z
K033NB	–	60	45	62,5	–	–	–	–	212	250	63	6	86
K073HB	125	60	45	62,5	133	236	–	–	212	250	63	6	86
K123HB	125	60	50	62,5	262	295	–	–	275	320	63	65	86
K203HB	190	60	50	95	218	335	–	–	275	320	81	65	113
K283HB	190	60	50	95	218	335	–	–	275	320	81	65	113
K373HB	190	60	50	95	334	335	–	–	275	320	81	65	113
K573HB	236	60	70	118	300	381	–	–	305	360	85	70	133
K813HB	236	60	70	118	300	381	–	–	305	360	85	70	133
K1053HB	236	130	70	118	498	381	–	–	305	360	85	70	133
K1353TB	236	130	70	118	116	380	380	380	305	360	85	70	133
K1973TB	337	80	70	169	108	381	381	381	305	360	100	140	177
K2923TB	337	80	80	169	108	381	381	381	360	420	100	180	177
K3803TB-4(2)	413	80	80	205	108	381	381	381	360	420	130 (140)	200	201
K4803TB-4(2)	413	80	80	205	108	381	381	381	360	420	130 (140)	200	201

① Kältemittel-Eintritt
② Kältemittel-Austritt
③ alternativer Kältemittel-Austritt
④ Manometer-Anschluss
bis K1973TB $^{7}/_{16}$" – 20 UNF
ab K2923TB $^{1}/_{4}$" – 18 NPTF
⑤ Anschluss für Druckentlastungs-Ventil
siehe Seite 11

Kältemittel Anschlüsse siehe Seite 10
Kühlmedium-Anschlüsse siehe Seite 11

① Refrigerant inlet
② Refrigerant outlet
③ Alternative refrigerant outlet
④ Pressure gauge connection
to K1973TB $^{7}/_{16}$" – 20 UNF
from K2923TB $^{1}/_{4}$" – 18 NPTF
⑤ Position for pressure relief valve
see page 11

Refrigerant connections see page 10
Coolant connections see page 11

① Вход хладагента
② Выход хладагента
③ Альтернативный выход хладагента
④ Присоединение манометра
до K1973TB $^{7}/_{16}$" – 20 UNF
с K2923TB $^{1}/_{4}$" – 18 NPTF
⑤ Присоединение перепускного клапана см. стр. 11

Присоединения хладагента см. стр. 10
Присоединения охлаждающей жидкости см. стр. 11

Technische Daten

Technical data

Технические данные

Typ / Type / Тип	Fassungsvolumen Kältemittel / Charge capacity Refrigerant / Объем хладагента	Fassungsvolumen Kühlmedium / Coolant / Объем охлаждающей жидкость	max. Kältemittelfüllung ① / Maximum refrigerant charge ① / Макс. наполнение хладагента ①			Anschlüsse ② Eintritt ø DL / Connections ② Inlet ø DL / Присоединения ② Вход ø DL		Anschlüsse ② Austritt ø FL ③ / Connections ② Outlet ø FL ③ / Присоединения ② Выход ø FL ③		Anschluss Gewinde/ flansch Eintritt / Connection thread/flange Inlet / Присоединительная резьба/фланец Вход	Anschluss Gewinde/ flansch Austritt / Connection thread/flange Outlet / Присоединительная резьба/фланец Выход	Anschluss Gewinde/ flansch Gewicht / Connection thread/flange Weight / Присоединительная резьба/фланец Вес
	dm³ / дм³	dm³ / дм³	R134a (кг)	R404A (кг)	R22 (кг)	mm мм	Zoll/inch/дюйм	mm мм	Zoll/inch/дюйм			кг
K033N(B)	3,8	0,4	4,2	3,7	4,1	12 L	1/2"	10 L	5/8"	1" - 14	3/4" - 16	9 (9,5)
K073N(B)	3,4	0,7	3,8	3,3	3,7	12 L	1/2"	10 L	5/8"	1" - 14	3/4" - 16	11 (11,5)
K123N(B)	5,1	0,9	5,6	4,9	5,6	16 L	5/8"	12 L	1/2"	1" - 14	1" - 14	14 (15)
K203H(B)	11,8	1,8	13,0	11,3	12,9	16 L	5/8"	16 L	5/8"	1 1/4" - 12	1" - 14	25 (27)
K283H(B)	11,3	2,1	12,5	10,9	12,3	22 L	7/8"	22 L	7/8"	1 1/4" 12	1 1/4" - 12	26 (28)
K373H(B)	14,5	3,1	16,0	13,9	15,8	28 L	1 1/8"	22 L	7/8"	1 1/4" - 12	1 1/4" - 12	35 (37)
K573H(B)	29,4	5,8	32,4	28,3	32,0	35 L	1 3/8"	28 L	1 1/8"	1 3/8" - 12	1 3/8" - 12	61 (63)
K813H(B)	27,7	7,0	30,6	26,6	30,2	35 L	1 3/8"	28 L	1 1/8"	1 3/8" - 12	1 3/8" - 12	65 (67)
K1053H(B)	40,0	9,3	44,1	38,4	43,6	42 L	1 5/8"	35 L	1 3/8"	2 1/8" - 12	1 3/8" - 12	81 (83)
K1353T(B)	37,0	11,5	40,8	35,6	40,3	42 L	1 5/8"	35 L	1 3/8"	2 1/8" - 12	1 3/8" - 12	103 (104)
K1973T(B)	76,0	18,8	83,9	73,1	82,8	54 L	2 1/8"	42 L	1 5/8"	112 x 112	2 1/8" - 12	191 (193)
K2923T(B)	67,0	25,0	73,9	64,4	73,0	54 L	2 1/8"	54 L	2 1/8"	112 x 112	112 x 112	221 (226)
K3803T(B)	108,0	37,4	119,2	103,8	117,6	76 L	3 1/8"	76 L	3 1/8"	140 x 140	140 x 140	332 (338)
K4803T(B)	98,0	45,0	108,1	94,2	106,7	76 L	3 1/8"	76 L	3 1/8"	140 x 140	140 x 140	356 (362)

