



**TUGAS AKHIR – (ME184834)**

**PERENCANAAN SISTEM PENGALENGAN IKAN PADA  
KAPAL PERIKANAN 200 GT**

Taufikur Rahmadani

NRP 04211746000001

Dosen Pembimbing 1

Ir. Alam Baheramsyah, M.Sc.

Dosen Pembimbing 2

Taufik Fajar N, S.T., M.Sc.

**DEPARTEMEN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN  
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA  
2020**

*Halaman ini sengaja dikosongkan*



---

**TUGAS AKHIR – (ME184834)**

**PERENCANAAN SISTEM PENGALENGAN IKAN PADA  
KAPAL PERIKANAN 200 GT**

Taufikur Rahmadani

NRP 04211746000001

Dosen Pembimbing 1

Ir. Alam Baheramsyah, M.Sc.

Dosen Pembimbing 2

Taufik Fajar N, S.T., M.Sc.

DEPARTEMEN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN  
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA  
2020

*Halaman ini sengaja dikosongkan*



**BACHELOR THESIS – (ME184834)**

**FISH CANNING SYSTEM DESIGN ON 200 GT FISHING  
VESSEL**

Taufikur Rahmadani

NRP 0421174600001

Supervisor 1

Ir. Alam Baheramsyah, M.Sc.

Supervisor 2

Taufik Fajar N, S.T., M.Sc.

DEPARTEMENT OF MARINE ENGINEERING  
FACULTY OF MARINE TECHNOLOGY  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA  
2020

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

**LEMBAR PENGESAHAN****PERENCANAAN SISTEM PENGALENGAN IKAN PADA KAPAL PERIKANAN****200 GT****TUGAS AKHIR**

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat

Memperoleh Gelar Sarjan Teknik

Pada

Bidang Studi *Marine Fluid and Machinery System (MMS)*

Program Studi S-1 Departemen Teknik Sistem Perkapalan

Fakultas Teknologi Kelautan

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

**TAUFIKUR RAHMADANI****NRP. 04211746000001**

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir :

1. Ir. Alam Baheramsyah, M.Sc.

NIP. 196801291992031001

2. Taufik Fajar Nugroho, S.T., M.Sc.

NIP. 197603102000031001

**SURABAYA  
JANUARI, 2020**

*Halaman ini sengaja dikosongkan*



**LEMBAR PENGESAHAN**

**PERENCANAAN SISTEM PENGALENGAN IKAN PADA**

**KAPAL PERIKANAN 200 GT**

**TUGAS AKHIR**

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjan Teknik  
Pada

Bidang Studi Marine Fluid and Machinery System (MMS)  
Program Studi S-1 Departemen Teknik Sistem Perkapalan  
Fakultas Teknologi Kelautan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

**TAUFIKUR RAHMADANI**

**NRP. 0421174600001**

Disetujui Oleh Kepala Departemen

Teknik Sistem Perkapalan



**SURABAYA, JANUARI 2020**

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## **PERENCANAAN SISTEM PENGALENGAN IKAN PADA KAPAL PERIKANAN 200 GT**

Nama Mahasiswa : Taufikur Rahmadani  
NRP : 0421174600001  
Dosen Pembimbing 1 : Ir. Alam Baheramsyah, M.Sc.  
Dosen Pembimbing 2 : Taufik Fajar N, S.T., M.Sc.

### **ABSTRAK**

Industri pengalengan ikan di Indonesia mulai berkembang sejak Tahun 1970 dan terus berkembang dari tahun ketahun dibuktikan dengan pertumbuhan jumlah perusahaan pengalengan di Indonesia. Hal ini dibuktikan dengan data Badan Pusat Statistika (BPS) telah ada 77 perusahaan ikan kaleng yang berdiri di Indonesia. Pertumbuhan jumlah perusahaan pengalengan ikan tentunya juga berkaitan dengan peningkatan permintaan ikan kaleng di pasaran namun rantai distribusi ikan sebagai bahan pokok pengalengan terlalu panjang sehingga membutuhkan waktu yang lama dalam pengiriman bahan dari nelayan hingga sampai ke perusahaan. Dalam Tugas Akhir ini akan dilakukan modifikasi terhadap desain kapal perikanan 200 GT dengan memberi sistem pengalengan di dalamnya dengan mempertimbangkan Standart Nasional Indonesia (SNI) NO 2712:2013 ikan dalam kemasan kaleng. Adanya modifikasi desain sistem pengalengan ikan pada kapal perikanan 200 GT diharapkan dapat mempercepat rantai distribusi ikan ke perusahaan pengalengan menjadi lebih cepat, sehingga ikan yang sudah dikalengkan di dalam kapal tersebut dapat langsung di angkut dan dijual ke pasar dengan cepat dan industri pengalengan ikan di Indonesia akan semakin maju. Dalam penelitian ini akan mendesain sistem pengalengan ikan meliputi penghitung daya dari masing-masing komponen yang dibutuhkan oleh sistem tersebut dan *detail engineering drawing*. Sehingga didapatkan desain sistem pengalengan yang sesuai dengan kapal perikanan 200 GT.

Hasil dari penelitian ini kapal pengalengan ikan 200 GT mampu memproduksi ikan kaleng dengan kapasitas penyimpanan 90275 kaleng dengan kapasitas produksi harian adalah 6924 kaleng /hari. Kebutuhan daya untuk menjalankan kegiatan produksi adalah 38,36 Kw. Pada penelitian ini didapatkan detail drawing diagram sistem penyaluran air tawar, penyaluran steam, penyaluran bumbu, ventilasi, detail layout 2D dan 3D dari kapal pengalengan ikan 200GT

**Kata Kunci: Daya, Drawing, Ikan, Kapal dan Pengalengan**

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## ***Fish Canning System Design on 200 GT Fishing Vessel***

*Student Name* : Taufikur Rahmadani  
*NRP* : 04211746000001  
*Supervisor 1* : Ir. Alam Baheramsyah, M.Sc.  
*Supervisor 2* : Taufik Fajar N, S.T., M.Sc.

### ***ABSTRACT***

*Fish canning industry in Indonesia began to develop since 1970 and continues to grow from year to year as evidenced by the growth in the number of canning companies in Indonesia. This is proven by the data from the Badan Pusat Statistika (BPS) has shown that there are 77 canned fish companies standing in Indonesia. The growth of fish canning companies is of course also related to the increase in demand for canned fish on the market but the fish distribution chain as a staple canning is too long so it takes a long time in shipping materials from fishermen to the company. In this final project will modify the design of the 200 GT fishing vessel by providing a canning system in it by considering the Indonesian National Standard (SNI) NO 2712: 2013. The modification of the design of the fish canning system on the 200 GT fishing vessel is expected to be able to cut the fish distribution chain to the canning company faster, so that the fish canned in the ship can be directly transported and sold to the market quickly and the fish canning industry in Indonesia will more advanced. This research will design a fish canning system including power counters of each component needed by the system and detailed engineering drawing. So we get a canning system design that suits the 200 GT fishing vessel.*

*The results of this study 200 GT canning vessels are able to produce canned fish with a storage capacity of 90275 cans with a daily production capacity of 6924 cans / day. The need for power to run production activities is 38,36 Kw. In this research, a detailed drawing diagram of a fresh water delivery system, steam distribution, seasoning, ventilation, 2D and 3D layout from a 200GT fish canning vessel*

***Keywords: Canning, Drawing, Fish, Power and Vessel***

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## KATA PENGANTAR

Segala puji syukur alhamdulillah penulis ucapkan atas kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan seluruh rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyusun dan menyelesaikan Skripsi dengan judul: **“Perencanaan Sistem Pengalengan Ikan Pada Kapal Perikanan 200 Gt”**. Penulisan Tugas Akhir ini dilakukan sebagai pemenuhan syarat guna memperoleh gelar sarjana teknik di Intitut Teknologi Sepuluh Nopember, disamping tujuan lain bagi pembaca. Dengan adanya penelitian ini diharapkan juga dapat dijadikan referensi dan bahan bacaan tentang sistem pengalengan ikan pada kapal perikanan.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini jauh dari sempurna, harapan penulis semoga Tugas Akhir ini bermanfaat bagi para pembacanya. Kritik, komentar, dan saran sangat penulis harapkan demi penyempurnaan Tugas Akhir ini di masa mendatang.

Semoga laporan Tugas Akhir ini dapat memenuhi syarat dan bermanfaat bagi para pembaca baik dari dunia perkapalan maupun seluruh lapisan masyarakat secara global

Surabaya, 19 desember 2019

Penulis

*Halaman ini sengaja dikosongkan*



## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	vi
LEMBAR PENGESAHAN.....	ix
ABSTRAK .....	xi
<i>ABSTRACT</i> .....	xiii
KATA PENGANTAR.....	xv
DAFTAR ISI.....	xvii
DAFTAR TABEL .....	xix
DAFTAR GAMBAR .....	xx
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Berlakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	1
1.3 Tujuan penelitian.....	2
1.4 Batasan Penelitian .....	2
1.5 Manfaat .....	2
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>3</b>
2.2 Daerah Tangkap Ikan dan Sistem distribusi ikan.....	3
2.3 Kebutuhan Ikan Kaleng di Pasaran.....	5
2.4 Teknologi Pengalengan .....	6
2.5 Perencanaan layout pabrik.....	15
2.6 Kebutuhan steam.....	16
2.7 Beban panas .....	17
2.8 Perhitungan Kapasitas Udara.....	22
2.9 Siklus Refrigerasi.....	22
2.10 Menghitung kapasitas atau debit fluida.....	25
2.11 Menghitung kerugian aliran fluida.....	25
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....</b>	<b>27</b>
3.1 Sumber Data.....	27
3.2 Variable Penelitian.....	27
3.3 Diagram Alur Penelitian .....	27
3.4 Langkah-Langkah Penelitian .....	28
<b>BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>31</b>

4.1 Data yang akan diolah (kapal Perikanan 200GT).....	31
4.2 Perhitungan kapasitas Produksi.....	31
4.3 Alur Produksi dan Pemilihan peralatan pengalengan ikan .....	32
4.4 Perhitungan Bahan Pengalengan.....	40
4.5 Perhitungan beban panas dan kebutuhan steam sterilisasi .....	43
4.6 Perhitungan desain tangki dan <i>Storage</i> penunjang pengalengan .....	44
4.7 Perhitungan daya dari alat penunjang sistem pengalengan .....	45
4.8 Analisa layout produksi pengalengan ikan di kapal perikanan 200 GT .....	59
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....	61
5.1 Kesimpulan .....	61
5.2 Saran.....	61
DAFTAR PUSTAKA.....	63
LAMPIRAN .....	66
BIODATA PENULIS.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1	Spesifikasi Kapal.....	3
Tabel 2. 2	Temperatur Asumsi Batas Pada Kapal Dagang.....	17
Tabel 2. 3	<i>Overall Transmission Coefficient for Merchant Ship Refrigerated Space</i> .....	17
Tabel 2. 4	<i>Konduktivitas Thermal dari Material insulasi (ASHRAE)</i> .....	18
Tabel 2. 5	<i>Refrigerated Ships's Store Temperature for Merchant Ships</i> .....	19
Tabel 2. 6	<i>Stowage Densities of Common Refrigerated Product</i> .....	19
Tabel 2. 7	<i>Product Load Data</i> .....	19
Tabel 2. 8	<i>Product Load Data for Cargo</i> .....	20
Tabel 2. 9	Electric Motor Efficiencies.....	20
Tabel 2. 10	Beban panas dari orang.....	21
Tabel 2. 11	Panas dari Lampu.....	21
Tabel 4. 1	Spesifikasi ruang muat.....	31
Tabel 4. 2	Perhitungan kapasitas minimal produksi.....	31
Tabel 4. 3	Detai spesifikasi peralatan-peralatan di meja potong.....	35
Tabel 4. 4	Perlengkapan dan spesifikasi pada meja persiapan.....	36
Tabel 4. 5	Spesifikasi over head crane.....	39
Tabel 4. 6	Spesifikasi pompa air tawar.....	47
Tabel 4. 7	Spesifikasi pompa bumbu.....	48
Tabel 4. 8	Konduktivitas termal material <i>cold storage</i> .....	49
Tabel 4. 9	Hasil Perhitungan Beban Panas Transmisi.....	50
Tabel 4. 10	Data Kapasitas dari ruang penyimpanan.....	50
Tabel 4. 11	Hasil Perhitungan Beban Panas Produk Ruang penyimpanan.....	51
Tabel 4. 12	Hasil perhitungan beban panas infiltrasi dari ruang penyimpanan.....	51
Tabel 4. 13	Hasil Perhitungan beban panas total dari ruang penyimpanan.....	52
Tabel 4. 14	Daya komponen sistem refrigerasi pada ruang penyimpanan.....	53
Tabel 4. 15	Daya dan kapasitasn komponen pada main <i>cold storage</i> .....	54
Tabel 4. 16	Luasan perpindahan panas pada ruang produksi.....	55
Tabel 4. 17	Heat rate workshop activity.....	55
Tabel 4. 18	Distribusi udara ke ruang produksi.....	57
Tabel 4. 19	<i>Pressure drop</i> pada <i>ducting</i> ruang produksi.....	58
Tabel 4. 20	Spesifikasi Fan ruang produksi.....	58
Tabel 4. 21	Tabel spesifikasi AHU ruang produksi.....	58
Tabel 4. 22	List daya komponen sistem pengalengan dan penunjang.....	59

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1	Peta Perikanan daerah tangkap dan potensi ikan .....	4
Gambar 2. 2	Distribusi Ikan .....	5
Gambar 2. 3	Gambar Grafik Pertumbuhan Jumlah Perusahaan Pengalengan Ikan .....	6
Gambar 2. 4	Proses pemotongan tubuh ikan .....	7
Gambar 2. 5	Pencucian ikan .....	8
Gambar 2. 6	Pengisian ikan pada kaleng.....	8
Gambar 2. 7	Proses pemasukan kaleng pada exhaust box.....	9
Gambar 2. 8	Proses penirisan .....	9
Gambar 2. 9	Pengisian saus tomat.....	10
Gambar 2. 10.	Penutupan kaleng.....	10
Gambar 2. 11	Kaleng dimasukkan kedalam <i>retort</i> .....	11
Gambar 2. 12	Kaleng pada bak pendingin .....	12
Gambar 2. 13	Kaleng diinkubasi pada ruang pengemasan.....	12
Gambar 2. 14	Labelling.....	13
Gambar 2. 15	Proses labelling dan pengemasan .....	13
Gambar 2. 16	Penyimpanan produk .....	14
Gambar 2. 17	Contoh layout pabrik sistem lintas produksi.....	15
Gambar 2. 18	Siklus Ideal Refrigerasi Kompresi Uap.....	23
Gambar 3. 1	<i>Diagram Alur Penelitian</i> .....	28
Gambar 4. 1	Dimensi kaleng ikan .....	32
Gambar 4. 2	Alur Proses produksi pengalengan ikan di kapal.....	33
Gambar 4. 3	Layout 3D penempatan alat pengalengan.....	40
Gambar 4. 5	Alat pengalengan .....	67

## BAB I PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Berlakng

Prospek pembangunan perikanan dan kelautan Indonesia dengan data Tahun 2014 Potensi lestari (*maximum sustainable yield/MSY*) sumber daya perikanan tangkap Indonesia sebesar 6,4 juta ton per tahun. Sedangkan potensi yang dapat dimanfaatkan (*allowable catch*) sebesar 80% dari MSY yaitu 5,12 juta ton per tahun. Namun demikian, telah terjadi ketidak seimbangan tingkat pemanfaatan sumber daya perikanan antar kawasan dan antar jenis sumber daya. Di sebagian wilayah telah terjadi gejala tangkap lebih (*over fishing*) seperti di Laut Jawa dan Selat Malaka, sedangkan di sebagian besar wilayah timur tingkat pemanfaatannya masih di bawah potensi (KPPN, 2014). Produk ikan yang dihasilkan oleh Indonesia bermacam-macam salah satunya adalah ikan kaleng. Industri pengalengan ikan sarden di Indonesia mulai berkembang sejak Tahun 1970 dan terus berkembang dari tahun ke tahun dibuktikan dengan pertumbuhan jumlah perusahaan pengalengan di Indonesia. Pada Tahun 1990 hanya ada 18 perusahaan ikan kaleng, kemudian pada Tahun 2014 menurut data Badan Pusat Statistika (BPS) telah ada 77 perusahaan ikan kaleng yang berdiri di Indonesia. Pertumbuhan jumlah perusahaan pengalengan ikan tentunya juga berkaitan dengan peningkatan permintaan ikan kaleng di pasaran. Namun mengacu pada data dari 4 perusahaan pengalengan terbesar di Indonesia (CR4) pengolahan ikan dalam kaleng selama 25 tahun selalu berfluktuasi, hal ini salah satu penyebabnya adalah bahan baku ikan untuk pengalengan beberapa masih impor dari cina. (Ginoga, 2017)

Sistem distribusi ikan untuk bahan baku pengalengan di Indonesia cukup panjang dan memakan waktu yang lama. Menurut penelitian yang sebelumnya rantai distribusi ikan terbagi atas tiga *tier* yaitu mulai dari nelayan sebagai *tier* pertama kemudian ke supplier atau pengepul sebagai *tier* kedua dan yang terakhir adalah ke manufaktur sebagai *tier* ke tiga (Guritno, 2015). Sehingga pada penelitian ini akan dibuat perubahan alur sistem pengalengan ikan mendi lebih ringkas dengan memangkas rantai distribusi ikan dari nelayan langsung bisa diproses menjadi ikan kaleng ke dalam kapal pemrosesan ikan yang didalamnya terdapat teknologi pengalengan ikan. Pada penelitian ini mengambil objek penelitian Kapal perikanan 200 GT dengan memodifikasi sistem pengalengan ikan didalamnya. Adanya modifikasi desain sistem pengalengan ikan pada kapal perikanan 200 GT diharapkan dapat menjaga kualitas dari produk ikan kaleng sesuai Standart Nasional Indonesia (SNI) NO 2712:2013 tentang ikan dalam kemasan kaleng, Sehingga ikan yang sudah dikalengkan di dalam kapal tersebut dapat langsung diangkut dan dijual ke pasar dengan cepat dan industri pengalengan ikan di Indonesia akan semakin maju.

### 1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian sistem Pengalengan pada Kapal perikanan 200 GT adalah sebagai berikut.

1. Berapa kapasitas produksi ikan kaleng yang dapat dicapai oleh sistem pengalengan ikan di dalam Kapal perikanan 200 GT ?
2. Berapa beban panas total yang dibutuhkan untuk mendesain sistem sterilisasi pengalengan pada Kapal perikanan 200 GT ?

3. Berapa kebutuhan daya dari masing-masing sistem pengalengan ikan di Kapal perikanan 200 GT ?
4. Bagaimana *detail engineering drawing* di dalam sistem sterilisasi dan layout sistem pengalengan pada Kapal perikanan 200 GT ?

### **1.3 Tujuan penelitian**

Tujuan dari penelitian ini antara lain adalah:

1. Untuk mengetahui kapasitas produksi ikan kaleng yang dapat dicapai oleh sistem pengalengan ikan di dalam Kapal perikanan 200 GT ?
2. Untuk mengetahui beban panas total yang dibutuhkan untuk desain sistem sterilisasi pengalengan di Kapal perikanan 200 GT
3. Untuk mengetahui kebutuhan daya dari masing-masing komponen sistem sistem pengalengan.
4. Mengetahui *detail engineering drawing* sistem sterilisasi dan layout sistem pengalengan yang sesuai dengan Kapal perikanan 200 GT.

### **1.4 Batasan Penelitian**

Batasan dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Data yang diperoleh dari penelitian ini terbatas pada rancangan umum dan daya generator.
2. Pada penelitian ini difokuskan pada teknis sistem pengalengan dan sistem sterilisasi.
3. Pada penelitian ini tidak memperhitungkan kesetabilan kapal.
4. Tidak memerhitungkan biaya.

### **1.5 Manfaat**

Adapun manfaat yang bisa diambil dari penelitian antara lain adalah

1. Dapat dijadikan referensi untuk mendesain sistem sterilisasi untuk pengalengan pada dibuat.
2. Menambah pengetahuan bagi pembaca untuk desain sterilisasi untuk sistem pengalengan pada kapal perikanan.

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Kapal Perikanan 200 GT

Kapal perikanan yang didesain berkapasitas 200 GT dan menggangkut ikan beku. Kapal ini terbuat bahan baja carbon steels, berbaling-baling dua (*twin screw*) dan digerakkan oleh mesin diesel inboard. Kapal perikanan ini memiliki 6 ruang muat yang terdiri atas 2 *freezer* dan 4 ruang penyimpanan. Spesifikasi kapal dapat dilihat di Tabel 2.1.

Tabel 2. 1 Spesifikasi Kapal

Lengh Over All (LOA)	29,10 Meter
Lengh Per Pendicular (LPP)	25,4 Meter
Breadth (B)	7 Meter
Depth (H)	3,65 Meter
Draft (T)	2,85 Meter
Speed (Vs)	12 Knot
Main <i>Engine</i>	2x660 HP
Crew	7 Orang
Class	Ki + A 100 I (P) Kapal Angkut Ikan Hidup + SM

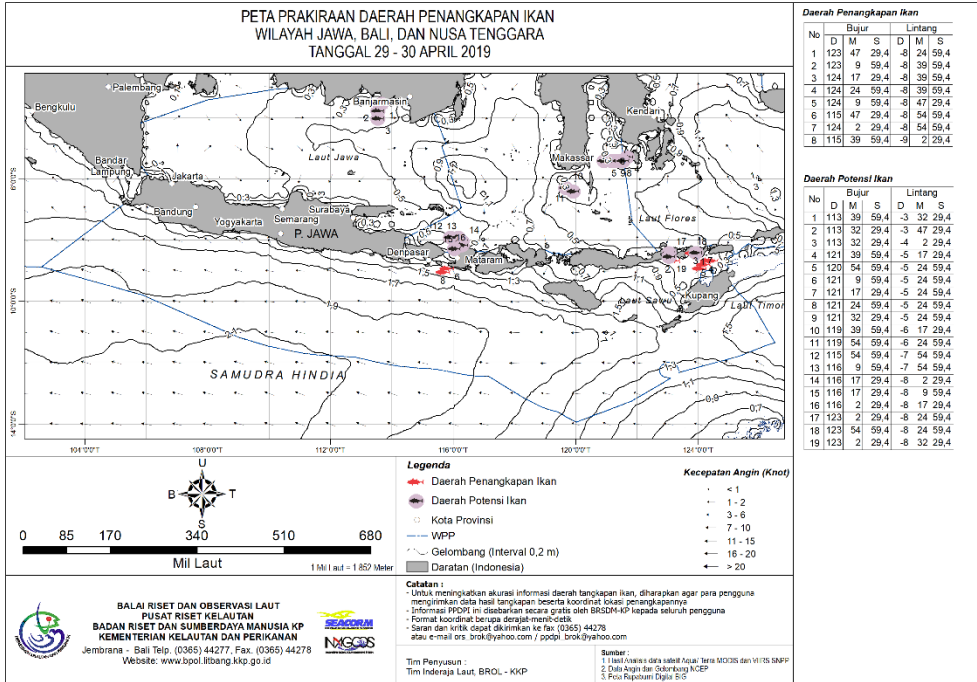
Perincian ini saling berhubungan dan saling melingkupi dengan Gambar Rencana umum yang terlampir. Gambar rencana umum dapat dilihat pada lampiran.

Sistem penyimpanan ikan di dalam Kapal perikanan 200 GT ini adalah sebagai berikut :

1. Tahap pertama adalah Ikan masuk pada palka dan disortir di dalam ruang sortir.
2. Ikan yang sudah disortir dimasukkan di dalam *freezer* untuk dibekukan dengan sistem *Quick Freezing*.
3. Ikan yang sudah beku dimasukkan di dalam Ruang penyimpanan untuk dijaga Temperaturnya agar tetap pada kondisi beku.

### 2.2 Daerah Tangkap Ikan dan Sistem distribusi ikan.

Hasil penelusuran dari web site Balai Riset dan Observasi Laut Kementerian Kelautan Dan Perikanan Republik Indonesia di dapatkan daerah tangkap dan daerah berpotensi ikan. Daerah-daerah tangkap ikan tersebut di jelaskan dalam peta pada Gambar 2.1



Gambar 2. 1 Peta Perikanan daerah tangkap dan potensi ikan

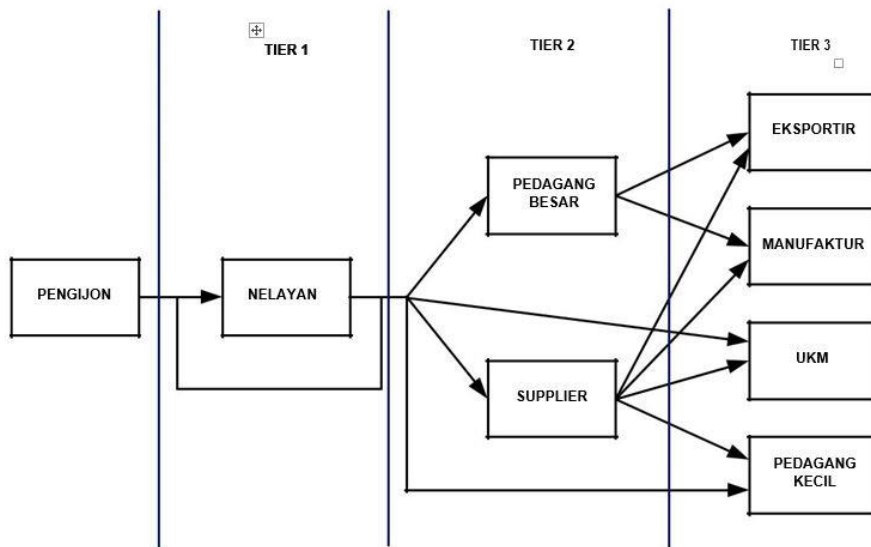
Sumber : Balai Riset dan Observasi Laut KKPRI

Pada peta di atas dijelaskan dengan menggunakan simbol merah yang merupakan daerah tangkap ikan dan simbol ungun untuk daerah potensi ikan. Dengan membaca peta tersebut daerah tangkap ikan dan potensi ikan di Jawa adalah di daerah lautan selat antara Jawa, Bali dan Mataram, daerah tangkap ikan tersebut merupakan daerah tangkap untuk kapal-kapal ikan yang berukuran lebih dari >30GT.

Sistem distribusi ikan menurut penelitian (Guritno, 2015) yang dilakukan pada 11 TPI yang tersebar di 4 propinsi di pulau Jawa yang mewakili Pantai Utara dan Selatan Jawa, yaitu Jawa Barat (Pelabuhan Ratu dan Indramayu), Jawa Tengah (Kendal, Pekalongan, Tegal, Cilacap), DI Yogyakarta (Sadeng – Gunung Kidul), Jawa Timur (Pacitan, Trenggalek, Tulungagung, Lamongan).

Sebelas sampel yang dijadikan objek penelitian ini memiliki karakteristik sistem logistik yang khas. Kekhasan masing-masing objek ini dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti: letak geografis, jenis ikan unggulan hasil tangkapan, dan jenis pengolahan lanjutan dari ikan tersebut. Gambaran distribusi Ikan di Indonesia dari 11 PPP di secara umum di jelaskan pada Gambar 2.2.





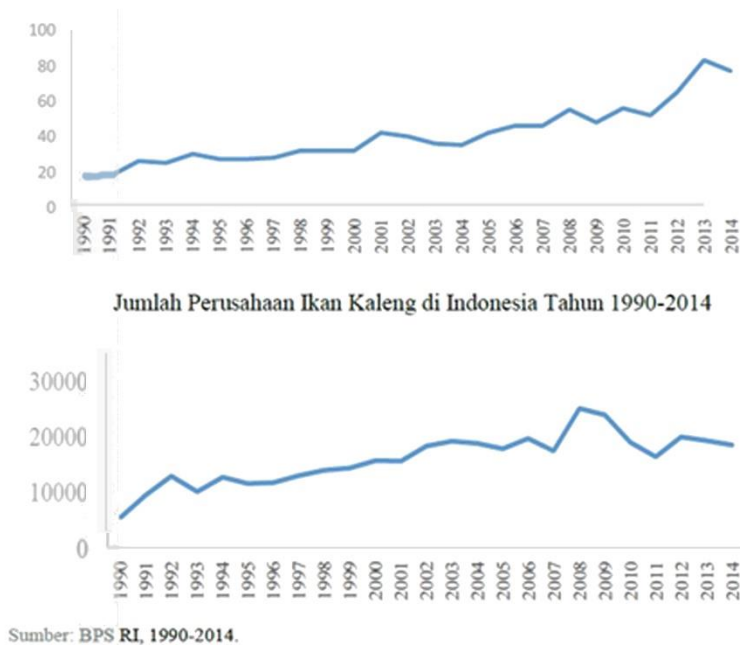
Gambar 2. 2 Distribusi Ikan

Rantai pasok ikan bermula dari nelayan sebagai *tier* pertama, yang kemudian ikan didistribusikan ke pedagang besar, *supplier*, Usaha Kecil Menengah (UKM), dan pedagang kecil. Pedagang besar merupakan pedagang yang membeli ikan dari nelayan dalam jumlah yang besar dengan jenis ikan tertentu. Pada umumnya pedagang besar membeli ikan untuk kemudian didistribusikan ke perusahaan manufaktur (pengalengan ikan, *fillet* ikan dan sebagainya), atau ke eksportir apabila kualitas ikan baik dan memenuhi standar ekspor. *Supplier* adalah pelaku yang membeli ikan dalam jumlah besar (borongan) dan cenderung menerima semua jenis ikan yang didapatkan oleh nelayan. Ikan dari *supplier* ini kemudian didistribusikan ke eksportir, perusahaan manufaktur, UKM, dan pedagang kecil (eceran). Objek pendistribusian ini dipilih berdasarkan tingkat kebutuhan ikan dan juga tingkat harganya. Pada *tier supplier* ini tidak menutup kemungkinan untuk menyimpan ikan tangkap segar terlebih dahulu dengan tujuan untuk menstabilkan harga.

