

TUGAS SARJANA
KONSTRUKSI DAN MANUFAKTUR
PEMBUATAN EVAPORATOR PADA MESIN
PEMBUAT KUBUS ES BERUKURAN KECIL

*Diajukan sebagai Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik (S.T)
Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*

Disusun oleh :

MUHAMMAD MURSIN TAMBUNAN

1307230083



PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2017

LEMBAR PENGESAHAN - I
TUGAS SARJANA
KONSTRUKSI DAN MANUFAKTUR
PEMBUATAN EVAPORATOR PADA MESIN
PEMBUAT KUBUS ES BERUKURAN KECIL

Disusun Oleh :

MUHAMMAD MURSIN TAMBUNAN
1307230083

Diperiksa dan Disetujui Oleh :

Pembimbing – I

Pembimbing – II

(Rahmatullah, S.T., M.Sc)

(Khairul Umurani, S.T., M.T)

Diketahui oleh :

Ka. Program Studi Teknik Mesin

(Affandi, S.T)

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2017

LEMBAR PENGESAHAN - II
TUGAS SARJANA
KONSTRUKSI DAN MANUFAKTUR
PEMBUATAN EVAPORATOR PADA MESIN
PEMBUAT KUBUS ES BERUKURAN KECIL

Disusun Oleh :

MUHAMMAD MURSIN TAMBUNAN

1307230083

Telah diperiksa dan diperbaiki
Pada seminar tanggal

Disetujui Oleh :

Pembanding – I

Pembanding – II

H. Muharnif,S.T.,M.T

Sudirman Lubis,S.T.,M.T

Diketahui oleh :

Ka. Program Studi Teknik Mesin

(Affandi, S.T)

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2017

**DAFTAR SPESIFIKASI
TUGAS SARJANA**

Nama Mahasiswa : MUHAMMAD MURSIN TAMBUNAN

NPM : 1307230083

Semester : IX (Sembilan)

SPESIFIKASI : PEMBUATAN EVAPORATOR PADA MESIN

PEMBUAT

KUBUS ES BERUKURAN KECIL.

Diberikan Tanggal :25 Januari 2017

Selesai Tanggal :08 September 2017

Asistensi : 1 MingguSekali

Tempat Asistensi :Kampus UMSU

Medan,.....2017

Diketahui oleh :

Ka. Program Studi TeknikMesin

DosenPembimbing – I

(Affandi,S.T)

(Rahmatullah,S.T.,M.Sc)

**DAFTAR HADIR ASISTENSI
TUGAS SARJANA**

NAMA: Mhd mursin tbn

PEMBIMBING I: Rahmatullah, S.T.,M.Sc

NPM : 1307230083

PEMBIMBING II : Khairul umurani, S.T., M.T

NO	Hari / Tanggal	Uraian	Paraf

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS SARJANA

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Muhammad Mursin Tambunan
Tempat/Tgl Lahir : Bulupayung, 27 Juli 1994
NPM : 1307230083
Bidang Keahlian : Konstruksi Dan Manufaktur
Program Studi : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
(UMSU)

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa laporan tugas sarjana (skripsi) saya ini yang berjudul :

PEMBUATAN EVAPORATOR PADA MESIN PEMBUAT KUBUS ES BERUKURAN KECIL.

Bukan merupakan plagiarisme, pencurian hasil karya milik orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena hubungan material maupun non material, ataupun segala kemungkinan yang lain, yang pada hakekatnya bukan merupakan karya tulis tugas akhir saya secara originil dan otentik.

Bila kemudian hari diduga kuat ada ketidak sesuaian antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia diproses oleh tim Fakultas yang dibentuk untuk verifikasi, dengan sanksi terberat berupa pembatalan kelulusan/kesarjanaan saya.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan kesadaran sendiri dan tidak atas tekanan ataupun paksaan dari pihak manapun demi menegakkan integritas akademik di Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan,2017
Saya yang menyatakan,

MUHAMMAD MURSIN TAMBUNAN

ABSTRAK

Era globalisasi perkembangan jaman sekarang semakin maju oleh karena itu dimana kami membuat mesin ini bertujuan untuk mempermudah masyarakat dalam pembuatan es masa sekarang, lebih simpel dan sederhana dimana hanya isi ulang air galon dan colok mesin es tunggu beberapa menit akan jadi es, pembuatannya pun lebih mudah dan gampang dibandingkan pembuatan es sekarang, dan plat yang digunakan menggunakan tembaga dimana kami memilih tembaga karena tidak terjadi korosi pada plat, tidak menghantar arus listrik pada plat jadi tidak membahayakan pada masyarakat alat dan bahannya pun gampang di dapat di pasaran. dimana dalam segi pembekuan akan lebih cepat dibandingkan mesin es yang sekarang oleh karena itu kami membuat eksperimen ini agar lebih gampang bagi masyarakat dalam pembuatan es.

Kata Kunci :Evaporator Pada Mesin Pembuatan Kubus Es

Berukuran Kecil

KATA PENGANTAR



Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Puji dan syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT, karena berkat rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan Tugas Sarjana ini dengan lancar. Tugas sarjana ini merupakan tugas akhir bagi mahasiswa Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara dalam menyelesaikan studinya.

Untuk memenuhi syarat tersebut penulis dengan bimbingan daripada dosen pembimbing merencanakan sebuah

“Pembuatan evaporator pada mesin pembuat kubus es berukuran kecil”

Dalam menyelesaikan tugas ini penulis banyak mengalami hambatan dan rintangan yang disebabkan minimnya pengetahuan dan pengalaman penulis, namun berkat petunjuk Allah SWT yang terus-menerus hadir dan atas kerja keras penulis, dan atas banyaknya bimbingan dari pada dosen pembimbing, serta bantuan moril maupun materil dari berbagai pihak akhirnya penulis dapat menyelesaikan tugas sarjana.

Untuk itu penulis pada kesempatan ini menyampaikan ucapan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Kedua orang tua tercinta penulis yaitu Ayahanda Tambun Tambunan dan Rosita Siahaan yang telah membesarkan, mengasuh, mendidik, serta senantiasa memberikan kasih sayang, do'a yang tulus, dan dukungan moril maupun material sehingga penulis dapat menyelesaikan studi di Prodi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
2. Bapak Rahmatullah, S.T., M.Sc selaku Dosen Pembimbing I
3. Bapak Khairul Umurani, S.T., M.T selaku Dosen Pembimbing II.
4. Bapak H Muharnif M, S.T., M.Sc selaku Dosen Pembimbing I.
5. Bapak Sudirman Lubis, S.T., M.T selaku Dosen Pembimbing II.
6. Bapak Rahmatullah, S.T., M.Sc. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
7. Bapak Munawar Alfansury Siregar, S.T., M.T. selaku Wakil Dekan I Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
8. Bapak Khairul Umurani, S.T., M.T. selaku Wakil Dekan III Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
9. Bapak Affandi, S.T. selaku Ketua Prodi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
10. Bapak Chandra A Siregar, S.T., M.T selaku Sekretaris Prodi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
11. Keluarga besar Lab Teknik Mesin UMSU yang telah memberikan dukungan, semangat dan do'a yang tulus baik secara moril maupun materil kepada penulis.

12. Seluruh teman-teman seperjuangan stambuk 2013 yang telah banyak memberikan bantuan, motivasi dan do'a yang tulus kepada penulis.

Penulis menyadari bahwa tugas ini masih jauh dari sempurna dan tidak luput dari kekurangan, karena itu dengan senang hati dan penuh lapang dada penulis menerima segala bentuk kritik dan saran dari pembaca yang sifatnya membangun demi kesempurnaan penulisan tugas sarjana ini.

Akhir kata penulis mengharapkan semoga tugas sarjana ini dapat bermanfaat bagi kita semua dan semoga Allah SWT selalu merendahkan hati atas segala pengetahuan yang kita miliki. Amin Ya Rabbal Alamin.

Wassalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Medan, 29 September 2017

Penulis

MUHAMMAD MURSIN TAMBUNAN
1307230083

DAFTAR ISI

LEMBAR PRNGESAHAN I	
LEMBAR PENGEAHAN II	
LEMBAR SPESIFIKASI TUGAS SARJANA	
ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR GAMBAR	iv
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR SIMBOL	vi
BAB 1. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Pembuatan	3
1.5 Manfaat	3
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Landasan Teori	6
2.1.1 Evaporator	6
2.1.2 Tembaga	7
2.2 Komponen Utama Evaporator Mesin Kubus Es	8
2.3 Peralatan Digunakan	12
2.3.1 Mesin Las	12
2.3.2 Macam-Macam Kampuh Las	17
2.3.3 Mesin Gerinda Tangan	19
2.3.4 Cairan Rigip	21
2.3.5 Tang Jepit	21
BAB 3. METODE PENELITIAN	
3.1 Tempat dan Waktu Pembuatan	23
3.1.1 Tempat Pembuatan	23
3.1.2 Waktu Pembuatan	23
3.2 Bahan dan Alat	23
3.2.1 Bahan Yang Tidak Dikerjakan	24
3.2.2 Bahan Material Yang Dikerjakan	27
3.3 Peralatan	28
3.4 Metode Pembuatan	35
3.5 Diagram Alir Proses Pembuatan	42
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Kontruksi Pembuatan Evaporator	43
4.1.1 Kontruksi Evaporator	43
4.1.2 Pemilihan Konsep Desain	47
4.1.3 Uraian Pemilihan Konsep	48
4.1.4 Hasil Pembuatan Evaporator Mesin Kubus Es	49
4.2 Menghitung Putaran Pada Motor	50

