

TUGAS AKHIR

REDESAINS MESIN PENGAWET DAGING IKAN DENGAN KAPASITAS 50 KG



Disusun Oleh :

NAMA : ANDRIS AGUS. K

NIM : 00. 51. 068

**JURUSAN TEKNIK MESIN D - III
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
2005**

FINANŢA CARUT

ANUL 1990-1991
RUE DE SANTO-PAUL LUGANO

1990-1991

1. ANUL 1990-1991 : ANUL
1990-1991 : 1991

II - 1. ANUL 1990-1991 : ANUL
1990-1991 : 1991
1990-1991 : 1991
1990-1991 : 1991

LEMBAR PERSETUJUAN

REDESAINS MESIN PENDINGIN DAGING IKAN DENGAN KAPASITAS 50 KG/ JAM

TUGAS AKHIR

Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan
Mencapai Gelar Diploma Tiga (III) Teknik

Disusun Oleh :

NAMA : ANDRIS AGUS. K

NIM : 00. 51. 068

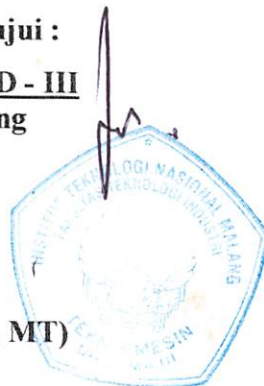
Mengetahui

Diterima dan Disetujui :

Kajur Teknik Mesin D - III
Dosen Pembimbing



(Ir. Teguh Rahardjo, MT)





PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

BNI (PERSERO) MALANG
BANK NIAGA MALANG

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting) Fax. (0341) 553015 Malang 65145
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

**KARTU BIMBINGAN
TUGAS AKHIR
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**

Nama Mahasiswa : Andris Agus Kristiawan
N. I. M : 00. 51. 068
Jurusan : Teknik Mesin
Program Studi : Teknik Mesin Diploma Tiga (D – III)
Judul Tugas Akhir : **Redesains Mesin Pengawet Daging Ikan
Dengan Kapasitas 50 Kg**
Pengajuan Tugas Akhir : 30 Nopember 2004
Selesai Menulis Tugas Akhir : 06 Januari 2005
Keterangan Nilai Bimbingan : 85

Malang, Maret 2005

Mengetahui

Dekan Fakultas Teknologi Industri



(Ir. Mochtar Asroni, MS ME)

N. I. P : 101 810 0036

Disetujui

Dosen Pembimbing

(Ir. Teguh Rahardjo, MT)

N. I. P : 131 991 184.

N I P : 101 810 0020
(Dr. Mochtar Asyoni, MS, ME)



Dekan Fakultas Teknologi Industri
Mengetahui

N I P : 131 201 124
(Dr. Teguh Rahardjo, MT)

Dosen Pembimbing
Diketahui

Malang, Maret 2002

Ketersangan Nilai Bimbingan : 82
Selesai Menulis Tugas Akhir : 06 Januari 2002
Pengajuan Tugas Akhir : 30 November 2001
Dengan Kuantitas 20 Kt
Judul Tugas Akhir : Redesain Mesin Pengawet Baking Ikan
Program Studi : Teknik Mesin Diploma Tiga (D-III)
Jurusan : Teknik Mesin
N I P : 00 21 008
Nama Mahasiswa : Andris Agus Khusnawan

**FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK
KURKUL BIMBINGAN**



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
BERKUALITAS BERKEBANGSAAN BERKUALITAS BERKEBANGSAAN BERKUALITAS BERKEBANGSAAN

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum, Wr.Wb.

Dengan mengucapkan Syukur Alhamdulillah Kehadirat ALLOH SWT. Atas limpahnya rahmat dan hidayah, sehingga penyusun dapat menyelesaikan tugas akhir ini yang merupakan salah satu mata kuliah yang wajib diselesaikan sebagai syarat untuk memperoleh gelar Ahli Madya (AMD) oleh setiap mahasiswa Fakultas Teknik Industri jurusan Teknik Mesin D – III Institut Teknologi Nasional Malang. Adapun judul dari tugas akhir ini adalah **REDESAIN FREEZER BOX DENGAN KAPASITAS 50 KG/ JAM**.

Dalam penyusunannya, penulis melakukan pengamatan lapangan, disamping menggunakan literature pendukung yang berkaitan dengan tema bahasan pada tugas akhir ini. Penyusun menyadari bahwa dalam penyusunan ini masih memiliki beberapa kekurangan, sehingga saran dan kritik yang memberikan masukan sangatlah dibutuhkan oleh penyusun.

Dalam kesempatan ini penyusun mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak DR. Ir Abraham Lomi, MSEE. Selaku Rektor Institut teknologi Nasional Malang.
2. Bapak Ir. Wayan Sujana, MT. Selaku Dekan Institut Teknologi Nasional Malang.
3. Bapak IR. Teguh Rshadjo, MT. selaku ketua jurusan Teknik Mesin D – III dan sekaligus dosen pembimbing Institut Teknologi Nasional Malang.

4. Ayah handa dan Ibunda tercinta yang telah membesarkan, mendidik dan mendo'akan penulis dari kecil hingga kini sampai nanti.
5. Seluruh keluargaku yang telah memberikan dorongan dan kasih sayang.
6. Semua rekan – rekan senasib seperjuangan dalam menempuh studi, terutama angkatan 2000 dan 2001, "99, "98, "97.

Semua pihak manusia adalah tidak terlepas dari kesalahan dan ketidak sempurnaan, karena sifat sempurna hanya milik DIA semata. Untuk itu penulis harapkan kritik dan saran dari pembaca sekalian demi perubahan dan perbaikan bagi penulis sendiri dan pembaca sekalian.

Wassalamu'alaikum Wr. WB.

Penulis

Andris Agus Kristiawan

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL

LEMBAR PERSETUJUAN

LEMBAR ASISTENSI

LEMBAR PERSEMBAHAN i

KATA PENGANTAR..... ii

DAFTAR ISI iii

DARTAR GAMBAR iv

DAFTAR TABEL..... v

BAB I PENDAHULUAN.....

1.1. Latar Belakang..... 1

1.2. Rumusan Masalah..... 2

1.3. Batasan Masalah 3

1.4. Tujuan Perencanaan..... 3

1.5. Manfaat Perencanaan..... 3

1.6. Metode Penyusunan 4

1.7. Sisitematika Penulisan 4

BAB II TEORI DASAR

2.1.Tinjauan Utama Perencanaan Kontruksi..... 6

2.2. Bahan Kerangka..... 7

2.2.1. Perhitungan Kekuaan Bahan..... 10

2.3. Sambungan Las Terhadap Perencanaan Kontruksi..... 12

2.3.1. Klasifikasi Pengalasan	13
2.3.2. Las Elektroda Terbungkus.....	14
2.3.3. Klasifikasi Sambungan	16
2.3.3.1. Berdasarkan Jenis Sambungan Dan Bentuk Alur...	16
2.3.3.2. Berdasarkan Cara Pengelasan.....	23
2.4. Sambungan Keling	24
2.4.1. Penggunaan Dan Penempatan	24
2.4.2. Kelingan Dalam Kontruksi Mesin	26
2.4.2.1. Kelingan Kontruksi Logam Ringan.....	26
2.4.2.2. Material	26
2.4.2.3. Bentuk.....	27
2.5. Prinsip Kerja Pendingin	29
2.5.1. Kompresor	29
2.5.1.1.Kerja Kompresor	29
2.5.2. Kondensor.....	29
2.5.3. Alat Expansi	30
2.5.4. Evaporator	30
2.6. Baut Pengikat.....	32
2.6.1. Jenis Baut Menurut Bentuk Bagian Dan Fungsinya	33
2.7. Mur	34

BAB III PERHITUNGAN KONTRUKSI FREEZER BOX

3.1. Data Perencanaan.....	37
3.1.1. Perencanaan Evaporator	38

3.2. Perhitungan Pengelasan.....	39
3.2.1. Plat Penutup Pipa	39
3.2.2. Sambungan Elbow	40
3.2.3. Sambungan Pipa	41
3.3. Perhitungan Mur Dan Baut.....	43
3.3.1. Bahan Baut	43
3.4. Berat Kontruksi.....	46
3.4.1. Luas Kontruksi Freezer Box	50
3.5. Analisa Tebal Pipa.....	51
3.6. Perhitungan Momen Kerangka Box Dan Sambungan Las	54
3.6.1. Perhitungan Momen Yang Terjadi Pada Box.....	55
3.7. Perhitungan Las Pada Kontruksi Kerangka Box	56
 BAB IV ANALISA BREAK EVENT POINT	
4.1. Perhitungan Biaya Produksi	58
4.2. Analisa Titik Pulang Pokok.....	60
4.3. Perhitungan Break event Point	63
 BAB V REKAPITULASI DATA	
5.1. Perhitungan kontruksi freezer box	63
5.2. Perhitungan momen kerangka box dan sambungan las.....	65
5.3. Perhitungan pengelasan	65
5.3. Perhitungan mur dan baut	66

BAB VI PENUTUP

6.1. Kesimpulan..... 67

6.2. Saran 67

LAMPIRAN**DAFTAR PUSTAKA**

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada era globalisasi ini dapat dikatakan sebagai era persaingan, dan nampaknya semakin ketat seiring dengan kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi, kita dituntut untuk dapat lebih berpartisipasi dalam memproduksi baik kualitas maupun kuantitasnya. Hal ini dapat dicapai apabila alat – alat produksi dan penunjangnya mempunyai produktifitas dan efisiensi yang tinggi. Zaman dahulu manusia menggunakan alat – alat yang sederhana untuk memenuhi kebutuhannya, namun dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi sekarang ini manusia dapat menciptakan alat – alat yang lebih canggih untuk memenuhi kebutuhan rumah tangga.

Sejak dahulu manusia berusaha untuk mengawetkan makanan ataupun minuman agar tahan lama sehingga tidak mengalami perubahan rasa, warna, dan bau. Dengan dasar pemikiran tersebut para ahli melakukan penelitian – penelitian untuk menciptakan alat pengawet makanan.

Para ahli teknik menemukan cara pengawetan makanan dan minuman dengan cara *Refrigerasi*, sehingga manusia dapat melakukan pengawetan makanan dan minuman. Dulu makanan cepat rusak karena adanya Mikrobiologi, maka dengan adanya teknik *Refrigerasi* atau teknik pendinginan makanan dan minuman dapat diawetkan dengan tanpa mengalami perubahan rasa, warna aroma dan kandungan gizi.

Negara Indonesia adalah Negara maritim tentunya banyak sector – sector yang bias dipakai untuk meningkatkan pendapatan masyarakat dan Negara. Misalnya disektor perikanan, dengan menggunakan air laut dan air tawar dan perternakan. Suksesnya usaha dalam bidang perikanan dan perternakan tidak hanya dalam produksinya saja, akan tetapi juga bagaimana cara menyimpan barang – barang produksi perikanan dan perternakan tersebut dengan aman, efisien dan dengan kerusakan kualitas produk yang minim. Telah diperkirakan bahwa seperempat dari produk perikanan umumnya tidak termakan/ terjual, dikarenakan system penyimpanan yang tidak efisien mulai dari perikanan sampai konsumen, yang mengakibatkan produk perikanan tersebut rusak.

Sesuai dengan produksi ikan di Negara kita yang sangat banyak, maka diperlukan adanya alat yang bisa untuk mengawetkan daging ikan agar tidak mengalami pembusukan yang dapat merugikan para petani ikan khususnya ikan Bandeng dan Tongkol, sehingga sangat cocok untuk melakukan perencanaan dan pembuatan alat pengawet daging ikan, dari uraian diatas maka perlu direncanakan instalasi “ **Box Refrigeration Unit** “ (Freezer Box) untuk mendapatkan hasil yang optimal.

1.2. Rumusan Masalah

Proses pengawetan daging ikan pada saat ini masih banyak yang tradisional, contohnya yaitu dengan es batu yang diselep (dihancurkan) sehingga diperlukan biaya dan waktu yang lama. Dengan menggunakan alat

freezer box ini diharapkan dapat membantu dalam kemudahan pengawetan daging.

1.3 TUJUAN

1.3.1 Tujuan Umum

Tujuan pembuatan dari tugas akhir ini sebagai syarat lulus dari **Diploma III, Teknik Mesin, Institut Teknologi Nasional Malang.**

1.3.2 Tujuan Khusus

Tujuan pemilihan judul perencanaan kontruksi freezer box pengawet daging ikan adalah agar memahami dan mengerti prinsip dalam refregerasi yang mungkin nantinya dapat berguna bagi kehidupan manusia.

1.4 Batasan Masalah

Dalam penulisan laporan akhir ini penulis membatasi permasalahan yang akan dibahas, yaitu mengenai :

- Perhitungan kekuatan sambungan las.
- Perhitungan kerangka.
- Perhitungan paku keeling.

1.5 Manfaat Perencanaan

Adapun manfaat dari Redesains Mesin Freeezer Box ini, adalah :

- Dapat menyimpan produk daging ikan lebih lama dan produksi daging ikan memiliki kualitas kerusakan yang minim sampai pada konsumen, serta tanpa mengalami perubahan rasa, warna, aroma dan kandungan gizi.

1.6. Metode Penyusunan

Dalam penyusunan laporan akhir ini penulis mengambil cara – cara dalam penyelesaiannya yaitu :

- **Study Literatur atau Kepustakaan**

Dengan metode ini penyusun memperoleh data – data dari membaca, meneliti dan memahami literature serta berbagai macam penelitian sebelumnya yang berhubungan dengan judul dan membandingkan dengan pokok permasalahan yang dihadapi.

- **Metode Obsevasi**

Melakukan pengamatan agar dapat mengetahui cara kerja mesin pengawet dan pencarian data – data yang berhubungan dengan perencanaan redesain Freezer Box didaerah Probolinggo.

- **Metode Uji Coba (Try and Error)**

Dengan memilih bahan dan dimensi system yang sesuai.

1.7. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan laporan akhir ini adalah:

BAB I : PENDAHULUAN

Hal-hal yang diuraikan pada bab ini meliputi latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penulisan, manfaat perencanaan, metode penulisan dan sistematika penulisan.

BAB II : TINJAUAN PUSTAKA

Dalam bab ini akan membahas teori yang berhubungan dengan topik dari tugas akhir ini.

BAB III : PERHITUNGAN

Pada bab ini menguraikan akan dibahas perhitungan dari mesin, yang direncanakan dengan menggunakan dasar teori yang ada pada bab tinjauan pustaka.

BAB IV : ANALISA BREAK EVENT POINT

Perhitungan biaya produksi atau pengeluaran yang dapat diukur dengan uang, baik yang telah, sedang maupun yang akan dikeluarkan untuk menghasilkan suatu produk.

BAB V : PENUTUP

Pada bab ini penulis memberikan kesimpulan dari hasil perencanaan Freezer Box ini, dan dicantumkan pula saran – saran yang bisa nantinya dapat menambah kesempurnaan dalam penyusunan tugas akhir ini.

DAFTAR PUSTAKA DAN LAMPIRAN :

Berisikan referensi dari penulisan TA ini serta tabel-tabel sebagai bahan utama dalam perencanaan Freezer Box ini.

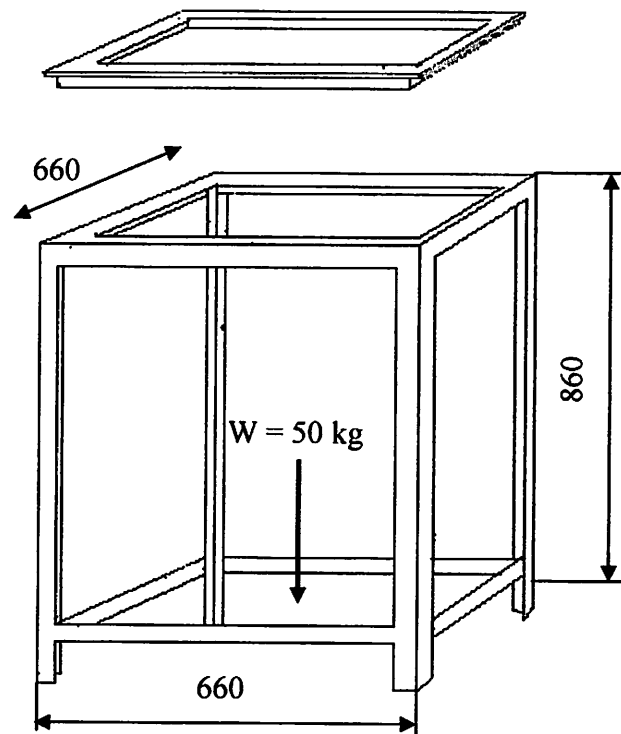
Dengan adanya sistematika penulisan ini, penyusun berharap agar pembaca mendapatkan gambaran garis besar tentang laporan akhir ini.