### 2.3 Kebutuhan Ikan Kaleng di Pasaran

Kebutuhan Ikan kaleng di pasaran menurut data yang di peroleh dari ditjen perikanan adalah tertinggi ke dua setelah kebutuhan ikan beku. kebutuhan tersebut terus meningkat dari tahun ketahun. Menurut Ditjen perikanan Ikan kaleng adalah komoditas ekspor andalan setelah udang di Indonesia. Bila dilihat dari pertumbuhan rata-rata volume ekspor untuk komoditas udang sebesar 7,25 persen dan rata-rata pertumbuhan ekspor ikan kaleng pada 5 tahun adalah 10,27 persen. Rata-rata persentase pertumbuhan nilai ekspor perikanan mengalami penurunan sebesar 2,41 persen, namun untuk ikan kaleng terjadi kenaikan sebesar 6,24 persen. Penurunan nilai rata-rata ekspor komoditas perikanan tersebut terjadi akibat penurunan volume ekspor yang cukup tajam pada Tahun 2002. Data terbaru pada semester 1 (Januari-Juni) 2019, penjualan komoditi perikanan Sulut mencapai USD 75.891.309 atau setara Rp. 1.077.277.130.000. Tahun 2018 dalam

periode yang sama ekspor komoditi Sulut mencapai USD 61.371.649 atau Rp 861 Miliar, jadi ada peningkatan sebesar 23,66 persen jika dibandingkan dengan Tahun 2019. Dari laporan tersebut nilai ekspor terbesar dipegang oleh komoditi frozen tuna (tuna beku) yang mencapai USD 30.269.224 atau Rp 420 Miliar. Sedangkan komoditi perikanan Sulut yang paling banyak diekspor adalah Canned Fish atau ikan kaleng yang mencapai 7662 ton. (BKIPM, 2019)



Gambar 2. 3 Gambar Grafik Pertumbuhan Jumlah Perusahaan Pengalengan Ikan dan Jumlah Pekerja

Sumber: Institut Pertanian Bogor

Grafik tersebut menjelaskan peningkatan jumlah perusahaan pengalengan ikan dan jumlah pegawai pengalengan ikan mulai Tahun 1990-2014. Kenaikan jumlah perusahaan tentunya di karenakan banyaknya permintaan ikan kaleng di pasaran. Tahun 1990 Indonesia hanya ada 18 perusahaan ikan kaleng, kemudian berkembang pada Tahun 2014 telah ada 77 perusahaan ikan kaleng yang berdiri di Indonesia. Peningkatan jumlah perusahaan tentunya akan mempengaruhi banyaknya tenaga kerja. Pada Tahun 1990 industri ikan kaleng di Indonesia hanya memiliki 5,448 orang pekerja kemudian pada Tahun 2014 jumlah pekerja telah mencapai 18,496 orang. Tahun 2008 merupakan tahun yang menyerap tenaga paling banyak yaitu sebanyak 25,123 orang. Hal ini cukup menunjukkan perkembangan industri ikan kaleng di Indonesia. (Ginoga, 2017)

## 2.4 Teknologi Pengalengan .

Pengawetan makanan dalam kaleng diartikan sebagai suatu cara pengolahan dengan menggunakan suhu sterilisasi ( $110^{\circ}\text{C} - 120^{\circ}\text{C}$ ) yang bertujuan menyelamatkan bahan makanan itu dari proses pembusukan (Vatria, 2006). Dalam penelitian ini bahan yang akan dikalengkan adalah ikan, sehingga perlu beberapa tahap dalam proses pengalengannya. Menurut Standar Nasional Indonesia (SNI) 2712:2013 produk ikan

kemasan kaleng yang membahas tentang standar ikan dalam kemasan kaleng hasil sterilisasi menerangkan beberapa tahapan dalam pengalengan antara lain adalah:

#### 2.4.1 Persiapan Bahan Baku

Ikan-ikan hasil tangkap yang di bawa oleh kapal harus disortir terlebih dahulu sebelum digunakan dalam proses produksi. Penyortiran ikan difungsikan untuk mengolompokan jenis ikan dan besar kecilnya ikan yang akan dikalengkan. Ikan –ikan yang akan dikalengkan merupakan ikan segar hasil tangkap para nelayan yang di storkan ke kapal pengalengan ikan. Pada pengalengan ikan dikapal yang akan dibahas di penelitian ini adalah ikan sarden dan ikan tembang.

#### 2.4.2 Pemotongan dan Pengeluaran Isi Perut

Ikan lemuru yang akan diproses untuk dijadikan ikan sarden kaleng terlebih dahulu dipotong pada bagian belakang kepala dan mengeluarkan isi perut ikan, kemudian memotong bagian ekor. Hal tersebut telah sesuai dengan SNI 3548.3:2010 yang menyebutkan bahwa proses pemotongan dilakukan dengan cara membuang kepala, isi perut, sirip dan ekor ikan.

Ikan lemuru dikenal sebagai ikan yang memiliki jumlah sisik yang banyak maka ikan tersebut dimasukkan kedalam alat *drum rotary washer* untuk menghilangkan sisiknya. Ikan yang telah berukuran kecil tidak perlu pemotongan tubuhnya, namun bila ikan memiliki ukuran yang besar maka harus dipotong menjadi dua bagian. Pemotongan ini dilakukan secara manual dengan menggunakan pisau dan talenan. Ukuran ikan diusahakan seragam dan disesuaikan dengan ukuran kaleng pada produk tertentu.



Gambar 2. 4 Proses pemotongan tubuh ikan

Sumber : PT. Maya Food Industries (2014)

#### 2.4.3 Pencucian

Ikan yang telah siap untuk dimasukkan ke dalam kaleng, terlebih dahulu dicuci dengan air bersih yang mengalir. proses pencucian ikan dilakukan dengan tujuan untuk menghilangkan darah, lendir, lemak dan kotoran lainnya. Karyawan yang bekerja dibagian ini diwajibkan mengenakan sarung tangan untuk menjaga kebersihan dan kesterilan bahan yang sedang diolah. (Kurniawati, 2014)



Gambar 2. 5 Pencucian ikan  
Sumber : PT. Maya Food Industries (2014)

#### 2.4.4 Pengisian (*Filling*)

Proses kegiatan berikutnya dilanjutkan dengan pengisian ikan kedalam kaleng. Banyaknya ikan yang dimasukkan harus disesuaikan dengan ukuran dan berat kaleng untuk suatu produk tertentu. Pengisian ikan di PT. Maya Food Industries ini berdasarkan pada perasaan (*filling*) dari karyawan sehingga hasilnya tidak selalu tepat sesuai berat yang seharusnya. Hal tersebut tidak sesuai dengan SNI 3548.3:2010 yang mengatakan bahwa ikan dimasukkan kedalam kaleng dan ditimbang secara cepat, cermat dan saniter. Pengisian daging ikan dalam kaleng dengan posisi yang berselang-seling antara bagian badan dengan ekor.



Gambar 2. 6 Pengisian ikan pada kaleng  
Sumber : PT. Maya Food Industries (2014)

#### 2.4.5 Pemasakan Awal (*Pre cooking*)

Ikan yang berada di dalam kaleng selanjutnya dilakukan pemasakan awal atau dapat pula dikatakan proses penghampaan udara (*exhausting*) karena merupakan proses pengeluaran sebagian besar oksigen dan gas-gas lain dari dalam wadah agar tidak bereaksi dengan produk sehingga tidak mempengaruhi mutu, nilai gizi dan umur simpan produk kalengan. Selain itu menurut, *exhausting* berguna untuk memberikan ruangan bagi pengembangan produk selama proses sterilisasi sehingga kerusakan wadah akibat tekanan produk dari dalam dapat dihindarkan, juga berguna untuk menaikkan suhu produk di dalam wadah sampai mencapai suhu awal (*initial temperature*).

Proses *exhausting* di PT. Maya Food Industries dilakukan selama 18-20 menit dengan suhu 90°C dan telah sesuai dengan SNI 3548.3:2010. Proses ini dapat digunakan untuk

mempertahankan suhu didalam kaleng sehingga untuk proses sterilisasi dapat berjalan lebih efektif, mendapatkan tekstur yang sesuai, menginaktifkan enzim dan dapat membunuh mikroba lebih awal. (Kurniawati, 2014)



Gambar 2. 7 Proses pemasukan kaleng pada exhaust box  
Sumber : PT. Maya Food Industries (2014)

#### 2.4.6 Penirisan (*Drying*)

Penirisan dilakukan untuk mengeluarkan air dalam kaleng sisa dari pemanasan *pre cooking*. Sesuai SNI 3548.3:2010 kaleng diletakkan secara terbalik dengan cara *conveyor* yang membalik secara otomatis sehingga isi kaleng tidak ikut terbuang, dengan demikian air dapat ditiriskan. Air didalam kaleng perlu dibuang agar saus yang akan dimasukkan tidak mengalami perubahan rasa. Setelah itu kaleng akan kembali pada posisi semula untuk masuk ketahap berikutnya.



Gambar 2. 8 Proses *penirisan*  
Sumber : PT. Maya Food Industries (2014)

#### 2.4.7 Pengisian Medium (*Filling Medium*)

Setelah kaleng ditiriskan dari air, kemudian kaleng diisi dengan saus tomat. Medium pengalengan tersebut dapat memberikan cita rasa pada produk kaleng. Saus tomat sebelum dimasukkan kedalam kaleng terlebih dahulu dicampur dengan bahan-bahan lain yang terdiri dari pasta saus ditambah dengan air, garam dan *Modified Corn Starch* (MCS). Bahan-bahan tersebut dimasak pada kuali dengan sistem uap hingga saus bersuhu 70°C. Kemudian dialirkan melalui pipa-pipa menuju ke pengisian kaleng dengan adanya katup pengeluaran saus yang dilengkapi dengan kran pembuka. Menurut SNI 01-2712.2-1992,



suhu medium tidak boleh kurang dari 70°C, karena jika suhu medium semakin tinggi akan menyebabkan kondisi vakum semakin tinggi. Pada suhu yang tinggi peluang udara yang terperangkap diantara bagian produk dalam kaleng lebih kecil. *Head space* yang terbentuk sebesar tiga milimeter kurang dari batas *head space* yang seharusnya yaitu tidak boleh kurang dari 0,25 inchi atau enam millimeter. Bila *head space* terlalu kecil akan menyebabkan kecepatan pemindahan panas menurun, sehingga waktu pengolahan menjadi lebih lama. (Kurniawati, 2014)



Gambar 2. 9 Pengisian saus tomat  
Sumber : PT. Maya Food Industries (2014)

#### 2.4.8 Penutupan Kaleng (*Seaming*)

Kaleng yang telah berisi ikan dan saus tomat kemudian melewati *can seamer* yang merupakan alat untuk menutup kaleng. Penutupan kaleng merupakan tahap pekerjaan yang sangat penting dalam pengalengan. Kaleng yang tidak rapat mengakibatkan terjadinya kontaminasi dan ada udara masuk yang dapat merusak makanan dalam kaleng. Usaha untuk mencegah kebocoran kaleng, maka kaleng ditutup secara ganda lipatan dan pada sambungannya dilapisi dengan senyawa semen atau *lacquer* bercampur karet. Produk yang tidak berhasil pada penutupan kaleng bila telah melewati sterilisasi atau pendinginan maka produk akan dibuang dan dijadikan tepung ikan, sedangkan bila produk tersebut telah diketahui saat selesai penutupan maka dapat dilakukan *repacking*. (Kurniawati, 2014)



Gambar 2. 10. Penutupan kaleng  
Sumber : PT. Maya Food Industries (2014)

### 2.4.9 Sterilisasi

Sterilisasi adalah metode dasar dalam pengawetan ikan dengan teknik pengalengan. Kaleng yang telah dikeluarkan dari bak air dari proses pencucian kemudian dimasukkan ke dalam mesin *retort horizontal* untuk dilakukan proses sterilisasi. Proses ini merupakan bagian yang penting dalam proses pengalengan karena sterilisasi tidak hanya bertujuan untuk menghancurkan mikroba pembusuk dan patogen, tetapi juga berguna untuk membuat produk menjadi cukup masak, yaitu dilihat dari penampilannya, teksturnya dan cita rasa sesuai yang diinginkan (Kurniawati, 2014).

Sterilisasi dilakukan pada suhu  $117^{\circ}\text{C}$  dan tekanan  $0,70\text{-}0,80\text{ kg/cm}^2$  dengan waktu yang berbeda bergantung pada besar kecilnya ukuran kaleng. Untuk kaleng yang berukuran besar (kaleng tipe 301) sterilisasi dilakukan selama 90 menit, sedangkan untuk kaleng kecil (kaleng tipe 202) selama 80 menit. Pada proses ini diusahakan mencapai suhu  $117^{\circ}\text{C}$  tersebut, karena bila suhu tidak tercapai, produk tersebut akan dinilai gagal dan perlu diulang kembali.

Diantara bakteri-bakteri yang berhubungan dengan pengalengan ikan, *Clostridium botulinum* adalah yang paling berbahaya. Bakteri tersebut dapat menghasilkan racun *botulin* dan membentuk spora yang tahan panas. Pemanasan selama empat menit pada suhu  $120^{\circ}\text{C}$  atau 10 menit pada suhu  $115^{\circ}\text{C}$  sudah cukup untuk membunuh semua *strain C. botulinum* (A-C). Karena sifatnya yang tahan panas, jika proses pengalengan dilakukan secara tidak benar, bakteri tersebut dapat aktif kembali selama penyimpanan. Selain itu, ikan termasuk ke dalam makanan golongan berasam rendah, yaitu mempunyai kisaran pH 5,6-6,5. Adanya medium pengalengan dapat meningkatkan derajat keasaman (menurunkan pH), sehingga produk dalam kaleng menjadi awet. Pada tingkat keasaman yang tinggi, *Clostridium botulinum* tidak dapat tumbuh. (Saenin, 1986)



Gambar 2. 11 Kaleng dimasukkan ke dalam *retort*

Sumber : PT. Maya Food Industries (2014)

### 2.4.10 Pendinginan (*Cooling*)

Kaleng yang selesai disterilisasi kemudian dilakukan pendinginan dalam *retort* sampai suhunya turun menjadi  $35\text{-}40^{\circ}\text{C}$ , dengan menyemprotkan air selama 20 menit sesuai dengan SNI 3548.3:2010. Penyemprotan bertujuan untuk mencegah terjadinya *over cooking* atau *over processing*. Kemudian pendinginan dilanjutkan di bak pendingin pada air biasa (suhu  $20^{\circ}\text{C}$ ) selama 15-20 menit dengan keadaan kaleng masih berada di dalam *basket*, yang dipindahkan dari *retort* dengan bantuan katrol. Kemudian *basket* diangkat dari bak air dan ditiriskan.

Wadah harus cepat didinginkan segera setelah proses sterilisasi selesai, dengan tujuan untuk memperoleh keseragaman (waktu dan suhu) dalam proses dan untuk mempertahankan mutu produk akhir. Selama produk berada pada suhu antara suhu ruang dan suhu proses, pertumbuhan spora bakteri tahan panas akan distimulir dan bakteri yang masih bertahan hidup mengalami *shock* sehingga akan mati (Kurniawati, 2014).



Gambar 2. 12 Kaleng pada bak pendingin

Sumber : PT. Maya Food Industries (2014)

#### 2.4.11 Inkubasi

Kaleng yang telah ditiriskan kemudian dimasukkan kedalam gudang *labelling* untuk diinkubasi selama satu minggu pada suhu ruang (28-30°C) dengan keadaan masih di dalam *basket*. Berbeda dengan SNI 3548.3:2010 yang menyatakan bahwa inkubasi dilakukan selama dua minggu pada suhu ruang dalam posisi terbalik. Tujuan inkubasi adalah untuk mengontrol kualitas produk yang telah dihasilkan, bila masih terdapat adanya *Clostridium* sp. dalam kaleng maka kemasan kaleng akan terlihat menggelembung. Bila setelah diinkubasi kaleng tetap dalam keadaan baik maka produk dinilai aman dan siap untuk dipasarkan.



Gambar 2. 13 Kaleng diinkubasi pada ruang pengemasan

Sumber : PT. Maya Food Industries (2014)

#### 2.4.12 Pemberian Label dan Pengemasan (*Labelling and Packing*)

Produk yang tidak mengalami perubahan selama masa inkubasi, sebelum dikemas dalam karton terlebih dahulu diberi tanggal kadaluarsa dan kode produksi. Tujuan *labelling* ini menurut Hudaya (2008), perlu dilakukan untuk memudahkan pemeriksaan jika ada suatu kerusakan atau kelainan yang terjadi pada produk akhir yang dihasilkan. Dengan demikian dapat diminimalisir kerusakan yang sama bila kerusakan tersebut



disebabkan kesalahan pabrik. Adanya tanggal kadaluarsa dapat diketahui batas waktu kapan produk tersebut dapat dikonsumsi dan tidak membahayakan untuk konsumen.

*Labelling* menggunakan mesin pencetak kode otomatis dengan cara kaleng-kaleng dikeluarkan dari keranjang besi secara manual dan dilewatkan *belt conveyor* menuju ke mesin tersebut. Sebelum masuk ke mesin pencetak, tutup kaleng yang lewat dibersihkan dengan lap bersih dan dilakukan sortasi bila ditemukan kaleng-kaleng yang rusak seperti penyok. Bila kaleng tersebut masih dapat diperbaharui maka produk tersebut akan dikemas ulang, sedangkan untuk kaleng yang rusak fatal seperti ikannya rusak maka kaleng akan dibuka dan isinya dibuang ke bagian limbah untuk dijadikan tepung ikan. Berikut contoh pemberian kode pada produk kaleng :



Gambar 2. 14 Labelling

Sumber : PT. Maya Food Industries (2014)

Keterangan kode produksi :

MFI : nama perusahaan (PT. Maya Food Industries)

AT : *supplier* kaleng (PT. Ancol Terang)

L : jenis ikan (Lemuru)

02/03 : nomor *retort*/masakan ke-

04 OCT 2015 : tanggal kadaluarsa 04 Oktober 2015 dan tanggal produksi 04 Oktober 2012

Setelah kaleng ikan diberi label, kaleng dimasukkan kedalam karton sehingga mempermudah dalam pengangkutan dan pengiriman. Kaleng dimasukkan kedalam karton dengan jumlah sesuai kapasitas karton dan disusun dengan rapi agar tidak merusak kaleng. Cara pengepakan kaleng sarden ini yaitu memasukkan kaleng dengan tutup dibagian atas. Pada bagian luar karton juga diberikan label sama seperti pada kemasan kaleng didalamnya.



Gambar 2. 15 Proses labelling dan pengemasan

Sumber : PT. Maya Food Industries (2014)

### 2.4.13 Penyimpanan (*Storage*)

Penyimpanan merupakan kegiatan akhir sebelum pendistribusian produk baik ke pemesan maupun ke konsumen. Proses penyimpanan ini dilakukan di dalam gudang yang diusahakan selalu kering dan tidak terkena cahaya matahari langsung. Karton-karton tersebut diletakkan di atas *pallet* untuk menghindari kontak langsung antara karton dengan lantai gudang. Karton seharusnya ditumpuk sebanyak delapan susun karton, namun dalam pelaksanaan teknisnya di gudang PT. Maya Food Industries karton tersebut ditumpuk sebanyak sepuluh susun karena gudang kurang mencukupi bila diterapkan delapan susun. Telah dilakukan percobaan terlebih dahulu dan diketahui hingga tumpukan kesepuluh, kaleng dan karton belum mengalami kerusakan. Apabila produk ini akan dipasarkan maka menggunakan sistem *First In First Out* (FIFO). Produk yang pertama kali masuk akan dipasarkan terlebih dahulu, secara otomatis produk yang kadaluarsa dahulu akan dipasarkan lebih awal. Daya simpan dari produk yang dihasilkan ini rata-rata selama tiga tahun.



Gambar 2. 16 Penyimpanan produk  
Sumber : PT. Maya Food Industries (2014)

Satu hal yang harus diingat adalah bahwa pemanasan tidak dapat membunuh semua mikroba, khususnya *thermofilik* (tahan terhadap panas). Mikroba tahan panas tersebut tidak akan tumbuh pada kondisi penyimpanan yang normal. Apabila penyimpanan dilakukan pada ruang yang bersuhu cukup tinggi atau terkena cahaya matahari langsung, mikroba tahan panas tersebut akan aktif kembali dan merusak produk. Penyimpanan produk harus dilakukan pada suhu yang cukup rendah, seperti pada suhu kamar normal dengan kelembaban rendah. Akan menjadi lebih baik lagi bila disimpan pada lemari pendingin. Kondisi penyimpanan sangat berpengaruh terhadap mutu ikan dalam kaleng. Suhu yang terlalu tinggi dapat meningkatkan kerusakan cita rasa, warna, tekstur dan vitamin yang dikandung oleh bahan akibat terjadinya reaksi-reaksi kimia (Astawan, 2005). Hudaya (2008), menambahkan bahwa suhu penyimpanan yang dapat mempertahankan kualitas bahan yang disimpan adalah 15°C. Proses di atas harus dilakukan secara sistematis dan menggunakan bahan baku yang telah diatur oleh SNI 2712:2013 termasuk air yang digunakan dalam proses pencucian adalah standar air minum, hal ini dilakukan untuk menjaga agar proses pengalengan ikan dalam kondisi steril. Standar sistem pengalengan ikan juga diatur dalam SNI 2713:2013 yaitu sistem pengalengan menggunakan alat yang steril sebagai berikut :

1. Alat pelabelan
2. Alat pemotong

3. Alat pencucian
4. Alat pendinginan
5. Alat pengemas
6. Alat pengukus
7. Alat penutup kaleng
8. Alat sterilisasi
9. Keranjang plastic
10. Meja proses
11. Timbangan
12. Wadah

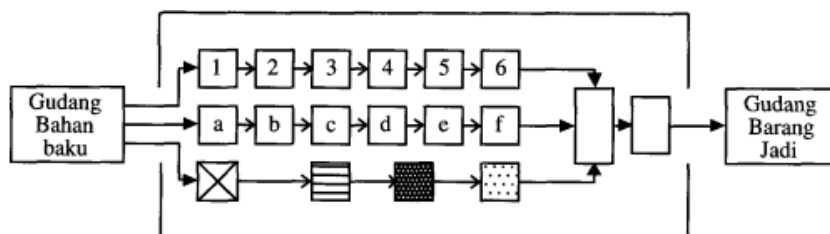
Semua peralatan yang digunakan dalam penanganan dan pengolahan ikan dalam kemasan kaleng hasil sterilisasi mempunyai permukaan yang halus dan rata, tidak mengelupas, tidak berkarat, tidak merupakan sumber cemaran mikroba, tidak retak, tidak menyerap air, tidak mempengaruhi mutu produk dan mudah dibersihkan (BSN, 2013).

## 2.5 Perencanaan layout pabrik

Perencanaan tata letak fasilitas produksi berhubungan erat dengan proses perencanaan dan pengaturan letak mesin, peralatan, aliran bahan, dan pekerja pada masing-masing stasiun kerja (work station). Pengaturan tata letak fasilitas produksi harus mempertimbangkan faktor-faktor berikut (Wignjosoebroto, 2003):

1. Jenis produk, termasuk didalamnya desain produk dan volume produksi.
2. Urutan proses, apakah atas dasar arus ataukah atas dasar proses.
3. Peralatan yang digunakan, baik teknologi, jenis, maupun kapasitas mesin.
4. Pemeliharaan dan penggantian mesin dan peralatan (maintenance and replacement).
5. Keseimbangan kapasitas antar mesin dan antar departemen (balance capacity).
6. Area tenaga kerja (employee area).
7. Area pelayanan (service area).
8. Feksibilitas (flexibility)

Pada penelitian ini akan menggunakan penataan layout peralatan produksi menggunakan sistem lintas produksi, yaitu penataan mesin-mesin berdasarkan urutan pengerjaan produk yang dibuat, dari awal sampai akhir. Tata letak ini bisa juga disebut tata letak produk. Karena mesin-mesin diatur berdasarkan urutan pengerjaan produk tertentu. Biasanya pabrik menggunakan tata letak ini untuk memproduksi produk dalam jenis yang terbatas.



Gambar 2. 17 Contoh layout pabrik sistem lintas produksi

Keunggulan dari sistem ini adalah sebagai berikut :

1. Lebih rendahnya ongkos penanganan material
2. Pengerjaan setiap mesin terspesialisasi sehingga bias disederhanakan dan dikerjakan oleh karyawan yang rendah ketrampilannya dan murah.
3. Rendahnya persediaan bahan setengah jadi
4. Pengendalian produksi lebih sederhana, karena variasi produk yang rendah dan aliran bahan sudah terdefinisi dengan jelas

Adapun kelemahannya:

1. Ketidak fleksibelan
2. Pekerjaan yang membosankan bagi para pekerja
3. Investasi mahal pada mesin-mesin khusus
4. Kesaling tergantungan antara mesin pada suatu lintasan yang tinggi. Bila satu mesin macet dapat menghentikan kerja mesin yang lain

## 2.6 Kebutuhan steam

Steam yang direncanakan dalam proses pengalengan ini digunakan untuk mensuplai *retort* sebagai alat untuk sterilisasi dan pengukusan ikan kaleng. dalam penelitian ini direncanakan hanya dua dimensi, dimana hanya dua batas suhu, dapat didefinisikan factor bentuk konduksi  $S$  sehingga dapat diperoleh rumus mencari aliran kalor sebagai berikut (Sitepu, 2011):

$$q = k.S.\Delta T \quad (2.1)$$

Dimana:

$q$  = Aliran Kalor

$k$  = konduktivitas termal untuk uap air (jenuh) = 0,0206 W/m.°C

$S$  = faktor bentuk konduksi

$\Delta T$  = Selisih temperatur (°C) yaitu selisih temperatur uap masuk *Sterilizer* dengan temperatur udara standart (atmosfer)

$$S = \frac{2\pi L}{\ln(r_1/r_0)} \quad (2.2)$$

Dimana :

$S$  = Faktor bentuk konduksi

$L$  = Panjang Silinder *Sterilizer* (m)

$r_0$  = jari – jari luar *Sterilizer* (m)

$r_1$  = jari – jari dalam *Sterilizer* (m)

Kebutuhan uap dihitung berdasarkan besarnya panas yang diperlukan pada *Sterilizer*

$$m_u = \frac{Q_{tot}}{h_g - h_x} \quad (2.3)$$

$m_u$  = masa aliran uap (kg/jam)

$Q_{tot}$  = panas yang diperlukan untuk proses perebusan (Kkal/jam)

$h_g$  = enthalpy uap masuk *Sterilizer* (Kkal/kg)

$h_x$  = entalphy kondensate keluar *Sterilizer* (Kkal/kg)

## 2.7 Beban panas

Ada 6 macam beban panas yang akan ditanggung oleh sistem refrigerasi dimana perhitungan desain beban pemanasnya dijelaskan dibawah ini :

### 2.7.1 Beban panas transmisi (Ht)

Beban panas akibat perbedaan temperature antara sisi dalam ruang *cargo* terhadap permukaan bagian luar ruang *cargo*, proses perpindahan panas yang terjadi dominan akibat perpindahan panas konduksi diakibatkan gradient temperatur bagian luar dan dalam ruang *cargo*.

$$H_T = U \cdot A \cdot \Delta T \quad \left( \frac{BTU}{hr} \right) \quad (2.4)$$

Note:

U = Koefisien perpindahan panas transmisi (BTU/hr.ft<sup>2</sup>.deg F)

A = Luas area perpindahan panas (ft<sup>2</sup>)

Δt = Perbedaan temperatur antara dua sisi ruang *cargo*. (°F)

Using :

Tabel 2. 2 Temperatur Asumsi Batas Pada Kapal Dagang  
*Assumed boundary temperature for merchant ship refrigerated compartment*

No	Surface boundary	Temperatur °F
1	Sun-exposed weather deck,wood	120
2	Sun-exposed weather deck,steel	140 <sup>a</sup>
3	Adjacent machinery spaces	120
4	Adjacent refrigerated spaces	Design Temperature <sup>b</sup>
5	Surface exposed to sea water	85
6	Other interior spaces	100

(Sumber : [Kusuma](#), 2015)

<sup>a</sup> Maritime administration standard 120°F

<sup>b</sup> consider if adjacent space maximum design temperature is higher than space being calculated.

Tabel 2. 3 Overall Transmission Coefficient for Merchant Ship Refrigerated Space

Construction	Insulation thickness in inch <sup>a</sup>	U factor in BTU/ft <sup>2</sup> -hr-°F
Bulkheaded with stiffeners on side opposite insulation	8	0.06
	12	0.04
Bulkheaded and deck with stiffeners penetrating insulation	8	0.1
	12	0.07
Deck underfoot; cellular glass insulation topped with 2 to 3 in reinforced concrete mastic	6	0.09
	8	0.07
	12	0.05
Deck underfoot; cellular glass (1 ½ inch) and polyurethane insulation topped with 2 to 3 in reinforced concrete mastic	4 <sup>b</sup>	0.09
	6 <sup>b</sup>	0.06
Nonmetallic dividing bulkhead (no steel framing)	4	0.08
	6	0.06

(Sumber: [Kusuma](#), 2015)

<sup>a</sup> ketebalan isolator minimal pada *stiffeners*, beam dan struktur lainnya adalah 2 inch, untuk compartment bertemperatur 35 °F dan lebih tinggi dan 4 inch untuk yang temperaturnya dibawah 35 °F.