4.3 Menghitung Volume Kubus	51
4.4 Biaya Pembuatan Evaporator Mesin Kubus Es	52
4.5 Spesifikasi Mesin Kubus Es Bruukuran Kecil	54
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan	56
5.2 Saran	57
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Mesin Las	12
Gambar 2.2. Skema Gambar Busur	13
Gambar 2.3. Kampuh Las	19
Gambar 2.4. Mesin Gerinda Tangan	20
Gambar 2.5. Cairan Rigid	21
Gambar 2.6. Tang Jepit	22
Gambar 3.1. Kompresor	24
Gambar 3.2. Kondensor	25
Gambar 3.3. Pipa Kapiler	26
Gambar 3.4. Elektroda Las	26
Gambar 3.5. Baut dan Mur	27
Gambar 3.6. Plat Tembaga Untuk Pembuatan Evaporator	28
Gambar 3.7. Besi Siku Untuk Kontruksi Rangka	28
Gambar 3.8. Mesin Las Merek Falcon	29
Gambar 3.9. Mesin Gerinda Tangan	30
Gambar 3.10. Palu	30
Gambar 3.11. Gunting Plat Tembaga	31
Gambar 3.12. Meteran	31
Gambar 3.13. Rol Siku	32
Gambar 3.14. Kikir	32
Gambar 3.15. Kunci Pas	33
Gambar 3.16. Jangka Sorong	33
Gambar 3.17. Sikat Baja	34
Gambar 3.18. Sepatu Safety Shoos	34
Gambar 3.19. Cat dan Kuas	35
Gambar 3.20. Pengukuran Pada Plat Tembaga	36
Gambar 3.21. Pemotongan Plat Tembaga	36
Gambar 3.22. Meratakan Pada Permukaan Plat	37
Gambar 3.23. Penekukan Pada Plat Tembaga	38
Gambar 3.24. Pembengkokan Pada Pipa Tembaga	38
Gambar 3.25. Pengelasan Pipa Pada Plat	39
Gambar 3.26. Hasil Lasan Pipa Pada Plat	39
Gambar 3.27. Pengelasan Kontak-Kontak Cetakan Es	40
Gambar 3.28. Pembuatan Rigid Pada Evaporator	40
Gambar 3.29. Hasil Akhir Evaporator Pada Es Kubus	41
Gambar 3.30. Diagram Alir Proses Pembuatan	42
Gambar 4.1. Kontruksi Evaporator	43
Gambar 4.2. Hasil Evaporator Saat Dibuat	44
Gambar 4.3. Pengguntingan Plat Tembaga	45
Gambar 4.4. Pengepresan Pipa Tembaga Pada Plat	45
Gambar 4.5. Cetakan Es Batu	46
Gambar 4.6. Hasil Penekukan Plat	46
Gambar 4.7. Pemilihan Konsep	48
Gambar 4.8. Hasil Pembuatan Evaporator Mesin Kubus Es	49

Gambar 4.9. Grafik Perbandingan Putaran Motor Terhadap Frekuensi	50
Gambar 4.10. Mesin Kubus Es Berukuran Kecil	54

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Diameter Elektroda Dan Besar Arus Pengelasan	16
Tabel 4.1 Pemilihan Konsep Desain	47
Tabel 4.2 Biaya Pembuatan Evaporator Mesin Kubus Es	52
Tabel 4.3 Spesifikasi Mesin	54

DAFTAR SIMBOL

A	= Luas Penampang Pipa Bagian Dalam, m^2
D	= Diameter Dalam Pipa, m
F	= Faktor Gesekan
h	= Enthalpy, kJ/kg
h_g	= Enthalpy Uap Jenuh, kJ/kg
h_f	= Enthalpy Cairan Jenuh, kJ/kg
p	= Tekanan
v	= Volume Spesifik, m^3/kg
v_f	= Volume Spesifik Cairan Jenuh, m^3/kg
v_g	= Volume Spesifik Uap Jenuh, m^3/kg

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Era globalisasi perkembangan jaman sekarang semakin maju oleh karena itu dimana kami membuat mesin ini bertujuan untuk mempermudah masyarakat dalam pembuatan es masa sekarang, membuat evaporator yang lebih sederhana dalam pembuatan mesin es berukuran kecil lebih simpel dan sederhana dimana hanya isi ulang air galon dan colokkan mesin es tunggu beberapa menit akan jadi es, pembuatannya pun lebih mudah dan gampang dibandingkan pembuatan es sekarang, dan plat yang digunakan menggunakan tembaga dimana kami memilih tembaga karena tidak terjadi korosi pada plat, tidak menghantar arus listrik pada plat jadi tidak membahayakan pada masyarakat. alat dan bahannya pun gampang di dapat di pasaran. dimana dalam segi pembekuan akan lebih cepat dibandingkan mesin es yang sekarang oleh karena itu kami membuat eksperimen ini agar lebih gampang bagi masyarakat dalam pembuatan es. Berdasarkan penjelasan diatas maka kiranya penting untuk melakukan mesin pembuat kubus es berukuran kecil dengan hasil yang baik, waktu yang dibutuhkan lebih singkat, sehingga pembuatan dirancang lebih efisien. Dengan dilandasi latar belakang diatas menulis ingin melakukan proses pembuatan Evaporator pada mesin pembuat kubus es.

1.2. Perumusan Masalah

Perumusan masalah yang akan dibahas pada tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana pembuatan Evaporator pada mesin kubus es dan menentukan jenis bahan dan alat yang akan digunakan pada pembuatan mesin kubus es.

1.3. Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam pembuatan mesin kubus es dibatasi untuk menghindari pembahasan atau pengkajian yang tidak terarah dan agar dalam pemecahan permasalahan dapat dengan mudah dilaksanakan mengingat keterbatasan waktu, kemampuan dan pengalaman penulis, yaitu :

1. Proses pembuatan Evaporator pada mesin kubus es.
2. Jenis bahan dan alat yang digunakan pada pembuatan Evaporator mesin kubus es.
3. Prosedur pembuatan atau perakitan dan pengelasan Evaporator pada mesin kubus es.

1.4. Tujuan pembuatan

Adapun tujuan dalam pembuatan rangka Evaporator pada mesin kubus es ini adalah :

1. Tujuan umum :
 - Untuk membuat konstruksi Evaporator mesin pembuat kubus es berukuran kecil.

2. Tujuan khusus :

- Untuk mengetahui proses membuat pipa Evaporator pada mesin kubus es.
- Untuk Mengetahui proses kerja membuat cetakan atas mesin kubus es.
- Untuk mengetahui proses membuat tempat air mengalir pada cetakan es kubus.
- Untuk mengetahui proses membuat tempat penampung air dan sirkulasi air.

1.4. Manfaat

Adapun manfaat dalam pembuatan Evaporator pada mesin kubus es ini adalah :

1. Dapat menjadi bahan masukan dan informasi bagi para pembaca khususnya rekan Mahasiswa teknik mesin Universitas Muhammadiyah Sumatra Utara dalam perkembangan mengetahui khususnya dalam bidang pembuatan Evaporator pada mesin kubus es.
2. Sebagai bahan masukan bagi peneliti mengenai pembuatan alat Evaporator pada mesin kubus es sehingga dapat dijadikan pengetahuan yang berguna dimasa yang akan datang.

1.5. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan dalam skripsi ini, penulis menyusun dalam 5 bab dengan sistematika sebagai berikut :

BAB 1 PENDAHULUAN

Meliputi latar belakang, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan pembuatan, manfaat penelitian.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Meliputi tinjauan pustaka dan dasar teori yang digunakan.

BAB 3 METODOLOGI PEMBUATAN

Meliputi lokasi dan waktu kerja, bahan material yang digunakan, peralatan, tahapan metode pembuatan.

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses pembuatan Evaporator pada mesin kubus es, hasil pembuatan Evaporator pada mesin kubus es.

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan dan saran dari seluruh pembahasan.

DAFTAR PUSTAKA

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Landasan Teori

Mengenai kajian pustaka alat dan gambar kerja merupakan suatu hal yang mendasari sebagai acuan dalam pembuatan Evaporator Mesin Es Kubus, dengan adanya gambar kerja seorang pekerja akan dapat mengidentifikasi dan mengetahui hal-hal yang akan berkaitan dengan pembuatan Evaporator pada Mesin Es dan beberapa alat serta pendukung yang akan digunakan dan pemilihan bahan antara lain seperti :

2.1.1 Evaporator

Evaporator adalah sebuah alat yang berfungsi mengubah larutan dari bentuk cair menjadi uap. Zat pendingin cair dari receiver drier dan kondensor harus dirubah kembali menjadi gas dalam evaporator, dengan demikian evaporator harus menyerap panas, agar penyerapan panas ini dapat berlangsung dengan sempurna, pipa-pipa evaporator juga diperluas permukaannya dengan memberi kisi-kisi (elemen) dan kipas listrik (blower), supaya udara dingin juga dapat dihembus ke dalam ruangan. rumah evaporator bagian bawah dibuat saluran/pipa untuk keluarnya air yang mengumpul disekitar evaporator akibat udara yang lembab. Air ini juga akan membersihkan kotoran –kotoran yang menempel pada kisi-kisi evaporator, karena kotoran itu akan turun bersama air. Evaporator dibuat dari bahan logam anti karat, yaitu tembaga dan aluminium.