BAB II

TEORI DASAR

2.1. Tinjauan Umum Perencanaan Kontruksi

Gambar kerangka Frezeer Box



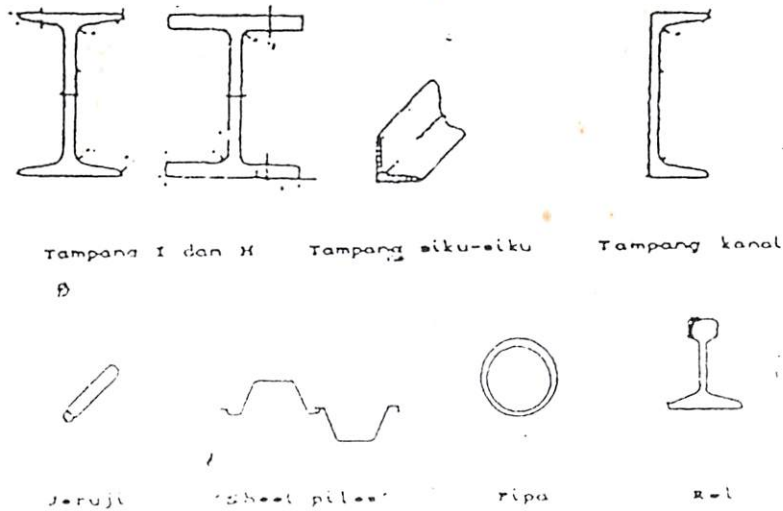
Didalam perencanaan kontruksi yang perlu diperhatikan adalah factor keamanan dan ketangguhan dari kontruksi tersebut. kontruksi atau kerangka di rancang untuk menahan beban atau gaya yang berkerja padanya. Selain itu didalam perencanaan perlu diperhatikan nilai ekonomis dari pemilihan bahan yang akan digunakan baik dari kekuatan maupun dari segi harganya. Untuk mengetahui kekuatan dari suatu bahan maka perlu mengetahui sifat karakteristik dari suatu bahan tersebut diantaranya sifat mekanik dan sifat thermal.

2.2. Bahan kerangka

Secara garis besar hal – hal yang perlu diperhatikan dalam pemilihan kerangka adalah kekuatan bahan kerangka, jenis profil yang digunakan, karakteristik bahan kerangka dan mengetahui sifat – sifat dari bahan kerangka didasarkan atas penggunaannya misalnya untuk batang angkat diusahakan bahan yang kuat seperti baja 60 dan 80 sehingga kontruksinya dapat diperingan. Pada dasaenya baja kuat tidak begitu menguntungkan untuk mesin kontruksi, hal ini disebabkan kekuatan fatiknya sama tinggi dengan baja lunak. Tetapi untuk bagian – bagian dengan siklus pembebanan yang rendah lebih baik menggunakan baja kuat dengan tujuan mengurangi berat kontruksi.

Rangka frezeer box berbentuk kotak dengan memperhatikan kemudahan dalam penggunaannya. Bagian – bagian kontruksi setelah dibuat, harus diperiksa baik dalam ukurannya maupun hasil pengelasan. Sebelum dikirimkan ketempat pemesan, bagian kontruksi yang telah dibuat harus dilapisi dulu dengan pelindung, kecuali bagian – bagian yang nantinya tertutup, dan mengecek sambungan lasnya dan baut – baut pengikatnya. Baja yang digunakan untuk kontruksi besar dan kontruksi ringan dapat dipilih dari jenis – jenis profil baja yang dipakai untuk kontruksi tersebut. Untuk mengetahui lebih jelas jenis profil baja dapat dilihat pada gambar di bawah ini.

Jenis – jenis profil baja



- a. Tampang I mempunyai banyak variasi perbandingan ukuran tinggi, tebal badan dan tebal sayap. Disamping itu ada tampang profil dengan bentuk serupa dengan I, tetapi sayapnya lebar, sehingga disebut dengan profil sayap lebar. Pada permukaan sayap lebar, maka permukaan sayap bagian dalam relatif sejajar dengan permukaan sayap bagian luar, sedang pada profil I kedua permukaan itu tidak sejajar. Ukuran dalam dari seri profil sayap lebar mempunyai tiga macam perbandingan antara lebar dan tinggi profil (B/H), yaitu $\frac{1}{4}$, $\frac{3}{4}$, dan 1, sedang profil tidak memiliki angka perbandingan B/H sebesar 1.
- b. Tampang siku – siku tersedia dalam bentuk sama kaki pada umumnya kedua kaki sama tebal. Bentuk dipakai karena dapat dikombinasikan menjadi aneka bentuk.

- c. Tumpang kanal biasanya mempunyai sayap dengan permukaan luar dalam tidak sejajar. Tampang kanal dapat digabung membentuk tampang I atau tampang kotak. Tampang dapat dipakai sebagai rangka jembatan, kapal, mesin.
- d. Jeruji produksi dengan tumpang bujur sangkar, segi enam, bulat dan bulat deform. Jeruji ini banyak dipakai pada tulangan beton.
- e. Sheet Piles dibuat untuk keperluan menahan tanah. Beberapa bentuk yang untuk daerah pantai dan sungai dengan kemungkinan korosi sangat besar, tersedia produk dengan lapis polyethylene atau urethane elastomer yang mencegah korosi.
- f. Pipa tampang merupakan bentuk yang mempunyai momen inersia sama dalam berbagai arah, sehingga ideal untuk dipakai sebagai tiang atau tiang pancing dengan arah momen yang tidak menentu.
- g. Rel diproduksi untuk berbagai keperluan, seperti crane, trak kereta api dan elevator produk diberi perlakuan panas untuk memperoleh ketahanan terhadap abrasi, kekenyalan, ketahanan terhadap korosi dan kekuatan terhadap fatig.

Dari gambar diatas dapat diketahui jenis – jenis baja yang sering digunakan untuk kontruksi ringan dan kontruksi berat. Dalam frezeer box ini menggunakan baja profil siku (L) ST 37 ukuran 35x35x4 dengan kekuatan tarik 40 Kg/mm² karena baja profil L ini cocok untuk kontruksi yang ringan selain itu baja jenis ini mudah dijumpai di pasaran. Dengan pertimbangan pemilihan bahan untuk kerangka frezer box adalah

- Memiliki kekerasan yang baik

Artinya baja siku profil L ST 37 memiliki kekuatan tarik antara 41 – 52 Kg/mm².

- Memiliki sifat mudah dalam pengelasan

Adalah baja dengan ST 37 memiliki sifat luluh yang baik dan mudah menghantarkan panas.

- Sangat cocok untuk konstruksi yang ringan

Baja profil L sangat cocok untuk konstruksi yang ringan dan banyak dijumpai dipasaran selain juga untuk menekan biaya penekanannya.

2.2.1. Perhitungan Kekuatan Bahan

Perhitungan kekuatan bahan pada bahan baja siku (L) ukuran 35x35x4, sangat penting dihitung karena untuk menguji bahan tersebut apa cocok dipakai kerangka mesin atau tidak hal – hal yang di hitung adalah :

1. Menentukan jari –jari kelambatanbaja profil siku – siku sama kaki (i)

$$i = \sqrt{\frac{I}{F}}$$

Dimana :

I = Momen kelambatan

F= Penampang

2. Menentukan Koefisien profil (k)

$$k = \frac{F^2}{I} = \frac{F}{i^2}$$

3. Menentukan momen tahanan terhadap lenturan pada penampang normal

$$W_b = \frac{1}{6} b \cdot h^2$$

Dimana :

b = Tebal penampang bahan siku – siku

h = Tinggi bahan penampang bahan siku – siku

4. Menentukan tegangan putus geser normal (τ)

$$\tau = \frac{F}{A}$$

Dimana :

F = Gaya yang berkerja dalam bahan kerangka

A = Luas penampang bahan

5. Tegangan bengkok yang diijinkan bahan

$$\tau_{bijin} = \frac{\tau_{tbahan}}{sf}$$

Dimana :

T_{bbahan} = Tegangan tarik bahan untuk baja ST 37

mempunyai tegangan tarik 37 – 49 Kg/mm²

sf = Faktor keamanan = 6

2.3. Sambungan Las Terhadap Perencanaan Kontruksi

Mengelas adalah suatu cara menyambung logam dengan pengaruh panas, baik di panasi sampai lunak baru di sambung dengan dipukul – pukul (las tekan) maupun dipanasi sampai mencair (las cair) dan bersifat permanen.

Sedangkan berdasarkan definisi dari Deutsche Industrie Norman (DIN) las adalah ikatan metalurgi pada sambungan logam paduan yang dilaksanakan dalam keadaan lumer atau cair.

Sambungan las mempunyai keuntungan dan kerugian dibandingkan dengan cara – cara sambungan lainnya.

Keuntungan sambungan las adalah :

1. Dapat dilakukan pada jenis – jenis sambungan yang dengan cara lain tidak dapat dilakukan.
2. Karena penyambungan dilakukan dalam kondisi cair maka terjadi ikatan metalurgi pada molekulnya sehingga kekuatannya makin tinggi.
3. Dapat menekan waktu dan biaya karena lebih praktis dan mudah dilaksanakan.

Kerugian sambungan las adalah :

1. Karena menggunakan panas, maka daerah sekitar las akan terjadi pengaruh panas (HAZ/Heat Affected Zone) yang akan menjadikan karakteristik logam akan menjadi getas
2. Cacat yang terjadi dapat menimbulkan oksidasi yang akhirnya rawan terhadap korosi.

2.3.1. Klasifikasi Pengelasan

Secara konvensional cara – cara pengklasifikasian pada waktu ini dapat dibagi dalam dua golongan yaitu klasifikasi berdasarkan cara kerja dan klasifikasi berdasarkan energi yang digunakan. Klasifikasi pertama membagi las dalam kelompok las cair, las tekan, las patri dan sebagainya. Sedangkan klasifikasi yang membedakan adanya kelompok – kelompok seperti las listrik, las kimia, las mekanik dan sebagainya.

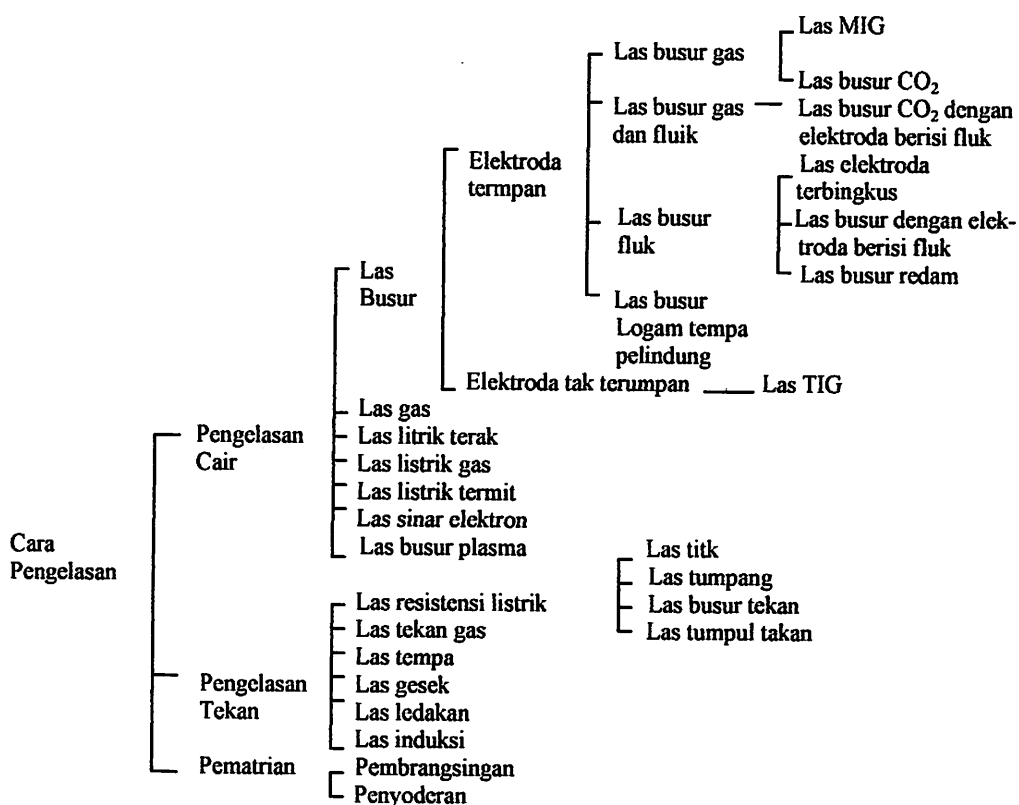
Berdasarkan klasifikasi cara kerja pengelasan dapat dibagi dalam tiga kelas utama, yaitu :

1. Penelasan cair adalah cara pengelasan dimana sambungan dipanaskan sampai mencair dengan sumber panas dari busur listrik atau semburan api gas yang terbakar.
2. Pengelasan tekan adalah cara pengelasan dimana sambungan dipanaskan kemudian ditekan menjadi satu.
3. Pematrian adalah cara pengelasan dimana sambungan diikat dan disatukan dengan menggunakan paduan logam yang mempunyai titik cair rendah, dalam cara ini induk tidak turut cair.

Perincian lebih lanjut dari klasifikasi dapat dilihat pada table 2.1

Tabel 2.1

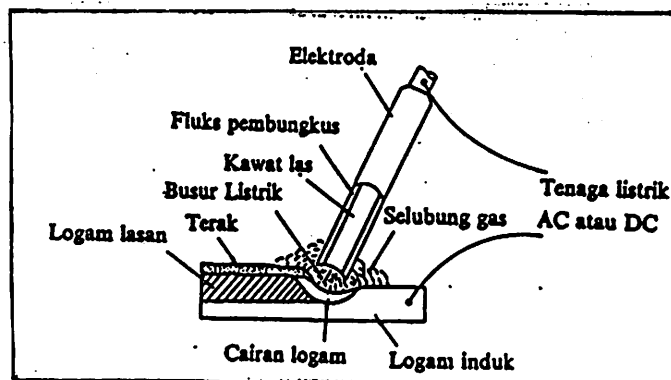
Klasifikasi Pengelasan



Sumber : Harsono Wiryosumarto, Teknologi Pengelasan Logam (1996,hal 8)

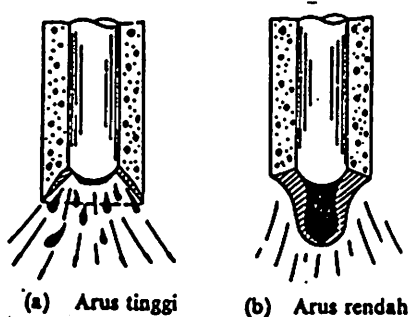
2.3.2. Las Elektroda Terbungkus

Pengelasan yang dipergunakan untuk mengelas konstruksi yang direncanakan adalah las elektroda terbungkus. Dalam cara pengelasan ini digunakan kawat elektroda logam yang terbungkus dengan fluks. Didalam gambar 2.3 dapat dilihat dengan jelas bahwa busur listrik terbentuk diantara logam induk dan ujung elektroda. Karena panas dan busur ini maka logam induk dan ujung elektroda tersebut mencair dan kemudian membeku bersamaan.

Gambar 2.3**Las Elektroda Terbungkus**

Sumber : Harsono Wiryosumarto, Teknologi Pengelasan Logam (1996,hal 9)

Proses pemindahan logam elektroda terjadi pada saat ujung elektroda mencair dan membentuk butir – butir yang membawa arus listrik yang terjadi. Bila digunakan arus listrik yang besar maka butiran logam cair terbawa menjadi halus seperti terlihat dalam gambar 2.4 (a), sebaliknya bila arusnya kecil maka butirannya menjadi besar seperti dalam gambar 2.4 (b).

Gambar 2.4**Pemindahan Logam Cair**

Sumber : Harsono Wiryosumarto, Teknologi Pengelasan Logam (1996,hal 9)

Berdasarkan jenis fluks yang digunakan maka dapat ditentukan jenis elektroda yang digunakan untuk mengelas konstruksi yang direncanakan.

Pemindahan logam cair seperti diterangkan diatas sangat mempunyai sifat mampu las dari logam. Las elektroda terbungkus fluk memegang peranan penting karena fluk dapat bertindak sebaagi :

1. Pemamntap busur dan penyebab kelancaran pemindahan butir – butir cairan logam.
2. Sumber terak atau gas yang dapat melindungi logam cair terhadap udara disekitar.
3. Pengatur penggunaan.
4. Sumber – sumber untuk paduan.

2.3.3. Klasifikasi Sambungan

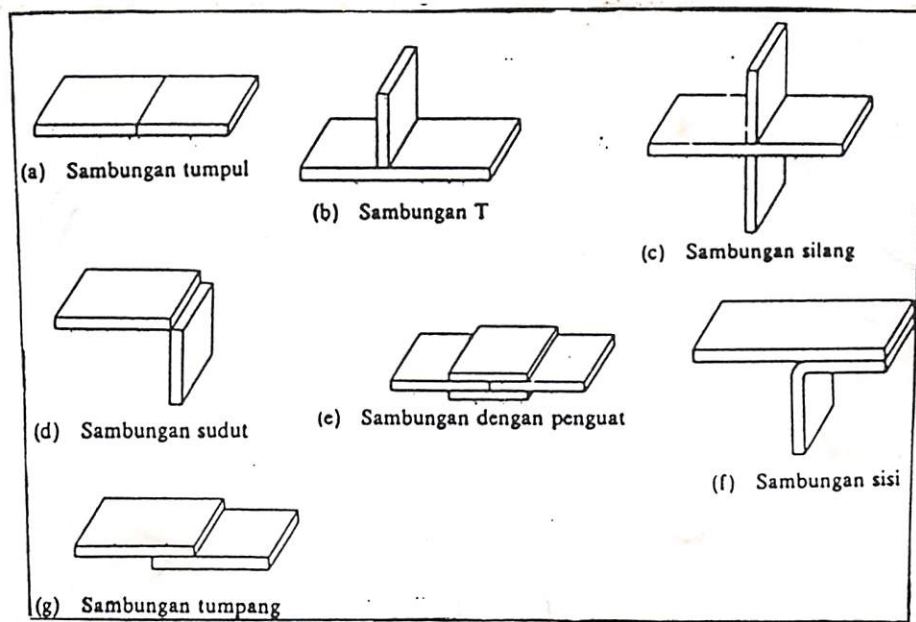
2.3.3.1. Berdasarkan Jenis Sambungan dan Bentuk Alur.