<sup>b</sup> nilai adalah ketebalan total antara cellular glass ditambah polyurethane  
Nilai U dapat dihitung dengan persamaan :

$$U = \frac{1}{\frac{1}{h_i} + \frac{x}{k} + \frac{1}{h_o}} \quad (2.5)$$

Dimana :

$x$  = ketebalan dari dinding yang dialiri panas ( m)

$k$  = konduktivitas panas dari material dinding (W/m.K)

$h_i$  = koefisien konveksi bagian dalam ruang W/m<sup>2</sup>.K

$h_o$  = koefisien konveksi bagian luar ruang W/m<sup>2</sup>.K

Nilai koefisien konveksi udara 9.3 W/m<sup>2</sup>.K untuk  $h_i$  dan  $h_o$  sering digunakan untuk kalkulasi nilai u diatas namun jika bagian luar dinding terkena aliran udara dengan kecepatan 24 km/h maka nilai  $h_o$  akan meningkat sampai nilai 34 W/m<sup>2</sup>.K

Tabel 2. 4 *Konduktivitas Thermal dari Material insulasi (ASHRAE)*

Insulation	Thermal Conductivity $k$ , W/(m · K)
Polyurethane board (R-11 expanded)	0.023 to 0.026
Polyisocyanurate, cellular (R-141b expanded)	0.027
Polystyrene, extruded (R-142b)	0.035
Polystyrene, expanded (R-142b)	0.037
Corkboard <sup>b</sup>	0.043
Foam glass <sup>c</sup>	0.044

a Values are for a mean temperature of 75°F and insulation is aged 180 days.

b Seldom used insulation. Data is only for reference.

c Virtually no effects due to aging.

### 2.7.2 Beban panas muatan/produk ( $h_p$ )

Beban panas yang ditanggung oleh mesin pendingin untuk menurunkan temperatur produk/muatan dari temperatur pengisian (*loading*) hingga mencapai temperatur penyimpanannya (*holding*) produk tsb dengan durasi waktu tertentu (*pulldown time*) dihitung dengan rumus :

$$H_p = \frac{W_p \cdot S \cdot \Delta T}{t} \quad \left( \frac{BTU}{hr} \right) \quad (2.6)$$

$W_p$  = berat muatan yang disimpan (lb)

$S$  = panas spesifik dari muatan/produk (btu/lb.deg F)

$\Delta T$  = *cooling range* ( Perbedaan temperatur antara saat *loading* terhadap *holding*) (°F)

$t$  = Durasi waktu penurunan temperaturnya (24 jam untuk penyimpanannya dan 72 jam untuk *cargo*)

Proses perhitungan berat muatan diperlukan parameter volume ruang muat serta stowage density (kepadatan massa) jenis muatan. Kepadatan massa jenis adalah pengukuran berat massa setiap satuan volume benda. Semakin tinggi berat massa jenis suatu benda, maka semakin besar pula *stowage density*.

*Tabel 2. 5 Refrigerated Ships's Store Temperature for Merchant Ships*

Product or space designation	Temperature °F	
<i>meat<sup>a</sup></i>	-minus 10 to 0	a. some <i>cargo</i> ship operator stow both meat and fish in the same compartment
<i>Fish<sup>a</sup></i>	-minus 10 to 0	
<i>Frozen foods and ice cream</i>	-minus 10 to 0	
<i>Fruit and vegetables</i>	35	
<i>Dairy</i>	35	
<i>Thaw room and vestibules</i>	40 to 45	
<i>Scuttlebutt</i>	50	
<i>Potatoes</i>	40	
<i>Flowers</i>	36	
<i>Smoked meat</i>	15	
<i>Mineral water, champagne, wine and liquor</i>	45	
<i>Ice storage</i>	15	

(Sumber :Kusuma,2015)

*Tabel 2. 6 Stowage Densities of Common Refrigerated Product*

Product	Density ft <sup>3</sup> /long ton <sup>a</sup>	Note
<i>Apples (in boxes)</i>	106	a Long ton equals 2240 lb.
<i>Bacon (in boxes)</i>	64	
<i>Bananas</i>	120	
<i>Beef (frozen and packed)</i>	51	
<i>Beef (hung in quarter)</i>	125	
<i>Beef (boned and compressed)</i>	67	
<i>Butter (in kings or casses)</i>	67	
<i>Cheese (in boxes)</i>	68	
<i>Fish (in boxes)</i>	70	
<i>Fish (frozen)</i>	80	

(Sumber: Kusuma,2015)

Data-data berikut digunakan dalam perhitungan beban pendinginan produk. Data-data berikut dapat disesuaikan kembali oleh desain yang akan direncanakan.

*Tabel 2. 7 Product Load Data*

Item	Meat and Fish	Fruit and vegetables	Dairy Product
<i>Specific heat in Btu/lb °F</i>	0.45	0.90	0.7
<i>Stowage density in pcf</i>	35	30	22
<i>Cooling range in °F</i>	15	30	25
<i>Pulldown time in hr</i>	24	24	24

(Sumber :Kusuma,2015)

Tabel 2. 8 Product Load Data for Cargo

Specific heat in BTU/lb-deg F	frozen	0.45
	chilled	0.9
Stowage density		0.25
Product temperature when loaded ( °F )	frozen	25
	Precooled	65
	hot	85
Common holding design temperature ( °F )	Frozen	-10 to 0 (0)
	Chilled	30 to 35 (1)
	Chilled	50 to 55 (3)
Pull-down time in hour		72

(Sumber : Kusuma,2015)

Note : (0),(1) dan (3) sebagai tanda indikasi pertukaran udara per jam dihitung pada gross volume. *Maritime Administration* menentukan untuk jenis *cargo* pada kondisi chilled 30 °F to 35 °F (1) nilainya adalah 2 Air Change /hr.

### 2.7.3 Beban panas ventilasi atau infiltrasi

Untuk perhitungan yang praktis digunakan rumus sbb :

$$Q_i = \frac{V \times \text{pertukaran udara dalam 24 jam} \times \text{heat gain}}{24 \text{ jam}} \quad (2.7)$$

V = Volume kotor/bruto dari ruang muat (m<sup>3</sup>)

Heat gain = Beban panas yang masuk (kall/m<sup>3</sup>)

### 2.7.4 Beban panas akibat Fan dan motor

Beban panas yang bersumber dari penggunaan *fan* dan motor yang digunakan untuk menghomogenkan temperatur udara di ruang muat.

$$H_{mf} = \frac{\text{motor brake HP} \times 2445}{\text{motor efficiency}} \quad \left( \frac{\text{BTU}}{\text{hr}} \right) \quad (2.8)$$

Tabel 2. 9 Electric Motor Efficiencies

Motor size in hp (horse power)	Motor Efficiency
Less than 1/12	0.45
1/12 to 1/8	0.5
1/8 to 1/4	0.6
1/4 to 1/2	0.65
1/2 to 1	0.75
1 to 5	0.8
5 and larger	0.85

(Sumber :Kusuma,2015)

Panas yang didapatkan ketika dioperasikannya fan :

$$H_f = \text{motor brake horsepower} \times 2445 \quad (2.9)$$



### 2.7.5 Panas akibat aktifitas orang

Berdasarkan ASHRAE 1964 Guide and Data Book Heat Gain from People (for Marine Air Conditioning Loads) setiap orang mengeluarkan kalor pada berbagai kegiatan sebagai berikut :

Tabel 2. 10 Beban panas dari orang

Activity @ 27 C	Heat Rate , W		
	Sensible	latent	Total
Dancing	72	177	249
Eating (mess rooms and dining room)	64	97	161
Waiters	88	205	293
Moderate Actifity (Launge, Ships Office Chart Room etc))	59	73	132
Light Actifity (State Rooms, Crews, Berthigs etc)	57	60	117
Workshops	73	149	222

(Sumber : Kusuma,2015)

### 2.7.6 Panas dari cendela

Jumlah panas yang merambat melalui jendela kaca dihitung berdasarkan rumus sebagai berikut :

$$Q_w = U \cdot A \cdot \Delta T \quad (2.10)$$

$Q_w$  = Jumlah panas yang merambat

$U$  = koefisien perpindahan panas menyeluruh

$A$  = Luas jendela

$\Delta t$  = Perbedaan temperatur bagian luar dan dalam ruangan

Bila jendela tersebut langsung kena sinar matahari, maka jumlah panas yang merambat adalah :

$Q = 350 \text{ W/m}^2$  (jendela tanpa interior *shading*)

$Q = 240 \text{ W/m}^2$  (jendela dilengkapi dengan *shading*)

Dimana jendela yang umum digunakan pada kapal adalah type single glass dan dalam perhitungan diasumsikan tanpa *shading*.

### 2.7.7 Panas dari lampu

Panas dari lampu dalam satu ruangan bisa tidak diperhitungkan apabila ruangan tersebut didesain dengan penerangan dari sumber alam sebagai contohnya adalah jendela kaca "*sky light*" sehingga pada siang hari diasumsikan tidak perlu dioperasikan penyalaaan lampu penerangan. Apabila ruangan tidak menggunakan penerangan alam maka beban panas dari lampu penerangan dapat diperhitungkan dengan menggunakan table dibawah ini :

Tabel 2. 11 Panas dari Lampu

No.	Space	Heat gain from general lighting (W/m <sup>2</sup> )	
		Incandescent	Fluorecent
1	Cabin, etc.	15	8
2	Mess or Dining room	20	10
3	Gymnasium, etc.	40	20

(Sumber : Kusuma,2015)

*Catatan : Umumnya lampu yang digunakan untuk ruang akomodasi kapal adalah tipe fluorescent.*

## 2.8 Perhitungan Kapasitas Udara

Kapasitas udara yang dibutuhkan untuk disuplay ke dalam ruangan untuk mencapai temperatur dan kelembaban relatif ruang sesuai dengan kriteria yang diinginkan dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut

$$\dot{V}_s = \frac{Q_T}{\rho \cdot C_p \cdot \Delta T} \quad \left( \frac{m^3}{h} \right) \quad (2.11)$$

$\dot{V}_s$  = Kapasitas udara yang disuplai ( $m^3/h$ )

$Q_T$  = Total panas yang diderita ruang (watt)

$\rho$  = Density udara ( dengan asumsi rata-rata pada tekana atmosfer 1,2  $kg/m^3$ )

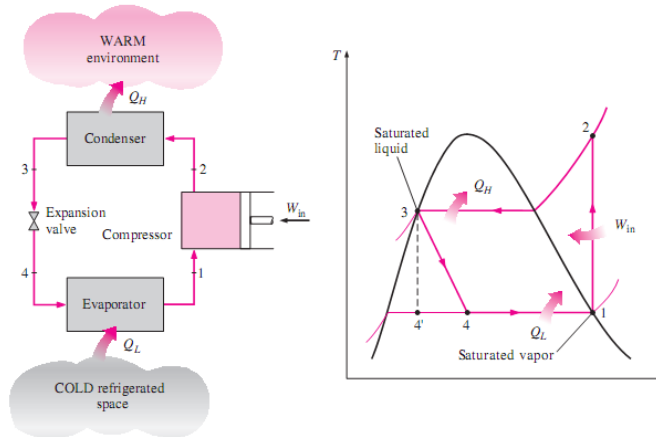
$C_p$  = Panas spesifik udara (1,025  $kJ/Kg \text{ } ^\circ C$ )

$\Delta t$  =Perbedaan temperatur udara dingin yang masuk ruangan dengan temperatur kriteria nyaman dan sehat bagi manusia, dimana dengan memperhatikan kesehatan maka didesain tidak lebih dari  $10^\circ C$ .

## 2.9 Siklus Refrigerasi

Prinsip terjadinya suatu pendinginan di dalam sistem refrigerasi adalah penyerapan kalor oleh suatu zat pendingin yang dinamakan refrigeran. Karena kalor yang berada disekeliling refrigeran diserap, akibatnya refregeran akan menguap, sehingga temperatur di sekitar refrigeran akan bertambah dingin. Hal ini dapat terjadi mengingat penguapan memerlukan kalor.

Di dalam suatu alat pendingin (misal lemari es) kalor disarap oleh “ *evaporator*” dan dibuang ke “kondensor” Perhatikan skema dengan lemari es yang sederhana Gambar 2.6. Uap refrigeran yang berasal dari *evaporator* yang bertekanan dan bertemperatur rendah masuk ke kompresor melalui saluran hisap. Di kompresor, uap refrigeran tersebut dimampatkan, sehingga ketika ke luar dari kompresor, uap refrigeran akan bertekanan dan bertemperatur tinggi, jauh lebih tinggi dibanding temperatur udara sekitar. Kemudian uap menuju ke kondensor melalui saluran tekan. Di kondensor uap tersebut akan melepaskan kalor, sehingga akan berubah fasa dari uap menjadi cair (terkondensasi) dan selanjutnya cairan tersebut terkumpul di penampungan cairan refrigeran. Cairan refrigeran yang bertekanan tinggi mengalir dari penampung refrigean ke aktup ekspansi. Keluar dari katup ekspansi tekanan menjadi sangat berkurang dan akibatnya cairan refrigeran bertemperatur sangat rendah. Pada saat itulah cairan tersebut mulai menguap yaitu di *evaporator*, dengan menyerap kalor dari sekitarnya hingga cairan refrigeran habis menguap akibatnya udara menjadi dingin bagian inilah yang dimanfaatkan untuk mengawetkan bahan makanan atau untuk mendinginkan ruangan. Kemudian uap refrigeran akan dihisap oleh kompresor dan demikian seterusnya proses-proses tersebut berulang kembali.



Gambar 2. 18 Siklus Ideal Refrigerasi Kompresi Uap  
Sumber : (Yunus A Cengel, 1994)

Empat komponen utama penyusun sebuah sistem refrigerasi adalah :

1. *Compressor*
2. Kondensor
3. Katup ekspansi
4. *Evaporator*

Proses termodinamika pada siklus ideal refrigerasi kompresi uap yang terjadi pada komponen penyusun sebuah sistem refrigerasi sebagai berikut :

- 1-2 kompresi isentropic pada unit *compressors*
- 2-3 Pembuangan panas pada tekanan konstan (isobarik) pada *condenser*
- 3-4 Penurunan tekanan pada katup ekspansi
- 4-1 Penyerapan panas pada tekanan konstan pada *evaporator*

Pada unit *evaporator* dan *condenser* tidak terdapat kerja yang dibutuhkan maupun yang dihasilkan karena hanya ada proses penyerapan dan pembuangan panas, kerja yang dibutuhkan hanya ada pada unit *compressor*, sehingga COP dari mesin refrigerasi dan pompa kalor dari siklus ideal kompresi uap adalah :

$$COP_R = \frac{Q_L}{W_{net,in}} = \frac{h_1 - h_4}{h_2 - h_1} \quad \text{dan} \quad COP_{HP} = \frac{Q_H}{W_{net,in}} = \frac{h_2 - h_3}{h_2 - h_1} \quad (2.12)$$

Catatan : Pada kondisi ideal  $h_1 = h_g@P_1$  dan  $h_4 = h_f@P_1$

### 2.9.1 Kompresor

Kompresor memompa bahan pendingin ke seluruh sistem. Gunanya adalah untuk menghisap gas tekanan rendah dan temperatur terendah dari *evaporator* dan kemudian menekan/ memampatkan gas tersebut, sehingga menjadi gas dengan tekanan dan temperatur tinggi, lalu dialirkan ke kondensor. Jadi kerja kompresor adalah untuk

- a) Menurunkan tekanan di *evaporator*, sehingga bahan pendingin cair di *evaporator* dapat menguap pada temperatur yang lebih rendah dan menyerap lebih banyak panas dari sekitarnya.

- b) Menghisap gas bahan pendingin dari *evaporator*, lalu menaikkan tekanan dan temperatur gas bahan pendingin tersebut, dan mengalirkannya ke kondensor sehingga gas tersebut dapat mengembun dan

Perhitungan daya *compressor* adalah sebagai berikut:

$$\dot{Q}_{Compressor} = \dot{m} (h_1 - h_2)(KW) \quad (2.13)$$

Keterangan :

$\dot{m}$  = massa per satuan detik (kg/s)

$h_1$  = *Entalphy* pada titik masuk kompresor (kj/kg)

$h_2$  = *Entalphy* pada titik keluar kompresor (kj/kg)

### 2.9.2 Kondensor

Kondensor adalah suatu alat untuk merubah bahan pendingin dari bentuk gas menjadi cair. Bahan pendingin dari kompresor dengan temperatur dan tekanan tinggi, panasnya keluar melalui permukaan rusuk-rusuk kondensor ke udara. Sebagai akibat dari kehilangan panas, bahan pendingin gas mula-mula didinginkan menjadi gas jenuh, kemudian mengembun berubah menjadi cair.

$$\dot{Q}_{Condenssor} = \dot{m} (h_2 - h_3)(KW) \quad (2.14)$$

Keterangan :

$\dot{m}$  = massa per satuan detik (kg/s)

$h_2$  = *Entalphy* pada titik masuk kondensor (kj/kg)

$h_3$  = *Entalphy* pada titik keluar kondensor (kj/kg)

### 2.9.3 Evaporator

*Evaporator* adalah suatu alat dimana bahan pendingin menguap dari cair menjadi gas. Melalui perpindahan panas dari dinding – dindingnya, mengambil panas dari ruangan di sekitarnya ke dalam sistem, panas tersebut lalu di bawa ke kompresor dan dikeluarkan lagi oleh kondensor.

$$\dot{Q}_{Evaporator} = \dot{m} (h_2 - h_3)(KW) \quad (2.15)$$

Keterangan :

$\dot{m}$  = massa per satuan detik (kg/s)

$h_2$  = *Entalphy* pada titik masuk kondensor (kj/kg)

$h_3$  = *Entalphy* pada titik keluar kondensor (kj/kg)

### 2.9.4 Saringan

Saringan untuk AC dibuat dari pipa tembaga berguna untuk menyaring kotoran-kotoran di dalam sistem, seperti : potongan timah, lumpur, karat, dan kotoran lainnya agar tidak masuk ke dalam pipa kapiler atau keran ekspansi. Saringan harus menyaring semua kotoran di dalam sistem, tetapi tidak boleh menyebabkan penurunan tekanan atau membuat sistem menjadi buntu.

### 2.9.5 Keran Ekspansi

*Thermostatic Exspansion Valve* lebih baik dan lebih banyak dipakai, tetapi pada AC hanya dipakai *automatic expansion valve*, maka disini kita hanya akan membicarakan *automatic expansion valve* saja. Gunanya untuk menurunkan cairan dan tekanan tekanan *evaporator* dalam batas-batas yang telah di tentukan dengan mengalirkan cairan bahan pendingin dalam jumlah yang tertentu ke dalam *evaporator*.

### 2.10 Menghitung kapasitas atau debit fluida

Perhitungan debit menggunakan Persamaan kontinuitas dihasilkan dari prinsip kekekalan massa. Untuk aliran mantap massa fluida yang melalui semua bagian dalam arus fluida per satuan waktu adalah Sama. Untuk pipa bercabang, berdasarkan persamaan kontinuitas debit aliran yang menuju titik cabang harus sama dengan debit yang meninggalkan titik tersebut (Nurchols, 2008).

$$Q = \frac{V}{t} \quad (2. 16)$$

$$Q = v \times A \quad (2. 17)$$

Dimana :

V = volume tangki (m<sup>3</sup>)

t = waktu (s)

v = kecepatan aliran (m/s)

A = Luasan dari diameter pipa (m<sup>2</sup>)

### 2.11 Menghitung kerugian aliran fluida

Dalam mendesain suatu sistem yang mengalirkan fluida dari satu tempat ke tempat lain melalui sebuah pipa perlu dihitung losses atau kerugian dari sistem tersebut. Kerugian dalam suatu aliran menurut hukum bernauli yaitu ada 4 macam diantaranya dalam kerugian karena tekanan, kerugian karena kedudukan (potensial ketinggian), kerugian kerena kecepatan dan kerugian sistem.

#### 2.11.1 Reynolds number

Ada tiga faktor yang mempengaruhi keadaan aliran yaitu kekentalan ( $\rho$ ), rapat massa zat cair ( $\rho$ ), dan diameter pipa ( $D$ ). Pada aliran tak mampu mampat biasanya diambil asumsi kerapatan, viskositas dan temperatur tidak mengalami perubahan sehingga berat spesifiknya konstan. Untuk diameter dan panjang pipa tertentu, kerugian tekanan di dalam pipa disebabkan adanya efek gesekan sebagai fungsi bilangan *Reynolds*. Angka *Reynolds* mempunyai bentuk seperti:

$$Re = D \cdot v \cdot \rho / \mu \quad (2. 18)$$

Dimana:

v = kecepatan rata-rata aliran (m/s)

$\mu$  = viskositas absolute (Pa.detik)

$\rho$  = kerapatan fluida (kg/m<sup>3</sup>)

Untuk angka *Reynolds* di bawah 2000, aliran pada kondisi tersebut adalah laminier. Aliran akan turbulen apabila angka *Reynolds* lebih besar 4000. Apabila angka *Reynolds* berada

di antara kedua nilai tersebut adalah transisi. Angka *Reynolds* pada kedua nilai di atas ( $Re=2000$  dan  $Re=4000$ ) disebut dengan batas kritik bawah dan atas (Nurchols, 2008).

### 2.11.2 Rugi Karena Gesekan dalam Pipa

Bila fluida mengalir melalui suatu pipa dan tekanan fluida diukur pada dua tempat sepanjang pipa, akan dijumpai kenyataan bahwa tekanan berkurang dalam arah aliran. Penurunan tekanan ini disebabkan karena gesekan fluida pada dinding pipa. Penurunan tekanan ( $\Delta P$ ) sepanjang pipa ( $L$ ) dapat dinyatakan sebagai:

$$\frac{\Delta P}{\rho g} = h_f = f \frac{Lv^2}{d^2 g} \quad (2. 19)$$

Dengan:

$\Delta P$  = tekanan zat cair (N/m<sup>2</sup>)

$g$  = percepatan gravitasi (m/s<sup>2</sup>)

$h_f$  = penurunan tekanan (m)

$L$  = panjang pipa (m)

$d$  = diameter pipa (m)

$f$  = koefisien gesekan pipa

$V$  = kecepatan aliran fluida (m/s)

### 2.11.3 Rugi-rugi kecil Pipa

Rugi-rugi kejutan dari energi tidak timbul pada pipa lurus, seragam, tetapi pada diikontinuitas seperti katup, belokan, dan perubahan penampang. Kehilangan tenaga karena perbesaran penampang disebabkan oleh pusaran dan tumbukan. Kehilangan tenaga akibat dari perbesaran penampang secara mendadak dijelaskan dengan rumus "Belangef".

$$h = k \frac{v^2}{2g} \quad (2. 20)$$

Dimana :

$h$  = kerugian (m)

$k$  = koefisien fitting

$v$  = kecepatan aliran (m/s)

$g$  = gravitasi bumi (9,81 m/s<sup>2</sup>)

## BAB III METODOLOGI PENELITIAN

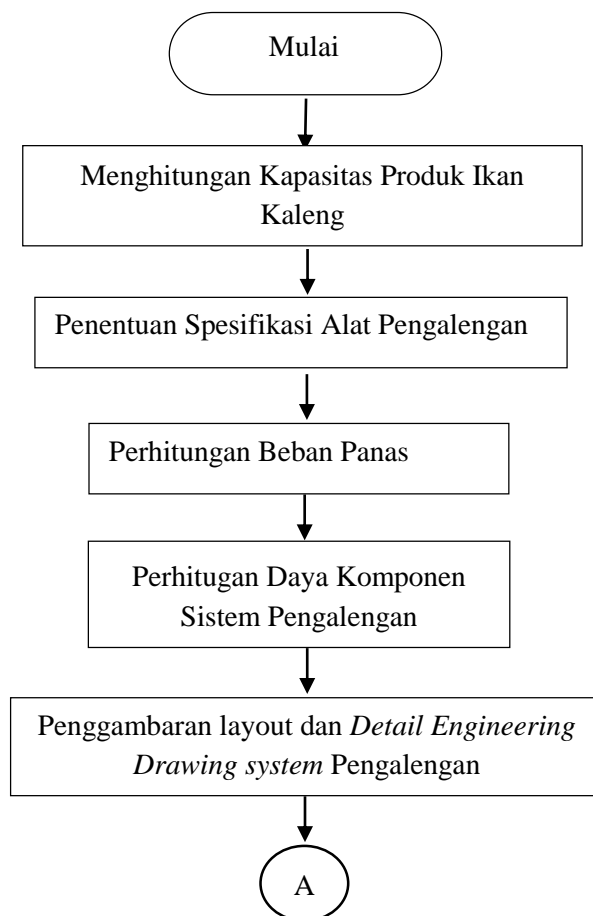
### 3.1 Sumber Data

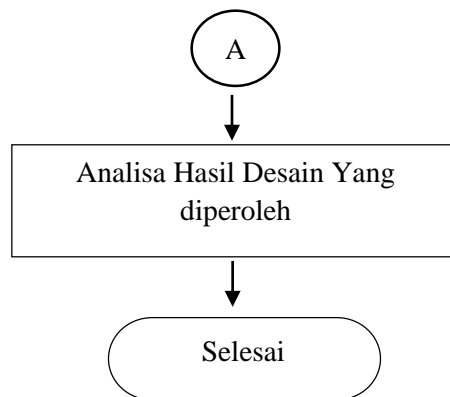
Sumber data yang dipakai di penelitian ini didapat melalui rencana umum Kapal perikanan 200 GT yang dan layout sistem pengalengan yang ada di pabrik yang akan didapatkan dengan melakukan observasi secara langsung. Jenis data yang akan diambil dalam penelitian ini bersifat kuantitatif antara lain data temperatur, daya dan *principal dimension*.

### 3.2 Variable Penelitian

Dalam penelitian ini digunakan variable data berupa desain, material dan kapasitas jumlah ikan. *Variable* penelitian ini akan mempengaruhi perubahan data antarlain beban panas dan Daya. Sehingga pemilihan variable dalam penelitian ini sangat mempengaruhi tingkat keberhasilan hasil penelitian.

### 3.3 Diagram Alur Penelitian





Gambar 3. 1 *Diagram Alur Penelitian*

### 3.4 Langkah-Langkah Penelitian

Dalam penelitian ini akan dilakukan 6 langkah penelitian yang secara sistematis. Semua langkah-langkah dalam penelitian ini harus dicapai untuk mendapatkan hasil penelitian yang baik. Langkah-langkah penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut :

#### 3.4.1 Perhitungan kapasitas produk ikan kaleng

Perhitungan kapasitas produk ikan kaleng yang dapat dilayani oleh Kapal perikanan 200GT. Perhitungan kapasitas produk ikan kaleng melalui kapasitas ruangan muat pada kapal perikanan 200GT dengan menggunakan pendekatan jumlah kaleng yang dapat disimpan dalam ruang muat kapal perikanan. Perhitungan kapasitas jumlah ikan kaleng harus mempertimbangkan standart dan aturan yang berlaku untuk penyimpanan ikan dalam kaleng.

#### 3.4.2 Penentuan spesifikasi peralatan pengalengan

Penentuan spesifikasi peralatan pengalengan harus sesuai dengan sesuai (SNI) 2712:2013 Produk ikan kemasan kaleng yang berisi tentang peralatan apa saja yang harus ada dan wajib dalam melakukan proses produksi. Selain itu alat itu harus dipertimbangkan dengan kapasitas minimal produksi yang telah diperhitungkan pada langkah penelitian sebelumnya dan muat dalam ruang produksi kapal perikanan 200 GT.

#### 3.4.3 Perhitungan Beban Panas

Dalam Perhitungan beban panas akan dilakukan perhitungan secara keseluruhan, beban panas yang dimaksud adalah beban panas sterilisasi yang dibutuhkan untuk mendesain alat pemanas dengan kapasitas produksi yang telah dihitung. Beban panas yang dihitung antarlain beban panas transmisi, beban panas Produk dan beban panas yang lain yang mempengaruhi produk.

#### 3.4.4 Perhitungan Daya Sistem Pengalengan

Dilakukan perhitungan kebutuhan daya yang diperlukan untuk menjalankan komponen sistem Pengalengan dengan kapasitas ikan yang sudah dikalengkan. Perhitungan daya meliputi perhitungan daya untuk alat-alat yang dibutuhkan untuk sistem pengalengan ikan sesuai (SNI) 2712:2013 Produk ikan kemasan kaleng.



#### **3.4.5 Penggambaran *Detail engineering drawing* Sistem pengalengan ikan.**

Penggambaran *detail engineering drawing* sistem pengalengan ikan diGambar dalam penelitian ini adalah Gambar rangkaian sistem penunjang peralatan pengalengan ikan yang sesuai dengan (SNI) 2712:2013 Produk ikan kemasan kaleng. Penggambaran sistem melalui software dan sesuai dengan perhitungan daya sehingga sistem yang diGambar sesuai dengan perencanaan.

#### **3.4.6 Analisis Hasil Desain yang Diperoleh**

Dari Hasil desain yang diperoleh yaitu sistem pengalengan ikan, dilakukan analisa kelayakan dalam desain yang telah dibuat apakah dapat di terapkan dalam kapal perikanan 200 GT dengan mempertimbangkan standar dan aturan yang berlaku dalam manajemen industri.

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Data yang akan diolah (kapal Perikanan 200GT)

Pada penelitian ini akan membahas tentang objek kapal perikanan 200 GT. Kapal perikanan 200 GT pada desain mempunyai fungsi sebagai kapal penangkap ikan tuna sehingga kapal perikanan 200 GT mempunyai spesifikasi ruang muat 4 ruang penyimpanan, 2 *freezer* dengan ukuran yang dijelaskan pada Tabel 4.1.