2.1.2 Tembaga

Tembaga adalah suatu unsur kimia dalam tabel periodik yang memiliki lambang CU dan nomor atom 29. Lambangnya berasal dari bahasa latin *cuprum*. Tembaga merupakan konduktor panas dan listrik yang baik. Selain itu unsur ini memiliki korosi yang cepat sekali. Tembaga murni sifatnya halus dan lunak, dengan permukaan berwarna jingga kemerahan. Tembaga dicampurkan dengan timah untuk membuat perunggu. Nomor atom adalah angka yang menunjukkan jumlah proton dalam inti atom. Secara teradisi, nomor atom dilambangkan dengan simbol z. Karena nomor atom setiap unsur kimia unik, nomor atom dipakai untuk mengidentifikasi unsur kimia. Misalnya angka atom hidrogen adalah 1(satu) artinya hidrogen memiliki proton sejumlah satu.

Ketebalan tembaga = 0,8 mm

Sifat-sifat tembaga :

1. Tembaga memiliki warnakemerah-merahan.
2. Sangat mudah dibentuk, halus dan lunak.
3. Merupakan konduktor yang bagus untuk aliran elektron.

Ciri-ciri tembaga :

1. Tembaga merupakan konduktor panas dan listrik yang baik.
2. Tembaga murni sifatnya halus dan lunak, dengan permukaan berwarna jingga kemerahan.
3. Berwarna keperak-perakan.

Kegunaannya :

1. Untuk membuat perunggu.
2. Untuk membuat kerangka jembatan.
3. Untuk membuat Evaporator.

Salah satu kelemahan tembaga:

1. Harga mahal.
2. Rentan terhadap gangguan frekuensi listrik dan radio.
3. Tidak dapat mentransmisikan sinyal cahaya dan kapasitas bandwidthnya terkecil.

2.2 Komponen-komponen utama evaporator pada mesin es kubus

1. Pipa tembaga

Pipa adalah bagian utama suatu sistem yang menghubungkan titik dimana fluida disimpan ketika pengeluaran semua pipa baik untuk memindahkan tenaga atau pun pemompaan pipa tembaga juga merupakan pipa yang sering digunakan dalam instalasi air/fluida maupun dingin atau panas.

Keuntungan Menggunakan Pipa Tembaga:

Karena tembaga adalah logam lembut, ia menawarkan keunggulan dibandingkan pipa lainnya. dimana pipa ini sangat tahan lama, mudah dan fleksibel untuk dipasang, lebih aman dari bencana alam, tahan terhadap cuaca, dan bakteri dan harganya kompetitif. tembaga juga bersifat tahan korosi.

2. Kompresor

Kompresor adalah mesin atau alat mekanik yang berfungsi untuk meningkatkan tekanan atau memampatkan fluida gas atau udara. Kompresor biasanya menggunakan motor listrik, mesin disel atau mesin bensin sebagai tenaga penggerak. Secara umum kompresor digunakan menjadi dua jenis yaitu : kompresor perpindahan positif dan kompresor dinamis.

A. Kompresor perpindahan positif

Kompresor perpindahan positif dibedakan menjadi dua jenis, yaitu kompresor piston dan kompresor putar.

- Kompresor piston/torak (reciprocating)

- 1) Kompresor kerja tunggal adalah kompresor yang memanfaatkan perpindahan piston, kompresor jenis ini menggunakan piston yang didorong oleh poros engkol untuk memanfaatkan perpindahan udara/gas. udara akan masuk ke silinder kompresi ketika piston bergerak pada posisi awal/udara akan keluar saat piston/torak bergerak pada posisi akhir/depan.

- 2) Kompresor kerja ganda beroperasi sama persis dengan kerja tunggal, hanya saja yang menjadi perbedaan adalah pada kompresor kerja ganda, silinder kompresi memiliki port inlet dan outlet pada kedua sisinya. sehingga meningkatkan kinerja kompresor dan menghasilkan udara bertekanan yang lebih tinggi dari pada kerja tunggal.

- Kompresor putar (rotary)

1) Kompresor putar merupakan jenis kompresor dengan mekanisme putar perpindahan positif, yang umumnya digunakan untuk mengganti kompresor piston, bila diperlukan udara bertekanan tinggi dengan volume yang lebih besar.

B. Kompresor dinamis

Kompresor dinamis dibedakan menjadi dua jenis, yaitu kompresor sentrifugal dan kompresor aksial.

- Kompresor sentrifugal

Kompresor sentrifugal merupakan kompresor yang memanfaatkan gaya sentrifugal yang dihasilkan oleh impeller untuk mempercepat aliran fluida udara (gaya kinetik), yang kemudian menjadi peningkatan potensi tekanan (menjadi gaya tekan) dengan memperlambat aliran melalui diffuser.

- Kompresor aksial

Kompresor aksial adalah kompresor yang berputar dinamis yang menggunakan serangkaian kipas airfoil untuk semakin menekan aliran fluida. Aliran udara yang masuk akan mengalir keluar dengan cepat tanpa perlu dilemparkan kesamping seperti yang dilakukan kompresor sentrifugal. Kompresor aksial secara luas digunakan dalam turbin gas/udara seperti mesin jet, mesin kapal kecepatan tinggi, dan pembangkit listrik skala kecil.

3. Kondensor

Kondesor adalah suatu alat yang terdiri dari jaringan pipa dan digunakan untuk mengubah uap menjadi zat cair atau air. Dapat juga diartikan sebagai alat penukar kalor (panas) yang berfungsi untuk mengkondensasikan fluida. Dalam penggunaannya kondesor diletakkan diluar ruangan.

4. Pipa kapiler

Pipa kapiler adalah suatu pipa pada mesin pendingin baik itu air conditioner, kulkas dll. Pipa kapiler ini adalah pipa yang paling kecil jika dibanding dengan pipa lainnya, untuk pipa kapiler suatu freezer atau dispenser berukuran 0,26 s/d 0,31 sedangkan untuk pipa kapiler AC ½ s/d 2 pk adalah 0,5 s/d 0,7. Pipa kapiler berfungsi sebagai alat untuk menurunkan tekanan, merubah bentuk dari gas menjadi bentuk cairan dan mengatur cairan refrigerant yang berasal dari pipa kondesor. Perancangan suatu unit sistem refrigerasi baru yang menggunakan pipa kapiler harus memilih diameter dan panjang pipa yang sesuai, sehingga kompresor dan pipa kapiler mempunyai suatu titik keseimbangan pada suhu evaporator yang diinginkan, persamaan-persamaan yang akan dipakai menggunakan notasi-notasi sebagai berikut.

$A =$ luas penampang pipa bagian dalam, m^2

$D =$ diameter dalam pipa, m

$F =$ faktor gesekan

$h =$ enthalpy, kJ/kg

$h_g =$ enthalpy uap jenuh, kJ/kg

h_f = enthalpy cairan jenuh, kJ/kg

p = tekanan, pa

Re = bilangan reynold

v = volume spesifik, m^3/kg

v_f = volume spesifik cairan jenuh, m^3/kg

v_g = volume spesifik uap jenuh, m^3/kg

v = kecepatan refrigerant, m/s

= mass flow, kg/s

- Menentukan diameter lingkaran jarak yang digerakkan :

$$D_p = D_p \cdot i \quad (2.1)$$

- Menentukan diameter luar :

$$D_k = D_p + 2K \quad (2.2)$$

- Menentukan diameter luar digerakkan :

$$D_k = d_p + 2K \quad (2.3)$$

2.3 Peralatan DiGunakan

Peralatan - peralatan yang akan digunakan untuk proses pembuatan evaporator pada mesin es berukuran kecil, untuk lebih jelasnya mengenai peralatan dapat dijelaskan dibawah ini diantaranya.

2.3.1 Mesin Las (Pengelasan)

Las busur listrik atau yang biasa disebut SMAW (Shield Metal Arch Welding) merupakan jenis pengelasan yang menggunakan bahan tambahan terbungkus atau elektroda atau biasa disebut las busur listrik. Busur listrik digunakan untuk melelehkan kedua logam yang akan

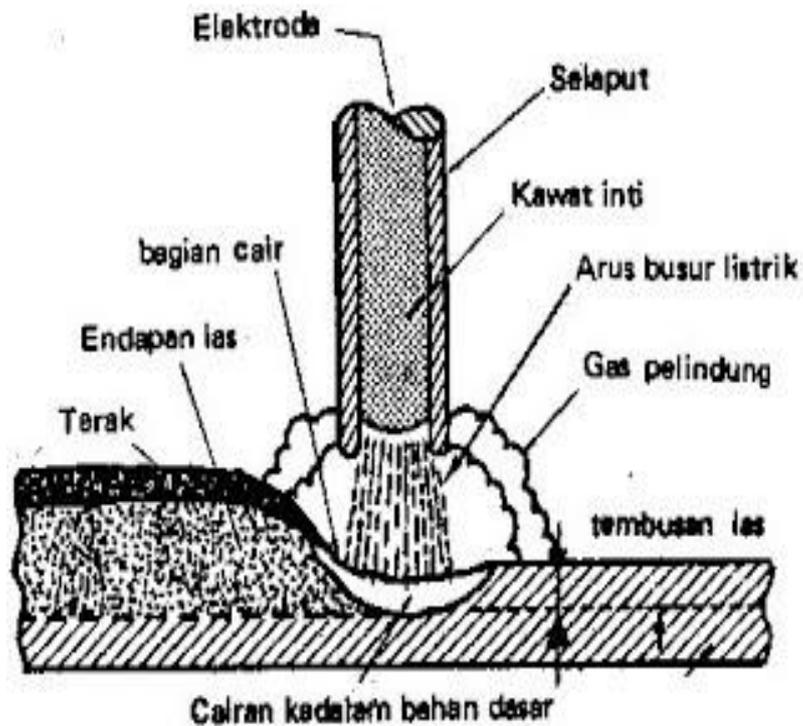
disambung, agar penyambungan dapat berhasil, ada beberapa syarat yang harus dipenuhi, yaitu:

1. Benda padat tersebut dapat cair oleh panas
2. Antara benda benda padat yang di sambung tersebut terdapat kesesuaian sifat lasny.
3. Untuk lebih jelasnya mengenai mesin las dapat dilihat pada gambar 2.1.