1. Sambungan las dasar

Sambungan las dalam kuntruksi baj apada dasarnya di bagi dalam sambungan tumpul, sambungan T, sambungan sudut dan sambungan tumpang. Sebagai perkembangan sambungan dasar tersebut terjadi sambungan silang, sambungan dengan penguat dan sambungan sisi.

Gambar 2.5

Jenis – jenis Sambungan Dasar



Sumber : Harsono Wiryosumarto, Teknologi Pengelasan Logam (1996,hal 157)

2. Sambungan tumpul

Sambungan tumpul adalah jenis sambungan yang paling efisien. Sambungan ini dibagi lagi menjadi dua yaitu sambungan penetrasi penuh dan sambungan penetrasi sebagian. Sambungan penetrasi penuh dibagi lebih lanjut menjadi sambungan tanpa plat pembantu dan sambungan dengan plat pembantu, yang masih dibagi lagi dalam plat pembantu yang turut menjadi bagian konstruksi dan plat pembantu yang hanya sebagai penolong pada pengelasan saja. Bentuk alur dalam sambungan tumpul sangat mempengaruhi efisiensi pengerjaan, efisiensi sambungan dan jaminan sambungan. Karena itu, pemilihan bentuk alur sangat penting. Bentuk dan ukuran alur sambungan datar ini sudah banyak distandarkan

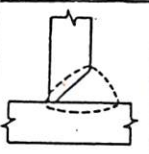
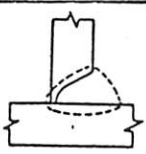
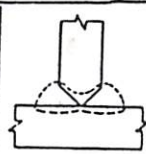
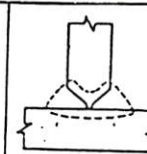
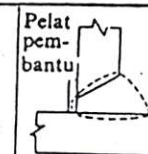
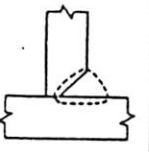
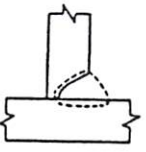
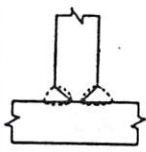
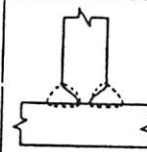
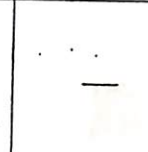
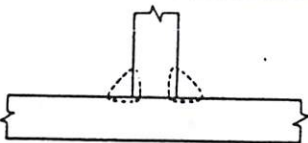
dalam standart AWS (American Welding Society), BS (British Standart), DIN (Deutsche Industrie Norman), JSSC (Japan Society Of Steel Construction)

3. Sambungan bentuk T dan bentuk Silang.

Sambungan ini secara garis besar dibagi dalam dua jenis yaitu jenis las dengan alur dan jenis las dengan sudut.

Gambar 2.6

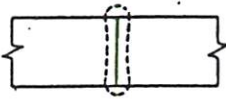
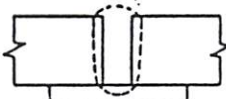
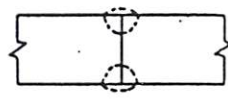
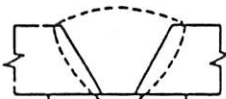
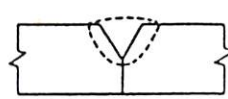
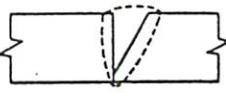
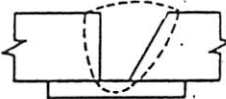
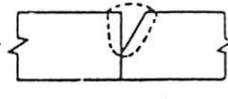
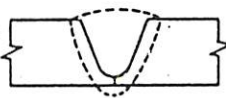
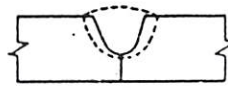
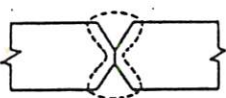
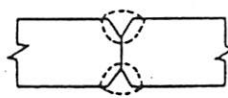
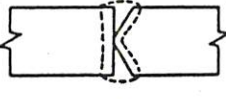
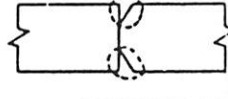
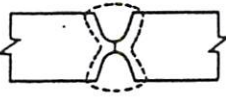
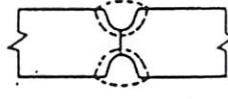
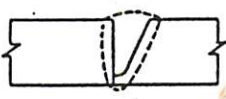
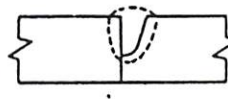
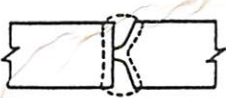
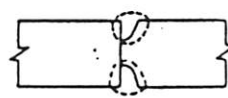
Sambungan T

Lasan dengan alur	Lasan penetrasi penuh					
	Lasan penetrasi sebagian					
Las sudut						

Sumber : Harsono Wiryosumarto, Teknologi Pengelasan Logam (1996,hal 159)

Gambar 2.7

Alur sambungan las tunggal

Jenis alur	Jenis lasan	Lasan dengan alur		
		Lasan Penetrasi penuh tanpa pelat penahan	Lasan penetrasi penuh dengan pelat penahan	Lasan penetrasi sebagian
Persegi (I)				
V tunggal (V)				
Tirus tunggal (V)				
U tunggal (U)			—	
V ganda (X)			—	
Tirus ganda (K)			—	
U ganda (H) (DU)			—	
J tunggal (J)			—	
J ganda (DJ)			—	

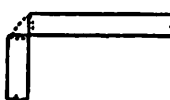
Sumber : Harsono Wiryosumarto, Teknologi Pengelasan Logam (1996,hal 158)

4. Sambungan sudut

Dalam sambungan dapat terjadi penyusutan dalam arah tabel plat yang dapat menyebabkan terjadinya retak lamel. Hal ini dapat dihindari dengan membuat alur pada plat tegak. Bila pengelasan dalam, tidak dapat dilakukan karena sempitnya ruang maka pelaksanaannya dapat dilakukan dengan pengelasan tembus atau dengan pengelasan plat pembantu.

Gambar 2.8

Macam – macam sambungan sudut

Lasan dengan alur	Lasan penetrasi penuh							
	Lasan penetrasi sebagian							—
Gabungan lasan dengan alur dan las sudut							—	—
Las sudut								

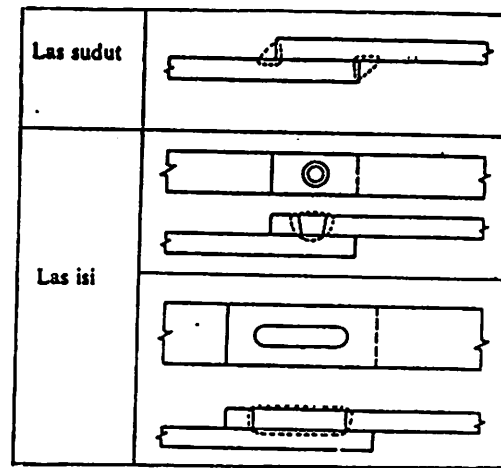
Sumber : Harsono Wiryosumarto, Teknologi Pengelasan Logam (1996,hal 160)

5. Sambungan tumpang

Sambungan tumpang dibagi dalam tiga jenis, seperti terlihat di dalam gambar 2.8 karena sambungan ini efisiensi rendah maka jarang sekali

digunakan untuk pelaksanaan penyambungan konstruksi utama. Sambungan tumpang biasa dilaksanakan dengan las sudut dan las sisi.

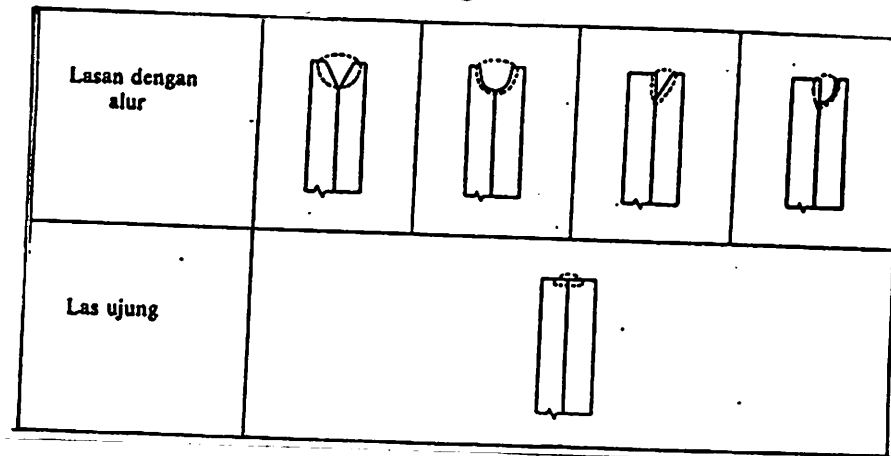
Gambar 2.9
Sambungan tumpang



Sumber : Harsono Wiryosumarto, Teknologi Pengelasan Logam (1996,hal 160)

6. Sambungan sisi

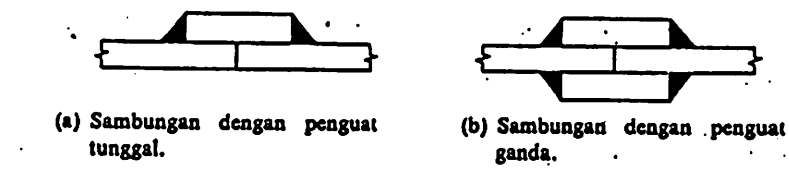
Sambungan sisi dibagi dalam sambungan las dengan alur dan sambungan las ujung. Untuk jenis pertama pada plat harus dibuat alur sedangkan pada jenis kedua pengelasan dilakukan pada ujung plat tanpa ada alur. Jenis yang kedua ini biasanya hasilnya kurang memuaskan kecuali bila pengelasan dilakukan dalam posisi datar dengan aliran listrik yang tinggi. Karena hal itu maka jenis ini hanya dipakai untuk pengelasan tambahan atau sementara pada pengelasan plat-plat tebal.

Gambar 2.10**Sambungan Sisi**

Sumber : Harsono Wiryosumarto, Teknologi Pengelasan Logam (1996,hal 161)

7. Sambungan dengan plat penguat

Sambungan ini dibagi dalam dua jenis yaitu sambungan dengan plat penguat tunggal dan dengan plat penguat ganda. Karena sambungan ini mirip dengan sambungan tumpang, sehingga sambungan inipun jarang digunakan dalam konstruksi utama.

Gambar 2.11**Sambungan dengan penguat**

Sumber : Harsono Wiryosumarto, Teknologi Pengelasan Logam (1996,hal 161)

2.3.3.2 Berdasarkan Cara Pengelasan

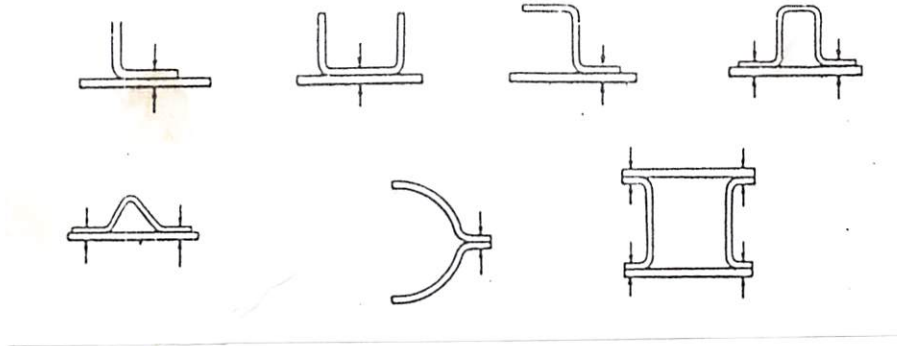
1. Sambungan Las Cair

Sambungan las cair adalah jenis yang paling banyak digunakan dalam konstruksi las yang masih dibagi lagi kedalam elektroda terumpan dan elektroda tak terumpan, las gas dengan menggunakan panas pembakaran dari gas seperti las oksiasetelin, las listrik terak yang menggunakan panas resistensi terak cair, las busur listrik dengan pelindung gas dan las busur listrik terendam, las busur elektron dan sebagainya, kesemuanya termasuk dalam busur listrik dengan elektroda terumpan. Sedangkan las TIG termasuk dalam las busur listrik dengan elektroda tak terumpan.

2. Sambungan las tekan

Sambungan yang dapat dilakukan dengan sambungan las tekan adalah sambungan tumpang, dimana pelaksanaannya dapat berupa las ledakan, las gesekan atau fisik. Las ultrasonik las tekan dingin, las tekan panas dan las resistensi yang meliputi las titik dan las garis.

Penggunaan las tekan diutamakan untuk mencapai efisiensi kerja yang tinggi pada penyambungan dua jenis logam, pada konstruksi dengan bentuk rumit dan pada konstruksi dengan plat tipis.

Gambar 1.12**Las Tekan Resistensi (titik atau garis)**

Sumber : Harsono Wiryosumarto, Teknologi Pengelasan Logam (1996,hal 162)

3. Sambungan patri Sambungan patri adalah semacam sambungan las yang menggunakan sifat metalurgi dimana logam dapat dipadu dengan temperatur cairnya. Penyambungan patri dapat dilaksanakan dengan mengisi logam pengisi atau logam patri kedalam celah dari logam yang di sambung. Dalam hal ini logam patri akan meresap dan melekat pada logam induk secara kapiler. Sambungan patri biasanya di gunakan untuk menyambung plat tipis.

2.4. Sambungan Keling

2.4.1. Penggunaan dan penempatan

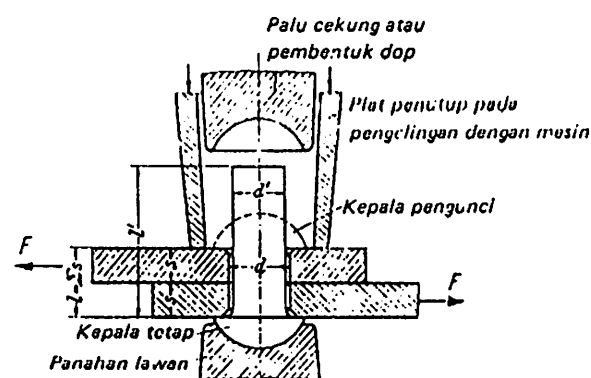
Penggunaan paku keling seperti halnya dalam sambungan las dapat dipakai untuk :

1. Sebagai sambungan kekuatan dalam konstruksi logam ringan, pada setiap konstruksi mesin pada umumnya.
2. Sebagai sambungan kekuatan kedap dalam konstruksi ketel, seperti ketel, tangki dan pipa dengan tekanan tinggi tetapi sekarang ketel umumnya dilas.
3. Sebagai sambungan kedap untuk tangki, cerobong asap plat, pipa penurunan dan pipa pelarian yang tidak memiliki saringan.
4. Sebagai sambungan paku untuk kulit plat pada kendaraan dan konstruksi pesawat udara.

Dalam banyak hal kasus penggunaan sambungan paku keling diganti dengan sambungan las. Sambungan paku keling memerlukan waktu lebih lama, juga komponen las sering kali lebih sederhana sehingga lebih murah. Pada sisi lain sambungan paku keling terlihat lebih jauh dan mudah untuk dilakukan pengontrolan yang baik

Gambar 2.4.1

Pemasangan Suatu Sambungan Keling



2.4.2 Kelingan dalam kontruksi mesin

Untuk memperkuat atau bmenyambung palt, selubung, sudut dan seabinya. Pada relatif rendah untuk memperkuat bagian yang terbuat dari meterialpeka atau elastis seperti material pres, maka dalam kontruksi mesin dan peralatan dipasangkan dengan keling dingin baja berdiamater kurang dari 10 mm. Perhitungan yang dihasilkan mirip seperti baja pada umumnya terhadap pematahan keling, badan lubang yang di izinkan dan kekuatan bagian kontruksi. Sebagai material keling dipakai St 37, St 44 dan St 52.

2.4.2.1 Kelingan kontruksi logam ringan

Dalam kontruksi logam rinagn maka pengelingan disamping pengelasan dalam banyak hal berarti besar dalam praktek, sebagai contoh kuntruksi logam ringan dalam kontruksi pesawat udara, kontruksi kendaraan rel dan sebagainya yang sering kali di keling.