Tabel 4. 1 Spesifikasi ruang muat

Ruang penyimpanan	Lebar (m)	Panjang (m)	Tinggi (m)
1	4,25	4,2	2
2	4,25	2,7	2
3	3,945	4,2	2,35
4	4,25	3,7	2,35
<i>Freezer</i>	Lebar (m)	Panjang (m)	Tinggi (m)
1	1,85	1,7	2
2	2,5	2,2	2,35

Pada penelitian ini ruang muat pada kapal perikanan 200 GT akan dimodifikasi menjadi pabrik pengolahan ikan. Modifikasi tersebut meliputi modifikasi peralatan dengan penambahan alat- alat pengalengan ikan, modifikasi penambahan sistem-sistem penunjang pengolahan ikan kaleng, dan modifikasi pembagian ruangan pada ruang muat kapal perikanan 200GT.

### 4.2 Perhitungan kapasitas Produksi

Kapasitas produksi minimal pengalengan ikan pada kapal perikanan 200 GT dihitung dari perbandingan kapasitas produksi pabrik pengalengan ikan yang ada di darat. Pabrik yang di ambil sebagai pembading pada penelitian ini adalah pabrik pengalengan ikan PT.Maya Food Pekalongan, dengan menggunakan data penelitian dari Khairanita Kurniawati program studi Budidaya Perairan Universitas Airlangga. Dari penelitian tersebut didapatkan luas bangunan perusahaan dan kapsitas produksi per tahunnya, data ini yang dijadikan acuan untuk menentukan kapasitas produksi di kapal perikanan 200GT dengan perbandingan luas area yang bisa dimanfaatkan di kapal berapa kapasitas produksi yang bisa dihasilkan. (Kurniawati, 2014)

Tabel 4. 2 Perhitungan kapasitas minimal produksi

Perusahaan :	PT.Maya Food Pekalongan	Kapal Perikanan 200GT
Luas Bagunan	5.100 m <sup>2</sup>	38,9 m <sup>2</sup>
Kapasitas produksi	168.000 karton/tahun 467 karton/ hari Berisi 48 kaleng /karton Berat kotor/kaleng : 425gr	2562 karton/ tahun 9 karton/ hari Berisi 48 kaleng /karton Berat kotor/kaleng : 425gr



Gambar 4. 1 Dimensi kaleng ikan

Volume ikan kaleng :  $\frac{\pi (d)^2}{4} x t x F$  ; F = factor space diambil 1.5

$$\text{Volume ikan kaleng} = \frac{3,14 x (0,07)^2}{4} x 0,115 x 1.5$$

$$= 0,000664 \text{ m}^3$$

$$\text{Volume Karton} = 0,000664 x 48 = 0,032 \text{ m}^3$$

Menentukan kapasitas space ruang penyimpanan:

Ruang penyimpanan kaleng direncanakan di dalam ruang penyimpanan 1 dan 2 dengan volume ruang penyimpanan sebagai berikut :

$$\text{Volume ruang penyimpanan 1} = 4,25 \text{ m} x 2,7 x 2 = 22,95 \text{ m}^3$$

$$\text{Volume ruang penyimpanan 4} = 4,25 \text{ m} x 3,7 x 2,35 \text{ m} = 36,95 \text{ m}^3$$

$$\text{Maka total volume penyimpanan} = 59,9 \text{ m}^3$$

$$\text{Kapasitas penyimpanan ikan kaleng} = \frac{59,9}{0,032} = 1880 \text{ karton atau } 90275 \text{ kaleng}$$

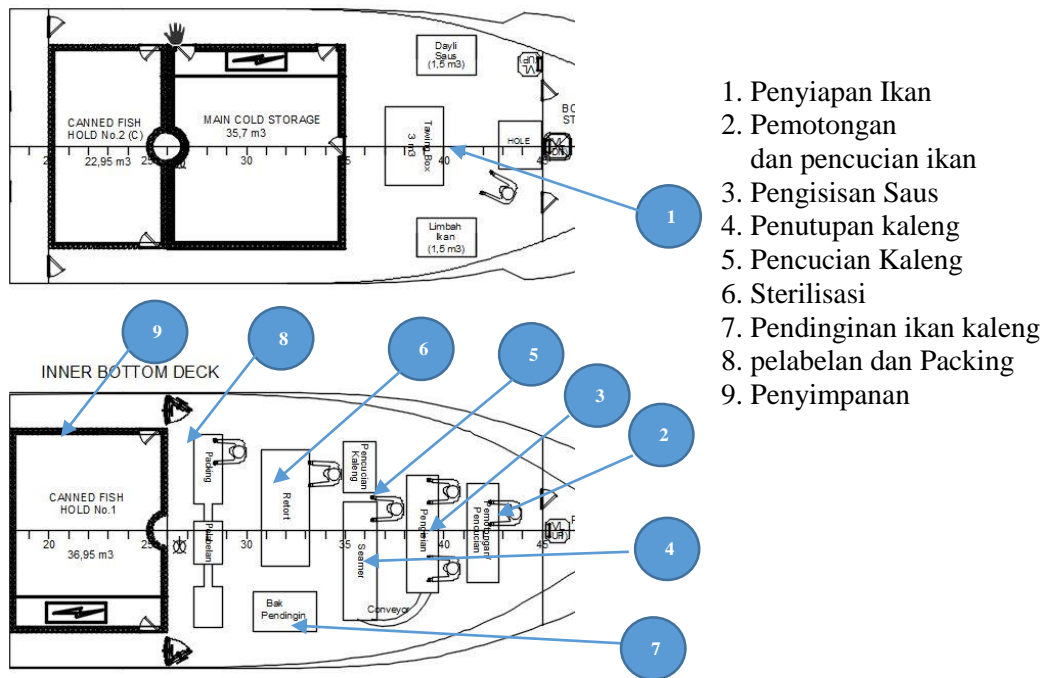
Kapasitas berat penyimpanan ikan kaleng :

$$\text{Berat bersih ikan kaleng} = 90275 x 425 \text{ gr} = 38367271 \text{ gr} = 38,4 \text{ ton}$$

$$\text{Berat kaleng kosong} = 90275 x 220 \text{ gr} = 19860705 \text{ gr} = 19,9 \text{ ton}$$

#### 4.3 Alur Produksi dan Pemilihan peralatan pengalengan ikan

Proses produksi pengalengan ikan dalam kapal 200GT akan dijelaskan melalui diagram blok alur proses pada Gambar 4.5 berikut ini.



Gambar 4. 2 Alur Proses produksi pengalengan ikan di kapal

Penjelasan alur dari pengalengan ikan adalah sebagai berikut :

1. Penyiapan ikan

Tahap penyiapan ikan sebagai bahan baku ikan kaleng mulai dari penuplaian ikan ke dalam kapal dari nelayan menggunakan crane yang berada di main deck dengan kapasitas SWL 5 ton. Ikan dari nelayan disimpan sementara ke dalam main cold *Storage* dengan kapasitas volume 35,7 m<sup>3</sup> yang berada di dalam kapal untuk menjaga agar ikan tidak busuk. Ikan yang ada dalam cold *Storage* dikeluarkan untuk ditiriskan (*thawing*) kemudian diturunkan menggunakan *over head crane* dengan kapasitas SWL 2 ton ke ruang produksi yang berada di floor 1. Jumlah pegawai yang dibutuhkan untuk proses ini adalah 1 orang.

2. Pemotongan dan pencucian ikan

Tahap ini ikan akan dicuci dan dipotong. Pencucian ikan menggunakan alat *fish washer* yang digerakan oleh motor listrik sedangkan pemotongan ikan dilakukan dengan manual. Setelah dicuci dan dipotong ikan akan diproses di meja pengisian saus. Jumlah pegawai yang dibutuhkan untuk proses ini adalah 2 orang.

3. Pengisian saus

Pada tahap ini ikan yang sudah siap untuk dikalengkan di masukka ke dalam kaleng yang sudah disterilkan menggunakan alat sterilisasi kaleng dengan

injeksi steam. Ikan yang sudah dimasukan kaleng akan ditimbang terlebih dahulu agar sesuai dengan takaran yang diinginkan, kemudian dilanjutkan ke tahap pengisian saus dengan menggunakan mesin secara otomatis dengan bantuan *conveyor*. Kaleng ikan yang sudah terisi ikan dan saus akan diarahkan ke mesin penutup kaleng (*seamer*) secara otomatis dengan bantuan *conveyor*. Jumlah pegawai yang dibutuhkan untuk proses ini adalah 1 orang.

4. Penutupan Kaleng

Kaleng ikan yang sudah terisi ikan dan saus dari meja pengisian akan dibawa oleh *conveyor* menuju alat penutup kaleng (*seamer*) dengan sistem *Automatis*.

5. Pencucian Kaleng

Kaleng-kaleng ikan yang sudah tertutup akan dicuci terlebih dahulu didalam bak pencucian kaleng ikan. Kaleng-kaleng ikan yang sudah dicuci bersih kemudian ditata dalam keranjang basket besi untuk persiapan sterilisasi ikan kaleng di dalam *retort*. Jumlah pegawai yang dibutuhkan untuk proses ini adalah 1 orang.

6. Sterilisasi

Pada proses sterilisasi ikan kaleng di dalam kapal menggunakan alat sterilisasi yang di sebut *retort*. Keranjang besi yang sudah terisikan ikan kaleng dimasukan kedalam *retort* dengan bantuan *over head crane*. Proses sterilisasi ikan ini membutuhkan waktu 90 menit. Jumlah pegawai yang dibutuhkan untuk proses ini adalah 1 orang.

7. Pendinginan ikan kaleng

Ikan kaleng yang sudah disterilisasi dengan suhu 117 °C dilakukan pendinginan secara cepat. Proses pendinginan secara cepat dengan cara memasukan ikan kaleng kedalam bak pendinginan ikan yang berisikan air bersuhu 15 °C.

8. Pelabelan

Tahap terakhir dari proses pengalengan ikan adalah tahap pelabelan. Didalam proses pelabelan ini ikan akan diberi label produksi yang berisikan waktu produksi dan waktu kapan ikan akan kadaluarsa dengan menggunakan mesin pelabelan secara otomatis. Kaleng-kaleng ikan yang sudah diberikan label akan dipacking didalam kardus untuk disimpan kedalam ruang penyimpanan ikan kaleng. Jumlah pegawai yang dibutuhkan untuk proses ini adalah 1 orang.

9. Penyimpanan Ikan

Penyimpanan ikan kaleng dilakukan didalam ruangan yang telah dikondisikan temperaturnya yaitu 27°C agar menjaga kualitas ikan kaleng dan ikan kaleng siap untuk dikirimkan ke seluruh daerah yang membutuhkan ikan kaleng.

Kemudian untuk penentuan kapasitas dari alat-alat pengalengan ikan disesuaikan dengan kapasitas minimal produksi yang disesuaikan dengan ruangan di kapal perikanan 200GT. Penyesuaian tersebut dikarenakan pada kapal perikanan mempunyai space yang relatif sedikit dibandingkan pada pabrik umumnya, sehingga perlu pemanfaatan ruang yang maksimal untuk mendapatkan kapasitas produksi maksimal untuk sistem pengalengan ikan pada kapal 200 GT. Sesuai dengan (SNI) 2712:2013 produk ikan kemasan kaleng alat-alat yang harus ada dalam pabrik pengalengan ikan dan kapasitas minimal 9 karton /hari atau 432 kaleng/hari adalah sebagai berikut:

a) Meja Potong

Meja potong difungsikan sebagai fasilitas untuk memotong ikan yang akan dikalengkan. Meja potong didesain dengan luasan yang tersedia di kapal dengan dilengkapi dengan keran air untuk pembersihan ikan dan penghilangan sisik ikan dengan menggunakan motor penggerak listrik. Ukuran yang di rencanakan adalah sebagai berikut :

Panjang	: 2500 mm
Lebar	: 800 mm
Tinggi	: 1000 mm
Bahan	: Stainless 316
Berat	: 0,2 ton

Tabel 4. 3 detail spesifikasi peralatan-peralatan di meja potong

No	Barang	Spesifikasi	Jumlah
1	Pisau	Panjang : 25cm Lebar : 7 cm Bahan : Stainless steel	4
2	Mesin Penghilang sisik	Diameter : 45 cm Panjang : 65 cm Volume : 0,1 m <sup>3</sup> Daya Motor : 0,75 kw Tegangan : 220 V Frekuensi : 50 Hz	1
3	Bak Penampung ikan sementara	Panjang : 100 cm Lebar : 70 cm Bahan : Atom	2
4	Penampung limbah ikan sementara	Panjang : 70 cm Lebar : 70 cm Tinggi : 75 cm Bahan : Fiber glass	1
5	Tempat pencucian ikan	Panjang : 70 cm Lebar : 45 cm Tinggi : 15 cm Bahan : Aluminium	1

b) Meja persiapan dan pengisian bumbu

Meja ini difungsikan sebagai fasilitas untuk mempersiapkan ikan yang akan dikalengkan. Meja potong didesain dengan luasan yang tersedia di kapal

dengan dilengkapi dengan timbangan untuk menimbang berat kaleng dan isinya. Meja ini juga dilengkapi dengan mesin mengisi bumbu secara otomatis dan conveyor untuk menggerakkan kaleng. Ukuran yang di rencanakan adalah sebagai berikut :

Panjang : 3000 mm  
 Lebar : 800 mm  
 Tinggi : 1000 mm  
 Bahan : Stainless 316  
 Berat : 0,2 ton

Tabel 4. 4 Perlengkapan dan spesifikasi pada meja persiapan

No	Barang	Spesifikasi	Jumlah
1	Timbangan	Panjang : 20 cm Lebar : 20 cm Tipe : Elektrik Daya : 20 watt Tegangan : 12 volt	1
2	Conveyor	Panjang : 300 cm Lebar : 10 cm Tinggi : 70 cm Daya Motor : 0,75 kw Tegangan : 220 V Frekuensi : 50 Hz	2
3	Mesin Pengisi saus otomatis	Panjang : 90 cm Lebar : 85 cm Tinggi : 50 cm Daya : 1 Kw Tegangan : 220 Volt	1
4	Alat sterilisasi kaleng	Diameter : 75 cm Tinggi : 50 cm Bahan : Almunium Membutuhkan : Steam	1

c) Alat penutup kaleng ( *Can Seamer* )

Alat ini digunakan untuk mengalengkan ikan atau menutup kaleng ikan. Mesin *can seamer* yang dipilih memiliki sistem otomatis. Dengan penyesuaian kapasitas produksi dan space yang tersedia mesin yang di pilih memiliki spesifikasi sebagai berikut :

Nama merek : LAUT  
 Jenis : Mesin Penyegelel  
 Berlaku Industri : Pabrik, Makanan & Minuman Pabrik, Toko Makanan, Makanan & Minuman Toko  
 Aplikasi : Makanan, Minuman, MEDICAL, Bahan Kimia  
 Kelas otomatis : Otomatis  
 Tipe didorong : Listrik  
 Tegangan : 380V50Hz, 380 V/220 V 50/60Hz  
 Tempat asal : Guangdong, China  
 Dimensi (l \* w \* h) : 3000\*850\*1780mm  
 Berat : 480Kg



Sertifikasi	:CE
Bahan	:304 Stainless Steel
Bisa tinggi	:30-200mm
Sumber udara	:0.6MPa
Bidang aplikasi	:Kaleng aluminium kaleng kertas kaleng
Bisa diameter	:30-150mm
Kecepatan Sealing	:50 kaleng/min
Power supply	:1.5KW

d) Bak penampung kaleng dan pembersihan kaleng

Bak ini didalamnya telah berisi air biasa serta keranjang besi (basket). Bak penampung kaleng berguna untuk mengumpulkan kaleng, membersihkan kaleng, mengurangi benturan dan gesekan antar kaleng, mengurangi tekanan yang ada didalam kaleng dengan air yang bersuhu normal. Basket yang telah terisi hampir penuh, kemudian diangkat dan dimasukkan ke dalam *retort*. Ukuran yang direncanakan adalah:

Panjang : 1300 mm  
 Lebar : 840 mm  
 Tinggi : 1000 mm  
 Volume : 1,09 m<sup>3</sup>

e) Keranjang Besi

Merupakan suatu keranjang berukuran besar yang berfungsi untuk mengumpulkan kaleng-kaleng dalam jumlah banyak, biasanya digunakan saat proses pencucian, sterilisasi dan inkubasi di dalam gudang. Ukran keranjang basket *retort* :

Lebar : 635 mm  
 Panjang: 900 mm  
 Tinggi : 635 mm  
 Volume: 0,38 m<sup>3</sup>  
 Kapasitas: 577 kaleng

f) Alat Sterilisasi (*retort*)

*Retort* adalah suatu bejana tempat produk yang dikalengkan, dilakukan proses sterilisasi dengan menggunakan tekanan uap. Alat sterilisasi produk ini memiliki tekanan tinggi yang berbentuk silinder horisontal, selain berfungsi untuk mensterilkan kaleng dari mikroorganisme patogen dan pembusuk juga dapat mematangkan produk dan melunakkan duri-durinya sehingga produk menjadi aman dan enak dikonsumsi. Karena keterbatasan ruangan dan daya spesifikasi *retort* yang dipilih adalah sebagai berikut :

Merek	: MOSEN
Tipe	: PLJ-10-2.B.4
Tegangan	: 380 V/220 V

Daya (w)	: 10Kw-700Kw
Berat	: 3 t-15 t
Dimensi (l * w * h)	: 2970mm * 1200mm * 1458mm
Sertifikasi	: CE ISO ASME
Bahan	: Stainless Steel
Aplikasi	: Kaleng logam
Sterilisasi cara	: Uap 121C Sterilisasi
Sistem control	: Otomatis
Penghangat Ruangan cara	: Uap
Fungsi	: Suhu tinggi Tekanan Tinggi Sterilisasi
Desain suhu	: 147 Derajat Celcius
Suhu kerja	: 121 Derajat Celcius
Desain tekanan	: 0.35 MPa
Tekanan kerja	: 0.15 MPa

Kapasitas 1 kali operasi adalah :

Volume ruang *retort* adalah berdiameter 1000 mm dan memiliki panjang 1900 mm maka volume dari ruang *retort* adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 V_{retort} &= 0.25 \times 3,14 \times D^2 \times t \\
 &= 0,25 \times 3,14 \times 1^2 \times 1,9 \\
 &= 1,49 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

Ukuran keranjang basket *retort* :

Lebar : 635 mm

Panjang : 900 mm

Tinggi : 635 mm

Volume : 0,38 m<sup>3</sup>

Kapasitas : 577 kaleng

Berat 1 keranjang basket : 577 kaleng x 425 gr = 0,25 ton

Jika *retort* memiliki 2 keranjang basket maka kapasitas 1 kali operasi sterilisasi adalah = 2 x 577 = 1154 kaleng

Sterilisasi dilakukan selama 90 menit, jika jam kerja dalam 1 hari adalah 9 jam maka selama satu hari dapat dilakukan : 9 x 60/90 = 6 kali operasi

Sehingga, kapasitas sterilisasi dalam 1 hari adalah: 6 x 1154 = **6924 kaleng /hari**

#### g) Over Head Crane

Untuk memudahkan pekerjaan operasi pengalengan dibutuhkan overhead crane. Overhead crane difungsikan sebagai alat yang membantu memindahkan bahan baku ikan dari penyimpanan sementara di main deck diturunkan ke ruang produksi, selain itu juga dapat membantu memindahkan keranjang besi yang berisi ikan kaleng keluar dan masuk kedalam *retort*. Dalam menentukan kapasitas crane yang akan dipasang, perlu diperhatikan berat terbesar yang akan diangkat oleh crane yaitu sebagai berikut :

Berat keranjang besi yang akan diangkat adalah berkapasitas 577 kaleng sehingga berat nya adalah:

$$\begin{aligned} \text{Kapasitas} &= 577 \times 425 \text{ g} \\ &= 0,25 \text{ ton} \end{aligned}$$

Sehingga kapasitas minimal crane yang dipasang adalah 0,25 ton, maka spesifikasi over head crane yang dipilih adalah sebagai berikut :

Tabel 4. 5 Spesifikasi over head crane

Lifting capacity	2 ton
lifting height	10 m
Span	15 m
Working grade	A3
Working environment temperture	-25~40
lifting speed	8/0.8(7/0.7) 3.5(3.5/0.35) 8(7) m/min
travelling speed	20 m/min
working speed	25 m/min
power source	2,2 kw 380V 50HZ
Control mode	cabin control/remote control

#### h) Bak Pendingin

Bak pendingin ini berfungsi untuk menurunkan suhu panas pada produk setelah melalui proses sterilisasi dengan cara merendam pada air biasa (suhu sekitar 20°C). *Basket* berisi kaleng yang telah disterilisasi dimasukkan kedalam bak selama 15 menit, kemudian diangkat dan ditiriskan. Kapasitas bak pendingin ini sebanyak 2 *basket*. Dengan ukuran sebagai berikut :

Panjang : 1600 mm  
 Lebar : 1000 mm  
 Tinggi : 1000 mm  
 Berat kosong : 1 ton

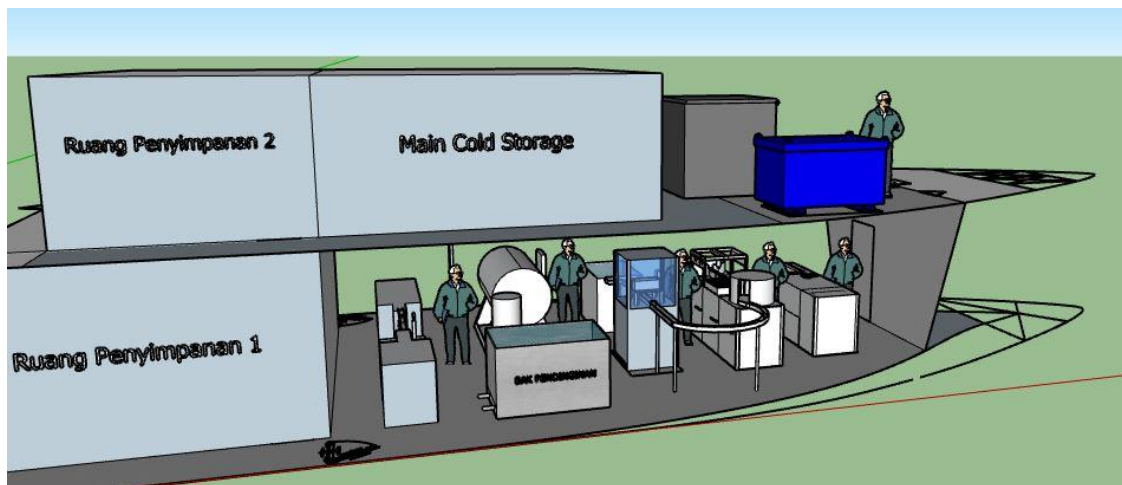
#### i) Alat Labeling

Alat ini difungsikan untuk mencetak kode produksi, nomor *batch*, nama *supplier* kaleng, jenis ikan yang digunakan, serta tanggal kadaluarsa pada permukaan tutup kaleng. Cara kerja alat ini dengan cara kaleng dilewatkan melalui *conveyor* dan ketika kaleng menyentuh sensor mesin akan langsung mencetak. Alat berjalan secara otomatis dengan

menggunakan sistem yang hanya perlu diatur satu kali penggunaan. Spesifikasi alat yang dipilih adalah sebagai berikut :

Merek Produk	: Winskys
Nomor Model	:ST-21100
Jenis	:Mesin Label
Kelas otomatis	: Otomatis
Tegangan	:220 V/50Hz
Berlaku label lebar	:15mm ~ 150mm
Akurasi pelabelan	:± 1mm
Bahan mesin	:Aluminium paduan, besi
Daya traksi servo	:980 W
Daya traksi langkah	:530 W
Dimensi (l * w * h)	:1100mm * 700mm * 1450mm
Sertifikasi	:CE ISO NSPU
Kecepatan pelabelan	:Standard model: 30 ~ 120 pcs/min

Setelah didapatkan spesifikasi semua peralatan pengalengan sesuai dengan (SNI) 2712:2013 produk ikan kemasan kaleng dilakukan penyesuaian letak dengan memanfaatkan space ruang yang ada di dalam kapal didapatkan layout penempatan peralatan produksi sebagai berikut:



Gambar 4. 3 Layout 3D penempatan alat pengalengan

#### 4.4 Perhitungan Bahan Pengalengan

Dalam sistem pengalengan dibutuhkan beberapa bahan seperti bumbu (saus), air tawar, dan kebutuhan steam. Dalam penelitian ini akan di hitung kebutuhan volume dari setiap item yang dibutuhkan dan disesuaikan di dalam kompartement yang ada dalam kapal.

#### 4.4.1 Kebutuhan air tawar

Kebutuhan air tawar di dalam kapal ini meliputi kebutuhan domestic sistem awak kapal dan kebutuhan dari domestic pengalengan ikan. Kapal pengalengan ikan ini didesain mengangkut 10 orang awak kapal, sehingga detail perhitungannya sebagai berikut :

Kebutuhan untuk awak kapal meliputi :

- 1) Kebutuhan untuk minum

$$W \text{ fwd} = \text{jumlah orang} \times \text{durasi layar} \times C \text{ fwd}$$

$$\begin{aligned} C_{\text{fwd}} &= 5 \text{ kg/hari} \\ &= 13 \text{ orang} \times 5 \text{ kg /hari} \\ &= 0,065 \text{ ton} \end{aligned}$$

- 2) Kebutuhan untuk sanitary dan mencuci

$$W \text{ fwd} = \text{jumlah orang} \times \text{durasi layar} \times C \text{ fwd}$$

$$\begin{aligned} C_{\text{fwd}} &= 50 \text{ kg/hari} \\ &= 13 \text{ orang} \times 70 \text{ kg /hari} \\ &= 0,91 \text{ ton /hari} \end{aligned}$$

- 3) Keutuhan untuk memasak

$$W \text{ fwd} = \text{jumlah orang} \times \text{durasi layar} \times C \text{ fwd}$$

$$\begin{aligned} C_{\text{fwd}} &= 4 \text{ kg/hari} \\ &= 13 \text{ orang} \times 4 \text{ kg /hari} \\ &= 0,052 \text{ ton/ hari} \end{aligned}$$

- 4) Kebutuhan untuk pendinginan mesin

$$\text{Mesin utama dari kapal ini adalah} \quad : 660 \text{ HP} \times 2$$

$$\text{Dengan kebutuhan air pendinginan adalah} \quad : 3 \text{ g /HP hour}$$

Maka kebutuhan air pendinginan sebesar :

$$\begin{aligned} W \text{ fwd} &= (660 \times 2) \times 24 \text{ Jam} \times 3 \text{ g/HP hour} \\ &= 0,1 \text{ ton/ hari} \end{aligned}$$

Maka total kebutuhan air tawar dari awak kapal adalah sebesar : 1,13 ton/hari

Kebutuhan air tawar untuk sistem pengalengan ikan menurut penelitian yang sudah ada kebutuhan air untuk pengalengan ikan antara lain adalah sebagai berikut :

- 1) Pembersihan ikan

Menurut laporan penelitian yang sebelumnya untuk pencucian ikan membutuhkan debit air mengalir sebesar  $30 \text{ cm}^3/\text{menit}$  atau  $0,0432 \text{ m}^3/\text{hari}$ . Jika di meja kerja terdapat 5 keran air untuk pembersihan maka membutuhkan :

$$\begin{aligned} W_{\text{fwd}} &= 0,432 \text{ m}^3/\text{hari} \times 5 \times 4 \text{ hari} \\ &= 0,864 \text{ ton/hari} \end{aligned}$$

- 2) Pembersihan kaleng

Kebutuhan air untuk pembersihan kaleng yaitu adalah sebagai berikut:

Volume bak air untuk pembersihan kaleng adalah :  $1,09 \text{ m}^3$  bak ini tidak di isi penuh dengan air karena akan di isi juga dengan kaleng maka estimasi

kebutuhannya adalah 0,5 ton per operasi. Pengoperasian disesuaikan dengan *retort* yaitu 6 kali maka kebutuhan air adalah :

$$\begin{aligned} W_{fwd} &= 0,5 \text{ ton} \times 6 \\ &= 3 \text{ ton/ hari} \end{aligned}$$

3) Pendinginan kaleng

Kebutuhan air untuk pendinginan adalah menyesuaikan dari volume keranjang basket yaitu 0,38 m<sup>3</sup> dilakukan pengoperasian selama 6 kali operasi per hari maka kebutuhan air untuk pendinginan adalah :

$$\begin{aligned} W_{fwd} &= 0,38 \text{ ton} \times 6 \\ &= 2,28 \text{ ton / hari} \end{aligned}$$

4) Konsumsi boiler

Kebutuhan air untuk boiler menyesuaikan kebutuhan steam yang di asumsikan dengan kebutuhan steam *retort* yang ada yaitu sebesar 90kg dengan 6 kali operasi. Sehingga kebutuhan air untuk boiler adalah 540 kg/ hari

Maka total untuk kebutuhan air di kapal untuk sistem pengalengan adalah 6,68 ton/hari

Sehingga kebutuhan total air tawar untuk kapal pengalengan ikan ini adalah sebesar **7,81 ton / hari**

Kebutuhan air tawar di kapal disuplai oleh FWG ( *Fresh Water Generator*). FWG yang dipilih minimal harus sesuai dengan kebutuhan yang direncanakan. Sehingga FWG yang memenuhi untuk mensuplai kebutuhan air adalah sebagai berikut:

Merek : Gefico Water Solution  
 Type : reverse osmosis AQE 10M  
 Ukuran : 730 mm x 1600mm x 1034mm  
 Kapasitas : 10 m<sup>3</sup>/ day  
 Power : 7 Kw