Gambar 2.1 mesin las

las yang digunakan adalah las busur listrik, yaitu energi masukan panas las busur listrik bersumber dari beberapa alternatif diantaranya energi dari panas dan bakaran gas, atau energi listrik. Panas yang ditimbulkan dari hasil proses pengelasan ini melebihi dari titik lebur bahan dasar dan elektroda yang di las. Kisaran temperature yang dapat dicapai pada proses pengelasan ini mencapai 2000°C s.d 3000°C . pada temperature ini daerah yang mengalami pengelasan melebur secara bersamaan menjadi suatu ikatan logam lasan. Hal yang perlu diperhatikan dalam pengelasan las busur listrik adalah pemilihan elektroda yang tepat. Untuk lebih jelasnya mengenai skema mesin las dapat dilihat pada gambar 2.2.



Gambar 2.2 Skema Gambar Busur

Secara umum semua elektroda diklasifikasikan menjadi lima kelompok utama yaitu :

1. *Mild Steel* (baja lunak)
2. *Hight Carbon Steel* (baja karbon tinggi)
3. *Special Alloy Steel*
4. *Cast Iron, dan*
5. *Non Ferrous.*

Rintangan terbesar dari pengelasan busur nayala dilakukan dengan elektroda dalam kelompok *mild steel* (baja lunak). Namun demikian yang harus dibahas berikut ini adalah untuk jenis pengelasan busur listrik dengan jenis elektroda *mild steel* (baja lunak), karena inilah yang digunakan untuk pembuatan alat ini. Pada

umumnya suatu busur nyala terjadi karena arus listrik yang mengalir melalui dari elektroda ke benda kerja yang disebabkan dengan tegangan busur nyala. Tegangan busur nyala untuk las arus searah sekitar 40 s.d 50 vold, dan mesin las bolak balik sekitar 50 s.d 60 vold. Dengan tegangan busur nyala ini akan turun apabila busur nyala telah terjadi, dimana busur nyala akan tetap stabil sekitar 15 s.d vold setelah memulai pengelasan benda kerja.

1. Teknik Pengelasan

Sebelum proses pengelasan, sebaiknya kita mengetahui prosedur pengelasan yang benar. Teknik dan prosedur pengelasan yang benar akan mengurangi kegagalan dalam proses pengelasan. Benda kerja yang akan dilas sebaiknya dilas titik terlebih dahulu agar pada saat pengelasan posisi yang diinginkan tidak berubah.

2. Faktor-faktor yang mempengaruhi kekuatan pengelasan

Untuk menganalisa kekuatan pengelasan dipengaruhi beberapa faktor, antara lain adalah :

- a. Tergantung pada konstruksinya
- b. Jenis penampang pengelasan
- c. Jenis bahan tambah (elektroda) pengelasan.
- d. Kesesuaian penetapan arus (Amper) pada saat proses pengelasan.
- e. Kesalahan pada melakukan pengelasan.
 - Tidak tepat pemilihan besar diameter elektroda pengelasan.
 - Tidak dapat mengontrol cairan terak sehingga kampuh pengelasan keropos.

- Kestabilan operator ketika melakukan pengelasan (keadaan jasmani dan rohani harus sehat).

3. Pengatur arus (amper) pengelasan.

Besar kecil amper las terutama tergantung pada besarnya diameter elektroda dan *type* elektroda. Kadang kala juga terpengaruh oleh jenis bahan yang dilas oleh posisi atau arah pengelasan. Biasanya, tiap pabrik pembuat elektroda mencantumkan tabel variabel penggunaan arus las yang disarankan pada bagian luar kemasan elektroda. Dilain pihak, seorang operator las yang berpengalaman akan mudah menyesuaikan arus las dengan mendengarkan, melihat busur las atau hasil las.

Elektroda ialah suatu benda yang dipergunakan untuk melakukan pengelasan listrik yang berfungsi sebagai pembakar yang akan menimbulkan busur nyala. Elektroda pada prinsipnya terbagi tiga kelompok yaitu :

- Elektroda tanpa salutan

Elektroda jenis ini sudah tidak dipakai lagi dalam proses las, karena elektroda jenis ini sulit di gunakan untuk mengelas begitu pulak dilihat dari hasilnya kurang baik.

- Elektroda dengan salutan tipis
- Elektroda dengan salutan tebal

Elektroda salutan tipis dan tebal, jenis ini umum digunakan dilapangan, pada saat proses penyalaan busur las, salutan yang terdapat pada elektroda akan berubah menjadi gas yang fungsinya

untuk menetralkan atau mengurangi gas carbon mono oksida(co) atau gas hydrogen(hz).

Tabel 2.1 Diameter elektroda dan besar arus pengelasan (lihat tabel)

DIAMETER ELEKTRODA	BESAR ARUS
1,5 mm	20 s.d 40 amper
2,0 mm	30 s.d 60 amper
2,6 mm	40 s.d 80 amper
3,2 mm	70 s.d 120 amper
4,0 mm	120 s.d 170 amper
4,8 mm	140 s.d 240 amper
6,4 mm	200 s.d 350 amper

Keterangan tabel diatas :

- Untuk diameter elektroda 1,5 mm, jadi untuk besar arusnya sama dengan 20 s.d 40 amper.
- Untuk diameter elektroda 2,0 mm, jadi untuk besar arusnya sama dengan 30 s.d 60 amper.
- Untuk diameter elektroda 2,6 mm, jadi untuk besar arusnya sama dengan 40 s.d 80 amper.
- Untuk diameter elektroda 3,2 mm, jadi untuk besar arusnya sama dengan 70 s.d 120 amper.

- Untuk diameter elektroda 4,0 mm, jadi untuk besar arusnya sama dengan 120 s.d 170 amper.
- Untuk diameter elektroda 4,8 mm, jadi untuk besar arusnya sama dengan 140 s.d 240 amper.
- Untuk diameter elektroda 6,4 mm, jadi untuk besar arusnya sama dengan 200 s.d 350 amper.

2.3.2 Macam-Macam Kampuh Las

Untuk menghasilkan las listrik yang mempunyai kualitas yang baik sudah seharusnya teknisi (tukang las) memperhatikan beberapa hal yang terkait dengan las listrik diantaranya yang mempengaruhi dalam pengelasan listrik adalah kampuh las, kampuh las ini berguna untuk menampung bahan pengisi agar lebih banyak yang melekat ke benda kerja. Dengan demikian kekuatan las akan lebih terjamin, sedangkan jenis kampuh las yang dipakai pada tiap pengelasan tergantung pada :

1. Ketebalan benda kerja
2. Jenis benda kerja
3. Kekuatan yang diinginkan
4. Posisi pengelasan

Kampuh las juga akan dibedakan beberapa bagian, sesuai dengan kegunaannya masing-masing, diantaranya adalah seperti yang akan dipaparkan dibawah ini. Ada 7 macam kampuh yaitu kampuh tepi, kampuh V terbuka, kampuh V tertutup, kampuh X, kampuh U ganda, dan kampuh T memiliki bentuk dan kegunaan yang berbeda.

1. Kampuh tepi

Kampuh tepi ini dipakai untuk mengelas pelat-pelat tipis kaleng-kaleng, baja, dan lain-lain.

2. Kampuh “V” terbuka

Las seperti ini digunakan untuk pelat-pelat setebal 3-28 mm.

3. Kampuh “V” tertutup

Las seperti ini bila pelat dapat dilas pada dua sisinya. Kampuh “X” kampuh ini dipakai bila akan mengelas bolak balik sebelum mulai mengelas.

4. Kampuh “U”

Kampuh ini harus dilas bolak balik juga, sebelum memulai mengelas

5. Kampuh “U” ganda

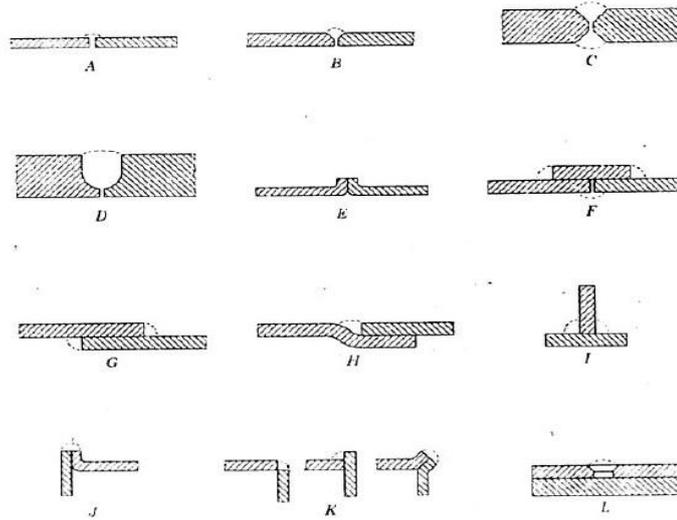
Untuk pelat-pelat yang lebih tebal, dipakai kampuh U ganda.