L = Lötmuffe

① Bei 20°C Flüssigkeitstemperatur und 90% Fassungsvolumen

② Andere Anschlüsse siehe Preisliste

③ Alternativer Kältemittel-Austritt (unten) bei Seewasser beständiger Ausführung ab Typ K123HB – siehe nachfolgende Tabelle.

L = Braze bushing

① At 20°C liquid temperature and 90% charge capacity

② Other connections see Price List

③ Alternative refrigerant outlet (bottom) with sea-water resistant design from Type K123HB – see also the following table.

L = Муфта под пайку

① При температуре жидкости 20°C и объеме заполнения 90%

② Другие присоединения см. прайс-лист

③ Альтернативный выход хладагента (снизу) при устойчивом к морской воде исполнении, начиная с типа K123HB - см. следующую таблицу

Alternativer Kältemittel-Austritt für K123HB .. K4803TB

Alternative refrigerant outlet for K123HB .. K4803TB

Альтернативный выход хладагента для K123HB .. K4803TB

Typ / Type / Тип	Anschluss Austritt ø FL / Connection Outlet Ø FL / Присоединение Выход Ø FL / Zoll / inch / Дюйм
K033NB	–
K073NB	–
K123HB	1 1/4" - 12 UNF
K203HB	1 1/4" 12 UNF
K283HB	1 1/4" - 12 UNF
K373HB	1 1/4" - 12 UNF
K573HB	1 3/4" - 12 UNF
K813HB	1 3/4" - 12 UNF
K1053HB	1 3/4" - 12 UNF
K1353TB	1 3/4" - 12 UNF
K1973TB	2 1/4" - 12 UNF
K2923TB	112 x 112
K3803TB	140 x 140
K4803TB	140 x 140

Der alternative Kältemittel-Austritt ist mit Verschlussmutter oder Blindflansch versehen. Ventil als Zubehör lieferbar – siehe Preisliste.

The alternative refrigerant outlet has a sealing nut or shipping flange. Valve can be delivered as accessory – see Price List.

Альтернативный выход хладагента имеет заборную гайку или заглушенный фланец. Вентиль поставляется в качестве принадлежности - см. прайс-лист