#### 4.4.2 Kebutuhan saus

Prosentase komposisi ikan kaleng adalah 51% ikan dan 49 % adalah bumbu data ini di ambil melalui survey lapangan. sehingga perhitungan kebutuhan saus atau bumbu ikan untuk sistem pengalengan adalah 208,25 gr. Kapasitas produksi total ikan kaleng adalah menyesuaikan kapasitas penyimpanan yaitu 90275 kaleng sehingga kebutuhan saus total adalah :

$$\begin{aligned} W_{\text{saus}} &= 208,25 \text{ gr} \times 90275 / 1000000 \text{ (ton)} \\ &= \mathbf{18,8 \text{ ton}} \end{aligned}$$

Kebutuhan saus untuk produksi perharinya bergantung pada jumlah produksi ikan kaleng perharinya yaitu 6924 kaleng, maka kebutuhan ikan perharinya adalah 6924 kaleng x 208,25 gr = **1,44 ton**

#### 4.4.3 Kebutuhan Ikan

Kebutuhan ikan yang digunakan untuk produksi 51 % dari beat kaleng yaitu 216,75 gr maka kebutuhan produksi secara keseluruhan = 90275 kaleng x 216,75 gr = **19,6 ton**

Kebutuhan ikan untuk produksi perharinya bergantung pada jumlah produksi ikankaleng perharinya yaitu 6924 kaleng, maka kebutuhan ikan perharinya adalah 6924 kaleng x 216,75 gr = **1,5 ton**

#### 4.5 Perhitungan beban panas dan kebutuhan steam sterilisasi

Perhitungan kebutuhan steam untuk sistem sterilisasi menggunakan *retort* terlebih dahulu menghitung beban panas yang dibutuhkan dalam melakukan proses sterilisasi dapat dicari dengan menggunakan persamaan 2.1. Sterilisasi dilakukan pada suhu 117°C dan tekanan 0,70-0,80 kg/cm<sup>2</sup> dengan waktu yang berbeda bergantung pada besar kecilnya ukuran kaleng. Untuk kaleng yang direncanakan adalah berukuran besar (kaleng tipe 301) sterilisasi maka dilakukan selama 90 menit (Kurniawati, 2014). Perhitungan beban panas sterilisasi menggunakan rumus (2.1).

$$\begin{aligned} q &= 0,0206 \times 2392,361 \times (117 - 35) \\ &= 4041,17 \text{ W} \\ &= 4,04 \text{ Kw} \end{aligned}$$

Dimana:

q = Aliran Kalor

k = konduktifitas termal untuk uap air (jenuh) = 0,0206 W/m.°C

S = faktor bentuk konduksi

$\Delta T$  = Selisih temperatur (°C) yaitu selisih temperatur uap masuk *Sterilizer* dengan temperatur udara standart (atmosfer)

$$\begin{aligned} S &= \frac{2 \times 3,14 \times 1,9}{\ln\left(\frac{1,005}{1}\right)} \\ &= 2392,361 \end{aligned}$$

Dimana :

S = Faktor bentuk konduksi

L = Panjang Silinder *Sterilizer* = 1,9 m

ro = jari – jari luar *Sterilizer* = 1 m

ri = jari – jari dalam *Sterilizer* = 1,005m

perhitungan kebutuhan uap dihitung berdasarkan besarnya panas yang diperlukan pada *Sterilizer* menggunakan rumus (2.3)

$$\begin{aligned} m_u &= \frac{4,04}{2712,83 - 1269,71} \\ &= 0,0028 \text{ Kg/s} \end{aligned}$$

Dimana :

$M_u$  = masa aliran uap (kg/s)

$Q_{tot}$  = panas yang diperlukan untuk proses perebusan = 4,04 (Kw/s)

hg = enthalpy uap masuk *Sterilizer* pada tekanan 0,8 dan temperatur 177°C adalah = 2712,83 (Kj/kg)

$hx$  = entahpy kondensate keluar *Sterilizer* pada tekanan 1 atm dan temperatur  $35^{\circ}\text{C}$  adalah = 1269.71 (Kj/kg)

maka kebutuhan steam adalah 1 kali operasi adalah  $0,0028 \times 90 \times 60 = 15,2 \text{ Kg}$  / operasi jika dalam 1 hari dilakukan 6 kali operasi maka kebutuhan steam adalah : **90 kg/ hari**

Pemilihan boiler yang dibutuhkan untuk sistem pengalengan adalah minimum memiliki spesifikasi 90kg/hari dan tekanan 0.8 kg/cm<sup>2</sup> maka boiler yang dipilih adalah sebagai berikut :

Nama merek	: Yuanda Boiler
Model	: LHS0.3-0.4-Y(Q)
Berlaku Industri	: Pabrik, Makanan & Minuman Pabrik
Struktur	: Tabung Api
Berat	: 1 Ton
Power supply	: Hal ini dapat disesuaikan seperti 440/220/380 V
Tekanan Boiler	: 0.4 Mpa
Boiler Kapasitas	: 0.3 ton
Dimensi (D*L)	: 988 mm x 1956 mm
Bahan bakar	: Gas alam, diesel, minyak berat

#### 4.6 Perhitungan desain tangki dan *Storage* penunjang pengalengan

Tangki dan *Storage* yang dibutuhkan dalam sistem pengalengan meliputi tangki air, tangki bumbu, *Storage* ikan dan tangki *Storage* limbah ikan. Tangki – tangki tersebut diletakkan di *double bottom* karena tangki merupakan komponen terberat kapal yang akan mempengaruhi kestabilan kapal dan *Storage* diletakkan di deck lantai dua. Berikut perencanaan tangki dan *Storage* kapal perikanan untuk kebutuhan sistem pengalengan ikan diatas kapal.

##### 4.6.1 Tangki Air tawar .

Dari perhitungan kebutuhan air tawar perharinya adalah 7,81 ton/hari maka kebutuhan volumenya adalah.  $7,81 \text{ m}^3$ . Prosentase konstruksi tangki diambil 3% dari volume kebutuhan sehingga volume tangki adalah:  $= 7,81 \text{ m}^3 \times 103 \% = 8,04 \text{ m}^3$  Sehingga perencanaan ukuran dari tanki air tawar menyesuaikan dari bentuk *double bottom* yang dapat dilihat pada Gambar *general arrangement*.

Perhitungan volume double yang dimanfaatkan untuk menyimpan air tawar menggunakan pendekata rumus volume trapezium sebagai berikut :

$$\text{Volume} : \frac{(2,48 + 0,76)}{2} \times 5 \times 1 = 8,1 \text{ m}^3$$

Sehingga volume tangki air tawar yang terletak di *double bottom* mencukupi kebutuhan.

##### 4.6.2 Tangki Bumbu

Dari perhitungan kebutuhan bumbu untuk pengalengan ikan adalah 18,9 ton maka perencanaan tangki volume bumbu adalah  $18,9 \text{ m}^3$ . Prosentase konstruksi



tangki diambil 3% dari volume kebutuhan sehingga volume tangki adalah  $18,9 \text{ m}^3 \times 103 \% = 19,42 \text{ m}^3$ .

Sehingga perencanaan ukuran dari tanki air tawar menyesuaikan dari bentuk *double bottom* dengan memanfaatkan tangki FWT *star board* dan Void sebagai yang dapat dilihat pada Gambar *General arrangement*.

Total Volume *double bottom* yang dapat dimanfaatkan adalah : **22,03 m<sup>3</sup>**, volume tersebut cukup untuk memenuhi kebutuhan bumbu didalam produksi ikan kaleng.

Desain tangki bumbu harian adalah mengacu pada kebutuhan bumbu untuk produksi 1 hari yaitu 1,44 ton, maka desain ukuran tangki yang di rencanakan sebagai adalah  $1,44 \text{ m}^3$ . Prosentase konstruksi tangki diambil 3% dari volume kebutuhan sehingga volume tangki adalah  $1,44 \text{ m}^3 \times 103 \% = 1,48 \text{ m}^3$ . Sehingga desain ukuran tangki bumbu harian yang direncanakan adalah: **1,5 m<sup>3</sup>**

#### 4.6.3 Storage limbah ikan

Dari perhitungan *Storage* limbah ikan untuk pengalengan ikan adalah 30% dari kebutuhan ikan yaitu  $1,5 \text{ ton/hari} \times 30 \%$  adalah 0,5ton , *Storage* ikan menggunakan cold *Storage* yang diletakkan di *second deck* kapal perikanan. Spesifikasi cold *Storage* yang didesain adalah memiliki volume : **1,5 m<sup>3</sup>**

### 4.7 Perhitungan daya dari alat penunjang sistem pengalengan

Perhitungan daya dari sistem penunjang pengalengan adalah meliputi perhitungan sistem penyaluran steam ke *retort*, penyaluran fresh water ke peralatan pengalengan dan sistem pendingin cold *Storage*. Detai perhitungan sistem-sistem penunjang pengalengan adalah sebagai berikut:

#### 4.7.1 Perhitungan sistem penyaluran steam ke *retort*

Penyaluran steam dari boiler ke *retort* menggunakan pipa, maka dalam penelitian ini ada mendesain jalur pipa steam dari boiler ke *retort*. Dari data yang sudah ada yaitu kebutuhan massa persatuan waktu dari steam yang masuk ke *retort* yaitu sebesar  $m_u = 0,0028 \text{ Kg/s}$ , dengan temperatur  $117 \text{ }^\circ\text{C}$  dan tekanan  $0,8 \text{ Kg/cm}^2$  dapat dicari debit steam yang masuk ke *retort* untuk mendesain pipa yang akan digunakan. Untuk menghitung debit dari steam yang masuk ke *retort* terlebih dahulu mengetahui massa jenis dari steam dari parameter tekanan dan temperature steam. Didapatkan massa jenis steam pada temperature tersebut sebesar  $0,3795 \text{ kg/m}^3$ . Maka debit steam yang mengalir ke *retort* adalah :

$$Q = \frac{m_u}{\rho_{steam}}$$

$$Q = \frac{0,0028 \frac{\text{kg}}{\text{s}}}{0,3795 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}}$$

$$= 0,0074 \text{ m}^3/\text{s}$$

Dari debit yang telah didapatkan dapat dicari diameter pipa yang dibutuhkan untuk mengalirkan steam dari boiler ke *retort* dengan desain kecepatan steam  $V = 3 \text{ m/s}$  . didapatkan perhitungan minimal diameter sebesar  $0,056 \text{ m}$  atau  $56 \text{ mm}$

Pipa yang dipilih berdasarkan standart JIS G3452/G3454 memiliki spesifikasi sebagai berikut :

Nominal Diameter	= 65A
Inside diameter (dm)	= 68,5 mm
Thickness	= 3,9 mm
Outside diameter	= 76,3 mm
Material	= Steel pipe
Class Pipe	= Class I
Scadule pipe	= Sch 40

#### 4.7.2 Perhitungan sistem penyaluran air

Sistem penyaluran air yang didesain yaitu sistem penyaluran air tawar untuk kebutuhan awak kapal dan untuk sistem pengalengan. Fresh water generator yang dipilih mempunyai kapasitas 10 m<sup>3</sup>/ hari, namun pada perhitungan sistem penyaluran air ini perhitungan debit diambil dari pemenuhan kebutuhan air untuk bak pendinginan ber volume 1,6 selama 20 menit karena pendinginan berlangsung selama 20 menit dengan air yang mengalir terus-menerus selama 20 menit (Kurniawati, 2014) . sehingga dari data tersebut kapasitas minimal pompa yang dibutuhkan adalah sebesar 4,8 m<sup>3</sup>/jam atau 0,00133 m<sup>3</sup>/s.

Dari debit yang telah didapatkan dapat dicari diameter pipa yang dibutuhkan untuk mengalirkan air dengan desain kecepatan aliran air adalah  $V = 2,5$  m/s . Minimum diameter yang dibutuhkan adalah 0,0264 m atau 26,4 mm

Nominal Diameter	= 25A
Inside diameter (dm)	= 27,6 mm
Thickness	= 3,2 mm
Outside diameter	= 34 mm
Material	= Steel pipe
Class Pipe	= Class 1
Scadule pipe	= Ordinary

Dengan diameter pipa yang dipilih dicari debit aktual dari air sebagai berikut adalah sebesar 2,23 m/s

Perhitungan head sistem penyaluran air pada kapal perikanan sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Head statis} &= 7 \text{ m} \\ \text{Head Velocity} &= V_0 - V_1 = 0,6 - 0,6 = 0 \\ \text{Head Pressure} &= P_0 - P_1 = 0 \end{aligned}$$

- Perhitungan head losses bagian *suction*  
Reynol yang didapatkan dalam perencanaan sistem penyaluran air tawar adalah  $R_n = 55945,8$  (turbulen) yang didapat dari rumus 2.18. dari maka didapatkan koefisien friction factor dari pembacaan moody diagram sebesar 0,038 dan panjang pipa 14 m. Maka head lost mayor pada *suction* dapat dihitung dengan menggunakan rumus 2.19.

$$H_f = \frac{0,038 \times 14 \times 2,23^2}{0,0276 \times 2 \times 9,81}$$

$$= 4,9 \text{ m}$$

Head minor dari suction sistem penyaluran air tawar ini mempunyai koefisien fitting sebesar 4,4 dan kecepatan aliran sebesar 2,23 m/s , sehingga dapat dihitung dengan menggunakan rumus 2.20.

$$\text{Head minor losses} = \frac{4,4 \times 2,23^2}{2 \times 9,81}$$

$$= 1,115$$

$$\text{Head lost total di bagian } suction : \text{ Mayor} + \text{Minor} = 4,9 + 1,115$$

$$= 6,02 \text{ m}$$

- Perhitungan head losses bagian *discharge*  
Reynol yang didapatkan dalam perencanaan sistem penyaluran air tawar adalah  $R_n = 55945,8$  (turbulen) yang didapat dari rumus 2.18. dari maka didapatkan koefisien friction factor dari pembacaan moody diagram sebesar 0,038 dan panjang pipa 16 m. Maka head lost mayor pada *suction* dapat dihitung dengan menggunakan rumus 2.19.

$$H_f = \frac{0,038 \times 16 \times 2,23^2}{0,0276 \times 2 \times 9,81}$$

$$= 5,6 \text{ m}$$

Head minor dari discharge sistem penyaluran air tawar ini mempunyai koefisien fitting sebesar 6,7 dan kecepatan aliran sebesar 2,23 m/s, sehingga dapat dihitung dengan menggunakan rumus 2.20.

$$\text{Head minor losses} = \frac{6,7 \times 2,23^2}{2 \times 9,81}$$

$$= 1,7 \text{ m}$$

Head lost total di bagian discharge: Mayor + Minor = 5,6 + 1,7 = 7,3 m

Head total sistem penyaluran air tawar adalah : Head statis + Head

Velocity + Head Pressure + Head Loss = 7 + 0 + 0 + (6,02 + 7,3) =

**20,31 m**

Pemilihan pompa fresh water adalah sebagai berikut:

Tabel 4. 6 Spesifikasi pompa air tawar

Merk	:	TAIKO TMC-32	
Type	:	Centrifugal pump	
Capacity	:	5	m <sup>3</sup> /h
Head	:	25	m
Power	:	1,5	kW

### 4.7.3 Perhitungan sistem penyaluran bumbu

Sistem penyaluran bumbu yang didesain yaitu sistem penyaluran air tawar untuk kebutuhan sistem pengalengan. Kebutuhan bumbu dalam 1 hari adalah 1,44 dengan pengisian tangki dalam waktu 20 menit (Kurniawati, 2014). sehingga dari data tersebut kapasitas pompa yang dibutuhkan adalah  $4,32 \text{ m}^3/\text{jam}$  atau  $0,0012 \text{ m}^3/\text{s}$ . Dari debit yang telah didapatkan dapat dicari diameter pipa yang dibutuhkan untuk mengalirkan bumbu dengan desain kecepatan aliran bumbu adalah  $V = 2\text{m/s}$ . dengan menggunakan rumus 2.17 didapatkan diameter minimal sebesar  $0,027,6 \text{ m}$  atau  $27,6 \text{ mm}$ .

Sehingga spesifikasi pipa yang dipilih adalah :

Nominal Diameter	= 25A
Inside diameter (dm)	= 27,6 mm
Thickness	= 3,2 mm
Outside diameter	= 34 mm
Material	= Steel pipe
Class Pipe	= Class 1
Scadule pipe	= Ordinary

Dengan diameter pipa yang dipilih dapat dicari head total dari sistem penyaluran bumbu dengan menggunakan perhitungan yang sama dengan sistem penyaluran air (4.7.2) didapatkan hasil sebagai berikut :

Head total sistem penyaluran bumbu adalah : Head statis + Head Velocity + Head Pressure + Head Loss =  $5 + 0 + 0 + (3,773 + 2,775) = \mathbf{11,54 \text{ m}}$

Sehingga Pemilihan spesifikasi pompa bumbu adalah :

Tabel 4. 7 Spesifikasi pompa bumbu

Merk	:	TAIKO TMC-32	
Type	:	Centrifugal pump	
Capacity	:	5	$\text{m}^3/\text{h}$
Head	:	16	m
Power	:	0,75	kW

### 4.7.4 Perhitungan sistem pengondisian ruang penyimpanan

Untuk menghitung beban transmisi maka dibutuhkan koefisien perpindahan panas menyeluruh dari material ruang penyimpanan yang terkena panas. Pengondisian temperature ruang penyimpanan adalah  $15^\circ\text{C}$  dengan pertimbangan temperatur tersebut adalah temperature yang baik untuk penyimpanan ikan kaleng (Kurniawati, 2014). Material yang dipakai dalam perencanaan desain ruang penyimpanan ini adalah *carbon steel* dan *polystyrene*. Berikut adalah data material dan nilai konduktivitas termal panasnya dari ruang penyimpanan kapal pengalengan ikan 200GT yang dapat dilihat pada Tabel 4.8.

Tabel 4. 8 Konduktivitas termal material *cold storage*

No	Bahan	k(W/m <sup>2</sup> .C)
1	<i>carbon steel</i>	43
2	<i>Polystyrene</i>	0,03

(Sumber: young,,2000)

Dinding ruang penyimpanan pada kapal pengalengan ikan 200GT ini didesain dengan 3 lapisan material yaitu pada lapisan luar *carbon steel*, lapisan ke dua *polystyrene*, dan lapisan paling dalam *carbon steel*.

*Carbon steel* 1(in) dengan tebal : 0,002 meter,  
*Polystyrene* dengan tebal : 0,03 meter,  
*Carbon steel* 2 (out) dengan tebal : 0,0045 meter, konduktivitas termal (k)

Dari data material tersebut dapat dihitung nilai koefisien perpindahan transmisi dengan menggunakan rumus 2.5:

$f_i$  adalah nilai konveksi udara luar : 22,7 w/m<sup>2</sup>.K

$f_o$  adalah nilai konveksi udara dalam : 9,37 w/m<sup>2</sup>.K

nilai konduktivitas termal (k) pada jenis material :

*Carbon steel* : 43 (W/m.K)

*Polystyrene* : 0,03 (W/m.K)

Maka didapatkan nilai  $U = 0,868864375$  W/m<sup>2</sup>K

- a) Perhitungan beban panas transmisi pada dinding ruang penyimpanan

Dari nilai koefisien perpindahan panas transmisi (u) dapat dihitung beban panas transmisi yang terjadi di setiap bidang. Perhitungan beban panas transmisi bidang ruang penyimpanan ini diambil contoh perhitungan 1 ruang penyimpanan dari 2 ruang penyimpanan untuk di jadikan contoh perhitungan. Sementara ruang penyimpanan yang lainnya dihitung menggunakan rumus yang sama dengan menggunakan bantuan *software*. Contoh perhitungan ruang penyimpanan yang diambil adalah pada ruang penyimpanan no 2. Pada ruang penyimpanan 2 panas dari lingkungan yang mempengaruhi sistem dapat dilihat pada Gambar *General Arrangement*. Pada sisi kanan dan kiri ruang penyimpanan 2 adalah *surface exposed to sea water* karena pada area dibawah water line kapal yang bertemperatur 29,44°C. Penetapan suhu yang mempengaruhi sistem yang ada di dalam ruang penyimpanan 2 sudah disesuaikan dengan temperatur asumsi batas pada kapal dagang. Perhitungan beban panas transmisi dapat dihitung dengan menggunakan rumus 2.4. Beban transmisi pada sisi kanan sama hal ini dikarenakan luasan bidang dan pengaruh perbedaan temperatur yang sama. Perhitungan beban panas pada sisi kanan dan kiri dari ruang penyimpanan 2 adalah sebagai berikut:

$$H_T = 0,868864375 \frac{W}{m^2K} \times 8,69 \text{ m}^2 \times (29,44 - 15) ^\circ\text{C}$$

$$H_T = 109,09 \text{ Watt}$$

sedangkan perhitungan beban panas pada sisi belakang dan depan ruang penyimpanan 2 adalah sebagai berikut:

$$H_T \text{ belakang} = 0,868864375 \frac{W}{m^2K} \times 9,98 \text{ m}^2 \times (48,8 - 15) ^\circ\text{C}$$

$$H_T = 294 \text{ Watt}$$

$$H_T \text{ depan} = 0,868864375 \frac{W}{m^2K} \times 9,98 \text{ m}^2 \times (27 - 15) ^\circ\text{C}$$

$$H_T = 104,13 \text{ Watt}$$

Dikarenakan tidak ada perbedaan temperatur pada sisi atas maka beban transmisi pada sisi atas adalah 0 Watt, sedangkan perhitungan beban panas pada sisi bawah ruang penyimpanan 2 adalah sebagai berikut:

$$H_T \text{ bawah} = 0,868864375 \frac{W}{m^2K} \times 15,72 \text{ m}^2 \times (29,44 - 15) ^\circ\text{C}$$

$$H_T = 197,29 \text{ Watt}$$

Sehingga dari contoh perhitungan beban panas transmisi dari ruang penyimpanan 2 didapatkan data beban panas transmisi ruang penyimpanan 1 melalui perhitungan yang sama yang dapat dilihat pada Tabel 4.9.

Tabel 4. 9 Hasil Perhitungan Beban Panas Transmisi

Cargo Fish	Atas	Bawah	Depan	Belakang	Kiri	Kanan	Total (Kw)
2	448,66	0	88,62	79,59	211,13	211,13	1,04
4	0	197,29	104,13	294,0	109,09	109,09	0,81

b) Perhitungan beban panas produk ruang penyimpanan

Pada perhitungan beban panas produk diperlukan data antara lain Panas spesifik ikan kaleng yaitu sebesar (cp) 0,054 kkal/kg°C (Sutardi, 1990). Untuk menghitung beban panas produk juga diperlukan data massa dari ikan kaleng yang akan kondisikan.. Data kapasitas jumlah dan berat dari ikan kaleng setiap ruang penyimpanan dapat dilihat pada Tabel 4.10.

Tabel 4. 10 Data Kapasitas dari ruang penyimpanan

Keterangan	Kapasitas Ikan Kaleng	Berat total(kg)
Ruang Penyimpanan 1	34425	22204
Ruang Penyimpanan 2	55430	35752,75

c) Perhitungan beban panas produk pada ruang penyimpanan

Beban panas produk pada ruang penyimpanan dihitung dengan Perhitungan rumus 2.6 beban panas produk. Perhitungan beban panas ruang penyimpanan ini diambil contoh perhitungan 1 ruang penyimpanan untuk dijadikan contoh perhitungan. Contoh perhitungan beban produk yang diambil adalah pada ruang penyimpanan 2. Pada ruang penyimpanan 2 jumlah ikan kaleng yang ampu ditampung adalah sebesar 55430 kaleng ikan dengan berat 35752,75

kg pendinginan yang direncanakan adalah 15 C dengan capaian waktu *cooling down* adalah 24 jam.

$$H_p = \frac{35752,75 \times 0,054 \times (27 - 15)}{24 \times 3600}$$

$$= 0,268 \text{ kkal /s}$$

$$= 1,12 \text{ kw}$$

Sehingga dari contoh perhitungan beban panas produk dari ruang penyimpanan 2 didapatkan data beban panas produk total melalui perhitungan yang sama yang dapat dilihat pada Tabel 4.11.

Tabel 4. 11 Hasil Perhitungan Beban Panas Produk Ruang penyimpanan

Keterangan	Beban Panas	satuan
<b>Ruang Penyimpanan 1</b>	0,69	Kw
<b>Ruang Penyimpanan 2</b>	1,12	kw

d) Perhitungan beban panas Infiltrasi

Beban panas infiltrasi melalui pertukaran udara terjadi akibat adanya frekuensi buka tutup ruang penyimpanan. Parameter yang menentukan besar beban panas infiltrasi adalah volume ruang penyimpanan dan temperatur penyimpanan temperatur udara lingkungan sekitar dan RH lingkungan sekitar. Contoh perhitungan beban panas infiltrasi adalah ruang penyimpanan 2 dengan volume ruangnya adalah 36,95 m<sup>3</sup>, Pertukaran udara dalam 24 jam direncanakan adalah 14.0 kali. Dari data tersebut beban pertukaran udara untuk temperature dalam penyimpanan yang direncanakan 15 °C dan kondisi ruang penyimpanan bertemperatur ± 28 °C adalah 28 kkal/m<sup>3</sup> (Rahmat M. R., 2015), maka beban infiltrasinya dapat dihitung dengan rumus 2.7 :

$$Q_i = \frac{36,95 \text{ m}^3 \times 14 \times 28}{24 \text{ jam}}$$

$$= 603,58 \text{ kkal/h}$$

$$= 0,702 \text{ Kw}$$

Sehingga dari contoh perhitungan beban panas infiltrasi dari ruang penyimpanan 2 didapatkan data beban panas infiltrasi total dari ruang penyimpanan yang ditunjukkan pada Tabel 4.12.

Tabel 4. 12 Hasil perhitungan beban panas infiltrasi dari ruang penyimpanan

Keterangan	Beban Panas	satuan
<b>Ruang Penyimpanan 1</b>	0,44	kw
<b>Ruang Penyimpanan 2</b>	0,7	kw

- e) Perhitungan beban panas fan dan motor

Beban panas yang diakibatkan oleh fan dan motor pada sistem refrigerasi dapat dihitung dengan acuan Tabel 2.10 dan rumus 2.8. Beban panas motor yang diambil adalah 3 Hp dengan efisiensi 0,8 untuk ruang penyimpanan 2 sebagai contoh perhitungan.

$$\begin{aligned} H_{mf} &= \frac{3 \text{ HP} \times 2445}{0,8} \left( \frac{\text{BTU}}{\text{hr}} \right) \\ &= 9168,75 \text{ BTU} \\ &= 2,68 \text{ Kw} \end{aligned}$$

- f) Beban panas total dari setiap

Dari perhitungan panas transmisi, produk, infiltrasi, fan dan motor di atas dapat ditentukan beban panas total dari penjumlahan beban panas tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.13.

Tabel 4. 13 Hasil Perhitungan beban panas total dari ruang penyimpanan

Ruang penyimpanan	Beban Panas total
1	4,85 Kw
2	5,31 Kw

- g) Perhitungan daya sistem refrigerasi ruang penyimpanan

Sistem refrigerasi yang akan didesain adalah sistem refrigerasi dengan refrigerant R22 yang digunakan untuk mensuplai udara dingin di ruang penyimpanan 1 dan 2 maka beban panas yang dipakai adalah beban panas total dari ruang penyimpanan sebesar 10,16 kw, dengan selisih suhu refrigerant dan Temperature kondisi adalah  $\Delta T = 10^\circ\text{C}$  maka termprtatur reftigeran adalah  $15^\circ\text{C} - 10^\circ\text{C} = 5^\circ\text{C}$  pada tekanan 1 atm. Dengan data tersebut dapat dicari massa refrigerant yang mengalir persatuan waktu sebagai berikut. *Entalphy* laten ( $h_{fg}$ ) refrigerant pada  $5^\circ\text{C}$  adalah pada saat ( $h_v$ ) fraksi uap 407 Kj/kg dan pada saat ( $h_f$ ) fraksi liquid 253,6 kj/kg dengan temperature condensor  $10^\circ\text{C} + 32^\circ\text{C}$  (temperature udara sekitar) =  $42^\circ\text{C}$  data didapat dari grafik Ph diagram R22. Maka dengan menggunakan rumus 2.15 massa aliran refrigeran persatuan waktu adalah:

$$\begin{aligned} \dot{m}_{ref} &= \frac{10,16 \text{ KW}}{\frac{407 \text{ kj}}{\text{kg}} - \frac{253,6 \text{ kj}}{\text{kg}}} \\ \dot{m}_{ref} &= 0,066 \text{ kg/s} \end{aligned}$$

Dengan didapatnya massaper satuan waktu dapat diperhitungan *Entalphy* pada 4 titik sistem refrigerasi daya komponen pada sistem refrigerasi.