6. Kampuh “T”

7. Untuk membuat sambungan-sambungan berbentuk “T”, maka dipakailah macam-macam bentuk kampuh seperti :

- Kampuh setengah V
- Kampuh setengah U
- Kampuh K
- Kampuh U
- Las sudut kepala sisi

Untuk lebih jelasnya mengenai kampuh las dapat dilihat pada gambar 2.3.



Gambar 2.3 kampuh las

2.3.3 Mesin gerindra tangan

Mesin gerindra tangan merupakan salah satu pekerjaan yang memerlukan ketelitian tinggi. Penggerindraan dapat menghasilkan permukaan akhir sesuai dengan yang di hendaki, dari yang kasar hingga yang halus.

Pada umumnya yang di gerindra adalah permukaan benda kerja salah satu keuntungan adalah dapat meratakan benda kerja yang telah dikeraskan, apabila hal ini dikerjakan oleh mesin-mesin lainnya maka sulit untuk mendapatkan hasil yang maksimal, dengan kata lain bahwa mesin gerindra adalah alat yang ekonomis untuk menghasilkan permukaan yang rata dan halus yang dapat mencapai ketelitian yang tinggi. Untuk lebih jelasnya mengenai mesin gerindra tangan dapat dilihat pada gambar 2.4.



Gambar 2.4 Mesin Gerinda Tangan

Hal-hal yang penting untuk ketahuai pada mesin ini diantaranya adalah :

1. Mesin gerindra tangan (portable) adalah mesin gerindra yang digunakan untuk menghaluskan hasil pekerjaan las.
2. Batu gerindra adalah batu gerindra dibuat dari bahan-bahan yang beraneka ragam diantaranya adalah sea sand, granel grain, emery grain, flint grain dan lain-lain.
3. Alat bantu mesin gerindra adalah alat bantu mesin gerindra yang digunakan untuk proses gerindra adalah kunci gerindra, dan kunci pas, gunanya untuk membuka dan memasang mata gerindra.

Utuk menghitung waktu yang dibutuhkan pada proses penggerindraan dapat digunakan rumus :

kecepatan feeding

$$v_f = f \times n_s \text{ mm/menit} \quad (2.4)$$

$$f = 0,001 - 0,02$$

2.3.4 Cairan Rigip

Cairan rigip merupakan suatu cairan jika di tuangkan, dia akan menjadi seperti busa. rigip ini mempunyai dua warna, dan kalow proses pembuatan

dua macam ini akan di aduk menjadi satu. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 2.5.



Gambar 2.5 Cairan Rigid

2.3.5 Tang Jepit

Tang jepit merupakan suatu alat yang digunakan untuk mencekram atau memegang komponen yang akan dibuka dengan cara diputarakan bagiannya, serta tang ini dapat juga digunakan untuk mengencangkan atau melonggarkan mur atau baut, tang jepit ini juga untuk menjepit benda kerja yang dalam keadaan masih panas setelah selesai pengelasan. Untuk lebih jelasnya mengenai tang jepit dapat dilihat pada gambar 2.6.



Gambar 2.6 Tang Jepit

BAB 3

METODOLOGI PEMBUATAN

3.1 Tempat dan Waktu Pembuatan

Tempat dan pelaksanaan proses pembuatan evaporator pada mesin es dilakukan di San Hindo Perkasa No.4. Jl.Suasa Tengah Pasar 4, Mabar Hilir Sumatera Utara.

Waktu yang diperlukan untuk pembuatan evaporator pada mesin es ini mulai dari tanggal 8 Januari 2017s/d 19 juli 2017 yang meliputi:

Tabel 3.1 Jadwal waktu pembuatan.

No	KEGIATAN	JANUARI	FEBRUARI	MARET	APRIL	MEI	JUNI	JULI
1	STUDI LITERATUR							
2	DESAIN RANCANGAN							
3	PENYEDIAAN MATERIAL							
4	PEMBUATAN RANGKA							
5	PEMBUATAN EVAPORATOR							
6	PEMBUATAN RANGKAIAN KOMPROR DAN CONDESING UNIT							
7	PEMBUATAN RANGKAIAN LISTRIK DAN SALURAN AIR							
8	PENGUJIAN ALAT							

3.2 Bahan dan Alat

Didalam melakukan proses pembuatan evaporator pada mesin es berukuran kecil penentuan bahan dan alat merupakan faktor yang utama diperhatikan dalam melakukan pembuatan evaporator pada mesin es berukuran kecil, dimana bahan dan alat harus standart yang sudah ditentukan.

3.2.1 Bahan Yang Tidak Dikerjakan (dibeli)

1. Komperesor ini berfungsi untuk meningkatkan tekanan atau memampatkan fluida gas atau udara, Untuk lebih jelasnya mengenai komperesor dapat dilihat pada gambar 3.1.



Gambar 3.1 komperesor

Dimensi Compresor ½ pk

- Panjang:17,5 cm
- Tinggi :19,5 cm
- Lebar :11,5 cm

2. Kondensor

Kondensor berfungsi untuk mengkondensasikan fluida, dalam penggunaannya kondensor diletakkan diluar ruangan. Untuk lebih jelasnya mengenai kondensor dapat dilihat pada gambar 3.2.



Gambar 3.2 kondensor

Kondensor dengan spesifikasinya :

- panjang: 36 cm
- Tinggi:31 cm
- lebar:5 cm / 11,5 cm

Dari data kondensor dengan spesifikasi diatas penulis memilih karena sesuai dengan kebutuhan alat yang dibuat.

3. Pipa kapiler

Pipa Kapiler berfungsi sebagai alat untuk menurunkan tekanan, Merubah bentuk dari gas menjadi bentuk cairan dan mengatur cairan refrigerant yang berasal dari pipa kondesor.

material: tembaga

panjang: 2 m

Diameter: 0,36 mm



Gambar 3.3 Pipa Kapiler

4. Elektroda Las

Elektroda las berfungsi sebagai logam pengisi pada yang dilas sehingga jenis bahan elektroda harus disesuaikan dengan jenis logam yang dilas. elektroda las yang digunakan dalam pembuatan evaporator pada mesin es ini adalah 2,6 sebanyak $\frac{1}{2}$ kotak dengan diameter 3,2 mm. untuk lebih jelasnya mengenai elektroda las dapat dilihat pada gambar 3.4.



Gambar 3.4 Elektroda Las

5. Baut dan mur

Baut dan mur berfungsi sebagai pengikat mesin, dudukan kompresor, kondensor dan sebagainya dimana baut dan mur terbuat dari bahan baja supaya kuat dan tahan. Untuk lebih jelasnya mengenai mur dan baut dapat dilihat pada gambar 3.5.



Gambar 3.5 Baut dan Mur

3.2.2 Bahan Material yang Dikerjakan

Bahan yang digunakan dalam proses pembuatan yaitu:

1. Plat Tembaga

Tembaga adalah suatu unsur kimia dalam tabel periodik yang memiliki lambang CU dan nomor atom 29. Lambangnya berasal dari bahasa latin caprun. Tembaga merupakan konduktor panas dan listrik yang baik.

Ketebalan tembaga = 0,8 mm



Gambar 3.6 Plat Tembaga untuk pembuatan evaporator

2. Besi Siku

Besi siku atau profil siku dengan bahan karbon rendah S30C ukuran : 15 x 10 untuk konstruksi mesin, rangka terbuat dari bahan baja karbon rendah dengan gaya tarik = 48 kg/mm. untuk lebih jelasnya mengenai besi siku dapat dilihat pada gambar di bawah 3.7.



Gambar 3.7 Besi Siku Untuk Konstruksi Rangka

3.3 Peralatan

Alat-alat yang digunakan dalam proses pembuatan yaitu:

1. Mesin Las

Mesin las berfungsi untuk menyambungkan sisi-sisi pada plat dan mengelas plat kotak-kotak es terus komponen – komponen dalam proses pembuatan evaporator pada mesin es kubus berukuran kecil.

Jenis mesin las listrik yang di gunakan adalah:

Merek:FALCON

Type :160 e

Daya :1200 W 220V/50

Untuk lebih jelasnya mengenai mesin las merek FALCON dapat dilihat pada gambar 3.8.



Gambar 3.8 Mesin Las Merek Falcon

2. Mesin Gerinda Tangan

Mesin gerinda tangan berfungsi untuk meratakakan plat dan menghaluskan permukaan plat setelah melakukan proses pengelasan agar supaya rapi dilihat yang di las. Spesifikasi mesin gerinda tangan pada pembuatan ini adalah:

Spesifikasi	:Gerinda Tangan
Merek	:Hitachi
Type	:PDA - 100
Daya	:220-230 V-50/60 Hz 2,7 A 580 W

Untuk lebih jelasnya mengenai mesin gerinda tangan dapat dilihat pada gambar 3.9.



Gambar 3.9 Mesin Gerinda Tangan

3. Palu

Palu yang merupakan suatu alat yang digunakan untuk memukul benda kerja yang ada benjolan pada plat supaya rata. pas pemukulan plat tidak boleh kencang kalo kencang bisa terjadi benjolan lagi karena tidak sesuai yang dipukul. Untuk lebih jelasnya mengenai palu (martil) dapat dilihat pada gambar 3.10.



Gambar 3.10 Palu

4. Gunting Plat Tembaga

Gunting plat tembaga merupakan gunting yang digunakan untuk memotong plat tembaga yang di gerakkan secara manual, alat ini memiliki keterbatasan dalam kerjanya, umumnya gunting ini mampu memotong plat dengan ketebalan: 0,8 mm.selebihnya untuk ketebalan lebih dari itu,maka di butuhkan jenis mesin pemotong yang lebih kuat. Untuk lebih jelasnya mengenai gunting plat tembaga dapat dilihat pada gambar 3.11.