Dalam penggunaan profil logam ringan yang dipres ekstrusi memungkinkan secara ekonomis membuat bentuk indah, tahan korosi dan kontruksi yang ringan. Keling logam ringan dipukul dingin (sampai maksimum berdiameter 20 mm), menghapuskanb kehilangan kekuatan yang tidak disukai karena pemanasan pada pengelasan, namun dalam pembelian harus diperhatikan dalam hal pengaruh takikan dalam lubang keling.

2.4.2.2. Material

Dipakai untuk bagian kotruksi dan keling campuran Al, Cu, SI, Mn. Kualitas kekuatan bagian mencapai nilai bagian dari baja, bagian kontruksi logam ringan hanya boleh disambungkan dengan keling baja dalam hal khusus saja.

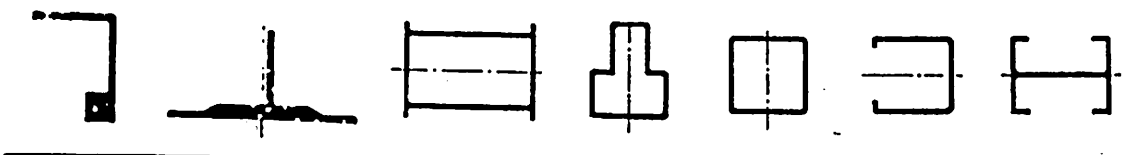
Dilakukan hal itu adalah boleh disambungkan dengan keeling baja dalam hal khusus saja. Dilakukan hal itu adalah untuk mencegah korosi pada khususnya untuk memperbesar permukaan tekanan dibawah kepalanya, misalnya terdapat padaperletakan dari piringan baja yang dilapisi kadmium.

Material bagian konstruksi														
Pembebanan	AlCuMg1		AlCuMg2 F37 bis F40		AlCuMg2 F44		AlMgSi1 F28		AlMgSi1 F32		AlMg3 F18 und AlMgMn F18		AlMg3 F23 und AlMgMn F23	
	H	HZ	H	HZ	H	HZ	H	HZ	H	HZ	H	HZ	H	HZ
σ diizinkan	147	167	157	177	186	211	98	113	147	167	40	52	80	92
τ diizinkan	88	100	94	106	112	120	59	67	88	100	27	31	49	55
σ_1 diizinkan	259	295	259	295	259	295	177	199	211	236	82	93	142	157

Tabel 2.4.22 : Tegangan yang diijinkan konstruksi logam ringan (N/mm^2)

2.4.2.3. Bentuk

Pada dasarnya berlaku bentuk yang sama seperti untuk kelingan konstruksi baja. Tetapi khususnya pada batang tekan karena rendahnya modulus E dari logam ringan ($E = 70.000 \text{ N/mm}^2$) maka diperhatikan khususnya bahaya dari tekukan. tetapi dengan profil pres ekstrusi yang terpilih maka bahaya ini dapat jauh dihindari.



Tabel 2.4.22 : Contoh Untuk Profil yang Dipres Ektrusi Dari Logam Ringan

Kerugian dari konstruksi logam ringan terletak pada rendahnya modulus (sekitar $1/3$ dari baja) dari logam ringan, sehingga pada pembentukan harus

diperhatikan secara khusus terhadap elastitas dari tekukan yang berlebihan, dan selanjutnya pada dasarnya harganya lebih mahal di banding dengan baja.

2.5. Prinsip Kerja Pendingin

2.5.1. Kompresor

Kompresor merupakan jantung dari kompresi uap yang bertugas menekan refrigeran kesemua bagian sistem.

2.5.1.1. KERJA KOMPRESOR

1. menghisap refrigeran gas dari evaporator dengan suhu rendah dan tekanan rendah lalu memampatkan gas tersebut sehingga menjadi gas suhu tinggi dan tekanan tinggi.
2. Menurunkan tekanan dalam evedporator sehingga refrigeran cair di evaporator dapat menguap pada suhu yang lebih rendah dan menyerap kalor lebih banyak dari lingkungan.

Pembagian kompresor ditinjau dari cara kerja.

1. Kompresor torak
2. Kompresor sekrup
3. Kompresor suhu luncur
4. Kompresor sentrifugal

2.5.2. KONDENSOR

Kondensor merupakan alat penukar kalor yang berfungsi untuk membuang kalor kelingkungan luar dan mengubah refrigeran dari wujud gas dari suhu dan tekanan tinggi menjadi wujud cair. Kondensor dengan perancangan baik harus dapat membuang cairan dingin lanjut (sub cooling) dari refrigeran cair sebelum meninggalkan kondensor.

2.5.3. ALAT EXPANSI

Alat ekspansi berfungsi untuk menurunkan tekanan refrigeran cair dan mengatur aliran refrigeran cair yang masuk ke dalam evaporator.

Alat ekspansi yang banyak digunakan dalam sistem refrigerasi ada 4 macam :

1. Pipa kapiler

Dibuat dari tembaga dengan lubang dalam yang sangat kecil. Sehingga cairan refrigeran yang masuk ke evaporator akan berubah menjadi uap karena adanya penurunan tekanan akibat dari gesekan dan percepatan refrigeran.

2. Katup ekspansi Termostatik

Pengendalian katup ini tergantung dari besarnya panas lanjut hisap yang meninggalkan evaporator.

3. Katup apung

Katup ekspansi yang menggunakan pelampung untuk mempertahankan cairan pada level yang konstan dalam evaporator.

4. Katup ekspansi tekanan konstan

Katup ekspansi yang bekerja berdasarkan tekanan evaporator pada suatu membran.

2.5.4. EVAPORATOR

Evaporator merupakan alat penukar kalor yang fungsinya untuk mendinginkan dan menyerap panas dari media sekitarnya lalu membuang panas tersebut melalui kondensor. Evaporator memberikan panas kepada bahan

pendingin cair sebai kalor laten penguapan, sehingga bahan pendingi menguap menjadi gas.

Bagian – bagian utama adalah sebagai berikut :

1. Kompresor
2. Kondensor
3. Pipa kapiler
4. Evaporator
5. Gabus
6. Lapisan dalam
7. Lapisan luar
8. Kawat kasa
9. Engsel pintu
10. Karet ban
11. Pipa
12. Baut

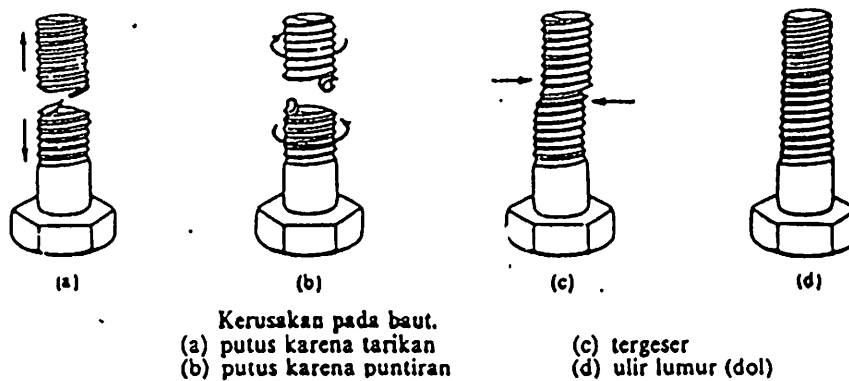
2.6. BAUT PENGIKAT

Baut dan mur merupakan alat pengikat yang sangat penting, untuk mencegah kecelakaan pada mesin. Pemilihan baut dan mur sebagai alat pengikat harus dilakukan secara cermat untuk mendapatkan ukuran yang sesuai. Untuk menentukan mur dan baut sebagai faktor harus di perhatikan seperti gaya yang berkerja, syarat kerja, kekuatan bahan dan ketelkitian. Adapun gaya – gaya yang berkrja pada baut dapat berupa :

1. Beban statis aksial murni
2. Beban aksial bersama dengan beban putir
3. Beban geser
4. Beban tumnbukan aksial

Gambar 2.6

Kerusakan pada baut



Sumber :Sularso, Elemen mesin (1991, hal 296)

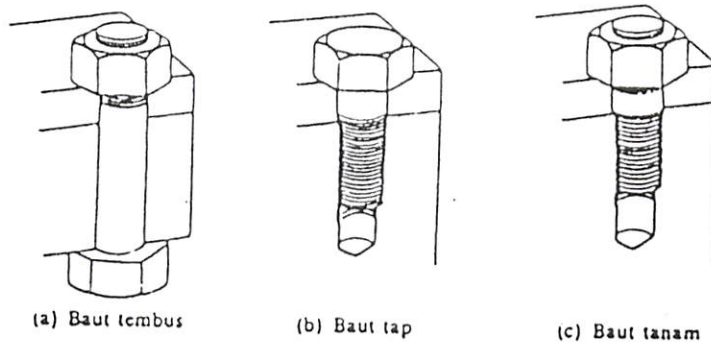
2.6.1. Jenis baut menurut bentuk bagian dan fungsinya

Baut digolongkan bentuk kepalanya yaitu segi enam, soket segi enam dan kepala persegi.

1. Baut dan mur dapat dibagi sebagai berikut :
 - a. Baut tembus, untuk menembus dua bagian melalui lubang tembus.
 - b. Baut tap, untuk menjepit dua bagian dimana jepitan diketatkan dengan ulir yang ditapkan pada salah satu bagian.
 - c. Baut rtanam, adlah baut tanpa kepala.

Gambar 2.6.1

Baut penjepit



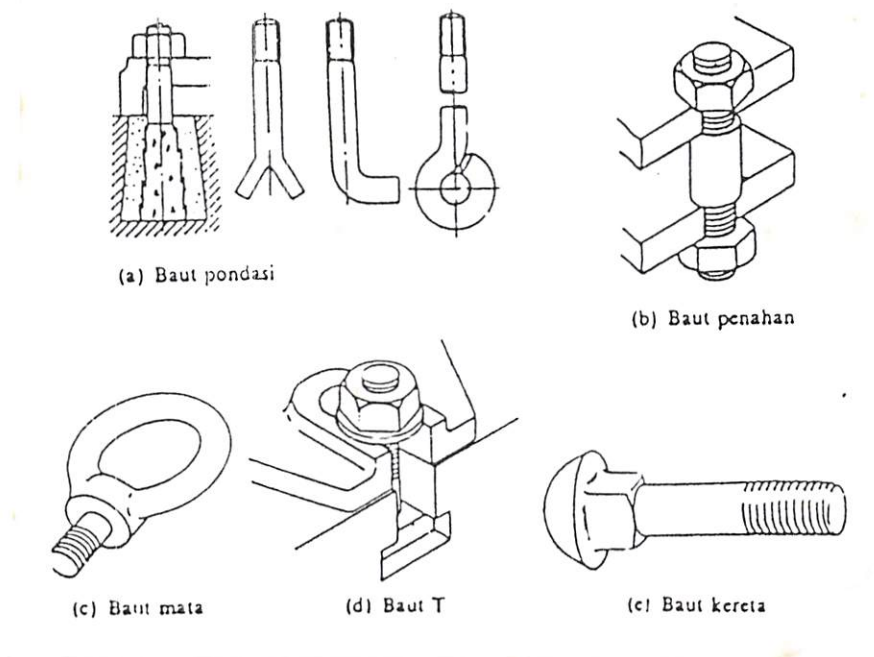
Sumber :Sularso, Elemen mesin (1991, hal 293)

2. Baut pemakian khusus
 - a. Baut pondasi untuk pemasangan mesin atau bangunan pondasi.
 - b. Baut penahan dua bagian dalam jarak yang tetap.

- c. Baut mata atau baut kait dipasang pada bagian mesin sebagai pengikat untuk alat pengikat.
- d. Baut kereta untuk dipakai dalam badan kendaraan.

Gambar 2.5.3

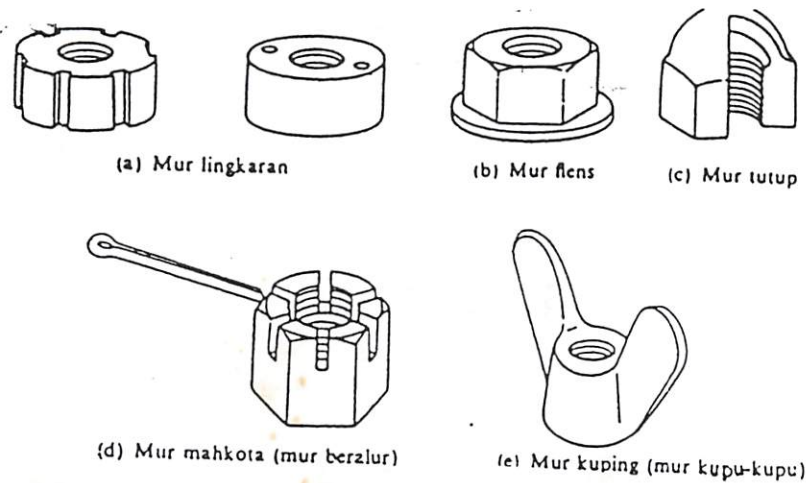
Baut pemakaian khusus



Sumber :Sularso, Elemen mesin (1991, hal 294)

2.7. MUR

Pada umumnya mur mempunyai mur segi enam. Tetapi untuk pemakaian khusus untuk dapat dipakai mur dengan bentuk yang bermacam – macam seperti mur bulat, mur tutup, mur mahkota dan mur kuping.



Gambar 4-4 : Macam – macam mur

Sumber : sularso, Elemen mesin (1991.Hal 295)

Rumus – rumus perhitungan

1. Tegangan tarik ijin (τ_t)

$$\tau_t = \frac{\tau_t}{sf}$$

dimana :

T_t = tegangan tarik bahan

Sf = factor keamanan bahan

2. Tegangan geser ijin (τ_s)

$$\tau_s = 0,75 \cdot \tau_t$$

3. Tegangan tarik yang berkerja pada baut (τ_t)

$$\tau_t = \frac{F}{n \cdot A}$$

dimana :

f = gaya tarik yang berkerja pada baut

n = jumlah baut pengikat

A = luas permukaan baut pengikat

4. Tegangan geser yang berkerja pada baut (τ_s)

$$\tau_s = \frac{F}{n \cdot A}$$

dimana :

f = gaya tarik yang berkerja pada baut

n = jumlah baut pengikat

A = luas permukaan baut pengikat

BAB III

PARHITUNGAN KONTRUKSI

FREEZER BOX

3.1. Data perancangan

Perencanaan freezer box ini digunakan uantuk mengawetkan daging ikan,dalam jangka waktu pengawetan sampai dengan seminggu dan daging bisa tetap segar.

Data perancangan adalah sebagai berikut :

Tabel 3.1.1. Data Freezer Box

Kapasitas Box	Temparatur Box	Ukuran Box	Temperatur Kondensasi
50 Kg	- 2 ⁰ C	66 cm x 66 cm x 86 cm	20 ⁰ C

Tabel 3.1.2. Data Perhitungan pipa kapiler

Diameter dalam pipa	1,63 mm
Temperatur kondensor	32 ⁰ C
Temperatur evaporator	- 2 ⁰ C
Bahan pipa	Tembaga

3.1.2. Perencanaan evaporator

Data yang diketahui untuk pemilihan evaporator :

1. Kapasitas pendingin : 1,365 mm
2. Suhu evaporator : -2 °C
3. Humidity : 85 %
4. TD : 8
5. Waktu operasi : 10 JAM

$$\begin{aligned}
 \blacksquare \text{ Kapasitas pendingin} &= \frac{\text{Kapasitas}}{\text{TD}} \\
 &= \frac{1,365}{8} \\
 &= 0,170
 \end{aligned}$$

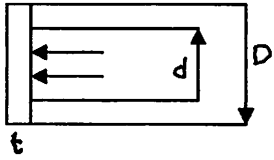
Model pendingin dari tabel B-1 yang sesuai adalah UC 185 dengan :

1. Kapasitas : 0,185 Kw
2. Sirkuit : 1
3. Motor input : 0,098 Kw
4. Air quantity : 0,024 m³/s
5. Air throw : 7 m

$$\begin{aligned}
 \bullet \text{ Kapasitas pendingin} &: \frac{\text{Kapasitas pendingin}}{\text{TD}} \\
 &= \frac{1,365}{8} \\
 &= 0,170
 \end{aligned}$$

3.2. Perhitungan pengelasan

3.2.1. Plat penutup pipa



Keterangan : $D = 0,101 \text{ m}$

$$d = 0,09 \text{ m}$$

$$\text{Rumus : } F = Ft \times \frac{1}{\sqrt{2}} \times l$$

dimana :

F = gaya tekan (N)

Ft = tegangan tarik elektroda las (N/m^2)

t = tebal las (m)

l = panjang pengelasan (m)

$$F = P \times A$$

$$= 186,37 \text{ KN/m}^2 \times \frac{1}{4} \times \pi \times (0,09)^2 \text{ m}^2$$

$$= 1185,6 \text{ N}$$

$$Ft = 210 \text{ Kg/cm}^2 = 20593888,52 \text{ N/m}^2$$

Panjang pengelasan :

$$l = \pi \times d$$

$$= \pi \times 0,1016$$

$$= 0,319 \text{ m}$$

Tebal pengelasan :

$$t = \frac{\sqrt{2xF}}{Ftxl}$$

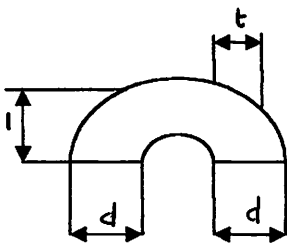
$$t = \frac{\sqrt{2 \times 1185,6}}{20592888,52 \times 0,319}$$

$$t = 2,55 \times 10^{-4} \text{ m} = 0,25 \text{ mm}$$

Tebal pengelasan = 0,25 mm

Diambil tebal pengelasan = 3 mm

3.2.2. Sambungan elbow



Keterangan :

$$l = 6,9 \text{ cm}$$

$$d = 6,0 \text{ cm}$$

$$1. A = 0,5 \times \pi \times d \times l$$

$$= 0,5 \times 3,14 \times 6,0 \text{ cm} \times 6,9 \text{ cm}$$

$$= 65 \text{ cm}^2 = 6,5 \times 10^{-3} \text{ m}^2$$

$$2. F = P \times A$$

$$= 186,37 \text{ KN/m}^2 \times 6,5 \times 10^{-3} \text{ m}^2$$

$$= 1211,405 \text{ N}$$

3. Panjang pengelasan :

$$1. = \pi \times d$$

$$= \pi \times 0,060 \text{ m}$$

$$= 0,188 \text{ m}$$

4. Tebal pengelasan :

$$t = \frac{\sqrt{2 \times 1211,405 \text{ mm}}}{20593888,52 \text{ N/m}^2 \times 0,188 \text{ m}}$$

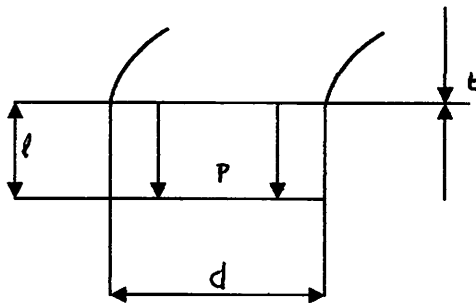
$$= 4,4 \times 10^{-4} \text{ m} = 0,44 \text{ mm}$$

Tebal minimum pengelasan = 0,44 mm

Diambil tebal pengelasan = 3 mm

Catatan : Luas permukaan yang menerima tekanan dianggap 0,5 dari luas permukaan elbow.