Analisa *Entalphy* pada titik 1 didapatkan melalui parameter temperatur dan tekanan yang diproyeksiikan pada P-h diagram



$$h_1 = h_v = 407 \text{ Kj/kg}$$

$$P_1 = 5,83 \text{ bar}$$

$$T_1 = 5 \text{ }^\circ\text{C}$$

Analisa *Entalphy* pada titik 2 didapatkan melalui parameter temperatur dan tekanan yang diproyeksiikan pada P-h diagram, diambil nilai asumsi COP=3,5

$$h_2 = \frac{h_1 - h_4}{COP} + h_1$$

$$h_2 = \frac{(407 \text{ Kj/kg} - 253,6 \text{ kj/kg})}{3,5} + 407 \text{ Kj/kg}$$

$$h_2 = 450,9 \text{ kj/kg}$$

Analisa *Entalphy* pada titik 3 didapatkan melalui parameter temperatur dan tekanan yang diproyeksiikan pada P-h diagram

$$h_3 = h_4 = h_f = 253,6 \text{ kj/kg}$$

Analisa *Entalphy* pada titik 4 didapatkan melalui parameter temperatur dan tekanan yang diproyeksiikan pada P-h diagram karena pada fase ini adalah fase isentropic

$$h_3 = h_4 = 253,6 \text{ kj/kg}$$

Maka daya dari componen sistem refrigerasi dapat di perhitungkan dengan Rumus 2.13-2.15 :

- a) Daya pada kompresor ruang penyimpanan

$$\dot{Q}_{kompresor} = 0,066 \frac{\text{Kg}}{\text{s}} \times (450,9 \text{ kj/kg} - 407 \text{ Kj/kg}) \frac{\text{Kj}}{\text{Kg}}$$

$$\dot{Q}_{kompresor} = 2,9 \text{ Kw}$$

- b) Daya pada Evaporator ruang penyimpanan

$$\dot{Q}_{Evaporator} = 0,066 \frac{\text{Kg}}{\text{s}} \times (407 - 253,6) \frac{\text{Kj}}{\text{Kg}}$$

$$\dot{Q}_{Evaporator} = 10,16 \text{ Kw}$$

- c) Daya Pada kondensor

$$\dot{Q}_{Condensor} = 0,066 \frac{\text{Kg}}{\text{s}} \times (450,9 - 253,6) \frac{\text{Kj}}{\text{Kg}}$$

$$\dot{Q}_{Condensor} = 13,06 \text{ Kw}$$

Tabel 4. 14 Daya komponen sistem refrigerasi pada ruang penyimpanan

Komponen	Daya	Merek	Model
Daya listrik kompresor	2,6 Kw	Bitzer	2EES-3-40S
Kapasitas kondensor	12,77 kW	Bitzer	2EES-3
Kapasitas Evaporator	10,17 Kw	Bitzer	2EES-3

#### 4.7.5 Perhitungan sistem pengondisian ruang main cold Storage

Ruangan cold Storage yang didesain untuk memenuhi kebutuhan pengalengan ikan dengan Spesifikasi cold storage yang memiliki ruang pendinginan 4,2 m x 4,25 m x 2 m dan ruang untuk mesin berukuran 4,2 m x 1 m x 2 m. Insulasi pada main cold Storage ini menggunakan insulasi yang sama dengan insulasi yang dipakai pada ruang penyimpanan yaitu *carbon steel* dan *polystyrene*. Maka nilai konduktifitas termal cold Storage sama dengan ruang penyimpanan yaitu sebesar  $U = 0,868864375 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Temperatur cold storage dikondisikan  $5 \text{ }^\circ\text{C}$  untuk mempertahankan kualitas ikan sampai 3 hari. Perhitungan beban panas total dari cold storage dipehitungkan dengan rumus yang sama pada sub bab 4.7.4 sehingga didapatkan beban panas total dari cold storage adalah **11,28 kw**.

Sistem refrigerasi yang akan didesain adalah sistem refrigerasi dengan refrigerant R22 yang digunakan untuk mendinginkan cold storage maka beban panas yang dipakai adalah beban panas total dari cold storage sebesar 11,28 kw, dengan selisih suhu refrigerant dan Temperature kondisi adalah  $\Delta T = 10 \text{ }^\circ\text{C}$  maka temperatur refrigeran adalah  $5 \text{ }^\circ\text{C} - 10 \text{ }^\circ\text{C} = -5 \text{ }^\circ\text{C}$  pada tekanan 1 atm. Dengan menggunakan rumus yang sama dengan sub bab 4.7.4 maka dihasilkan daya dan kapasitas dari peralatan sistem refrigerasi yang dapat dilihat pada Tabel 4.15.

Tabel 4. 15 Daya dan kapasitasn komponen pada main cold storage

Komponen	Daya	Merek	Model
Daya listrik kompresor	4,79 kW	Bitzer	4EES-4-40S
Kapasitas kondensor	18,75 kW	Bitzer	4EES-4
Kapasitas Evaporator	13,97 kW	Bitzer	4EES-4

#### 4.7.6 Perencanaan sistem ventilasi udara

Perencanaan ventilasi udara di ruang produksi kapal pengalengan ikan dengan ukuran ruangan adalah 9,5m x 7m x 5m menggunakan insulasi *iron plat*, *polystyrene*, *corkboard*. Pengondisian temperatur pada ruang produksi ini adalah  $27^\circ\text{C}$ . Perhitungan beban panas total dari cold storage sebagai berikut:

Conductivity :

$K1 = 0,82 \text{ w/m}^2\text{K} \rightarrow (\text{Iron Plat})$

$K2 = 0,037 \text{ w/m}^2\text{K} \rightarrow (\text{polystyrene, expanded})$

$K3 = 0,043 \text{ w/m}^2\text{K} \rightarrow (\text{Corkboard})$

$H1 = 9,3 \text{ W/m}^2\text{K}$

$H2 = 34 / \text{m}^2\text{K}$

Maka, Nilai U yang didapat dengan menggunakan rumus 2.5 adalah  $^\circ\text{K}$  dengan perencanaan isolasi tebal adalah untuk plat = 5 mm dan polystyrene corkboard = 50 mm didapatkan  $U1$  (Koefisien perpindahan panas menyeluruh pada dinding bagian luar)  $0.621 \text{ W/m}^2$  dan  $U2$  (Koefisien perpindahan panas menyeluruh pada dinding bagian dalam)  $0.592 \text{ W/m}^2 \text{ }^\circ\text{K}$

a) Perhitungan beban panas transmisi

Ruangan produksi pengalengan ikan pakan kapal ini terletak di frame 26-45. layout perpindahan panas pada ruang produksi ikan dapat dilihat pada

Gambar *General arrangement* pada lampiran no 9. Luasan perpindahan panas pada ruang produksi dapat dilihat pada Tabel.4.16

Tabel 4. 16 Luasan perpindahan panas pada ruang produksi

Luasan					
Atas	Depan	Bawah	Belakang	Kanan	Kiri
66,50	34,65	66,50	34,65	47,03	47,03

Beban panas pada sisi samping kanan dan kiri kapal terkena pengaruh air laut yang bersuhu 29,44 C sehingga perhitungan beban panasnya sebagai berikut:

$$H_{tr} \text{ Kanan/Kiri} = 0,621 \text{ W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{K} \cdot (47,03) \text{ m}^2 \cdot (29,44-27)^\circ\text{C}$$

$$= 71,25 \text{ watt}$$

Beban panas pada sisi depan dipengaruhi oleh power pack room dengan temperature 48,88 °C dan pada sisi belakang dipengaruhi oleh ruang penyimpanan dengan suhu 15 °C. perhitungan beban panasnya sebagai berikut :

$$H_{tr} \text{ depan} = 0,592 \text{ W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{K} \cdot (34,65) \text{ m}^2 \cdot (48,88-27)^\circ\text{C}$$

$$= 448,82 \text{ watt}$$

$$H_{tr} \text{ belakang} = 0,592 \text{ W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{K} \cdot (34,65) \text{ m}^2 \cdot (15-27)^\circ\text{C}$$

$$= -246,154 \text{ watt}$$

Beban panas pada sisi atas dipengaruhi oleh temperature open deck 60 °C dan pada sisi bawah dipengaruhi oleh tangki dengan suhu 29,44 °C. perhitungan beban panasnya sebagai berikut :

$$H_{tr} \text{ atas} = 0,621 \text{ W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{K} \cdot (66,5) \text{ m}^2 \cdot (60-27)^\circ\text{C}$$

$$= 1362,78 \text{ watt}$$

$$H_{tr} \text{ bawah} = 0,621 \text{ W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{K} \cdot (66,5) \text{ m}^2 \cdot (29,44-27)^\circ\text{C}$$

$$= 96,06 \text{ watt}$$

Beban panas transmisi total adalah sebesar : **1804,02 Watt**

b) Beban panas orang atau pekerja

Pada ruang produksi terdapat 7 orang pekerja. Para pekerja tersebut mengeluarkan panas yang menjadi beban panas didalam ruangan produksi. Perhitungan beban panas pekerja adalah sebagai berikut:

Tabel 4. 17 Heat rate workshop activity

Activity	Heat Rate		
	Sensible	Talent	Total
Workshops	73	149	222

$$H_{\text{person}} = 222 \text{ watt} \times 7 \text{ orang}$$

$$= 1554 \text{ Watt}$$

- c) Beban Panas dari panas rambatan dari cendela  
Ruang produksi pengalengan terdapat 6 cendela yang berfungsi sebagai penerangan didalam ruang produksi . dengan panas yang merambat di cendela adalah  $350 \text{ w/m}^2$  maka beban panas akibat adanya cendela adalah

Diameter cendela : 0,6 m

$$\begin{aligned} \text{Maka luasan cendela} &= 0,25 \times 3,14 \times 0,6^2 \\ &= 0,283 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\text{Beban panas akibat adanya cendela} = 350 \times 0,283 \times 6 = 594,3 \text{ watt}$$

- d) Beban panas akibat adanya lampu penerangan  
Pada ruang produksi pengalengan direncanakan terdapat 6 lampu penerangan yang difungsikan sebagai penerangan di waktu produksi. Lampu penerangan yang dipakai adalah lampu penerangan jenis Fluorecent dengan daya 20 watt. Maka beban panas akibat lampu adalah :

$$H_{\text{Lamp}} = 20 \times 6 = 120 \text{ watt}$$

- e) Beban panas peralatan yang digunakan di ruang produksi  
Peralatan –peralatan yang digunakan di ruang produksi adalah yang harus ada untuk produksi ikan kaleng yang di atur dalam (SNI) 2712:2013. Alat – alat yang digunakan meliputi :

Nama Alat	Daya peralatan
Mesin Penghilang sisik	0,75 kw
Conveyor	0,75 kw
Seamer	1,5 kw
Alat sterilisasi	10 kw
Over heat crane	2,2 kw
Alat labeling	0,98 kw
<b>Total panas peralatan</b>	<b>16,18 kw</b>

Jika efisiensi dai peralatan adalah 80% maka 20% dari losses peralatan menimbulkan panas:

$$\text{Beban panas peralatan} : 16,18 \text{ kw} \times 20\% = 3,24 \text{ kw}$$

Maka beban panas total dari ruang produksi adalah :  $1,8 \text{ kw} + 1,55 \text{ kw} + 0,12 \text{ kw} + 3,24 \text{ kw} = 7,3 \text{ kw}$

- f) Menghitung kebutuhan udara untuk ruangan produksi  
Kapasitas udara yang dibutuhkan untuk disupplai ke dalam ruangan produksi untuk mencapai temperatur dan kelembaban relatif ruang sesuai dengan kriteria yang diinginkan adalah sebagai berikut :

$\dot{V}_s$  = Kapasitas udara yang disupplai ( $\text{m}^3/\text{h}$ )

$Q_T$  = Total panas yang diderita ruang 7300 (watt)

$\rho$  = Density udara ( $1,2 \text{ kg/m}^3$ )

$C_p$  = Panas spesifik udara ( $1,025 \text{ kJ/Kg } ^\circ\text{C}$ )

$$\dot{V}_s = \frac{7300}{1,2 \times 1,025 \times (32 - 27)} \quad \left(\frac{m^3}{h}\right)$$

$$= 4273,171 \text{ m}^3/h$$

g) Perhitungan perencanaan *Ducting*

Perencanaan *ducting* untuk mendistribusikan aliran dari udara luar hingga masuk kedalam ruang muat terdiri dari main *ducting* dan branch *ducting*. Untuk kecepatan aliran yang diambil adalah 12 m/s untuk main *ducting* dan 5 m/s untuk branch *ducting*. Ukuran *ducting* minimal yang dibutuhkan untuk mengalirkan udara dengan kapasitas 4273,171 m<sup>3</sup>/h adalah 354,9 mm. Ukuran *ducting* yang dipilih menggunakan tabel ASHRAE adalah 275 x 400 mm, dengan diameter *ducting* 361 mm. dengan ukuran *ducting* tersebut maka kecepatan aliran udara yang diperoleh adalah 10,79 m/s.

h) Perhitungan *pressure drop* pada sistem *ducting*

Perhitungan *pressure drop* pada *ducting* adalah sebagai berikut :

$$\rho = \text{Density of air on } 27 \text{ }^\circ\text{C} = 1,146 \text{ kg/m}^3$$

$$\mu = \text{Viscosity of air on } 27 \text{ }^\circ\text{C} = 0,00001894 \text{ kg/m.s}$$

$$D = \text{Diameter of Main Duct} = 0,361 \text{ m}$$

$$v = \text{Air Velocity on Main Duct} = 10,79 \text{ m/s}$$

$$\varepsilon = 0,00015 \text{ m}$$

$$L = \text{Panjang } ducting = 16 \text{ m}$$

$$\varepsilon / d = \text{Relative roughness, Galvanis} = 0,00015/0,361 = 0,00042$$

harga reynold number yang diperoleh dengan menggunakan rumus 2.18 adalah 235704 (Turbulen). Setelah diketahui Re dan relative roughness dapat dicari nilai *friction factor* pada diagram moody. *friction factor* yang didapatkan adalah (f) = 0,026

Menghitung *pressure drop* dapat dihitung menggunakan rumus 2.19 sebagai berikut  $\Delta P = 1,146 \times \left(\frac{0,026 \times 16}{0,361}\right) \times \left(\frac{10,79^2}{2}\right)$

$$\Delta P = 76,88 \text{ pa}$$

$$\Delta P = 4,80 \text{ pa/m}$$

Perhitungan distribusi udara pada *branch ducting* dengan kecepatan aliran 5 m/s dengan menggunakan rumus 2.19 didapatkan hasil yang dapat dilihat pada Tabel.4.18

Tabel 4. 18 Distribusi udara ke ruang produksi

No	Q (m <sup>3</sup> /s)	v (m/s)	A (m <sup>2</sup> )	D (m)	Description
1	1,187	10,79	0,11	0,361	Main <i>Ducting</i> (A)
2	0,297	4,72	0,07	0,283	Branch <i>Ducting</i>
3	0,297	4,72	0,07	0,283	Branch <i>Ducting</i>
4	0,297	4,72	0,07	0,283	Branch <i>Ducting</i>
5	0,297	4,72	0,07	0,283	Branch <i>Ducting</i>

Kemudian dihitung *pressure drop* pada *branch ducting* dengan menggunakan rumus yang sama dengan *main ducting* diperoleh hasil yang dapat dilihat pada Tabel 4.19

Tabel 4. 19 *Pressure drop* pada *ducting* ruang produksi

No	$\varepsilon/d$	L (m)	D (m)	v (m/s)	Rn	f	$\Delta P$ (Pa)	$\Delta P/L$ (P/m)
1	0,00014	16	0,361	10,79	235703	0,026	76,89	4,8
2	0,00018	3	0,283	4,72	80823	0,036	4,87	1,6
3	0,00018	2	0,283	4,72	80823	0,036	3,25	1,6
4	0,00018	4	0,283	4,72	80823	0,036	6,49	1,6
5	0,00018	2	0,283	4,72	80823	0,036	3,25	1,6

maka total *pressure drop* pada sistem *ducting* di ruang workshop adalah :

Total *Pressure drop* = 94,75 Pa

Pemilihan fan untuk ruang produksi pengalengan ikan :

Kapasitas yang dibutuhkan : 1,187 m<sup>3</sup>/s ; 1 m<sup>3</sup>/s = 2118,99 CFM  
= 2515,22 CFM

Minimal Pressure yang dibutuhkan : 94,75 Pa ; 1 Pa = 0.004 inch of H2O  
= 0,38 of H2O (PS)

Maka dipilih fan untuk ruang produksi dengan spesifikasi sebagai berikut :

Tabel 4. 20 Spesifikasi Fan ruang produksi

Manufacturer	aerovent	
Type	12D640	
Model	MDTM	
Capacity [CFM]	2387	CFM
P [inch of H2O]	0,5	SP
RPM	3450	RPM
Power [HP]	0,84	HP

Pemilihan pendingin udara ruangan produksi adalah sebagai berikut:

Tabel 4. 21 Tabel spesifikasi AHU ruang produksi

Model Unit	RX-FNL-02MH
Kompresor model	ZB15KQ
Suhu yang berlaku (°C)	0 ~15 °C
Refrigerant	R22/R404A
Supply	380 V 50Hz
Kondensor	
Jumlah Fan (pcs)	1
Air flow (m & sup3/h)	1*3800
Kekuatan Fan (w)	1*190
Ref Kapasitas condensing Uni	
Daya (w)	1540

Temperature (°C)	MenguapSuhu-0
Secara keseluruhan Dimensi	
Panjang (A) mm	1110
Lebar (B) mm	500
Tinggi (H) mm	790

#### 4.7.7 Total daya seluruh komponen sistem pengalengan dan sistem

List daya semua komponen sistem pengalengan dan sistem penunjang dapat dilihat pada Tabel 4.22.

Tabel 4. 22 List daya komponen sistem pengalengan dan penunjang

No	Nama peralatan	Merek/Model	Daya (kw)
1	Mesin Penghilang sisik	Custom model	0,75
2	Timbangan	ACER	0,002
3	Conveyor	SAUDARA/ ERC4M/R	0,75
4	Mesin pengisi saus otomatis	Custom model	1
5	Mesin penutup kaleng ( <i>seamer</i> )	LAUT	1,5
6	<i>Retort</i>	MOSEN/PLJ-10-2.B.4	10
7	<i>Over head creane 1</i>	Dowell Crane	2,2
8	<i>Over head creane 2</i>	Dowell Crane	2,2
9	Mesin Labeling	Winskys	1,51
10	<i>Fresh Water Generator</i>	GWS/RO AQE-10 M	7
11	<i>Cold Storage harian</i>	BALSEN/BS-2.0PK	0,26
12	Pompa air tawar	TAIKO/TMC-32	1,5
13	Pompa bumbu	TAIKO/TMC-32	0,75
14	Refrigerator ruang penyimpanan	Bitzer/2EES-3-40S	2,6
15	<i>Main cold storage ikan</i>	Bitzer/4EES-4-40S	4,79
16	Fan	Aerovent/12D640	0,63
17	Pendingin ventilai ruang produksi (HVAC)	RX-FNL-02MH	1,54
<b>Total Daya</b>			<b>38,36 kw</b>

Maka kebutuhan daya total untuk sistem pengalengan ikan dalam kapal perikanan 200 GT adalah **38,36 kw**

#### 4.8 Analisa layout produksi pengalengan ikan di kapal perikanan 200 GT

Layout pabrik yang bagus adalah layout yang mempertimbangkan standart manajemen industry yang dibahas pada 2.1 perencanaan layout pabrik. Pada perencanaan layout pabrik pengalengan ikan di kapal perikanan 200GT memenuhi standart manajemen industry dengan analisa sebagai berikut:

1. Jenis produk, termasuk didalamnya desain produk dan volume produksi.  
jenis produk adalah ikan kaleng dengan perhitungan volume produksi yang sesuai dengan asumsi minimal dari pabrik ikan kaleng yang sudah ada yaitu PT.Maya Food yang dapat dilihat pada pembahasan 4.1.
2. Urutan proses  
Urutan proses disesuaikan dengan alur proses pengalengan ikan dari mulai bahan baku ikan dimasukan sampai jadi produk ikan kaleng. proses

pengalengan ikan diatur dalam (SNI) 2712:2013 Produk ikan kemasan kaleng.

3. Peralatan pengalengan ikan dipilih berdasarkan kapasitas produksi minimal yang telah direncanakan. peletakan Peralatan-peralatan produksi pada desain layout yang sudah direncanakan telah disesuaikan dengan alur proses produksi sehingga memudahkan dan mempercepat proses produksi. Layout peletakan peralatan produksi direncanakan dengan model zig-zag karena didalam kapal penataan space adalah yang paling utama sehingga model zig-zag ini sangat cocok untuk memanfaatkan ruang produksi di kapal seminim mungkin namun masih bisa dioperasikan secara maksimal.
4. Pemeliharaan dan penggantian mesin dan peralatan (maintenance and replacement).  
Untuk memudahkan perbaikan dan pemeliharaan mesin dalam desain penataan peralatan jarak antar peralatan adalah 870 mm – 1000 mm, jarak tersebut sudah cukup untuk melakukan proses perbaikan mesin di dalam kapal.
5. Peletakan peralatan pengalengan hamper semua diletakan di tengah kapal yang bertujuan untuk membuat momen roling kapal agar tetap stabil.



## **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

### **5.1 Kesimpulan**

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian yang berjudul Perencanaan Sistem Pengalengan Ikan Pada Kapal Perikanan 200 Gt adalah sebagai berikut :

1. Kapasitas ikan kaleng yang dapat diproduksi dari kapal perikanan 200GT adalah 90275 kaleng dengan kapasitas produksi harian adalah 6924 kaleng /hari.
2. Total beban panas sterilisasi yang diperoleh dari proses pengalengan ikan adalah 4,04 Kw yang dihitung melalui kapasitas produksi ikan kaleng.
3. Kebutuhan daya total untuk menjalankan semua komponen sistem pengalengan dan penunjangnya adalah 38,36 Kw dengan detail komponen dan daya yang dapat dilihat pada Tabel 4.24.
4. Telah didapatkan detail drawing diagram sistem penyaluran air tawar, penyaluran steam, penyaluran bumbu, ventilasi, detail layout 2D dan 3D dari kapal pengalengan ikan 200GT yang dapat dilihat pada lampiran.

### **5.2 Saran**

Saran yang dapat diberikan untuk penelitian ini agar bisa lebih baik lagi adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini tidak memperhitungkan kesetabilan kapal sehingga perlu dikaji dan dihitung mengenai kesetabilan kapal setelah dilakukan perubahan menjadi kapal pengalengan ikan.
2. Penelitian ini tidak memperhatikan biaya –biaya realisasi dan biaya operasional sehingga perlu diperhitungkan nilai ekonominya.

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

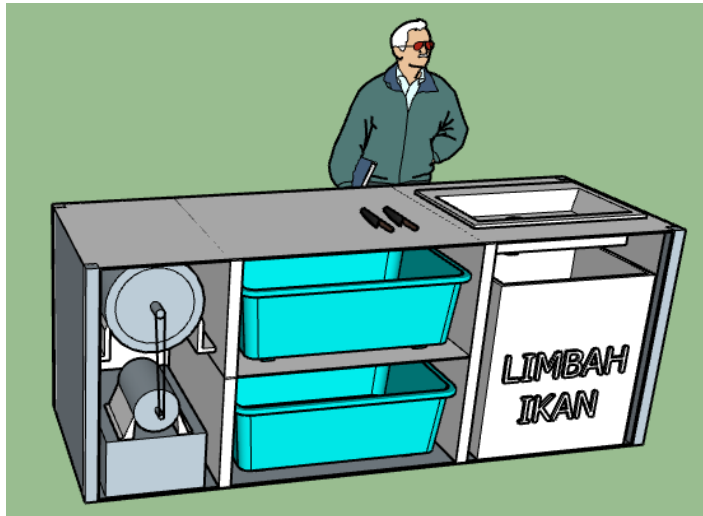
## DAFTAR PUSTAKA

- Aryanita S, M. N. (2011). *TEKNIK PENGERINGAN DAN PENDINGINAN. TEKNIK DAN MANAJEMEN INDUSTRI PERTANIAN UNIVERSITAS PADJADJARAN*, 2-3.
- BKIPM. (2019, Agustus 12). *Badan Karantina Iqawa wkan, Pengendalian Mutu dan Keamanan Hasil Perikanan*. Retrieved from Kementerian Kelautan dan Perikanan: <https://kkp.go.id/bkipm/artikel/12927-semester-1-2019-ekspor-komoditi-perikanan-sulut-capai-rp-1-triliun>
- BSN, (. S. (2013). Standart Nasional Indonesia. In BSN, *Ikan dalam kemasan kaleng hasil sterilisasi* (p. 4). Jakarta: BSN.
- Ginoga, A. N. (2017). ANALISIS STRUKTUR PERILAKU DAN KINERJA INDUSTRI PENGOLAHAN IKAN DALAM KALENG. *DEPARTEMEN ILMU EKONOMI INSTITUT PERTANIAN BOGOR*, 21-23.
- Guritno, E. S. (2015). Mapping Sistem Logistik Produk Ikan Tangkap Segar. *Prosiding Seminar Agroindustri dan Lokakarya Nasional FKPT-TPI*, 3.
- KPPN, D. K. (2014). *KAJIAN STRATEGI PENGELOLAAN PERIKANAN BERKELANJUTAN*. Jakarta: Kementerian PPN.
- Kurniawati, K. (2014). *Teknik pengolahan ikan sarden dalam kemasan kaleng PT.Maya Food Pekalongan*. Surabaya: Universitas Airlangga.
- Kusuma, G. E. (2015). Sistem Refrigerasi dan Saluran Udara. *PPNS*, 17.
- Nurchols, L. (2008). PERHITUNGAN LAJU ALIRAN FLUIDA. *ISSN:1693-3451*, 21-24.
- Rahmat, M. R. (2015). Perancangan Cold Storage Untuk Produk Reagen. *Jurnal Imiah Teknik Mesin*, 22.
- Saanin, H. (1986). *Taksonomi dan Kunci Identifikasi Ikan*. Jakarta: Bina Cipta.
- Sitepu, T. (2011). ANALISA KEBUTUHAN UAP PADA *STERILIZER* PABRIK KELAPA SAWIT DENGAN LAMA PEREBUSAN 90 MENIT. *Jurnal Dinamis, Volume.II, No.8*, 30.
- Sutardi. (1990). Biokimia dan Teknologi Pasca Panen. *Universitas Gajah Mada* , 71.
- Vatria, B. (2006). Pengalengan Ikan Lemuru (Sardinella Lemuru Fish Canning). *Jurnal Belian Vol 5 No. 3* , 174-181.
- Wignjosoebroto, S. (2003). *Pengantar Teknik dan Manajemen Industri*. Surabaya: Guna Widya.