Gambar 3.11 Gunting Plat Tembaga

5. Meteran

Meteran berfungsi untuk mengukur jarak atau panjang. Meteran juga berguna untuk mengukur sudut, membuat sudut siku dan dapat juga

untuk membuat lingkaran. Untuk lebih jelasnya mengenai meter dapat dilihat pada gambar 3.12.



Gambar 3.12 Meteran

6. Rol siku

Rol siku berfungsi sebagai alat untuk mengukur benda kerja. Untuk lebih jelasnya mengenai rol siku dapat dilihat pada gambar 3.13.



Gambar 3.13 Rol Siku

7. Kikir

Kikir berfungsi untuk sebagai alat potong benda kerja untuk menghasilkan profil yang *flat* (rata), radius luar (cembung) maupun radius dalam (cengkung) kikir ini terbuat dari baja, Untuk lebih jelasnya mengenai kikir dapat dilihat pada gambar 3.14.



Gambar 3.14 kikir

8. Kunci pas

Kunci pas digunakan untuk mengencangkan dan melepas baut dan mur yang tidak terlalu kuat momen pengencangannya atau kepala baut dan mur yang telah dilonggarkan dengan kunci. Untuk lebih jelasnya mengenai kunci pas dapat dilihat pada gambar 3.15.



Gambar 3.15 kunci Pas

9. Jangka Sorong

Adapun kegunaan jangka sorong ini adalah untuk mengukur suatu benda dari sisi dengan cara dicapit serta mengukur sisi dalam benda yang biasanya berupa lubang dan mengukur kedalaman celah atau

lubang pada suatu benda. Untuk lebih jelasnya mengenai jangka sorong dapat dilihat pada gambar 3.16.



Gambar 3.16 jangka sorong

10. Sikat Baja

Sikat baja berfungsi sebagai pembersih kotoran las yang terbuat dari kawat – kawat. Untuk lebih jelasnya mengenai sikat baja dapat di lihat pada gambar 3.17.



Gambar 3.17 Sikat Baja

11. Sepatu Sefty

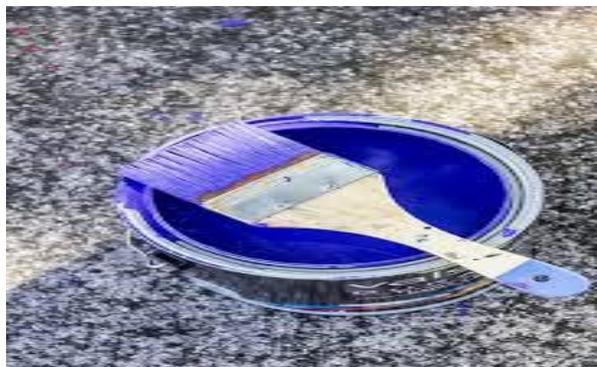
Sepatu sefty berfungsi untuk melindungi bagian bawah kaki dari percikan bunga api las. Untuk lebih jelasnya mengenai sepatu safty dapat dilihat pada gambar 3.18.



Gambar 3.18 Sepatu Safety shoos

12. Cat dan kuas

Penggunaan cat, kuas dan perlengkapan bertujuan agar komponen alat terhindar dari korosi, pengecatan disesuaikan dengan warna yang diinginkan. Untuk lebih jelasnya mengenai cat dan kuas dapat dilihat pada gambar 3.19.



Gambar 3.19 Cat dan Kuas

3.4 Metode Pembuatan

Untuk melakukan metode pembuatan evaporator pada mesin es ini dilakukan dengan beberapa tahapan. Mulai dari perencanaan hingga perhitungan kekuatan dan ukuran komponen – komponen evaporator. Setelah itu pembuatan konstruksi evaporator yang mempunyai tahapan – tahapan sebagai berikut :

1. Perencanaan awal serta membuat skema gambar, lengkap dengan ukuran – ukuran serta tanda – tanda pengerjaannya. Dalam perencanaan awal, rancangan dibuat dalam bentuk skema dalam bentuk ukuran yang telah ditentukan sebelumnya. Ukuran pada proses pembuatan untuk mempermudah proses pemotongan yang akan dilanjutkan dengan proses perakitan.
2. Melakukan pengukuran pada pelat tembaga yang sudah disiapkan. Untuk lebih jelasnya mengenai pengukuran pada plat dapat dilihat pada gambar 3.20.



Gambar 3.20 Pengukuran Pada Pelat Tembaga

3. Setelah pelat dan pipa kapiler diukur, kemudian melakukan pemotongan pada pelat tembaga dan pipa kapiler, dengan menggunakan gunting potong. Untuk lebih jelasnya mengenai pemotongan plat dapat dilihat pada gambar 3.21.



Gambar 3.21 Pemotongan Pelat Tembaga

4. Setelah pemotongan pelat tembaga dilakukan, kemudian meratakan permukaan pelat dengan menggunakan mesin gerinda tangan agar terlihat rata dan halus. Untuk lebih jelasnya mengenai meratakan pada permukaan plt dapat dilihat pada gambar 3.22.



Gambar 3.22 Meratakan Pada Permukaan Pelat

5. Kemudian melakukan penekukan pada pelat tembaga untuk membentuk evaporator. Untuk lebih jelasnya mengenai penekukan plat dapat dilihat pada gambar 3.23.



Gambar 3.23 Penekukan Pada Pelat Tembaga

6. Setelah melakukan pemotongan pada pipa tembaga, diberi tanda, kemudian pipa tembaga, dibengkokkan dengan alat

pembengkok pipa. Untuk lebih jelasnya mengenai pembengkokan pada pipa dapat dilihat pada gambar 3.24.



Gambar 3.24 Pembengkokan Pada Pipa

7. Kemudian pipa kapiler dihubungkan dengan proses pengelasan pada pelat tembaga yang dipotong, baik ukuran maupun bentuk yang telah direncanakan. Untuk lebih jelasnya mengenai pengelasan pipa pada plat dapat dilihat pada gambar 3.25.



Gambar 3.25 Pengelasan Pipa Pada Pelat

8. Kemudian hasil pipa tembaga yang sudah tertempel pada pelat tembaga tadi lalu di coba apakah ada yang bocor pada pipa tembaga yang dilas sebelumnya atau belum. Karena tidak maka hasil pekerjaan bisa dikatakan gagal, karena tidak sesuai yang diinginkan. Untuk lebih jelasnya mengenai hasil lasan pipa pada plat dapat dilihat pada gambar 3.26.



Gambar 3.26 Hasil Lasan Pipa Pada Pelat

9. Kemudian pengelasan untuk rangka kotak - kotak es pada evaporator. Untuk lebih jelasnya mengenai pengelasan kotak-kotak evaporator dapat dilihat pada gambar 3.27.



Gambar 3.27 Pengelasan Kotak-Kotak Evaporator

10. Pembuatan rigip pada evaporator yang berfungsi untuk menjaga ketahanan udara dingin dari evaporator. Untuk lebih jelasnya mengenai hasil pembuatan rigip pada evaporator dapat dilihat pada gambar 3.28.



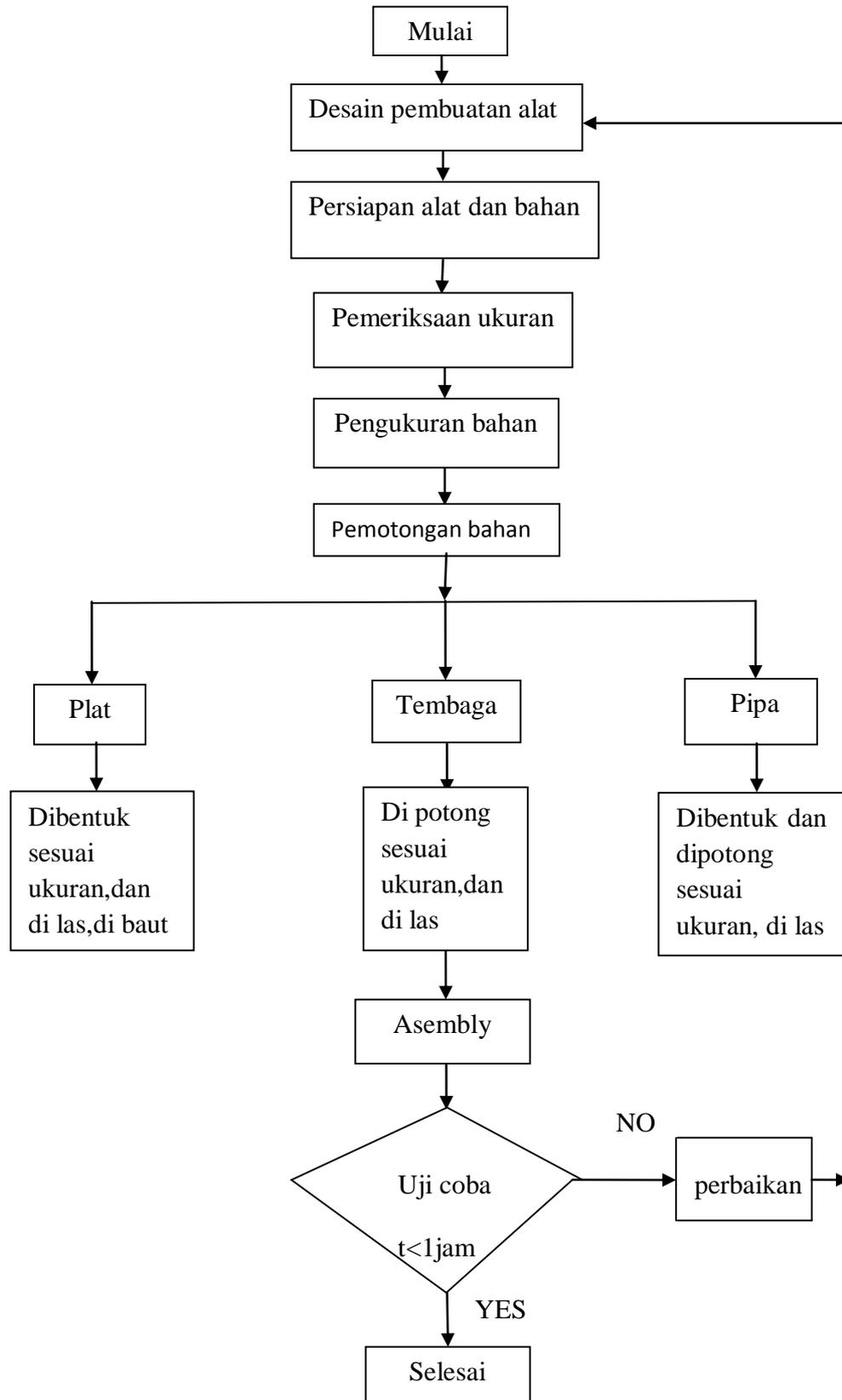
Gambar 3.28 pembuatan rigip pada evaporator