3.2.3. Sambungan pipa



Keterangan :

$$d = 0,060 \text{ m}$$

$$l = 1,2 \text{ m}$$

- a. V refrigeran = 0,403 m/dt
- b. Reynold number = 5540,95
- c. Koefisien gesek (f) = 0,025
- d. Massa jenis (P) = 668,3 Kg/m³

$$1. \Delta p = \frac{l \times F \times V \times p}{d \times 2}$$

$$= \frac{1,2 \text{ m}}{0,060} \times 0,023 \times \frac{10,403 \text{ m/det}}{2} \times 668,3 \text{ Kg/m}^3$$

$$= 27,1 \text{ N/m}^2$$

$$2. A = \pi \times d \times l$$

$$= \pi \times 0,060 \text{ m} \times 1,2 \text{ m}$$

$$= 0,22 \text{ m}^2$$

$$3. F = P \times A$$

$$= 27,1 \text{ N/m}^2 \times 0,22 \text{ m}^2$$

$$= 5,962 \text{ N}$$

4. Panjang pengelasan :

$$a. l = \pi \times d$$

$$= \pi \times 0,060 \text{ m}$$

$$= 0,188 \text{ m}$$

b. Tebal pengelasan

$$t = \frac{\sqrt{2 \times 1}}{Ft \times 1}$$

$$= \frac{\sqrt{2}}{20593888,82 \text{ N/m} \times 0,188} \times 5,962 \text{ N}$$

$$= 2,1 \times 10^{-6} \text{ m} = 2,1 \times 10^{-3} \text{ mm}$$

Tebal minimum pengelasan = $2,1 \times 10^{-3} \text{ mm}$

Diambil tebal pengelasan = 3 mm

3.3. Perhitungan mur dan baut

Dalam perencanaan mur dan baut pengikat, penulisan menggunakan bahan baja liat dengan kadar karbon 0,22% dengan data sebagai berikut :

1. Kekutan tarik (τ_b) : 42 Kg/cm²
2. Beban (W_o) : 149,77 Kg
3. Faktor koreksi : 1,2 (faktor koreksi antara 1,2 – 2,0)

$$\begin{aligned}\text{Beban yang terjadi (} W_o \text{)} &= F_c \times W_o \\ &= 1,2 \times 149,77 \\ &= 179,72 \text{ Kg}\end{aligned}$$

3.3.1. Bahan baut : baja karbon dengan kadar karbon 0,22%

1. Tegangan yang diijinkan bahan (σ_a) :

$$\sigma_a = \frac{\sigma_b}{sf}$$

dimana : σ_a = kekuatan tarik (Kg/mm²)

sf = faktor keamanan (6-9)

$$\begin{aligned}\text{sehingga : } \sigma_a &= \frac{42}{6} \\ &= 7 \text{ Kg/mm}^2\end{aligned}$$

2. Tegangan geser yang diijinkan (τ_a) :

$$\begin{aligned}\tau_a &= (0,675 - 0,15) \times \sigma_a \\ &= 0,67 \times 7 \\ &= 4,2 \text{ Kg/mm}^2\end{aligned}$$

3. Dipilih ulir kasar metris (JIS B 0205)

$$\text{a. } D = 6 \quad (\text{diamater luar})$$

b. $D_1 = 5,35$ (diameter efektif)

c. $H_1 = 0,677$ (tinggi kaitan)

4. Jumlah ulir yang diperlukan : (Z)

$$Z = \frac{W}{\pi \times D_2 \times H_1 \times qa}$$

$$Z = \frac{179,72}{3,14 \times 5,35 \times 0,541 \times 3}$$

$$Z = 6,59 \text{ Kg/mm}^2$$

5. Tinggi mur (H) :

dimana : Z = jumlah ulir yang diperlukan

P = jarak bagi (mm)

Sehingga :

$$H = 6,59 \times 1$$

$$= 6,59 \text{ mm}$$

menurut standat :

$$H = (0,8 - 0,1) \times D$$

Dimana : H = tinggi mur (mm)

D = diameter luar

Sehingga :

$$H = (0,8 - 0,1) \times 6$$

$$= 0,7 \times 6$$

$$= 4,2 \text{ mm (yang digunakan)}$$

5. Panjang baut (l) :

$$L = L_p + H + \text{tambahan}$$

Dimana : L_p = Tebal plat yang dijepit (mm)

H = tinggi mur (mm)

Sehingga : $L = 32 + 4,2 + 20$

$$= 56,2 \text{ mm}$$

6. Jumlah ulir (Z) :

$$Z = \frac{H}{P}$$

Dimana : H = Tinggi mur (mm)

P = Jarak bagi

Sehingga : $Z = \frac{4,2}{1}$

$$Z = 4,2 \text{ mm}$$

Sehingga : $\tau_b = \frac{179,72}{3,14 \times 4,917 \times 0,84 \times 1 \times 4,2}$

$$= 3,299 \text{ Kg/mm}^2$$

Syarat tegangan geser yang diijinkan lebih besar dari pada tagangan geser ulir yang diijinkan $\tau_a > \tau_b = 4,2 > 3,299 \text{ Kg/mm}^2$, baut dinyatakan aman.

3.4 Berat konstruksi

Box yang direncanakan akan digunakan untuk menyimpan daging dengan kapasitas 50 Kg, bahan dari dinding ini terbuat dari :

- a. Kontruksi = Baja (massa jenis = 7833 Kg/m^3)
- b. Penyekat = Gabus (massa jenis = 160 Kg/m^3)
- c. Lapisan dalam = Alumunium (massa jenis = 2700 Kg/m^3)

Dari data diatas maka didapat berat dari masing – masing dinding dengan menggunakan rumus :

$$\text{Berat} = \text{Massa jenis} \times \text{Volume}$$

Perhitungan berat dinding atas, depan, dan belakang :

Baja karbon :

$$\text{Dimensi} = 1,776 \times 1,076 \times 0,003$$

$$= 0,00573 \text{ m}^3$$

$$\text{Berat} = 7883 \text{ Kg/m}^3 \times 0,00573 \text{ m}^3$$

$$= 44,8 \text{ Kg} \times 3 \text{ (ad 3 dinding yang sama)}$$

$$= 134,6 \text{ Kg}$$

Gabus :

$$\text{Dimensi} = 1,776 \times 1,076 \times 0,03$$

$$= 0,00573 \text{ m}^3$$

$$\text{Berat} = 160 \text{ Kg/m}^3 \times 0,00573 \text{ m}^3$$

$$= 9,2 \text{ Kg} \times 3 \text{ (ada 3 dinding yang sama)}$$

$$= 27,6 \text{ Kg}$$

Aluminium :

$$\text{Dimensi} = 1,7 \times 1 \times 0,005$$

$$= 0,0085 \text{ m}^3$$

$$\text{Berat} = 2700 \text{ Kg/m}^3 \times 0,0085 \text{ m}^3$$

$$= 22,95 \text{ Kg} \times 3 \text{ (ada 3 dinding yang sama)}$$

$$= 68,85 \text{ Kg}$$

Berat total dinding atas depan dan belakang : 231,05 Kg

Perhitungan berat dinding kiri dan kanan :

Baja karbon :

$$\text{Dimensi} = 1,076 \times 1,076 \times 0,003$$

$$= 0,0034 \text{ m}^3$$

$$\text{Berat} = 7833 \text{ Kg/m}^3 \times 0,0034 \text{ m}^3$$

$$= 26,6 \text{ Kg} \times 2 \text{ (ada 2 dinding yang sama)}$$

$$= 53,2 \text{ Kg}$$

Gabus :

$$\text{Dimensi} = 1,076 \times 1,076 \times 0,03$$

$$= 0,034 \text{ m}^3$$

$$\text{Berat} = 160 \text{ Kg/m}^3 \times 0,034 \text{ m}^3$$

$$= 160 \text{ Kg/m}^3 \times 0,0034 \text{ m}^3$$

$$= 5,44 \text{ Kg} \times 2 \text{ (ada 2 dinding yang sama)}$$

$$= 10,88 \text{ Kg}$$

Aluminium :

$$\begin{aligned}
 \text{Dimensi} &= 1 \times 1 \times 0,005 \\
 &= 0,005 \text{ m}^3 \\
 \text{Berat} &= 2700 \text{ Kg/m}^3 \times 0,005 \text{ m}^3 \\
 &= 13,5 \text{ Kg} \times 2 \text{ (ada 2 dinding yang sama)} \\
 &= 27 \text{ Kg}
 \end{aligned}$$

Berat total dinding kiri dan kanan = 37,88 Kg

Berat dindind alas :

Baja karbon :

$$\begin{aligned}
 \text{Dimensi} &= 2,276 \times 1,076 \times 0,003 \\
 &= 0,0057 \text{ m}^3 \\
 \text{Berat} &= 7833 \text{ Kg/m}^3 \times 0,0057 \text{ m}^3 \\
 &= 44,6 \text{ Kg}
 \end{aligned}$$

Gabus :

$$\begin{aligned}
 \text{Dimensi} &= 2,276 \times 1,076 \times 0,03 \\
 &= 0,011 \text{ m}^3 \\
 \text{berat} &= 160 \text{ Kg/m}^3 \times 0,057 \text{ m}^3 \\
 &= 9,12 \text{ Kg}
 \end{aligned}$$

Aluminium :

$$\begin{aligned}\text{Dimensi} &= 2,238 \times 0,005 \\ &= 0,011 \text{ m}^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{berat} &= 2700 \text{ Kg/m}^3 \times 0,011 \text{ m}^3 \\ &= 29,7 \text{ Kg}\end{aligned}$$

Tital berat alas = 83,42 Kg

$$\begin{aligned}\text{Maka total berat dinding box} &= 231,05 \text{ Kg} + 37,88 \text{ Kg} + 83,42 \text{ Kg} \\ &= 352 \text{ Kg}\end{aligned}$$

Berat komponen pendingin :

- | | |
|-----------------|---------|
| 1. Kompresor | = 60 Kg |
| 2. Kondensor | = 40 Kg |
| 3. Pipa kapiler | = 55 Kg |
| 4. Evaporator | = 30 Kg |

Berat total komponen = 145 Kg

$$\begin{aligned}\text{Berat total freezer box} &= 352 \text{ Kg} + 145 \text{ Kg} \\ &= 497 \text{ Kg}\end{aligned}$$

3.4.1. Luas konstruksi freezer box.

Yang mana untuk 1 Kg daging memerlukan tempat (10 x 10 x 25)cm.

Sehingga untuk 50 Kg daging kita memerlukan tempat :

$$\begin{aligned}
 &= 50 \times (10 \times 10 \times 25) \\
 &= 50 \times 2500 \\
 &= 225.000 \text{ cm}^3 = 0,225 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

Sehingga kita dapat mengambil dimensi ruang freezer box ditambah untuk kelonggaran sirkulasi udara adalah :

a. untuk kotak luar :

Panjang = 66 cm

Lebar = 66 cm

Tinggi = 86 cm

b. untuk kotak dalam :

Panjang = 60 cm

Lebar = 60 cm

Panjang = 80 cm

Sehingga saya dapat menghitung kotak seluruhnya, luas kotak freezer box ini adalah :

a. Luas kotak luar = $p \times l \times t$

$$= 66 \times 66 \times 86$$

$$= 374616 \text{ cm}^2 = 374,6 \text{ m}^2$$

$$\begin{aligned}
 \text{b. Luas kotak dalam} &= p \times l \times t \\
 &= 60 \times 60 \times 80 \\
 &= 288000 \text{ cm}^2 = 288 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

3.5. Analisa tebal pipa terhadap tekanan.

Data pipa :

- a. jumlah pipa : 60 buh
- b. bahan pipa : tembaga
- c. diameter luar pipa : 0,625 Inchi
: 0,0158 m

Perhitungan ketebalan pipa yang diijinkan, rumus yang di gunakan :

$$X = \frac{Pxd}{2xs + 0,8xp} + c$$

Keterangan :

- a. X = Ketebalan pipa yang diijinkan
- b. P = Tekna maksimum yang diterima pipa
= 222,375 Psi
- c. d = Diameter luar pipa
= 0,0158 m = 0,625 Inchi
- d. s = Tegangan yang diijinkan pada tembaga
= 6000 Psi
- e. c = Kelonggaran = 0

Sehingga :

$$X = \frac{222,375 \times 0,625}{(2 \times 6000) + (0,8 \times 222,375)}$$

$$X = 0,011 \text{ Inchi}$$

Untuk keamanan maka dalam pemilihan tebal pipa yang kita pilih pipa yang mempunyai type dengan ketebalan yang paling besar, yaitu pipa type K dan didapat harga $X = 0,049$ Inchi, Diameter dalam pipa adalah :

$$Di = 0,625 \times (2 \times 0,049)$$

$$= 0,527 \text{ Inchi}$$

$$= 0,01338 \text{ m}$$

Sehingga didapat ukuran pipa adalah :

a. Diameter luar pipa (Do) = 0,625 Inchi = 0,0158 m

b. Diameter dalam pipa (Di) = 0,527 Inchi = 0,0133 m

c. Tebal pipa (X) = 0,049 Inchi = 0,00135 m

Tabel ukuran pipa tembaga dan type tembaga

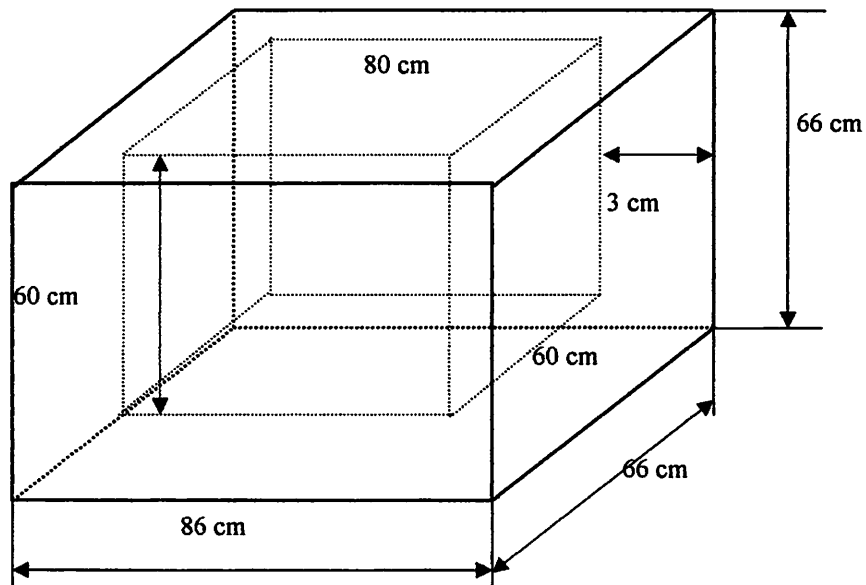
Posisi	Suhu °C	Tekanan kPa	x	Volume spesifik m^3/kg	En- talpi kJ/kg	Kece- patan m/det	Pan- jang ruas m	Panjang komu- latif m
1	40	1536,4	0,000	0,000885	249,85	4,242		
2	39	1498,8	0,008	0,000995	249,84	4,769	0,2306	0,231
3	38	1461,9	0,016	0,001110	249,84	5,320	0,2013	0,432
4	37	1425,8	0,023	0,001230	249,84	5,895	0,1770	0,609
5	36	1390,3	0,031	0,001355	249,83	6,496	0,1565	0,765
6-31								
32	9	657,65	0,194	0,007660	249,18	36,71	0,0097	2,089
33	8	637,90	0,199	0,008048	249,11	38,57	0,0085	2,098
34	7	618,61	0,204	0,008452	249,03	40,51	0,0075	2,105
35	6	599,78	0,209	0,008873	248,95	42,52	0,0066	2,112
36	5	581,38	0,213	0,009309	248,86	44,61	0,0049	2,118