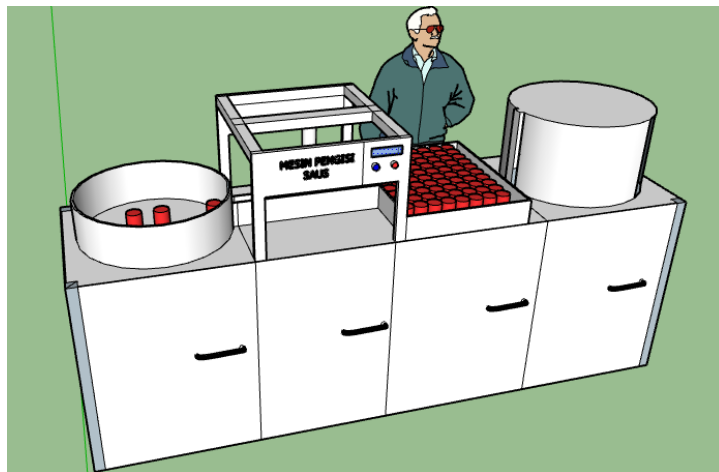


*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## LAMPIRAN



Lampiran 1 Gambar Meja potong dan pencucian ikan



Lampiran 2 Gambar Meja pengisian saus

**Detail produk**

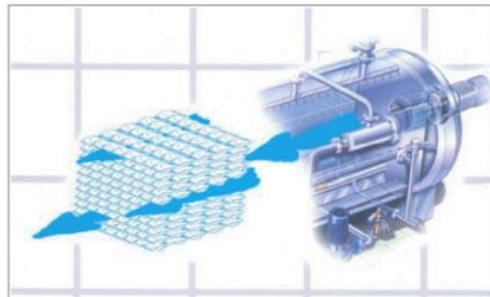
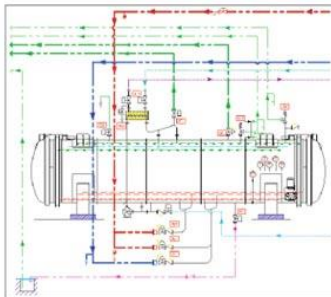
Lampiran 3 Alat pengalengan



Lampiran 4 Bak pencucian kaleng



Lampiran 5 krenjang basket untuk sterilisasi



Lampiran 6 Alat sterilisasi *retort*

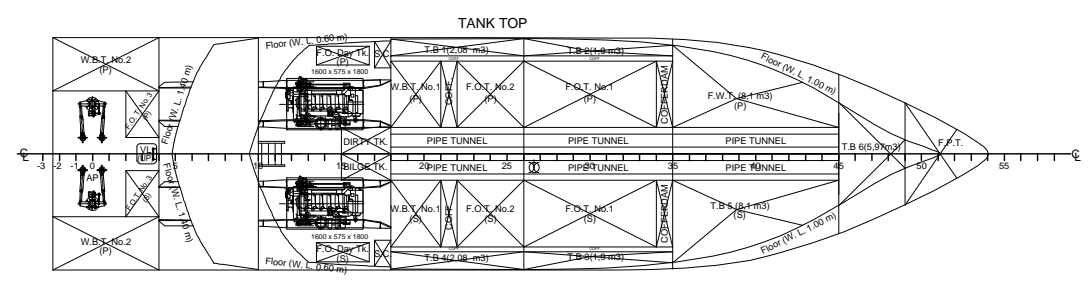
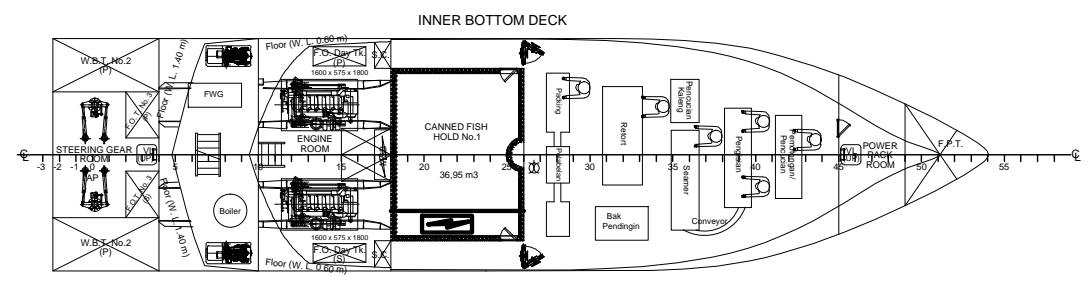
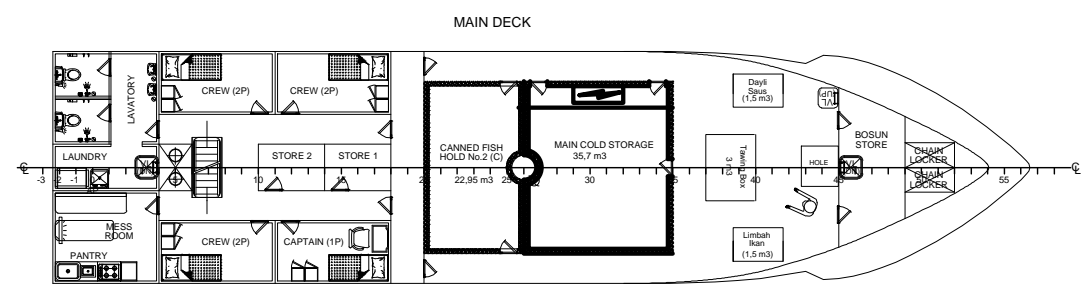
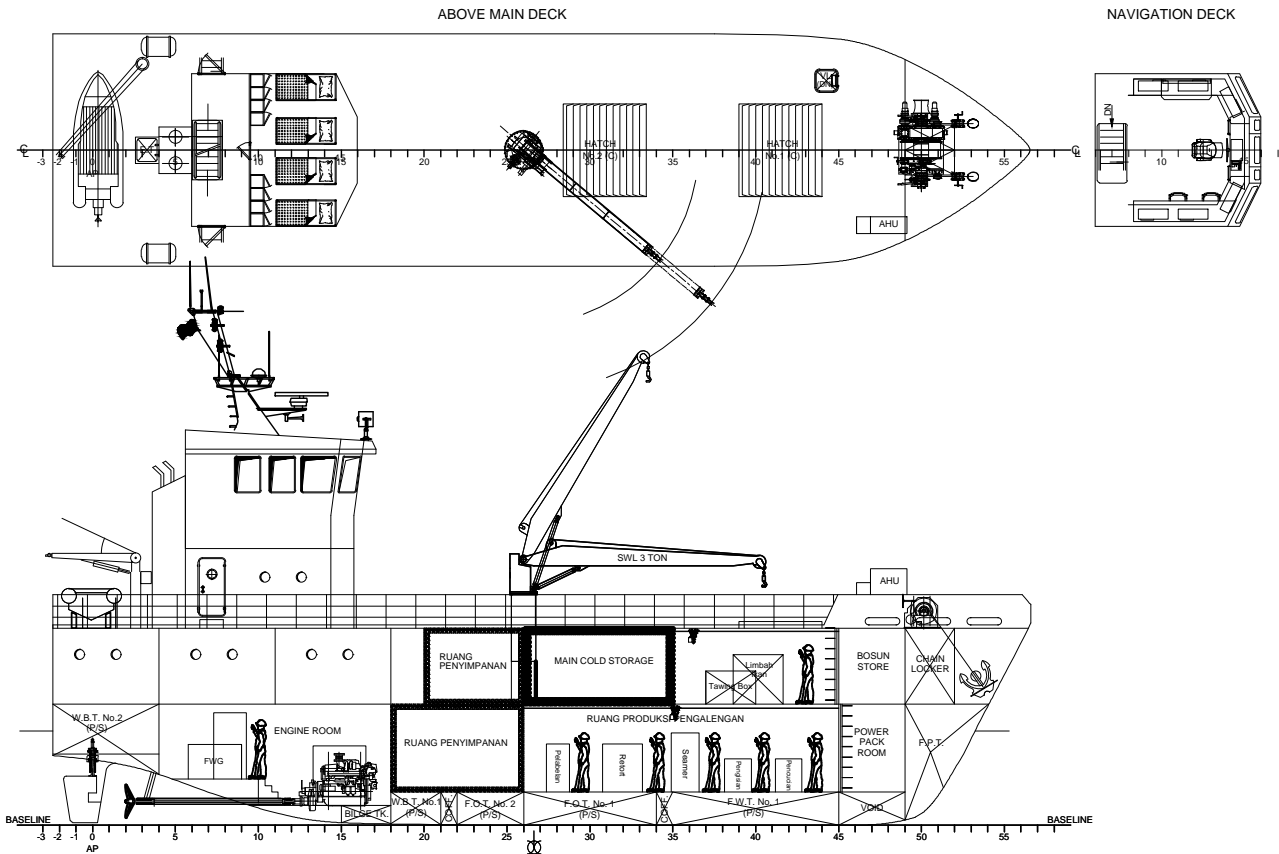





Lampiran 7 Bak Pendinginan

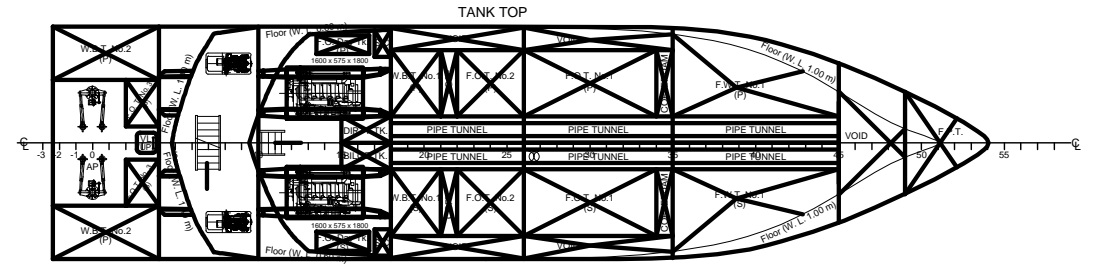
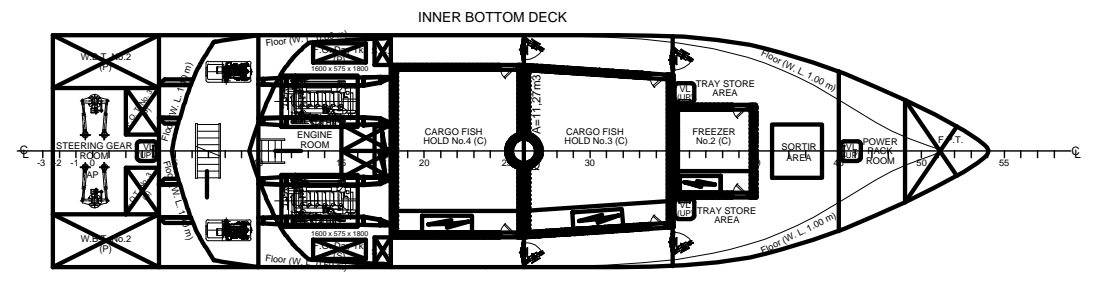
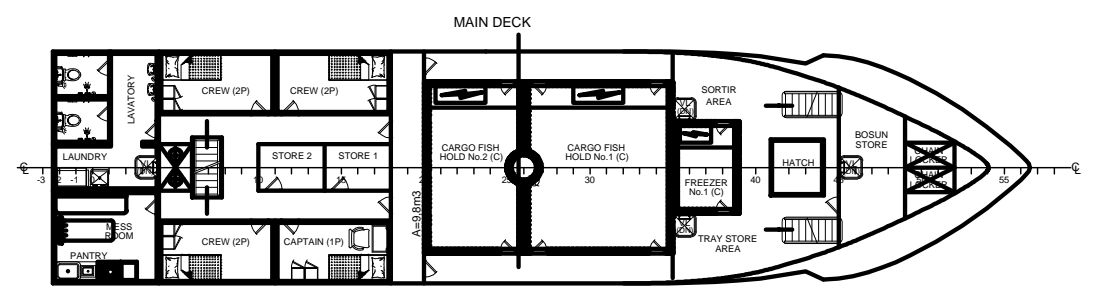
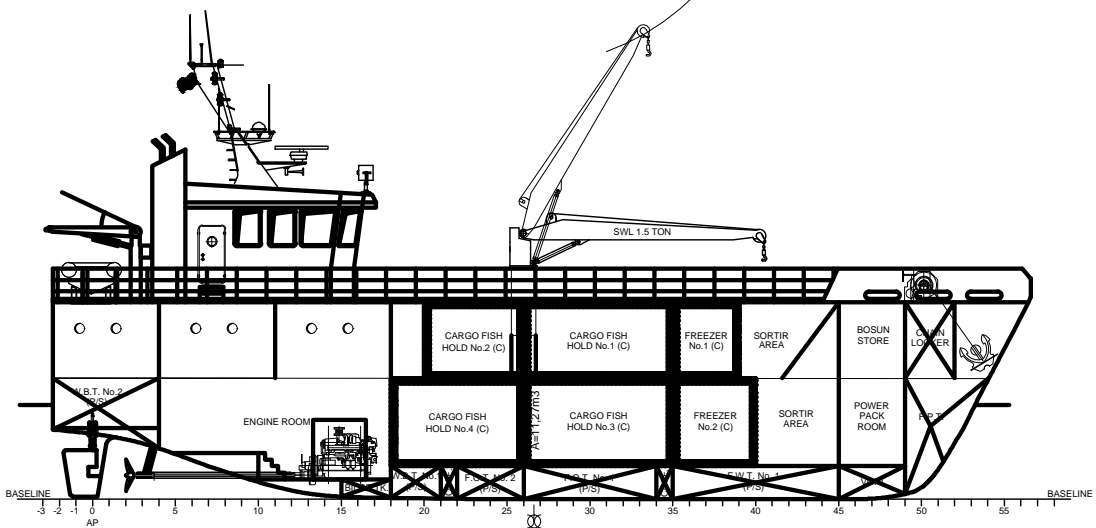
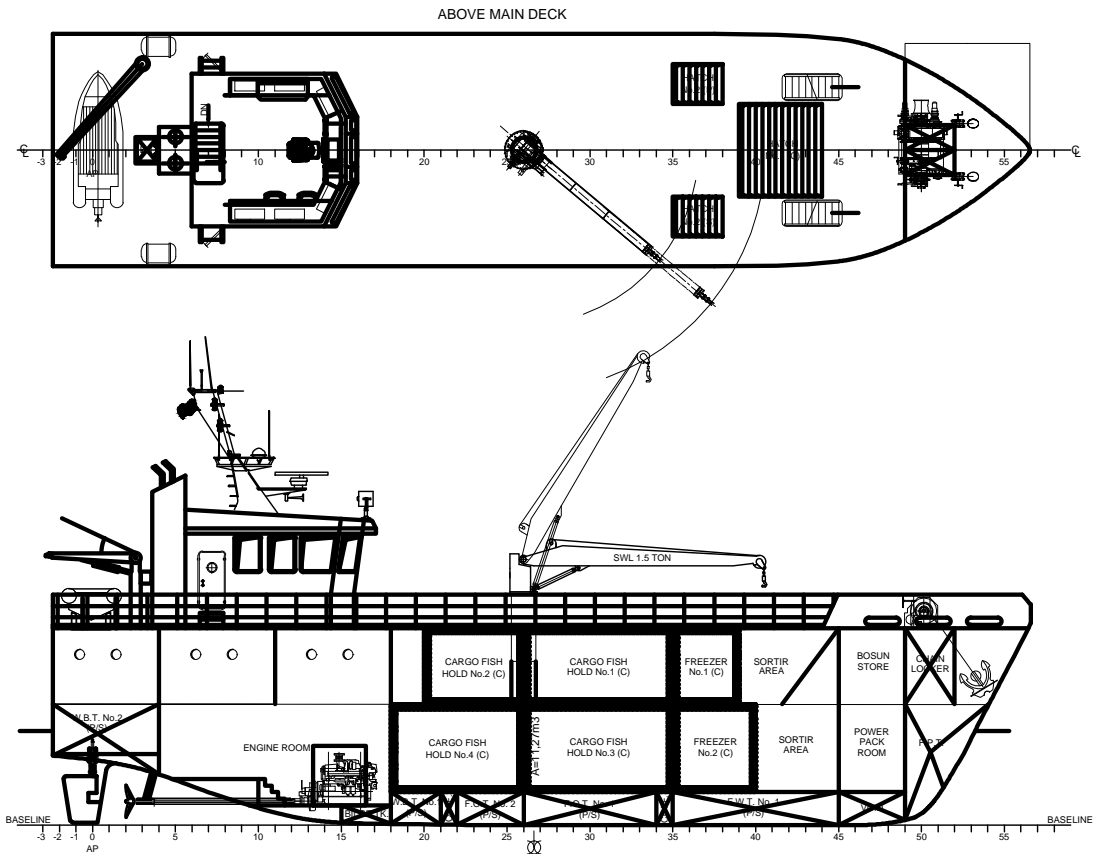


Lampiran 8 Alat pelabelan



- UKURAN UTAMA :**
- PANJANG SELURUHNYA (Loa) = 29.10 m
  - PANJANG A.G.T. (Lpp) = 25.4 m
  - LEBAR (B) = 7.00 m
  - TINGGI (H) = 3.65 m
  - SARAT (T) = 2.85 m
  - KECEPATAN DINAS (v) = 12 knot
  - DAYA MESIN INDUK = 2 x 660 HP
  - ABK = 7 ORANG
  - WORKER = 6 ORANG

 <b>DEPARTMENT OF MARINE ENGINEERING - ITS</b> TUGAS AKHIR ODD SEMESTER 2018/2019		<b>KAPAL PERIKANAN 200GT</b> Prepared by: Taufikur Rahmadani 0421174600001		Sign
Lampiran No 9		Date	Scale 1:235	Rev.



UKURAN UTAMA :

PANJANG SELURUHNYA (Loa) = 29.10 m

PANJANG A.G.T. (Lpp) = 25.4 m

LEBAR (B) = 7.00 m

TINGGI (H) = 3.65 m

SARAT (T) = 2.85 m

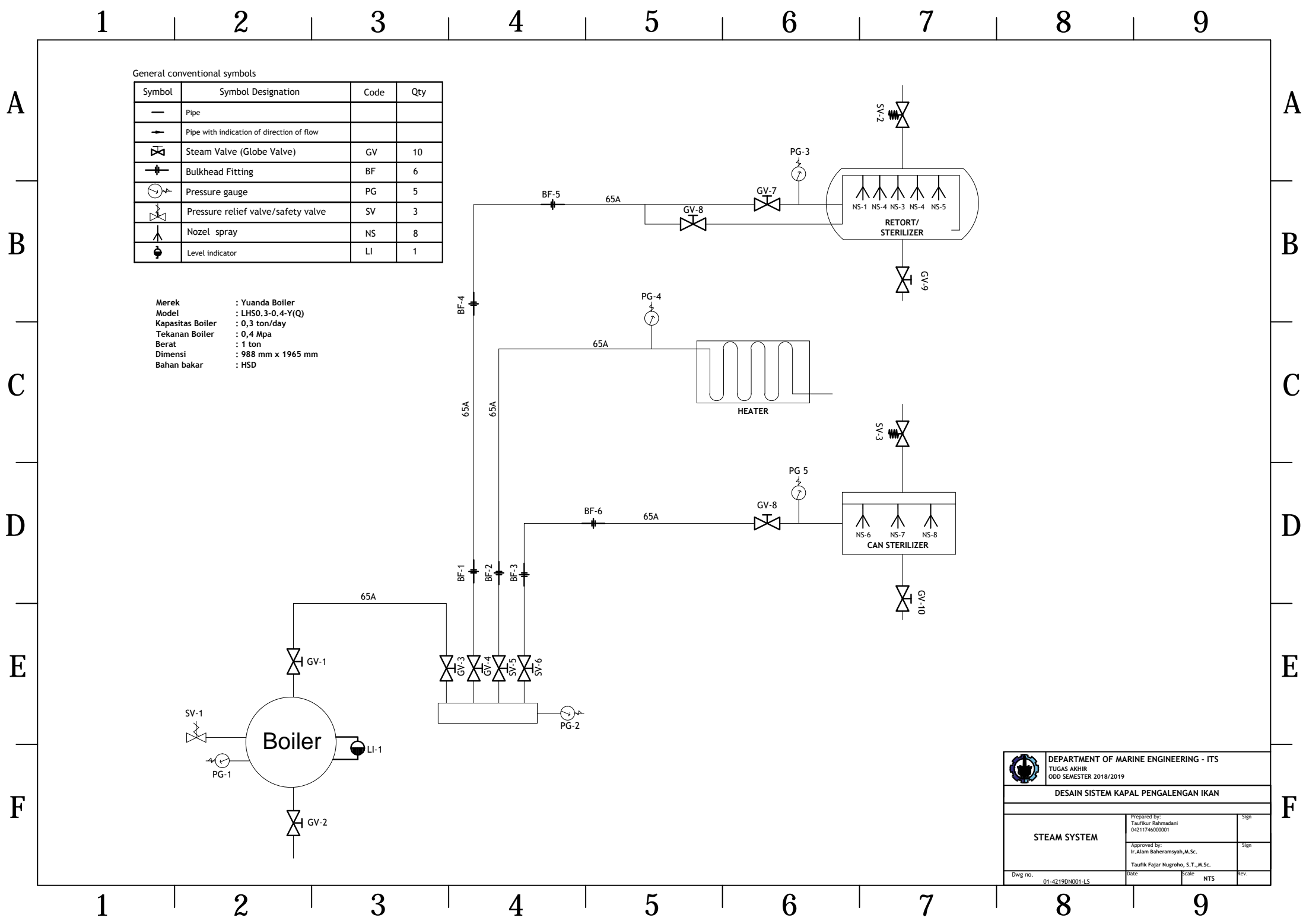
KECEPATAN DINAS (v) = 12 knot

DAYA MESIN INDUK = 2 x 660 HP

ABK = 7 ORANG

KLAS : KI + A 100 I (P) KAPAL ANGKUT IKAN BEKU + SM


KEMENTERIAN RISET DAN TEKNOLOGI DIREKTORAT JENDERAL PENDIDIKAN TINGGI DIREKTORAT XXX		
RENCANA UMUM KAPAL ANGKUT IKAN BEKU 200 GT		
		NO. PROYEK
1 : 235, KERTAS A4	1/1	NO. GAMBAR : PPNs-0416001
		REV. : -



General conventional symbols

Symbol	Symbol Designation	Code	Qty
—	Pipe		
→	Pipe with indication of direction of flow		
⊗	Steam Valve (Globe Valve)	GV	10
⊕	Bulkhead Fitting	BF	6
⊙	Pressure gauge	PG	5
⊖	Pressure relief valve/safety valve	SV	3
⊕	Nozel spray	NS	8
⊙	Level indicator	LI	1

Merek : Yuanda Boiler  
 Model : LHS0.3-0.4-Y(Q)  
 Kapasitas Boiler : 0,3 ton/day  
 Tekanan Boiler : 0,4 Mpa  
 Berat : 1 ton  
 Dimensi : 988 mm x 1965 mm  
 Bahan bakar : HSD

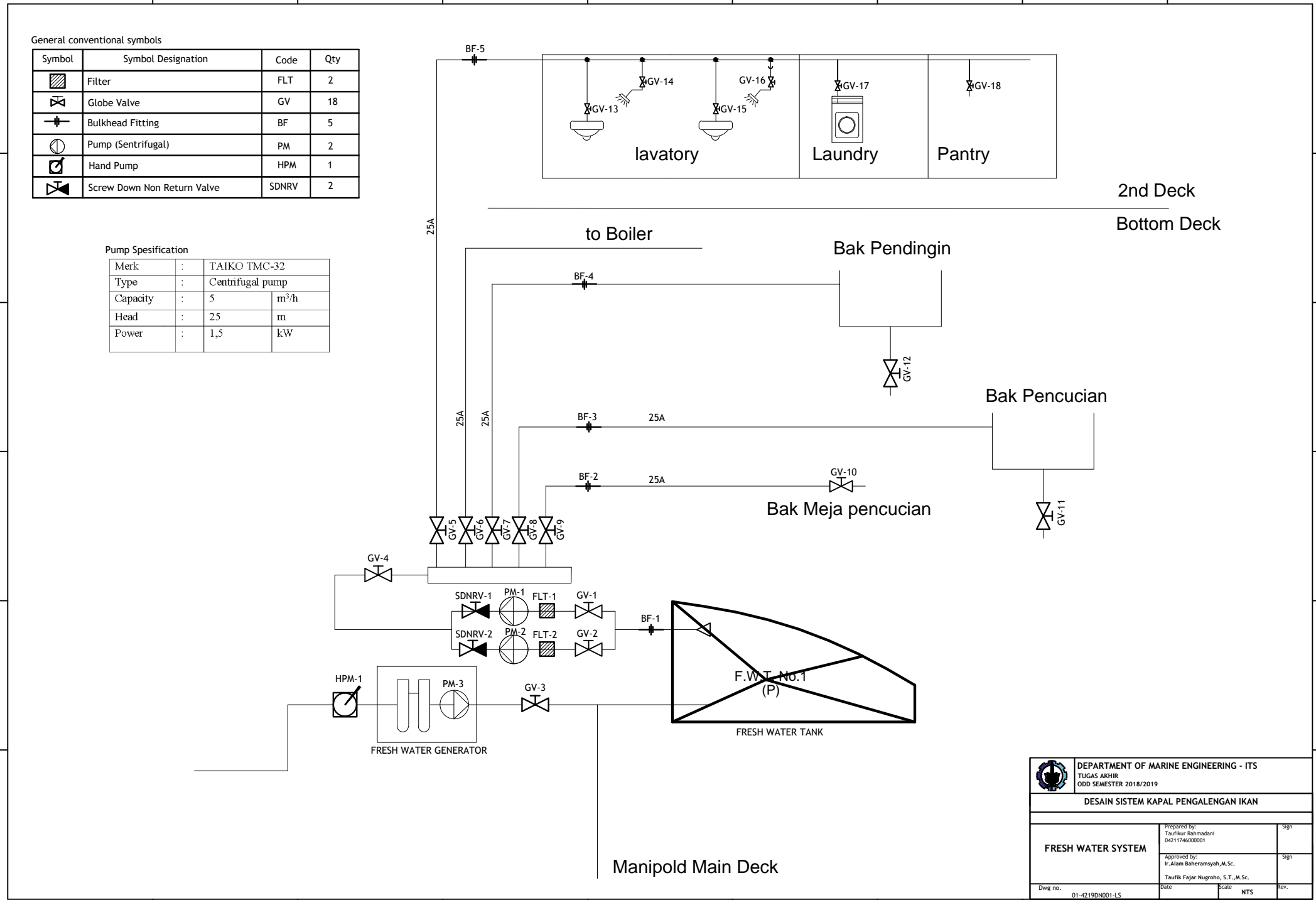
 DEPARTMENT OF MARINE ENGINEERING - ITS TUGAS AKHIR ODD SEMESTER 2018/2019			
DESAIN SISTEM KAPAL PENGALENGAN IKAN			
STEAM SYSTEM		Prepared by: Taufikur Rahmadani 0421174600001	Sign
		Approved by: Ir. Alam Baheramsyah, M.Sc. Taufik Fajar Nugroho, S.T., M.Sc.	Sign
Dwg no.	Date	Scale	Rev.
01-4219DN001-LS		NTS	

General conventional symbols

Symbol	Symbol Designation	Code	Qty
	Filter	FLT	2
	Globe Valve	GV	18
	Bulkhead Fitting	BF	5
	Pump (Sentrifugal)	PM	2
	Hand Pump	HPM	1
	Screw Down Non Return Valve	SDNRV	2

Pump Specification

Merk	:	TAIKO TMC-32
Type	:	Centrifugal pump
Capacity	:	5 m <sup>3</sup> /h
Head	:	25 m
Power	:	1,5 kW



DEPARTMENT OF MARINE ENGINEERING - ITS TUGAS AKHIR ODD SEMESTER 2018/2019			
DESAIN SISTEM KAPAL PENGALENGAN IKAN			
FRESH WATER SYSTEM		Prepared by: Taufikur Rahmadani 0421174600001	Sign
		Approved by: Ir. Alam Baheramsyah, M.Sc. Taufik Fajar Nugroho, S.T., M.Sc.	Sign
Dwg no.	01-4219DN001-LS	Date	Scale NTS

1 2 3 4 5 6 7 8 9

A

B

C

D

E

F

A

B

C

D

E

F

**Spesifikasi Fan**

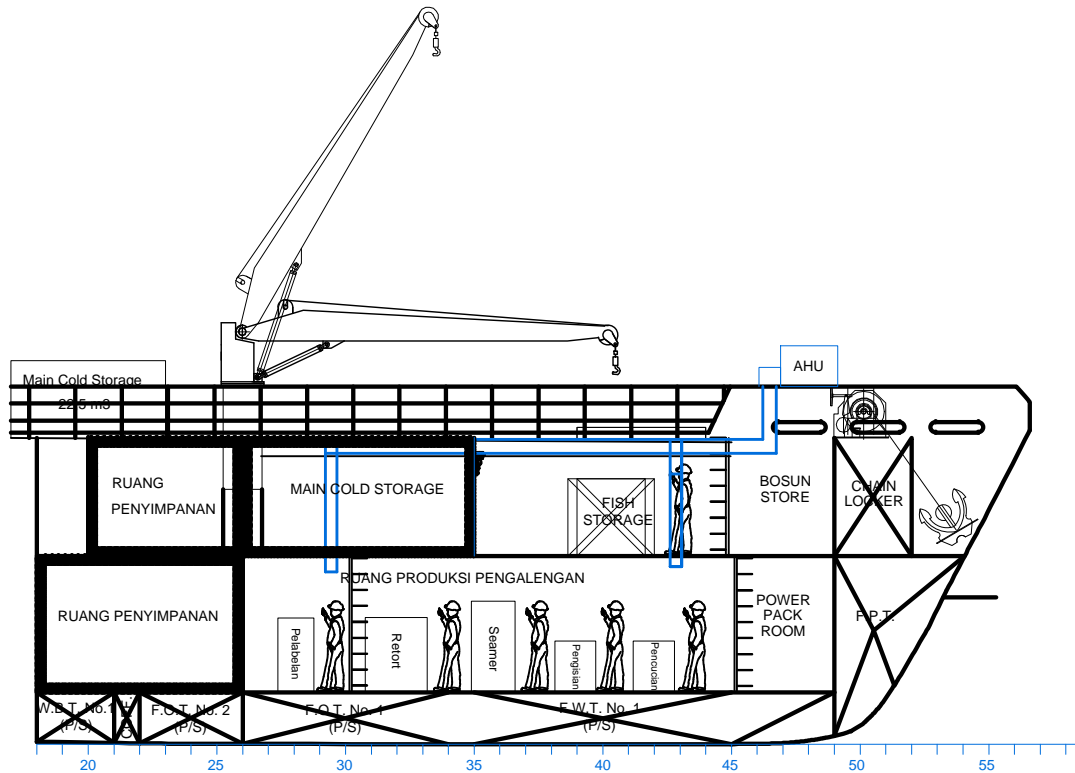
Manufacturer	aeovent	
Type	12D640	
Model	MDTM	
Capacity [CFM]	2387	CFM
F [inch of H2O]	0,5	SP
RFM	2450	RFM
Power [HP]	0,84	HP

**Spesifikasi Ducting**

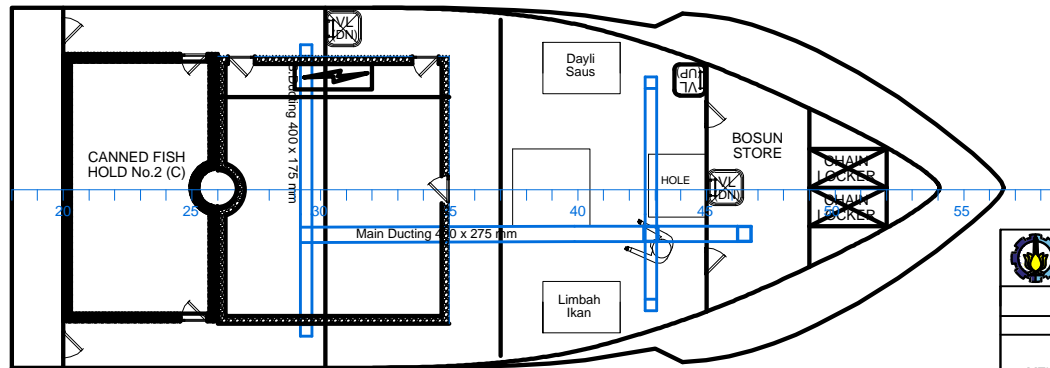
Main Ducting : 400 x275 mm  
 Baranch Ducting : 400 x 175 mm

**Spesifikasi AHU**

Model Unit	RX-FNL-02MH
Kompressor model	ZB15KQ
Suhu yang berlaku (°C)	0 ~15 °C
Refrigerant	R22/R404A
Supply	380 V 50Hz
Kondensor	
Jumlah Fan (pcs)	1
Air flow (m & sup3/h)	1*3800
Kekuatan Fan (w)	1*190
Ref Kapasitas condensing Uni	
Daya (w)	1540
Temperature (°C)	MenguapSuhu-0
Secara keseluruhan Dimensi	
Panjang (A) mm	1110
Lebar (B) mm	500
Tinggi (H) mm	790



**MAIN DECK**



	DEPARTMENT OF MARINE ENGINEERING - ITS		
	TUGAS AKHIR ODD SEMESTER 2018/2019		
<b>DESAIN SISTEM KAPAL PENGALANGAN IKAN</b>			
<b>VENTILATION SYSTEM</b>	Prepared by: Taufikur Rahmadani 0421174600001	Sign	
	Approved by: Ir.Alam Baheramsyah,M.Sc. Taufik Fajar Nugroho, S.T.,M.Sc.	Sign	
	Date	Scale	Rev.
		NTS	

1 2 3 4 5 6 7 8 9

1 2 3 4 5 6 7 8 9

A

A

General conventional symbols

Symbol	Symbol Designation	Code	Qty
	Filter	FLT	2
	Globe Valve	GV	5
	Bulkhead Fitting	BF	1
	Pump (Sentrifugal)	PM	2
	Screw Down Non Return Valve	SDNRV	2
	Level indicator	LI	1

B

B

Merk	:	TAIKO TMC-32	
Type	:	Centrifugal pump	
Capacity	:	5	m <sup>3</sup> /h
Head	:	16	m
Power	:	0,75	kW

C

C

D

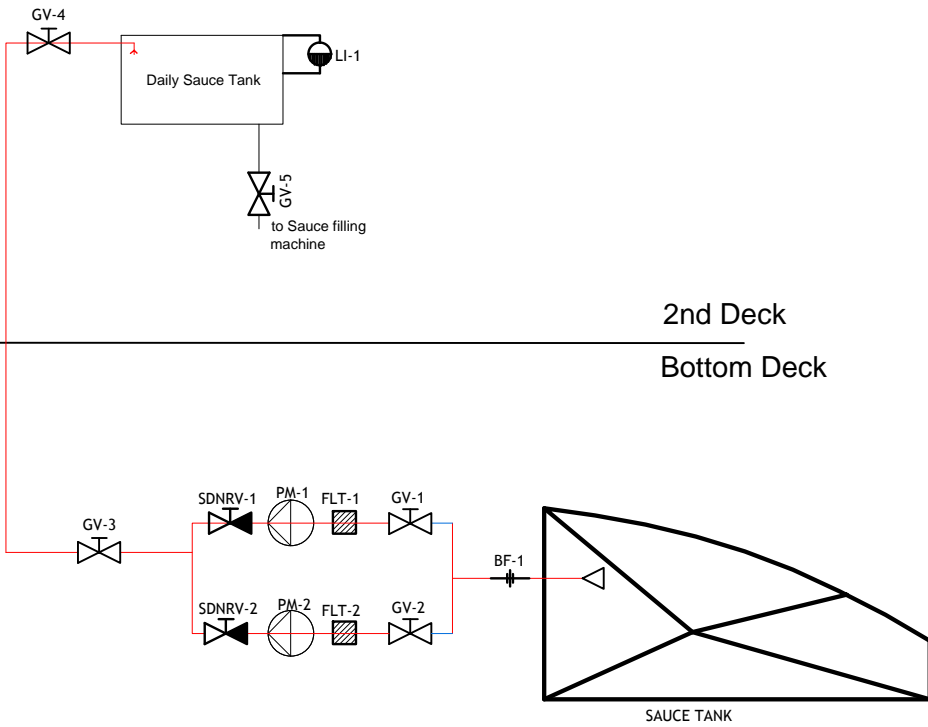
D

E

E

F

F



2nd Deck  
Bottom Deck

SAUCE TANK

1 2 3 4 5 6 7 8 9

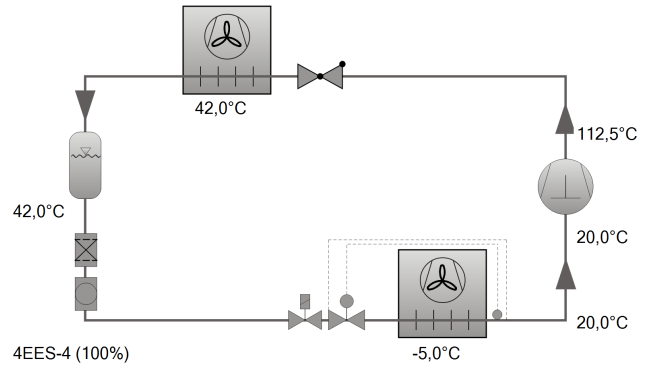
DEPARTMENT OF MARINE ENGINEERING - ITS TUGAS AKHIR ODD SEMESTER 2018/2019			
DESAIN SISTEM KAPAL PENGALENGAN IKAN			
SAUCE SYSTEM		Prepared by: Taufikur Rahmadani 0421174600001	Sign
		Approved by: Ir. Alam Baheramsyah, M.Sc. Taufik Fajar Nugroho, S.T., M.Sc.	Sign
Dwg no. 01-4219DN001-LS	Date	Scale NTS	Rev.