11. Kemudian hasil pembuatan evaporator pada mesin es telah selesai. Untuk lebih jelasnya mengenai hasil akhir evaporator pada es kubus dapat dilihat pada gambar 3.29.



Gambar 3.29 Hasil Akhir Evaporator Pada Es Kubus setelah diuji

3.5 Diagram Alir Proses Pembuat



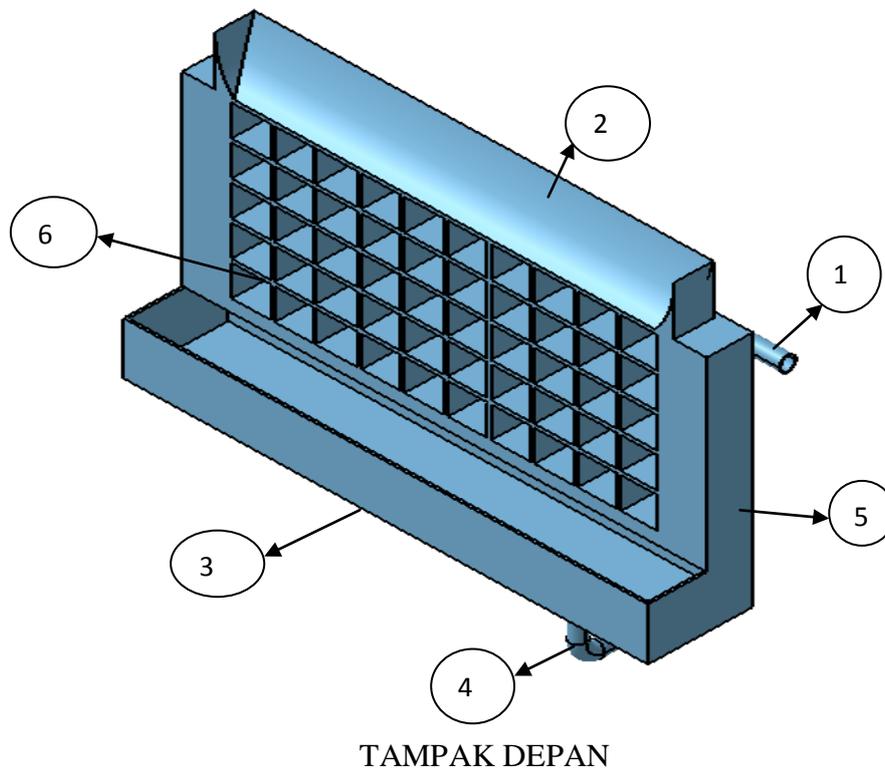
Gambar 3.30 Diagram Alir Proses Pembuatan

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Konstruksi Pembuatan Evaporator Mesin Kubus Es

4.1.1 Konstruksi evaporator



Keterangan :

1.Pipa evaporator

4.Pipa sirkulasi air

2.Tempat air mengalir

5.Tempat dudukan baut

3.Tempat penampungan air

6.Cetakan es

Gambar 4.1 konstruksi evaporator

Hasil Pembuatan evaporator Pada Mesin Kubus Es

1. Evaporator ini sebuah alat yang sangat dibutuhkan dalam mesin es pendingin, dimana evaporator ini di buat dari pipa tembaga, dimana evaporator berfungsi sebagai mengubah larutan dari bentuk cair menjadi uap. sebagai berikut total pipa evaporator.

total keseluruhan panjang pipa evaporator : 720 mm,

sudut dalam : 17,3 mm

sudut luar : 180°

lebar keseluruhan evaporator : 132,7 mm

lebih jelasnya mengenai evaporator dapat dilihat pada gambar 4.2.



Gambar 4.2 hasil evaporator pada saat dibuat

2. Gunting untuk memotong atau membentuk plat tembaga yang akan di pakai untuk membuat evaporator, yang nanti setelah dipotong akan di tekuk setiap sudutnya dengan mesin penekuk plat, bisa dilihat pada gambar 4.3.



Gambar 4.3 pengguntingan plat tembaga

3. Pengepresan dan pengelasan pipa tembaga terhadap plat tembaga tersebut. dimana bertujuan untuk supaya rongga permukaan pipa tembaga tersebut menjadi meluas dan tujuan pengelasan pipa tembaga terhadap plat supaya tidak terjadi pergeser pada pipa tembaga. lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 4.4.



Gambar 4.4 pengepresan dan pengelasan pipa tembaga pada plat

4. Hasil cetakan es batu yang terbuat dari plat tembaga alasan untuk memilih bahan tembaga karena tembaga tidak mudah korosi atau karatan, yang dimana mempunyai ukuran panjang 30 cm, lebar 15 cm, dan tiap kotak 3x3 cm. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 4.5.



Gambar 4.5 Cetakan es batu

5. Penekukan plat tembaga yang mana alat penekuk plat terbuat dari bahan baja oleh karena itu jadi bisa mempermudah pekerjaan, pada saat melakukan penekukan harus hati-hati dan tidak boleh main-main kalau tidak bisa membahayakan diri kita. Sebelum penekukan dimulai memastikan ukuran yang akan ditebuk apakah sudah sesuai yang akan diinginkan. Lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 4.6.



Gambar 4.6 hasil penekukan plat

4.1.2 Pemilihan Konsep Desain

Metode pemilihan konsep desain instrumen ini menggunakan konsep *Weighted Decision Matrix*, seperti di jelaskan pada tabel di bawah ini.

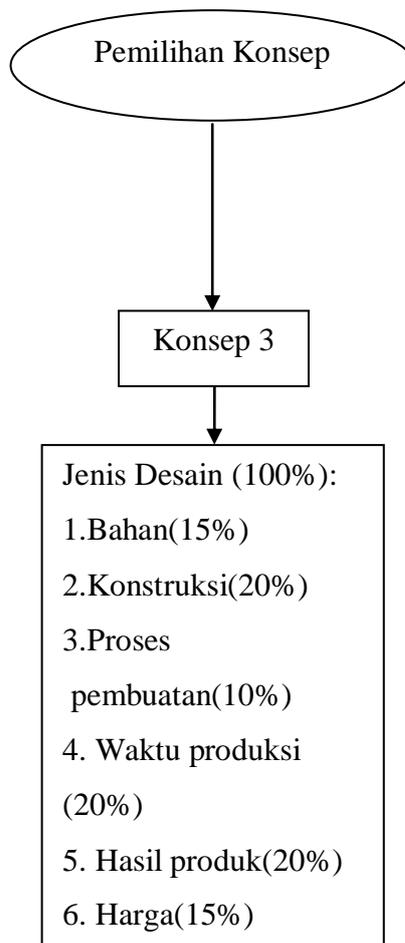
Tabel 4.1 Pemilihan Konsep Desain (Fil Sulustri, 2015)

Jenis design	Konsep 3		
	Skor	Pemberat	Nilai
Bahan	9	0.15	1.35
Konstruksi	7	0.2	1.4
Proses pembuatan	9	0.1	0.9
Waktu Produksi	7	0.2	1.4
Hasil Produk	9	0.2	1.8
Harga	7	0.15	1.05
Jumlah			7.9

Keterangan skor:

- a) angka 3 artinya adalah: tidak baik
- b) angka 5 artinya adalah: cukup baik
- c) angka 7 artinya adalah: baik
- d) angka 9 artinya adalah: sangat baik

4.1.3 Uraian pemilihan konsep



Gambar 4.7 pemilihan konsep

Untuk menentukan nilai dari tabel 4.1 konsep desain di dapat dari hasil skor di kali dengan hasil persentase dari jenis-jenis desain, contoh nya pada desain 1 hasil skor untuk jenis desain pada bahan sebesar 5, maka untuk mendapatkan hasil nilai nya ialah $7 \times 15\% = \frac{105}{100} = 1.05$ Maka hasil nilai pada bahan adalah 1.05

Dari pemilihan konsep desain pada tabel 4.1 konsep desain yang telah dipilih untuk tugas akhir sarjana ini adalah konsep 3. Karena dihitung secara teoritis, jumlah konsep 3 lebih banyak, dari konsep 1 dan konsep 2.