Tabel 13-2 Lanjutan penghitungan pipa-kapiler

Posisi	Suhu °C	Tekanan kPa	x	Volume spesifik m^3/kg	En- talpi kJ/kg	Kece- patan m/det	Pan- jang ruas m	Panjang komu- latif, m
42	-1	479,97	0,239	0,01231	248,11	59,00	0,0017	2,137
43	-2	464,50	0,243	0,01288	247,95	61,73	0,0012	2,138
44	-3	449,41	0,247	0,01347	247,77	64,56	0,0007	2,139
45	-4	434,71	0,250	0,01409	247,58	67,50	0,0003	2,139
46	-5	420,38	0,254	0,01472	247,37	70,55	-0,0001	

3.6. Perhitunga momen kerangka box dan sambungan las.

Gambar kerangka box pendingin daging



Keterangan : a. Panjang kotak luar : 66 cm

Lebar kotak luar : 66 cm

Tinggi kotak luar : 86 cm

b. Panjang kotak dalam : 60 cm

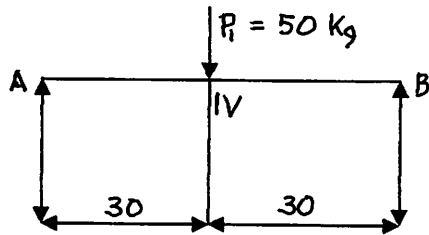
Tinggi kotak dalam : 60 cm

Lebar kotak dalam : 80 cm

Tebal gabus : @ 3 cm

Bahan untuk rangka menggunakan profil L bahan St 37

3.6.1. Perhitungan momen yang terjadi pada box



- a. Untuk menentukan besar reaksi di A (R_A)

$$\Sigma M_B = 0$$

$$R_A \cdot (30 + 30) - P_1(30) = 0$$

$$R_A = \frac{50 \cdot 30}{60}$$

$$= 25 \text{ Kg/cm}$$

- b. Untuk menentukan besar reaksi di B (R_B)

$$\Sigma M_A = 0$$

$$R_B \cdot (30 + 30) + P_1(30) = 0$$

$$R_B = \frac{50 \cdot 30}{60}$$

$$R_B = 25 \text{ Kg/cm}$$

- c. Momen yang berkerja di titik A (M_A)

$$M_A = P_1 \times (30) - R_B \times (30 + 30)$$

$$= 50 \times 30 - 25 \times 60$$

$$= 0 \text{ Kg/cm}$$

d. Momen yang berkerja dititik IV (M_{IV})

Besar momen dititik IV di hitung dengan meninjau dari titik B :

$$M_{IV} = R_A \cdot (30)$$

$$= 25 \cdot 30$$

$$= 750 \text{ Kg/cm}$$

e. Momen yang berkerja dititik B (M_B)

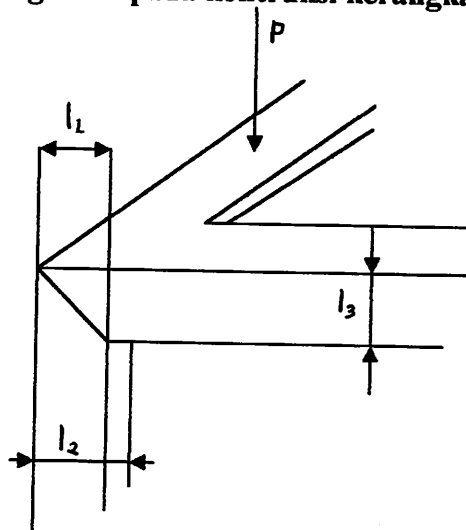
$$M_B = R_A (30 + 30) - P_I (30)$$

$$= 25 \times 60 - 50 \times 30$$

$$= 1500 - 1500$$

$$= 0 \text{ Kg/cm}$$

3.7. Perhitungan las pada kontruksi kerangka box



Diketahui data – data sebagai berikut :

1. P_{maks} : 30 Kg
2. M_{maks} : 750 Kg/cm
3. τ_e : 52 Kg/cm²
4. I_l : $\sqrt{4^2} + 4^2 = 5,65$

- 5. I_2 : 4 cm
- 6. I_3 : 4 cm
- 7. t : 0,4 cm
- 8. Safety faktor : 6

Akibat adanya pembebanan eksentrik (P) maka pada sambungan las terjadi tegangan geser dan tegangan bending :

1. Tegangan geser :

$$\begin{aligned}\tau_s &= \frac{P}{tx(I_1 + I_2)} \\ &= \frac{30}{0,4x(5,65 + 4)} \\ &= 4,137 \text{ Kg/cm}^2\end{aligned}$$

2. Tegangan bending :

$$\begin{aligned}\tau_b &= \frac{sfxMmak}{tx(I_1 + I_2)} \\ &= \frac{6x750}{0,4x(5,65^2 + 4^2)} \\ &= 234,87 \text{ Kg/cm}\end{aligned}$$

3. Kekuatan bahan :

$$\tau = \frac{\tau_1}{sf} = \frac{52}{6} = 8,667 \text{ Kg/mm}^2 = 866,7 \text{ Kg/cm}^2$$

Jadi $\tau_{\text{tot}} < \tau_1 = 782,89 \text{ Kg/cm}^2 < 866,67 \text{ Kg/cm}^2$, dengan demikian lasan akan dalam keadaan aman terhadap tegangan yang terjadi.

BAB IV

ANALISA BREAK EVENT POINT

4.1. Perhitungan Biaya Produksi

Biaya adalah semua pengeluaran yang dapat diukur dengan uang, baik yang telah, sedang maupun yang akan dikeluarkan untuk menghasilkan suatu produk.

Biaya bahan baku adalah biaya yang timbul dari pemakaian semua bahan yang menjadi bagian dari produksi jadi dan yang dapat yang langsung dimasukkan kedalam perhitungan biaya produksi jadi. Biaya bahan baku didasarkan pada harga bahan dipasaran.

Tabel

Harga Bahan Baku Pembuatan Mesin Freezer Box

Bahan	Ukuran	Harga
St 37	1120x2440x4	Rp 128.000,00
Gabus	5 m	Rp 90.000,00
Pipa kapiler	ϕ 1,6 x 5 m	Rp 150.000,00
Evaporator	UC 185	Rp 300.000,00
Kondensor	RC 150	Rp 300.000,00
Kompresor	Pw 3,5 Kg	Rp 350.000,00
Aluminium	2 m x 1 m	RP 156.000,00
Biaya total bahan baku	-	Rp 1.474.000,00

Harga ini didasarkan pada harga pasar saat ini, dimana harga tersebut diatas sudah termasuk bahan baku, biaya permesinan dan biaya tenaga kerja. Biaya assembling ditentukan 15 % dari biaya komponen.

Harga box.

Untuk menentukan harga mesin harus diperhatikan beberapa biaya, antara lain :

1. Biaya produksi (BP)

Biaya komponen (BK)

Biaya assembling (BA)

2. Biaya perencanaan (BR)

Ditentukan 20 % dari biaya produksi

3. Pajak penjualan

Sebesar 10 % dari biaya produksi

Total dari ketiga biaya tersebut merupakan harga mesin dengan mengambil keuntungan sebesar 20 %5 dari harga mesin maka harga jual mesin dapat diketahui.

1. Biaya Komponan (BK) : Rp 1.474.000,00

2. Biaya assembling (BA) : 15 % x biaya komponen

: 15 % x Rp 1.474.000,00

: Rp 221.000,00

3. Biaya produksi (BP) : BK + BA

: Rp 1.474.000,00 + Rp 221.100,00

: Rp 1.695.100,00

4. Biaya perencanaan (BR) : Rp 20 % x BP = Rp 339.020,00

5. Pajak penjualan (PP) : $10\% \times BP$

: Rp 33.902,00

6. Gaji karyawan (GR) : $2 \times \text{Rp}200.000,00$

: Rp 400.000,00

Karena disumsikan jumlah karyawan adalah 2 orang.

Harga mesin (HM) = $BP + BR + PP + GR$

= $\text{Rp } 1.695.100 + \text{Rp } 339.020 + \text{Rp } 33.902 + \text{Rp } 400.000$

= $\text{Rp } 2.468.022$ dibulatkan menjadi $\text{Rp } 2.500.000,00$

Maka harga box adalah : $\text{Rp } 2.500.000,00$

Dengan mengambil keuntungan 15% maka harga jual mesin adalah :

$(\text{Rp } 2.500.000 \times 15 \%) + \text{Rp } 2.500.000 = \text{Rp } 2.875.000,00$

4.2. Analisa titik pulang pokok

Analisa break event point adalah suatu cara untuk menjelaskan hubungan antara biaya, volum dan laba. Analisa ini digunakan untuk menentukan volum atau jumlah barang atau unit yang harus diproduksi agar modal dapat kembali dan tidak rugi.

Untuk menghitung break event point harus diketahui biaya tetap dan biaya berubah. Adapun pengertian dari biaya tetap dan biaya berubah akan dijelaskan pada sub di bawah ini.

4.3. Perhitungan Break Event Point

Break event point dapat dicari dengan persamaan berikut ini

$$BEP = \frac{FIXED\ COST}{(ARGA\ JUAL\ BOX) - (VARIABEL\ COST)}$$

Dimana diketahui :

Fixed cost : Rp 2.875.000,00

Harga jual box : Rp 2.875.000,00

Variabel cost : Rp 2.500.000,00

Sehingga modal akan kembali setelah memproduksi (dari persamaan diatas) :

$$BEP = \frac{Rp\ 2.875.000,00}{(Rp\ 2.875.000,00) - (Rp\ 2.500.000,00)}$$

$$BEP = 8\ Unit$$

Jadi modal akan kembali setelah penjualan box mencapai 8 unit.

Atau BEP dalam rupiah adalah :

BEP (rupiah) : jumlah unit x harga jual perunit

BEP : 8 unit x Rp 2.875.000,00

: Rp 23.000.000,00

Jadi modal akan kembali setelah penjualan mencapai 8 unit box dengan total penjualan mencapai Rp 23.000,00

BAB V

REKAPITULASI DATA

5.1. Perhitungan Kontruksi Freezer Box

- ❖ Kontruksi = Baja (Massa jenis = 7833 Kg/m^3)
- ❖ Penyekat = Gabus (Massa jenis = 160 Kg/m^3)
- ❖ Lapisan dalam = Aluminium (Massa jenis = 2700 Kg/m^3)

1. Perhitungan berat dinding atas, depan dan belakang

a. Baja

- * Dimensi = $0,00573 \text{ m}^2$
- * Berat = $134,6 \text{ Kg}$

b. Gabus

- * Dimensi = $0,00573 \text{ m}^2$
- * Berat = $27,6 \text{ Kg}$

c. Aluminium

- * Dimensi = $0,0085 \text{ m}^2$
- * Berat = $68,85 \text{ Kg}$

Berat total dinding atas depan dan belakang = $231,05 \text{ Kg}$

2. Perhitungan berat dinding kanan dan kiri

a. Baja

- * Dimensi = $0,0034 \text{ m}^2$
- * Berat = $53,2 \text{ Kg}$

b. Gabus

- * Dimensi = $0,034 \text{ m}^2$

* Berat = 10,88 Kg

c. Aluminium

* Dimensi = 0,005 m²

* Berat = 27 Kg

Berat total dinding kiri dan kanan = 37,88Kg

3. Perhitungan berat dinding alas

a. Baja

* Dimensi = 0,0057 m²

* Berat = 44,6 Kg

b. Gabus

* Dimensi = 0,011 m²

* Berat = 9,12Kg

c. Aluminium

* Dimensi = 0,011 m²

* Berat = 29,7 Kg

Total berat alas = 83,42 Kg

4. Total berat dinding box = 352 Kg

5. Berat komponen pendingin

a. Kompresor = 60 Kg

b. Kondensor = 40 Kg

c. Pipa kapiler = 55 Kg

d. Evaporator = 30 Kg

6. Berat total freezer box = 497 Kg

7. Luas konstruksi freezer box

a. Kotak luar $= 374,6 \text{ m}^2$

b. Kotak dalam $= 288 \text{ m}^2$

8. Analisa tebal pipa terhadap tekanan

a. pipa yang di ijinkan $= 0,00135 \text{ m}$

5.2. Perhitungan momen kerangka box dan sambungan las**1. Momen yang terjadi pada box**

a. R_a $= 25 \text{ kg/ cm}$

b. R_b $= 25 \text{ kg/ cm}$

c. M_a $= 0 \text{ kg/ cm}$

d. M_{IV} $= 750 \text{ kg/ cm}$

e. M_b $= 0 \text{ kg/ cm}$

2. Perhitungan las pada kerangka konstruksi box

a. Tegangan geser $= 4,137 \text{ kg/ cm}^2$

b. Tegangan bending $= 234,87 \text{ kg/ cm}^2$

c. Kekuatan bahan $= 866,7 \text{ kg/ cm}^2$

5.3. Perhitungan pengelasan**1. Plat Penutup pipa**

a. Panjang Pengelasan (L) $= 0,319 \text{ m}$

b. Tebal pengelasan (τ) $= 0,25 \text{ mm}$

Diambil $= 3 \text{ mm}$

2. Sambungan Elbow

a. A $= 65 \text{ cm}^2$

b. F	= 1211,405 N
c. L	= 0,188 m
d. τ	= 0,44 mm
Diambil	= 3 mm

3. Sambungan pipa

a. ΔP	= 27,1 N/cm ²
b. A	= 0,22 m ²
c. F	= 5,962 N
d. L	= 0,188 m
e. τ	= $2,1 \times 10^{-3}$ mm

5.4. Perhitungan Mur dan Baut

1. Tegangan Yang Di ijin	= 7 kg/ mm ²
2. Tegangan geser yang di ijin	= 4,2 kg/ mm ²
3. Baut yang dipilih	= Ulir Kasar
Metris (JIS B02051)	
* Diameter luar D	= 6
* Diameter dalam D ₁	= 5,35
* Tinggi kaitan H ₁	= 0,677
4. Tinggi mur (H)	= 42 mm
5. Panjang baut (L)	= 56, 2 mm
6. Jumlah Ulir (Z)	= 3,299 kg/ mm ²

BAB VI

PENUTUP

6.1. Kesimpulan

Berdasarkan perhitungan yang telah penyusun uraikan pada bab sebelumnya maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Lapisan terdiri atas plat baja, gabus, aluminium.
2. Kompresor yang digunakan jenis hermetic dengan type PW 7 x 18,50 HZ dan daya 500 watt.
3. Evaporator yang di gunakan jenis UC 185.
4. Kondensor yang di gunakan unit jenis size 3.
5. Alat ekspansi yang digunakan pipa kapiler sepanjang 2,185 m dan katop ekspansi.
6. Analisa biaya total yang dibutuhkan untuk pembentukan adalah Rp

6.2. Saran - saran

1. Dalam pemasangan evaporator hendaknya di pasang pasa tepat yang sesuai sehingga sirkulasi dapat berlangsung dengan baik.
2. Hendaknya di pilih komponen yang sesuai dengan perhitungan.
3. Dalam pemasangan evaporator maupun kondensor jangan sampai merusak fan.