### Selection: Semi-hermetic Reciprocating Compressors

#### Input Values

Compressor model	4EES-4
Mode	Refrigeration and Air conditioning
Refrigerant	R22
Reference temperature	Dew point temp.
Evaporating SST	-5,00 °C
Condensing SDT	42,0 °C
Liq. subc. (in condenser)	0 K
Suction gas temperature	20,00 °C
Operating mode	Auto
Power supply	400V-3-50Hz
Capacity control	100%
Useful superheat	100%



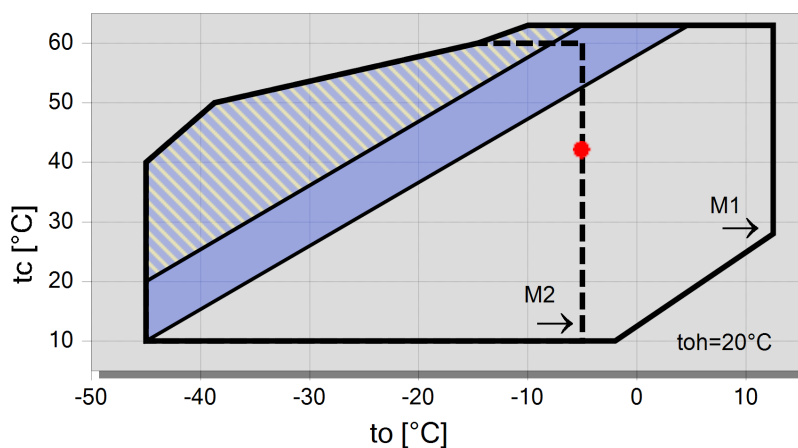
#### Result

<b>Compressor</b>	<b>4EES-4-40S</b>
Capacity steps	100%
Cooling capacity	13,97 kW
Cooling capacity *	13,97 kW
Evaporator capacity	13,97 kW
Power input	4,79 kW
Current (400V)	8,16 A
Voltage range	380-420V
Condenser capacity	18,75 kW
COP/EER	2,92
COP/EER *	2,92
Mass flow	297 kg/h
Operating mode	Standard
Discharge gas temp. w/o cooling	112,5 °C

Tentative Data.

\*According to EN12900 (20°C suction gas temp., 0K liquid subcooling)

#### Application Limits 100% 4EES-4



#### Legend

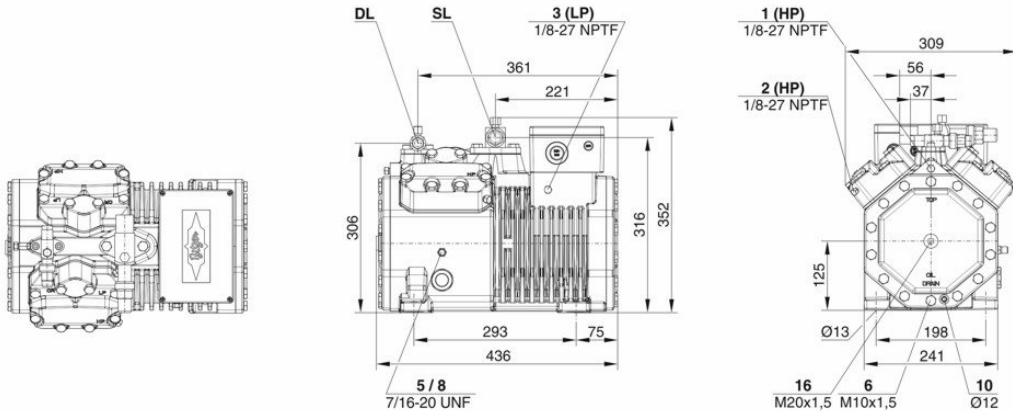
- additional cooling & suction gas superheat  $\leq 20K$
- additional cooling
- M1: motor 1
- M2: motor 2
- A





## Technical Data: 4EES-4

### Dimensions and Connections



### Technical Data

#### Technical Data

Displacement (1450 RPM 50Hz)	22,72 m3/h
Displacement (1750 RPM 60Hz)	27,42 m3/h
No. of cylinder x bore x stroke	4 x 46 mm x 39,3 mm
Weight	84 kg
Max. pressure (LP/HP)	19 / 32bar
Connection suction line	28 mm - 1 1/8"
Connection discharge line	16 mm - 5/8"
Oil type R134a/R407C/R404A/R507A/R407A/R407F	BSE32(Standard)   R134a tc>70°C: BSE55 (Option)
Oil type R22 (R12/R502)	B5.2 (Option)
Oil type R1234yf/R1234ze	BSE32 (Standard)   R1234ze tc>70°C & to>0°C: BSE55 (Option)   R1234ze to>15°C: BSE85K (Option)

#### Motor data

Motor version	2
Motor voltage (more on request)	380-420V Y-3-50Hz
Max operating current	12.2 A
Starting current (Rotor locked)	53.5 A
Max. Power input	6,9 kW

#### Extent of delivery (Standard)

Motor protection	SE-B1
Enclosure class	IP66
Vibration dampers	Standard
Oil charge	2,00 dm3
Discharge shut-off valve	Standard
Suction shut-off valve	Standard

#### Available Options

Discharge gas temperature sensor	Option
Capacity control	100-50% (Option)
Capacity Control - infinite	100-10% (Option)
Additional fan	Option
Crankcase heater	0..120 W PTC (Option)
Oil level monitoring	OLC-K1 (Option)

#### Sound measurement

Sound power level (-10°C / 45°C)	71,6 dB(A) @ 50Hz
Sound power level (-35°C / 40°C)	72,5 dB(A) @ 50Hz
Sound pressure level @ 1m (-10°C / 45°C)	63,6 dB(A) @ 50Hz
Sound pressure level @ 1m (-35°C / 40°C)	64,5 dB(A) @ 50Hz



## Semi-hermetic Reciprocating Compressors

**Motor 1** = e.g. 4TES-12 with 12 "HP", primary for air-conditioning (e.g. R22,R407C) and air-conditioning with R134a at high ambient temperatures.

**Motor 2** = e.g. 4TES-9 with 8 "HP", universal Motor for medium and low temperature application (e.g. R404A, R507A, R407A, R407F) and air-conditioning with R134a

**Motor 3** = e.g. 4TES-8, for medium temperature applications and R134a

For more information concerning the application range use the "Limits" button.

### Operation modes 4VES-7 to 6FE-44 and 44JE-30 to 66FE-88 with R407F/R407A/R22

CIC = liquid injection with low temperature application, suction gas cooled motor.

### ASERCOM certified performance data

The Association of European Refrigeration Component Manufacturers has implemented a procedure of certifying performance data. The high standard of these certifications is assured by:

- \* plausibility tests of the data performed by experts.
- \* regular measurements at independent institutes.

These high efforts result in the fact that only a limited number of compressors can be submitted. Due to this not all BITZER compressors are certified until now. Performance data of compressors which fulfil the strict requirements may carry the label "ASERCOM certified". In this software you will find the label at the respective compressors on the right side below the field "result" or in the print out of the performance data. All certified compressors and further information are listed on the homepage of ASERCOM.

### Condensing capacity

The condensing capacity can be calculated with or without heat rejection. This option can be set in the menu Program  Options. The heat rejection is constantly 5 % of the power consumption. The condensing capacity is to be found in the line Condensing cap. (with HR) resp. Condensing capacity.

### Data for sound emission

Data based on 50 HZ application (IP-units 60 Hz) and R404A if not declared.

Sound pressure level: values based on free field area conditions with hemispherical sound emission in 1 meter distance.

### General remarks regarding sound data

Listed sound data were measured under testing conditions in our laboratory. For this purpose the free-standing test sample is mounted on a solid foundation plate and the pipework is connected vibration-free to the largest extent possible. Suction and discharge lines are fixed in a flexible configuration, such that a transmission of vibrations to the environment can be largely excluded. In real installations considerable differences might be observed, compared to the measurements in the laboratory. The airborne sound emitted by the compressor can be reflected from surfaces of the system and this may increase the airborne sound level measured close to the compressor. Vibrations caused by the compressor are also transferred to the system by the compressor feet and piping depending on the damping ratio of the fixings. Thus, the vibrations can induce other components to such an extent that these components contribute to an increase in airborne sound emission. If required, the transfer of vibrations to the system can be minimized by suitable fixing and damping elements.

### Legend of connection positions according to "Dimensions":

- 1 High pressure connection (HP)
- 2 Connection for discharge gas temperature sensor (HP) (for 4VE(S)-6Y .. 4NE(S)-20(Y) connection for CIC sensor as alternative)
- 3 Low pressure connection (LP)
- 4 CIC system: injection nozzle (LP)
- 4b Connection for CIC sensor
- 4c Connection for CIC sensor (MP / operation with liquid subcooler)
- 5 Oil fill plug
- 6 Oil drain
- 7 Oil filter (magnetic screw)
- 8 Oil return (oil separator)
- 8\* Oil return with NH3 and insoluble oil
- 9 Connection for oil and gas equalization (parallel operation)
- 9a Connection for gas equalization (parallel operation)
- 9b Connection for oil equalization (parallel operation)
- 10 Oil heater connection
- 11 Oil pressure connection +
- 12 Oil pressure connection –
- 13 Cooling water connection
- 14 Intermediate pressure connection (MP)
- 15 Liquid injection (operation without liquid subcooler and with thermostatic expansion valve)
- 16 Connection for oil monitoring (opto-electrical oil monitoring "OLC-K1" or differential oil pressure switch "Delta-PII")



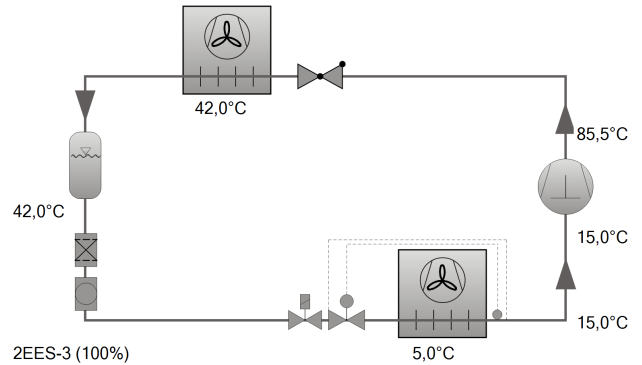
- 17 Refrigerant inlet at liquid subcooler
  - 18 Refrigerant outlet at liquid subcooler
  - 19 Clamp space
  - 20 Terminal plate
  - 21 Maintenance connection for oil valve
  - 22 Pressure relief valve to the atmosphere (discharge side)
  - 23 Pressure relief valve to the atmosphere (suction side)
  - 24 IQ MODULE
  - SL Suction gas line
  - DL Discharge gas line
- Dimensions can show tolerances according to EN ISO 13920-B.



### Selection: Semi-hermetic Reciprocating Compressors

#### Input Values

Compressor model	2EES-3
Mode	Refrigeration and Air conditioning
Refrigerant	R22
Reference temperature	Dew point temp.
Evaporating SST	5,00 °C
Condensing SDT	42,0 °C
Liq. subc. (in condenser)	0 K
Suction gas temperature	15,00 °C
Operating mode	Auto
Power supply	400V-3-50Hz
Capacity control	100%
Useful superheat	100%



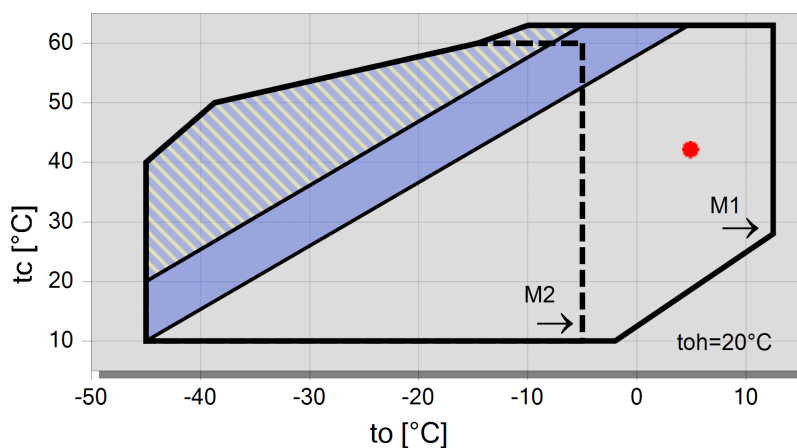
#### Result

<b>Compressor</b>	<b>2EES-3-40S</b>
Capacity steps	100%
Cooling capacity	10,17 kW
Cooling capacity *	10,22 kW
Evaporator capacity	10,17 kW
Power input	2,60 kW
Current (400V)	5,19 A
Voltage range	380-420V
Condenser capacity	12,77 kW
COP/EER	3,91
COP/EER *	3,93
Mass flow	225 kg/h
Operating mode	Standard
Discharge gas temp. w/o cooling	85,5 °C

Tentative Data.

\*According to EN12900 (20°C suction gas temp., 0K liquid subcooling)

#### Application Limits 100% 2EES-3



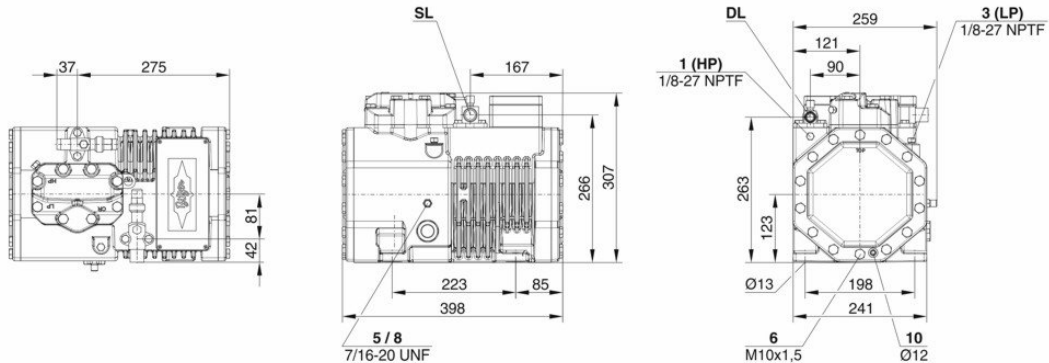
#### Legend

- additional cooling & suction gas superheat ≤20K
- additional cooling
- M1: motor 1
- M2: motor 2
- A



## Technical Data: 2EES-3

### Dimensions and Connections



### Technical Data

#### Technical Data

Displacement (1450 RPM 50Hz)	11,36 m3/h
Displacement (1750 RPM 60Hz)	13,71 m3/h
No. of cylinder x bore x stroke	2 x 46 mm x 39,3 mm
Weight	70,5 kg
Max. pressure (LP/HP)	19 / 32bar
Connection suction line	22 mm - 7/8"
Connection discharge line	16 mm - 5/8"
Oil type R134a/R407C/R404A/R507A/R407A/R407F	BSE32(Standard)   R134a tc>70°C: BSE55 (Option)
Oil type R22 (R12/R502)	B5.2 (Option)
Oil type R1234yf/R1234ze	BSE32 (Standard)   R1234ze tc>70°C & to>0°C: BSE55 (Option)   R1234ze to>15°C: BSE85K (Option)

#### Motor data

Motor version	1
Motor voltage (more on request)	380-420V Y-3-50Hz
Max operating current	7.5 A
Starting current (Rotor locked)	37.0 A
Max. Power input	3,8 kW

#### Extent of delivery (Standard)

Motor protection	SE-B1
Enclosure class	IP66
Vibration dampers	Standard
Oil charge	1,50 dm <sup>3</sup>
Discharge shut-off valve	Standard
Suction shut-off valve	Standard

#### Available Options

Additional fan	Option
Crankcase heater	0..120 W PTC (Option)

#### Sound measurement

Sound power level (+5°C / 50°C)	66,5 dB(A) @ 50Hz
Sound power level (-10°C / 45°C)	66,0 dB(A) @ 50Hz
Sound power level (-35°C / 40°C)	68,0 dB(A) @ 50Hz
Sound pressure level @ 1m (+5°C / 50°C)	58,5 dB(A) @ 50Hz
Sound pressure level @ 1m (-10°C / 45°C)	58,0 dB(A) @ 50Hz
Sound pressure level @ 1m (-35°C / 40°C)	60,0 dB(A) @ 50Hz



## Semi-hermetic Reciprocating Compressors

**Motor 1** = e.g. 4TES-12 with 12 "HP", primary for air-conditioning (e.g. R22,R407C) and air-conditioning with R134a at high ambient temperatures.

**Motor 2** = e.g. 4TES-9 with 8 "HP", universal Motor for medium and low temperature application (e.g. R404A, R507A, R407A, R407F) and air-conditioning with R134a

**Motor 3** = e.g. 4TES-8, for medium temperature applications and R134a

For more information concerning the application range use the "Limits" button.

### Operation modes 4VES-7 to 6FE-44 and 44JE-30 to 66FE-88 with R407F/R407A/R22

CIC = liquid injection with low temperature application, suction gas cooled motor.

### ASERCOM certified performance data

The Association of European Refrigeration Component Manufacturers has implemented a procedure of certifying performance data. The high standard of these certifications is assured by:

- \* plausibility tests of the data performed by experts.
- \* regular measurements at independent institutes.

These high efforts result in the fact that only a limited number of compressors can be submitted. Due to this not all BITZER compressors are certified until now. Performance data of compressors which fulfil the strict requirements may carry the label "ASERCOM certified". In this software you will find the label at the respective compressors on the right side below the field "result" or in the print out of the performance data. All certified compressors and further information are listed on the homepage of ASERCOM.

### Condensing capacity

The condensing capacity can be calculated with or without heat rejection. This option can be set in the menu Program  Options. The heat rejection is constantly 5 % of the power consumption. The condensing capacity is to be found in the line Condensing cap. (with HR) resp. Condensing capacity.

### Data for sound emission

Data based on 50 HZ application (IP-units 60 Hz) and R404A if not declared.

Sound pressure level: values based on free field area conditions with hemispherical sound emission in 1 meter distance.

### General remarks regarding sound data

Listed sound data were measured under testing conditions in our laboratory. For this purpose the free-standing test sample is mounted on a solid foundation plate and the pipework is connected vibration-free to the largest extent possible. Suction and discharge lines are fixed in a flexible configuration, such that a transmission of vibrations to the environment can be largely excluded. In real installations considerable differences might be observed, compared to the measurements in the laboratory. The airborne sound emitted by the compressor can be reflected from surfaces of the system and this may increase the airborne sound level measured close to the compressor. Vibrations caused by the compressor are also transferred to the system by the compressor feet and piping depending on the damping ratio of the fixings. Thus, the vibrations can induce other components to such an extent that these components contribute to an increase in airborne sound emission. If required, the transfer of vibrations to the system can be minimized by suitable fixing and damping elements.

### Legend of connection positions according to "Dimensions":

- 1 High pressure connection (HP)
- 2 Connection for discharge gas temperature sensor (HP) (for 4VE(S)-6Y .. 4NE(S)-20(Y) connection for CIC sensor as alternative)
- 3 Low pressure connection (LP)
- 4 CIC system: injection nozzle (LP)
- 4b Connection for CIC sensor
- 4c Connection for CIC sensor (MP / operation with liquid subcooler)
- 5 Oil fill plug
- 6 Oil drain
- 7 Oil filter (magnetic screw)
- 8 Oil return (oil separator)
- 8\* Oil return with NH3 and insoluble oil
- 9 Connection for oil and gas equalization (parallel operation)
- 9a Connection for gas equalization (parallel operation)
- 9b Connection for oil equalization (parallel operation)
- 10 Oil heater connection
- 11 Oil pressure connection +
- 12 Oil pressure connection –
- 13 Cooling water connection
- 14 Intermediate pressure connection (MP)
- 15 Liquid injection (operation without liquid subcooler and with thermostatic expansion valve)
- 16 Connection for oil monitoring (opto-electrical oil monitoring "OLC-K1" or differential oil pressure switch "Delta-PII")



- 17 Refrigerant inlet at liquid subcooler
  - 18 Refrigerant outlet at liquid subcooler
  - 19 Clamp space
  - 20 Terminal plate
  - 21 Maintenance connection for oil valve
  - 22 Pressure relief valve to the atmosphere (discharge side)
  - 23 Pressure relief valve to the atmosphere (suction side)
  - 24 IQ MODULE
  - SL Suction gas line
  - DL Discharge gas line
- Dimensions can show tolerances according to EN ISO 13920-B.



## Selection: Horizontal receivers

### Input Values

Common	Yes
Auto	
Operating point	Auto

### Operating Points

	<b>A</b>
to [°C]	5
tc [°C]	42

### Result

Compressor:	2KES-05
Recommendation:	F102H
<b>Selection</b>	<b>F102H</b>
Recommended operating point:	A
Selected operating point:	A
Receiver volume	10,00 dm <sup>3</sup>
max refrigerant charge	10,90 kg
receiver load	96,7 %
Receiver unit	indivi. components
lower fixing rails	327301-04
upper fixing rails	327301-20
upper fixing plate	320366-01

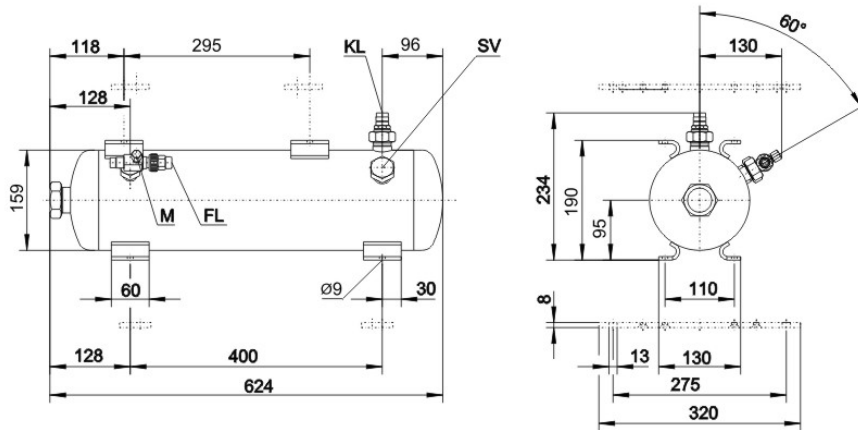
#1: Receiver selection for compact systems without condensing pressure control. Precise calculation only via refrigerant charge (see notes).





## Technical Data: F102H

### Dimensions and Connections



### Technical Data

#### Technical Data

Weight	12,5 kg
Total width	624 mm
Total depth	209,5 mm
Total height	234mm
Receiver volume refrigerant	10,0 l
Max. refrigerant charge 90% at 20°C / 68°F	
R22	10,9 kg
R134a	11,0 kg
R407C	10,4 kg
R404A/R507A	9,6 kg
R448A	10,0 kg
R449A	10,1 kg
R450A	10,7 kg
R513A	11,0 kg
R1234yf	10 kg
R1234ze	10,6 kg
Max. pressure	33 bar
Max. Operating Temperature	120°C
Connection inlet KL	16mm - 5/8"
Connection thread/ -flange	1 1/4" - 12 UNF
Connection outlet FL	12mm - 1/2"
Connection thread/ -flange	1" - 14 UNS
Gauge	7/16" 20UNF
Connection for pressure relief valve	1 1/4"-12UNF
Adapter for pressure relief valve	Option
Minimum level control	Option
Maximum level control	Option
*According PED 2014/68/EU	Standard
Special Approvals (on request)	Option



Selection of the receivers:

1) "Approx. according to cooling capacity":

The receiver volume is determined by the design of the unit, the operating mode and the function of the receiver (receiving the complete refrigerant charge in the receiver or only compensating capacity variations). When selected via cooling capacity, an approximate selection of the receiver is obtained. Receivers in systems with long pipelines, winter control or in very compact systems should be selected according to method 2).

2) "According to refrigerant charge in the receiver":

The calculation is made on the basis of the specified refrigerant charge. The receiver volume is determined at 20°C and at a maximum filling charge of 95% of the possible receiver content.

Compressor units equipped with receiver

The BITZER range of products comprises compressor units with horizontal receivers. In the output window of the accessories these units, which are included in the standard delivery, are marked with "mounted" in the compressor unit line. Units that can be mounted, but are not included in the Bitzer delivery program, are marked with "single parts". Units in which the compressor does not fit onto the receiver are marked with "--".

## BIODATA PENULIS



Taufikur Rahmadani dengan nama panggilan Taufik, lahir pada tanggal 25 Januari 1996 di Banyuwangi Jawa timur. Penulis merupakan anak dari bapak Marsidik dan ibu siti khotijah yang keduanya merupakan seorang petani. Penulis mempunyai 1 saudara yang bernama Putri nurhidayah. Pendidikan terakhir penulis telah menyelesaikan program diploma III di Politeknik Perkapalan Negeri Suraba Jurusan Teknik Permesinan Kapal dengan indek prestasi kumulatif kumlaude. Setelah lulus program diploma penulis melanjutkan kuliah sarjana di Teknik Sistem Perkapalan Fakultas Teknik Kelautan (FTK) Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Selama di bangku perkuliahan penulis aktif di dalam keanggotaan labolatorium *Marine Fluide and Machinery System (MMS)*, menjadi grader praktikum *pneumatic system*. Tidak heran

penulis mengambil Tugas Akhir yang berkaitan dengan *fluid and machinery*. Selain itu penulis dimasa perkuliahannya telah mempunyai usaha sendiri yaitu Creativa Multimedia yang bergerak di penyewaan sound dan proyektor.

Taufikur Rahmadani  
NRP: 04211746000001  
taufikurr02@gmail.com