Kühlmedium-Anschlüsse Befestigungs-Schienen

Connections of coolant Fixing rails

Присоединения охлаждающей жидкости Крепежные шины

Typ / Type / Тип	2 Passkopf / 2 passes / Число ходов	Eintritt / Inlet / Вход	Austritt / Outlet / Выход	4 Passkopf / 4 passes / Число ходов	Eintritt / Inlet / Вход	Austritt / Outlet / Выход	Schienen Rails Шины: Unten / Below / Снизу Nr./No./№	Oben / Above / Сверху Nr./No./№	Für Verdichter / For compressor / Для компрессора Typ/Type/Тип
K033N(B)	2	2 x G 1/2	G 3/4	4	G1/2	G1/2	327 301-01	–	–
K073H(B)	2	2 x G 1/2	G 3/4	4	G1/2	G1/2	327 301-01	327 301-12 327 301-01	2KC-05.2 ... 2FC-3.2 2HL-1.2 ... 2FL-2.2
K123H	2	2 x G 1/2	G 3/4	4	G1/2	G1/2	327 301-04	327 301-20 327 301-21 327 301-09	2KC-05.2 ... 2FC-3.2 2EC-2.2 ... 2CC-4.2 2EL-2.2 ... 2CL-4.2
K123HB	2	2 x G 1/2	G 3/4	4	G1/2	G1/2	S	327 301-20 327 301-21 327 301-09	2KC-05.2 ... 2FC-3.2 2EC-2.2 ... 2CC-4.2 2EL-2.2 ... 2CL-4.2
K203H	2	2 x G 3/4	G 1	4	G3/4	G3/4	327 301-04	327 301-21 327 301-22 327 301-09	2FC-2.2 ... 2CC-4.2 4FC-3.2 ... 4CC-6.2 2EL-2.2 ... 4N-20.2
K203HB	2	2 x G 3/4	G 1	4	G3/4	G3/4	S	327 301-21 327 301-22 327 301-09	2EC-2.2 ... 2CC-4.2 4FC-3.2 ... 4CC-6.2 2EL-2.2 ... 4N-20.2
K283H	2	2 x G 3/4	G 1	4	G3/4	G3/4	327 301-04	327 301-21 327 301-22 327 301-09	2EC-2.2 ... 2CC-4.2 4FC-3.2 ... 4CC-6.2 2EL-2.2 ... 4N-20.2
K283HB	2	2 x G 3/4	G 1	4	G3/4	G3/4	S	327 301-21 327 301-22 327 301-09	2EC-2.2 ... 2CC-4.2 4FC-3.2 ... 4CC-6.2 2EL-2.2 ... 4N-20.2
K373H	2	2 x G 3/4	G 1	4	G3/4	G3/4	327 301 04	327 301 21 327 301-22 327 301-09	2EC 2.2 ... 2CC 4.2 4FC-3.2 ... 4CC-6.2 2EL-2.2 ... 4N-20.2
K373HB	2	2 x G 3/4	G 1	4	G3/4	G3/4	S	327 301-21 327 301-22 327 301-09	2EC-2.2 ... 2CC-4.2 4FC-3.2 ... 4CC-6.2 2EL-2.2 ... 4N-20.2
K573H	2	G 2	G 2	4	G 1 1/4	G 1 1/4	327 301 05	327 301-10	4Z-5.2 ... 6F-50.2
K573HB	2	G 2	G 2	4	G 1 1/4	G 1 1/4	S	327 301-10	4Z-5.2 ... 6F-50.2
K813H	2	G 2	G 2	4	G 1 1/4	G 1 1/4	327 301-05	327 301-10	4Z-5.2 ... 6F-50.2
K813HB	2	G 2	G 2	4	G 1 1/4	G 1 1/4	S	327 301-10	4Z-5.2 ... 6F-50.2
K1053H	2	G 2	G 2	4	G 1 1/4	G 1 1/4	327 301-06	327 301-10	4Z-5.2 ... 6F-50.2
K1053HB	2	G 2	G 2	4	G 1 1/4	G 1 1/4	S	327 301-10	4Z-5.2 ... 6F-50.2
K1353T(B)	2	G 2	G 2	4	G 1 1/4	G 1 1/4	S	327 301-10 326 057-01	4Z-5.2 ... 6F-50.2 44H-30.2 ... 66F-100.2
K1973T(B)	2	DN 65 ①	DN 65 ①	4	G 2	G 2	S	327 301-10 326 057-01	4Z-5.2 ... 6F-50.2 44H-30.2 ... 66F-100.2
K2923T(B)	2	DN 65 ①	DN 65 ①	4	G 2	G 2	S	327 301-10 326 057-01	4Z-5.2 ... 6F-50.2 44H-30.2 ... 66F-100.2
K3803T(B)	2	DN 100 ①	DN 100 ①	4	DN 80 ①	DN 80 ①	S	327 301-10 326 057-01	4Z-5.2 ... 6F-50.2 44H-30.2 ... 66F-100.2
K4803T(B)	2	DN 100 ①	DN 100 ①	4	DN 80 ①	DN 80 ①	S	327 301-10 326 057-01	4Z-5.2 ... 6F-50.2 44H-30.2 ... 66F-100.2