DAFTAR PUSTAKA

1. **Teknologi Untuk Bangunan Mesin Bahan 1, G.I.C. Van Vliet, W.Booth, 1984, Erlangga Jakarta.**
2. **Srength of Material, RS Khurmi, 1968, S.Chand dan Company LTD, New Delhi.**
3. **Termodinamika Tehnik, Wiliam C.Reynold, Henry C.Perkins, 1991, Erlangga Jakarta.**
4. **4.Menggambar Mesin Menurut Standart ISO, G, Takesi Sato, 1984, Erlangga Jakarta.**
5. **Elemen Mesin Jilid 1 G.Nieman, 1994, Erlangga Jakarta, Pradya Paramita.**
6. **Dasar Pemilihan Dan Perencanaan Bahan, Sularso, 1997, Pradya Paramita.**

Tabel A – 1 :Thermal conductifity of material used in used cold

stroange wall

Material	Description	Thermal Conductivity (k) W/m K	Thermal Conductance (C) W/m² K
Masonry	Brick, common	0.72	
	Brick, face	1.30	
	Concrete, mortar or plaster	0.72	
	Concrete, sand aggregate	1.73	
	Concrete block		
	Sand aggregate 100 mm		7.95
	Sand aggregate 200 mm		5.11
	Sand aggregate 300 mm		4.43
	Cinder aggregate 100 mm		5.11
	Cinder aggregate 200 mm		3.29
	Cinder aggregate 300 mm		3.01
	Gypsum plaster 13 mm		17.72
	Tile, hollow clay 100 mm		5.11
	Tile, hollow clay 150 mm		3.75
	Tile, hollow clay 200 mm		3.07
Woods	Maple, oak, similar hardwoods	0.16	
	Fir, pine, similar softwoods	0.12	
	Plywood 13 mm		9.09
	Plywood 19 mm		6.08
Roofing	Asphalt roll roofing		36.91
	Built-up roofing 9 mm		17.03
Insulating materials	Blanket or batt, mineral or glass fiber	0.039	
	Board or slab		
	Cellular glass	0.058	
	Corkboard	0.043	
	Glass fiber	0.036	
	Expanded polystyrene (smooth)	0.029	
	Expanded polystyrene (cut cell)	0.036	
	Expanded polyurethane	0.025	
	Loose fill		
	Milled paper or wood pulp	0.039	
	Sawdust or shavings	0.065	
	Mineral wool (rock, glass, slag)	0.039	
	Redwood bark	0.037	
	Wood fiber (soft woods)	0.043	

Tabel A – 2 :Konduktivitas panas material logam, bahan, bangunan dan isolasi

Nama bahan	Konduktivitas panas
Bahan bangunan & isolasi	
Lembaran aluminium	209.4
Serat asbe	0.17
Batu bata merah	0.8
Kapur	0.9 – 1.2
Kokas	0.1 – 84
Konstruksi beton	0.8 – 1.7
Gabus	0.3
Batu tahan api	0.47
Gelas	0.6 – 1
Glass Wool	0.03 – 0.07
Es	0.17
Kaca	21 – 35
Mika	0.35
Parafin	0.21
Porcelain	0.8 – 1
Silika	1.09
Pasir	0.84
Karet	0.2 – 0.35
Pasair kering	0.33
Logam-logam	
Lembaran aluminium	209.4
Lembaran kuningan/loyang	87 + 116
Lembaran tembaga	372.2
Besi tuang	98.8
Besi	3.5
Air raksa	8.4
Nikel	52.3
Perak	418.7
Baja	47 + 58
Lembaran timah	64
Lembaran seng	105.8

Tabel A – 3

Storage Room Temp. °C	Inlet Air Temperature, °C									
	25°			30°			35°		40°	
	50	60	70	50	Inlet Air RH, %		50	60	50	60
15°	0.0128	0.0186	0.0246	0.0281	0.0357	0.0441	0.0500	0.0563	0.0663	0.0795
10°	0.0266	0.0323	0.0382	0.0319	0.0491	0.0574	0.0591	0.0694	0.0792	0.0992
5°	0.0388	0.0445	0.0502	0.0536	0.0610	0.0693	0.0708	0.0810	0.0906	0.1036
0°	0.0493	0.0550	0.0606	0.0639	0.0713	0.0794	0.0808	0.0910	0.1003	0.1141

TABLE 10-6B Kilojoules per Litre Removed in Cooling Air to Storage Conditions Below 0°C

Storage Room Temp. °C	Inlet Air Temperature, °C									
	5°		10°		25°		30°		35°	
	70	80	70	80	Inlet Air RH, %		50	60	50	60
0°	0.0092	0.0111	0.0142	0.0154	0.0505	0.0562	0.0650	0.0724	0.0820	0.0921
- 5°	0.0193	0.0210	0.0235	0.0247	0.0592	0.0649	0.0736	0.0809	0.0903	0.1004
- 10°	0.0271	0.0288	0.0309	0.0321	0.0662	0.0719	0.0805	0.0877	0.0970	0.1071
- 15°	0.0350	0.0367	0.0383	0.0395	0.0732	0.0788	0.0873	0.0945	0.1037	0.1137
- 20°	0.0427	0.0444	0.0456	0.0468	0.0801	0.0857	0.0941	0.1013	0.1102	0.1203
- 25°	0.0501	0.0523	0.0525	0.0537	0.0866	0.0922	0.0998	0.1077	0.1165	0.1265
- 30°	0.0571	0.0588	0.0591	0.0604	0.0929	0.0985	0.1067	0.1138	0.1225	0.1325
- 35°	0.0640	0.0657	0.0656	0.0668	0.0989	0.1045	0.1126	0.1197	0.1283	0.1382
- 40°	0.0708	0.0725	0.0720	0.0732	0.1050	0.1106	0.1185	0.1256	0.1341	0.1440

Tabel A – 4 : Reaction heat from fruit and vegetables

	5 16	0.011 0.044
Oranges	0 5 16	0.011 0.019 0.067
Peaches	0 5 16	0.015 0.023 0.110
Pears	0 16	0.010 0.149
*Plums	0 16	0.013 0.144
*Quinces	0 5 16	0.012 0.019 0.078
Strawberries	0 5 16	0.044 0.078 0.233

• These values have been approximated from data of similar commodities because test data are not available for these fruits and vegetables.

• In preparing cooling load estimates a reaction heat of 0.322 watts per kilogram of bananas is recommended by Fruit Dispatch Experimental Laboratories.

NOTE: Source: Estimated from "The Commercial Storage of Fruits, Vegetables and Florist Stock," by D.H. Rose, R.C. Wright and T.M. Whitman. U.S. Dept. of Agriculture Circular #276, Revised December, 1942.

*Endive	5	0.129
Lettuce	0 5 16	0.155 0.213 0.619
*Melons (except watermelons)	0 5 16	0.018 0.026 0.113
Mushrooms	0 10	0.084 0.297
Onions	0 10 21	0.012 0.025 0.048
*Parsnips	0 5 16	0.378 0.047 0.110
Peas	0 16	0.110 0.531
Peppers	0 16	0.037 0.116
Potatoes	0 5 16	0.009 0.019 0.039
Spinach	5	0.129
Sweet potatoes	5	0.047
Tomatoes (green) (ripe)	16 5	0.084 0.081
Turnips	0 5	0.026 0.032

Tabel A – 5 : Design data for fruit storage

Type of Storage	Design Room Conditions						Cutting Data				Specific Heat			Water Content of Room Air Pre-lected	Type of Unit		
	Temperature		Relative Humidity		g/kg at Recommended Conditions	Maximum Storage Period	Product Temp °C		Rate Factor	Latent Heat of Fusion	Water Content %	Freezing Point °C					
	Recommended	Permissible Range	Recommended	Permissible			Start	Finish					Time Hours			Before Freezing	After Freezing
Short Long Chill start Chill finish	175 - 10 45 - 10	175-45 (-10)-0	87 87 ^a 85 85	85-88 85-88 - -	3.75 2.97 4.42 2.91	48 mo ¹	26.75	0	0.67	9.30 0.46 55.79 0.70	372	1.82	284	84	-175	0.45 0.30 0.75 0.30	S B B B
Short Long Chill start Chill finish	175 0 45 0	175-45 (-0.5)-0	85 85 ^a 85 85	80-85 80-85 - -	3.60 3.18 4.42 3.18	7-14 days	26.75	0.5	0.67	9.30 0.70 46.5 0.70	3.85	2.1	284	85	-225	0.45 0.30 0.75 0.30	S S or B S B
Short Long Chill start Chill finish	45 325 45 0.5	45-1175 275-1175	85 ^a 85 ^b 85 85	85-90 85-90 - -	4.42 4.11 4.42 3.31	10 days	26.75	3.75	0.67	10.46 0.70 51.14 0.70	3.81	2.1	316	84	- 275	0.45 0.45 1.25 0.45	S S S S
Rooming Chill start Chill finish Holding green Holding ripe	21 135 135 135 13.5	16.75-21 13.25-15.5 13.25-15.5 - -	95 95 90 92 87	90-95 90-95 8.75 85-90	14.95 14.95 8.57 8.75 8.28	10 days	Heating 20.0	13.25	12 0.1	4.65 35.57 2.32 2.32	3.77		251	75	(-3.25) (-1.10)	0.45 0.75 0.45 0.45 0.45	S S S S S
Short Long Chill start Chill finish	175 0 45 0	175-45 (-0.5)-0	85 85 ^a 85 85	80-85 80-85 - -	3.60 3.18 4.42 3.18	3-10 days	26.75	1.0	0.67	14.64 0.70 46.50 0.70	3.77	2.1	279	84	(-2.25) (-1.10)	0.45 0.30 1.25 0.30	S or B S or B S or B S or B
Short Long Chill start Chill finish	225 225 4.5 2.85	225-45 275-45	85 85 ^a 85 85	85-90 85-90 - -	3.77 3.77 4.42 3.74	1-3 mo	21.0	3.25	0.67	11.62 0.46 41.84 0.46	3.81	1.97	284	88	-275	0.45 0.45 0.75 0.45	S S or B S or B S or B
Short Long	175 -2.25	175-45 (-2.25)-0	70 ^a 70 ^a	65-75 65-75	2.82 2.20	3-6 mo ¹				0.23 0.12	1.46		60	18	-15.5	0.75 0.75	S or B S or B
Short Long	175 0	15-45 0-2.25	70 ^a 70 ^a	70-75 70-75	2.67 2.65	8-12 mo				0.23 0.16	1.9	1.34	100	30	-	0.75 0.75	S S or B
Short Long	45 1.0	45-10 1.0-2.25	75 70	65-75 65-75	3.82 2.85	15 days				11.62 0.53	2.87	1.84	270	90	-2.0	0.45 0.45	S S
Short Long Chill start Chill finish	175 -0.6 45 0	175-45 (-0.5)-0	85 85 ^a 85 85	80-85 80-85 - -	3.60 3.04 4.42 3.18	3-6 wk ¹	21.0	1.0	0.60	11.62 0.83 32.54 0.33	3.77	2.55	260	77	-2.0	0.45 0.45 0.25 0.45	S S or B S or B S or B

Tabel A - 6 : Saturation properties of refrigerant 12

TEMP. °C	PRES. m ² /kg 10 ²	VOLUME m ³ /kg 10 ²		DENSITY kg/m ³ 10 ²		ENTHALPY kJ/kg		ENTROPY kJ/kg K	TEMP. °C
		LIQUID v _l	VAPOR v _g	LIQUID 1/v _l	VAPOR 1/v _g	LIQUID h _l	LATENT h _{fg}	LIQUID h _l	
10	0.2710	0.7327	0.7327	1.3635	1.3635	289.223	140.303	1.0312	10
11	0.2631	0.7250	0.7250	1.3655	1.3655	289.152	140.302	1.0310	11
12	0.2552	0.7172	0.7172	1.3675	1.3675	289.101	140.301	1.0308	12
13	0.2473	0.7094	0.7094	1.3695	1.3695	289.050	140.300	1.0306	13
14	0.2394	0.7016	0.7016	1.3715	1.3715	289.000	140.299	1.0304	14
15	0.2315	0.6938	0.6938	1.3735	1.3735	288.950	140.298	1.0302	15
16	0.2236	0.6860	0.6860	1.3755	1.3755	288.900	140.297	1.0300	16
17	0.2157	0.6782	0.6782	1.3775	1.3775	288.850	140.296	1.0298	17
18	0.2078	0.6704	0.6704	1.3795	1.3795	288.800	140.295	1.0296	18
19	0.2000	0.6626	0.6626	1.3815	1.3815	288.750	140.294	1.0294	19
20	0.1921	0.6548	0.6548	1.3835	1.3835	288.700	140.293	1.0292	20
21	0.1843	0.6470	0.6470	1.3855	1.3855	288.650	140.292	1.0290	21
22	0.1764	0.6392	0.6392	1.3875	1.3875	288.600	140.291	1.0288	22
23	0.1686	0.6314	0.6314	1.3895	1.3895	288.550	140.290	1.0286	23
24	0.1607	0.6236	0.6236	1.3915	1.3915	288.500	140.289	1.0284	24
25	0.1529	0.6158	0.6158	1.3935	1.3935	288.450	140.288	1.0282	25
26	0.1450	0.6080	0.6080	1.3955	1.3955	288.400	140.287	1.0280	26
27	0.1372	0.6002	0.6002	1.3975	1.3975	288.350	140.286	1.0278	27
28	0.1293	0.5924	0.5924	1.3995	1.3995	288.300	140.285	1.0276	28
29	0.1215	0.5846	0.5846	1.4015	1.4015	288.250	140.284	1.0274	29
30	0.1136	0.5768	0.5768	1.4035	1.4035	288.200	140.283	1.0272	30
31	0.1058	0.5690	0.5690	1.4055	1.4055	288.150	140.282	1.0270	31
32	0.0979	0.5612	0.5612	1.4075	1.4075	288.100	140.281	1.0268	32
33	0.0901	0.5534	0.5534	1.4095	1.4095	288.050	140.280	1.0266	33
34	0.0822	0.5456	0.5456	1.4115	1.4115	288.000	140.279	1.0264	34
35	0.0744	0.5378	0.5378	1.4135	1.4135	287.950	140.278	1.0262	35
36	0.0665	0.5300	0.5300	1.4155	1.4155	287.900	140.277	1.0260	36
37	0.0587	0.5222	0.5222	1.4175	1.4175	287.850	140.276	1.0258	37
38	0.0508	0.5144	0.5144	1.4195	1.4195	287.800	140.275	1.0256	38
39	0.0430	0.5066	0.5066	1.4215	1.4215	287.750	140.274	1.0254	39
40	0.0351	0.4988	0.4988	1.4235	1.4235	287.700	140.273	1.0252	40
41	0.0273	0.4910	0.4910	1.4255	1.4255	287.650	140.272	1.0250	41
42	0.0194	0.4832	0.4832	1.4275	1.4275	287.600	140.271	1.0248	42
43	0.0116	0.4754	0.4754	1.4295	1.4295	287.550	140.270	1.0246	43
44	0.0037	0.4676	0.4676	1.4315	1.4315	287.500	140.269	1.0244	44
45	0.0019	0.4598	0.4598	1.4335	1.4335	287.450	140.268	1.0242	45
46	0.0011	0.4520	0.4520	1.4355	1.4355	287.400	140.267	1.0240	46
47	0.0006	0.4442	0.4442	1.4375	1.4375	287.350	140.266	1.0238	47
48	0.0003	0.4364	0.4364	1.4395	1.4395	287.300	140.265	1.0236	48
49	0.0001	0.4286	0.4286	1.4415	1.4415	287.250	140.264	1.0234	49
50	0.0000	0.4208	0.4208	1.4435	1.4435	287.200	140.263	1.0232	50
51	0.0000	0.4130	0.4130	1.4455	1.4455	287.150	140.262	1.0230	51
52	0.0000	0.4052	0.4052	1.4475	1.4475	287.100	140.261	1.0228	52
53	0.0000	0.3974	0.3974	1.4495	1.4495	287.050	140.260	1.0226	53
54	0.0000	0.3896	0.3896	1.4515	1.4515	287.000	140.259	1.0224	54
55	0.0000	0.3818	0.3818	1.4535	1.4535	286.950	140.258	1.0222	55
56	0.0000	0.3740	0.3740	1.4555	1.4555	286.900	140.257	1.0220	56
57	0.0000	0.3662	0.3662	1.4575	1.4575	286.850	140.256	1.0218	57
58	0.0000	0.3584	0.3584	1.4595	1.4595	286.800	140.255	1.0216	58
59	0.0000	0.3506	0.3506	1.4615	1.4615	286.750	140.254	1.0214	59
60	0.0000	0.3428	0.3428	1.4635	1.4635	286.700	140.253	1.0212	60
61	0.0000	0.3350	0.3350	1.4655	1.4655	286.650	140.252	1.0210	61
62	0.0000	0.3272	0.3272	1.4675	1.4675	286.600	140.251	1.0208	62
63	0.0000	0.3194	0.3194	1.4695	1.4695	286.550	140.250	1.0206	63
64	0.0000	0.3116	0.3116	1.4715	1.4715	286.500	140.249	1.0204	64
65	0.0000	0.3038	0.3038	1.4735	1.4735	286.450	140.248	1.0202	65
66	0.0000	0.2960	0.2960	1.4755	1.4755	286.400	140.247	1.0200	66
67	0.0000	0.2882	0.2882	1.4775	1.4775	286.350	140.246	1.0198	67
68	0.0000	0.2804	0.2804	1.4795	1.4795	286.300	140.245	1.0196	68
69	0.0000	0.2726	0.2726	1.4815	1.4815	286.250	140.244	1.0194	69
70	0.0000	0.2648	0.2648	1.4835	1.4835	286.200	140.243	1.0192	70
71	0.0000	0.2570	0.2570	1.4855	1.4855	286.150	140.242	1.0190	71
72	0.0000	0.2492	0.2492	1.4875	1.4875	286.100	140.241	1.0188	72
73	0.0000	0.2414	0.2414	1.4895	1.4895	286.050	140.240	1.0186	73
74	0.0000	0.2336	0.2336	1.4915	1.4915	286.000	140.239	1.0184	74
75	0.0000	0.2258	0.2258	1.4935	1.4935	285.950	140.238	1.0182	75
76	0.0000	0.2180	0.2180	1.4955	1.4955	285.900	140.237	1.0180	76
77	0.0000	0.2102	0.2102	1.4975	1.4975	285.850	140.236	1.0178	77
78	0.0000	0.2024	0.2024	1.4995	1.4995	285.800	140.235	1.0176	78
79	0.0000	0.1946	0.1946	1.5015	1.5015	285.750	140.234	1.0174	79
80	0.0000	0.1868	0.1868	1.5035	1.5035	285.700	140.233	1.0172	80
81	0.0000	0.1790	0.1790	1.5055	1.5055	285.650	140.232	1.0170	81
82	0.0000	0.1712	0.1712	1.5075	1.5075	285.600	140.231	1.0168	82
83	0.0000	0.1634	0.1634	1.5095	1.5095	285.550	140.230	1.0166	83
84	0.0000	0.1556	0.1556	1.5115	1.5115	285.500	140.229	1.0164	84
85	0.0000	0.1478	0.1478	1.5135	1.5135	285.450	140.228	1.0162	85
86	0.0000	0.1400	0.1400	1.5155	1.5155	285.400	140.227	1.0160	86
87	0.0000	0.1322	0.1322	1.5175	1.5175	285.350	140.226	1.0158	87
88	0.0000	0.1244	0.1244	1.5195	1.5195	285.300	140.225	1.0156	88
89	0.0000	0.1166	0.1166	1.5215	1.5215	285.250	140.224	1.0154	89
90	0.0000	0.1088	0.1088	1.5235	1.5235	285.200	140.223	1.0152	90
91	0.0000	0.1010	0.1010	1.5255	1.5255	285.150	140.222	1.0150	91
92	0.0000	0.0932	0.0932	1.5275	1.5275	285.100	140.221	1.0148	92
93	0.0000	0.0854	0.0854	1.5295	1.5295	285.050	140.220	1.0146	93
94	0.0000	0.0776	0.0776	1.5315	1.5315	285.000	140.219	1.0144	94
95	0.0000	0.0698	0.0698	1.5335	1.5335	284.950	140.218	1.0142	95
96	0.0000	0.0620	0.0620	1.5355	1.5355	284.900	140.217	1.0140	96
97	0.0000	0.0542	0.0542	1.5375	1.5375	284.850	140.216	1.0138	97
98	0.0000	0.0464	0.0464	1.5395	1.5395	284.800	140.215	1.0136	98
99	0.0000	0.0386	0.0386	1.5415	1.5415	284.750	140.214	1.0134	99
100	0.0000	0.0308	0.0308	1.5435	1.5435	284.700	140.213	1.0132	100