S = Standard / Стандарт

Druckentlastungs-Ventil

Pressure relief valve

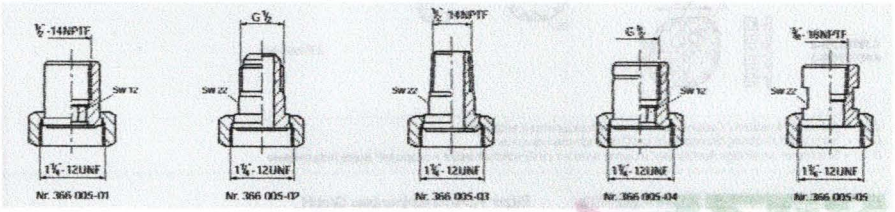
Перепускной клапан

Anschluss **Connection** **Присоединение**	K033N(B)	..	K4803T(B)	1 1/4" - 12 UNF

Adapter (Zubehör)

Adaptor (Accessory)

Адаптер (Принадлежность)

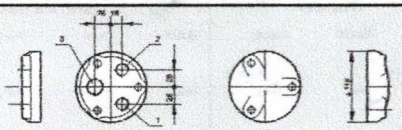
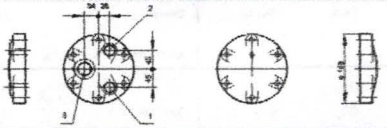
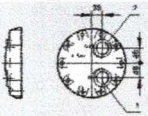
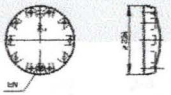
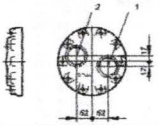
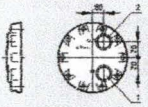
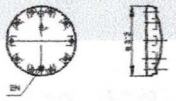
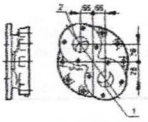
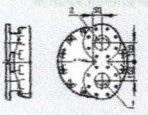
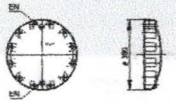
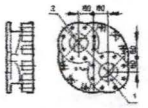


① Für Vorschweiß Flansche DIN 2633, ND 10/16 oder Gewinde-Flansche DIN 2566, ND 10/16

① For welding flanges DIN 2633, ND 10/16 or threaded flanges DIN 2566, ND 10/16

① Для приваренных фланцев DIN 2633, ND 10/16 или резьбовых фланцев DIN 2566, ND 10/16

Umlenkdeckel / End Covers / Торцевые крышки

Typ Type Тип	Anschluss-Seite Connection side Сторона присоединения	Umlenkseite Reversing side Глухая сторона	Durchgänge No. of passes Число ходов	Eintritt Inlet Вход	Austritt Outlet Выход
K033H(B) K073H(B) K123H(B)			4 Pass/хода oder/or/или 2 Pass/хода	1 1 + 2	2 3
K203H(B) K283H(B) K373H(B)			4 Pass/хода oder/or/или 2 Pass/хода	1 1 + 2	2 3
K573H(B)-4 K813H(B)-4 K1053H(B)-4 K1353T(B)-4			4 Pass/хода	1	2
K573H(B)-2 K813H(B)-2 K1053H(B)-2 K1353T(B)-2			2 Pass/хода	1	2
K1973T(B)-4 K2923T(B)-4			4 Pass/хода	1	2
K1973T(B)-2 K2923T(B)-2			2 Pass/хода	1	2
K3803T(B)-4 K4803T(B)-4			4 Pass/хода	1	2
K3803T(B)-2 K4803T(B)-2			2 Pass/хода	1	2

EN = Ablass Kühlmedium / Coolant drain / Слив охлаждающей жидкости
$G^1/_4$ = Standard-Ausführung/Standard design/Стандартное исполнение
$G^1/_2$ = Seewasser beständige Ausführung/Seawater resistant design/Устойчивое к морской воде исполнение

BITZER INTERNATIONAL
Bitzer Kühlmaschinenbau GmbH
Eschenbrünnlestr. 15 • 71065 Sindelfingen (Germany)
Tel. +49(0)7031 932-0 • Fax +49(0)7031 932-146 & -147
http://www.bitzer.de • mail@bitzer.de