Tabel A – 7 : Thermal conductivity and viscosities of saturate refrigerant

Vapor

Refrigeran	t, °C	Viskositas, Pa · det		Daya hantar, W/m · K	
		Cairan	Uap	Cairan	Uap
11	-40	0,000922		0,106	
	-20	0,000694		0,100	
	0	0,000546		0,0943	
	20	0,000441	0,0000103	0,0890	
	40	0,000367	0,0000119	0,0832	0,00841
	60	0,000312	0,0000127	0,0777	0,0093
12	-40	0,000409		0,0931	
	-20	0,000325	0,0000108	0,0857	0,00734
	0	0,000267	0,0000118	0,0784	0,00838
	20	0,000225	0,0000126	0,0711	0,00938
	40	0,000194	0,0000135	0,0637	0,0105
	60	0,000169	0,0000148	0,0564	0,0118
22	-40	0,000330	0,0000101	0,120	0,0069
	-20	0,000275	0,0000110	0,110	0,00817
	0	0,000237	0,0000120	0,100	0,00942
	20	0,000206	0,0000130	0,090	0,0107
	40	0,000182	0,0000144	0,0805	0,0119
	60	0,000162	0,0000160	0,0704	0,0133
502	-40	0,000356	0,0000100	0,0898	0,00796
	-20	0,000284	0,0000111	0,0820	0,00907
	0	0,000233	0,0000120	0,0742	0,0102
	20	0,000193	0,0000132	0,0665	0,0114
	40	0,000153	0,0000146	0,0585	0,0124
	60	0,000117	0,0000161	0,0486	0,0144
717	-40			0,632	
	-20	0,000236	0,0000097	0,585	0,0204
	0	0,000190	0,0000104	0,540	0,0218
	20	0,000152	0,0000112	0,493	0,0267
	40	0,000122	0,0000120	0,447	0,0318
	60	0,000098	0,0000129	0,400	0,0381

Tabel A – 8 : Properties of refrigerant 12 vapor

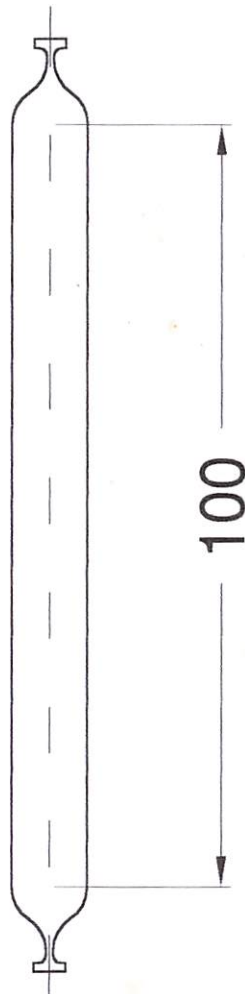
[illegible]

Tabel A – 9 : Perhitungan pipa kapiler

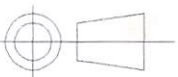
Posisi	Suhu °C	Tekanan kPa	x	Volume spesifik m ³ /kg	En- talpi kJ/kg	Kece- patan m/det	Pan- jang ruas m	Panjang kumu- latif m
1	40	1536,4	0,000	0,000885	249,85	4,242		
2	39	1498,8	0,008	0,000995	249,84	4,769	0,2306	0,231
3	38	1461,9	0,016	0,001110	249,84	5,320	0,2013	0,432
4	37	1425,8	0,023	0,001230	249,84	5,895	0,1770	0,609
5	36	1390,3	0,031	0,001355	249,83	6,496	0,1565	0,765
6-31								
32	9	657,65	0,194	0,007660	249,18	36,71	0,0097	2,089
33	8	637,90	0,199	0,008048	249,11	38,57	0,0085	2,098
34	7	618,61	0,204	0,008452	249,03	40,51	0,0075	2,105
35	6	599,78	0,209	0,008873	248,95	42,52	0,0066	2,112
36	5	581,38	0,213	0,009309	248,86	44,61	0,0049	2,118
Tabel 13-2 Lanjutan penghitungan pipa-kapiler								
Posisi	Suhu °C	Tekanan kPa	x	Volume spesifik m ³ /kg	En- talpi kJ/kg	Kece- patan m/det	Pan- jang ruas m	Panjang kumu- latif m
42	-1	479,97	0,239	0,01231	248,11	59,00	0,0017	2,137
43	-2	464,50	0,243	0,01288	247,95	61,73	0,0012	2,138
44	-3	449,41	0,247	0,01347	247,77	64,56	0,0007	2,139
45	-4	434,71	0,250	0,01409	247,58	67,50	0,0003	2,139
46	-5	420,38	0,254	0,01472	247,37	70,55	-0,0001	

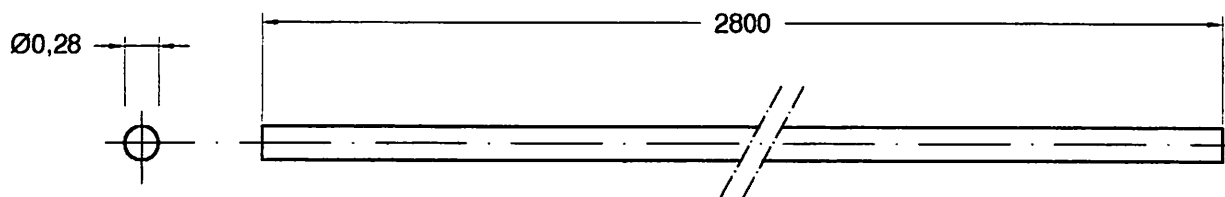
Tabel B - 1 : Unit cooler capacity rating spesification

Appli- cation		Compressor model	H P	Bore mm	Stroke mm	Displa- cement cm ³	Kcal/h 50 Hz	Input Watt	Oil Charge cm ³
L B P		PW3.5K6	1/12	21	10	3.47	60	90	350
		PW4.5K7	1/10	21	12.5	4.33	75	110	350
		PW5.5K9	1/8	21	16	5.52	105	135	445
L B P / M B P	L S T	PW3K6	1/12	21	8.5	2.94	42	80	350
		PW3.5K7	1/10	21	10	3.47	60	90	350
		PW4.5K9	1/8	21	12.5	4.33	80	110	445
		PW5.5K11	1/6	21	16	5.52	105	140	445
		PW7.5K14	1/5	23	18	7.46	130	175	445
		PW9K18	1/4	30	12.5	8.8	145	195	445
		PW11K22	1/3	30	16	11.3	175	235	445
	H S T	PW7.5X14	1/5	23	18	7.46	130	175	350
		PW9X18	1/4	30	12.5	8.8	145	195	445
		PW11X22	1/3	30	16	11.3	175	235	445
H B P	L S T	PW3K7	1/10	21	8.5	2.94	210	135	350
		PW3.5K9	1/8	21	10	3.47	245	160	445
		PW4.5K11	1/6	21	12.5	4.33	325	195	445
	H S T	PW5.5X14	1/5	21	16	5.52	410	250	350
		PW7X18	1/4	30	10	7.1	500	350	445
		PW9X22	1/3	30	12.5	8.8	650	420	445

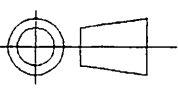


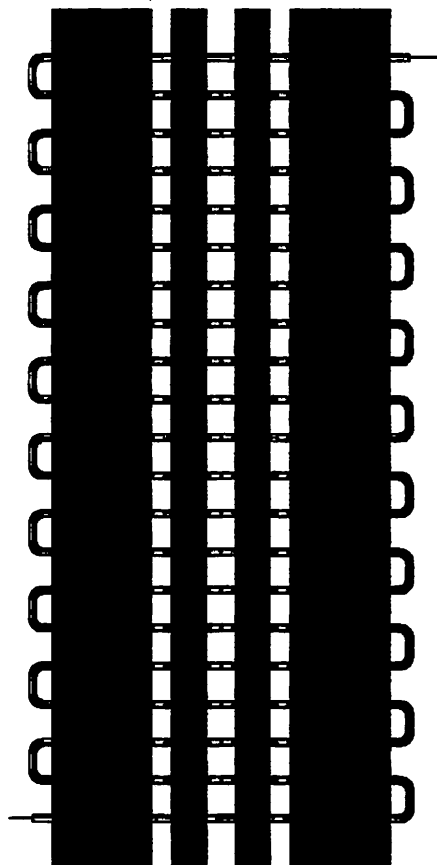
TAMPAK DEPAN

1	1	Pengering	Tembaga	5/8" x 100	
NO	JML.	NAMA BAGIAN	BAHAN DASAR	UKURAN	KETERANGAN
		SKALA : 1 : 1	DIGAMBAR : ANDRIS AGUS K.		PERINGATAN
		SATUAN : MM	NIM : 00.51.068		
		TANGGAL : 19-02-2005	DILIHAT : Ir TEGUH RAHARDJO,MT		
ITN MALANG		INSTALASI FREEZER BOX PENGAWET DAGING IKAN			NO: A4



TAMPAK DEPAN

1	1	Pipa Kapiler	Tembaga	Ø0,28	
NO	JML	NAMA BAGIAN	BAHAN DASAR	UKURAN	KETERANGAN
		SKALA : 8 : 1	DIGAMBAR : ANDRIS AGUS K.		PERINGATAN
		SATUAN : MM	NIM : 00.51.068		
		TANGGAL : 19-02-2005	DILIHAT : Ir TEGUH RAHARDJO,MT		
ITN MALANG		INSTALASI FREEZER BOX PENGAWET DAGING IKAN			NO: A4

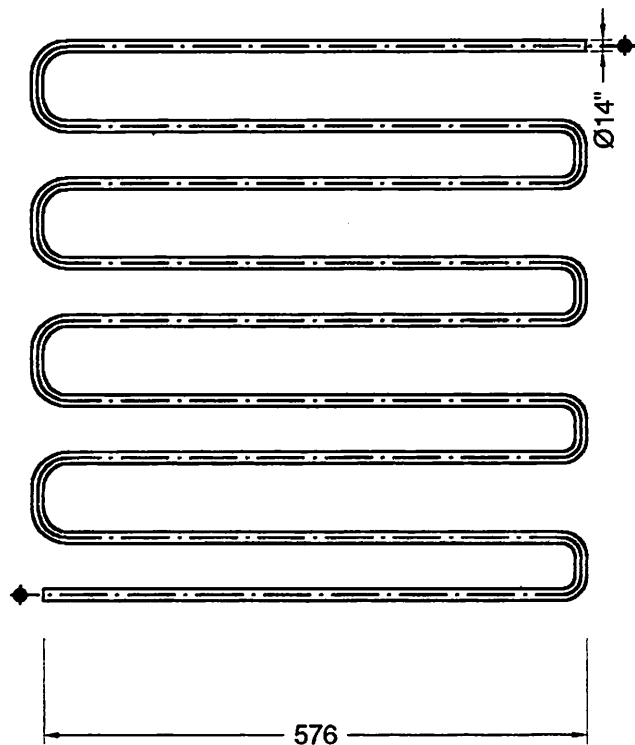


TAMPAK ATAS

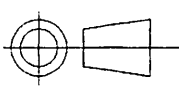


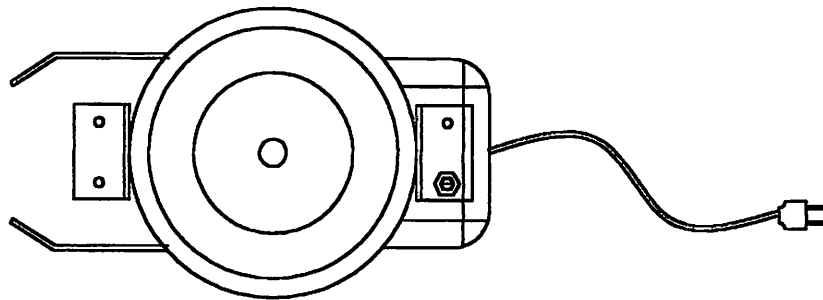
TAMPAK DEPAN

1	1	Kondensor	Besi	1/8"	
NO	JML	NAMA BAGIAN	BAHAN DASAR	UKURAN	KETERANGAN
		SKALA : 1 : 8	DIGAMBAR : ANDRIS AGUS K.		PERINGATAN
		SATUAN : MM	NIM : 00.51.068		
		TANGGAL : 19-02-2005	DILIHAT : Ir TEGUH RAHARDJO,MT		
ITN MALANG			INSTALASI FREEZER BOX PENGAWET DAGING IKAN		NO: A4

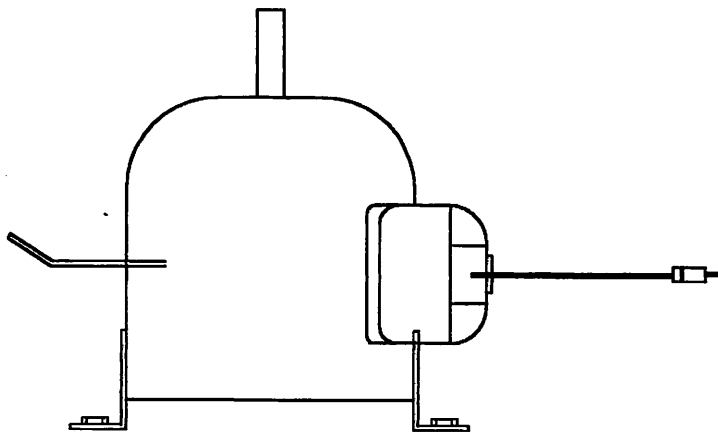


TAMPAK DEPAN

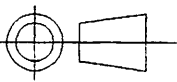
1	1	Evaporator	Tembaga	Ø1/4"			
NO	JML	NAMA BAGIAN	BAHAN DASAR	UKURAN	KETERANGAN		
		SKALA : 1 : 8	DIGAMBAR : ANDRIS AGUS K.		PERINGATAN		
		SATUAN : MM	NIM : 00.51.068				
		TANGGAL : 19-02-2005	DILIHAT : Ir TEGUH RAHARDJO,MT				
ITN MALANG			INSTALASI FREEZER BOX PENGAWET DAGING IKAN			NO:	A4



TAMPAK ATAS



TAMPAK DEPAN

1	1	Kompresor	Hermetik	374 Watt	
NO	JML	NAMA BAGIAN	BAHAN DASAR	UKURAN	KETERANGAN
		SKALA : 1 : 4	DIGAMBAR : ANDRIS AGUS K.		PERINGATAN
		SATUAN : MM	NIM : 00.51.068		
		TANGGAL : 19-02-2005	DILIHAT : Ir TEGUH RAHARDJO,MT		
ITN MALANG		INSTALASI FREEZER BOX PENGAWET DAGING IKAN			NO: A4