4.1.4 Hasil Pembuatan Evaporator Mesin Kubus Es Berukuran Kecil

Untuk membuat mesin kubus es berukuran kecil ini memerlukan waktu kurang lebih 2 bulan, dalam proses pembuatan evaporator mesin kubus es ini menggunakan kondensor dan kompresor, dan untuk mengatur proses bekerja sistem pendingin pada evaporator melalui pipa kapiler. Adapun hasil dari pembuatan mesin kubus es berukuran kecil ini dapat di lihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 4.8 Hasil Pembuatan evaporator Mesin Kubus Es Berukuran Kecil.

4.2 Menghitung Putaran Pada Motor

Untuk mengetahui kecepatan putaran motor di perlukan beberapa spesifikasi yang telah dapat dari lapangan:

Frekuensi : 35 Hz

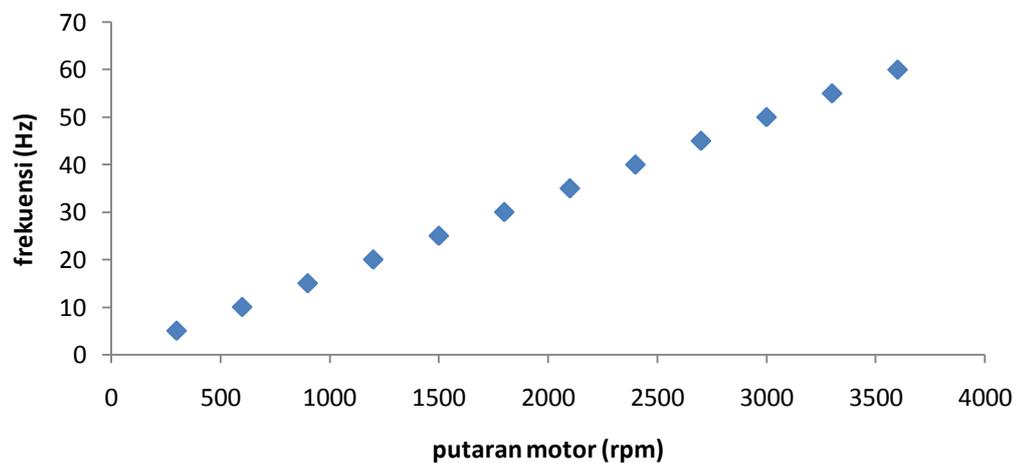
Jumlah kutub : 2

Maka dari data di atas dapat di hitung dngan menggunakan rumus:

$$ns = \frac{120 \cdot f}{p}$$

$$ns = \frac{120 \cdot 35}{2}$$

$$ns = 2100rpm$$



Gambar 4.9 grafik perbandingan putaran motor terhadap frekuensi

Jika frekuensi yang diberikan semakin besar maka putaran pun semakin besar akan dihasilkan. misalkan Dengan 5 frekuensi dihasilkan maka putaran

motor 300 rpm, frekuensi 10 putaran motor 600 rpm, frekuensi 15 putaran motor 900 rpm, frekuensi 20 putaran motor 1200 rpm, frekuensi 25 putaran motor 1500 rpm, frekuensi 30 putaran motor 1800 rpm. Dari grafik 4.7 dapat disimpulkan bahwa semakin besar frekuensi yang diberikan pada motor maka semakin besar putaran yang dihasilkan.

4.3 Menghitung volume kubus

Untuk mencari volume kubus dapat di hitung dengan frekuensi 3cm x 3cm x 3cm, menggunakan rumus:

$$(V = S \times S \times S)$$

- Volume kubus = 3^3 cm
= 27cm

- 1 kubus = 27 cm
50 kubus = 27 x 50

$$V = 1350 \text{ cm}^3 = 0,00135 \text{ m}^3$$

- $1000 \text{ kg/m}^3 = \frac{0,00135 \text{ m}^3}{0,00135 \text{ m}^3}$
 $M = 0,00135 \text{ m}^3 \times 1000 \text{ kg/m}^3$
= 1,35kg

Per jam = 1,35kg

Per hari = 1,35kg x 1 hari (24 jam)

$$= 32,4 \text{ kg/hari}$$

4.4 Biaya Pembuatan Evaporator Mesin Kubus Es Berukuran Kecil

Adapun biaya pembuatan evaporator mesin es kubus berukuran kecil dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 4.2 Biaya Pembuatan Evaporator Mesin Kubus Es Berukuran Kecil.

No	Jumlah Dan Jenis Material	Jumlah Harga
1	Kompresor ½ pk	Rp500.000
2	Kondensor	Rp500.000
3	Fan Motor + Kipas	Rp250.000
4	Kawat Las 10 Batang	Rp100.000
5	Kapiler 0,36 = 2 Meter	Rp10.000
6	Kapiler 0,31 = 2 Meter	Rp10.000
7	Filter Kulkas	Rp8.000
8	Pipa Tembaga + 0,61 Diameter 3/8	Rp500.000
9	Plat Tembaga 0,8mm	Rp600.000
10	Stainless 0,4mm	Rp40.000
11	Rigib 2 Kg	Rp140.000
12	Wadah tempat tampungan es bekas	Rp10.000
13	Pintil 5 Buah	Rp25.000
14	Freon R 404 2 kg	Rp240.000
15	Heater	Rp25.000
16	Cat	Rp22.000
17	Mata Gerinda	Rp10.000
18	Plat Stainless Bekas	Rp40.000
19	Besi Galfalum Bekas	Rp20.000
20	Besi Siku Baru	Rp35.000
21	Kertas Pasir + Kawat Las	Rp18.000
22	Alat Pemetong Pipa	Rp28.000
23	Kikir	Rp12.000
24	Baut	Rp10.000
25	Las	Rp10.000
26	Superlon	Rp20.000
27	Baut 12	Rp5.000
28	Plat Besi 3mm Bekas	Rp15.000
29	Tiner	Rp15.000
30	Mur 10mm	Rp5.000

31	Baut 10mm	Rp7.000
32	Besi siku Tebal 3mm	Rp60.000
33	Selang Air	Rp15.000
34	Galon Air	Rp22.500
35	Defrsoss	Rp25.000
36	Thermostat	Rp50.000
37	Omron	Rp90.000
38	Baut Skrup	Rp10.000
39	Tutup Pipa Air 2 Buah	Rp10.000
40	Pipa Air Paralon	Rp20.000
41	Lem Besi	Rp5.000
42	Selenoid Valve	Rp200.000
43	Pompa Air	Rp35.000
44	Kabel	Rp20.000
45	Soket Omron	Rp20.000
	Jumlah	Rp3.812.500

Dari tabel 4.2 dapat di simpulkan bahwa pembuatan Evaporator pada mesin kubus es berukuran kecil berinstrumentasi memerlukan biaya sebesar Rp. 3.812.500 Untuk proses pembuatannya kurang lebih 1 bulan dari pembelian material hingga pengujian alat, jika mesin kubus es berukuran kecil ini dijual penulis memberi harga sebesar Rp. 8.000.000

4.6. Spesifikasi Mesin Kubus Es Berukuran Kecil



Gambar 4.10 Mesin Kubus Es Berukuran Kecil

Tabel 4.3 Spesifikasi Mesin

MODEL	SATUAN	UKURAN	TYPE
Mesin			
Kompresor	Pk	1/2	-
Panjang Pipa Evaporator	cm	28	Plat Tembaga
Tebal Pipa	mm	0,5	Plat Tembaga
Diameter Pipa	inch	1/2	Plat Tembaga
Sudut Pipa	derajat	180	Plat Tembaga
Jumlah Batang	buah	5	-
Tebal Plat Cetakan	mm	0,8	Plat Stainless
Diameter Kapiler	mm	0,36	Tembaga
Tebal Rigib	cm	5	-
Fan Motor	watt	120	-
Freon	-	R 404	-
Filter	-	1 holl	-
Waktu Pembekuan			
½ Pk (R 404)	jam	3	-
¼ Pk (R 134a)	jam	4,5	-

Dimensi Dudukan Evaporator			
Tinggi Evaporator	cm	33,5	Plat Tembaga
Lebar Evaporator	cm	3,5	Plat Tembaga
Dimensi Rangka Mesin			
Tinggi Tiang Dudukan Mesin	cm	30	Plat Besi Siku
Lebar Dudukan Mesin	cm	51	Plat Besi Siku
Dudukan Alas Mesin			
Lebar Alas Dudukan	cm	51	Galpalum
Panjang Alas Dudukan	cm	52	Galpalum

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Setelah dilakukan pembahasan pada pembuatan evaporator pada mesin kubus es berukuran kecil, maka hasil yang dapat diterima sesuai dengan yang direncanakan adalah sebagai berikut :

- a. Proses pembuatan dilakukan dengan beberapa tahapan yaitu :
 - Pembuatan rancangan gambar dan ukuran
 - Mempersiapkan bahan dan peralatan yang dibutuhkan
 - Proses pembuatan evaporator
 - Pengukuran pipa tembaga dan pemotongan pipa tembaga
 - Pengukuran plat tembaga dan pemotongan plat tembaga
 - Pembuatan meja kerja
 - Perakitan (*assembly*)
- b. Bahwa alat yang telah dibuat dapat dipergunakan untuk pembuatan mesin kubus es berukuran kecil dan berkerja dengan maksimal seperti di tunjukan pada hasil pengujian.
- c. Pada pembuatan mesin kubus es berukuran kecil menggunakan evaporator, jadi pendinginan lancar sesuai dengan yang diinginkan.
- d. Ketebalan plat tembaga sangat berpengaruh pada proses pendinginan.

5.2 Saran

Adapun beberapa saran yang perlu di sampaikan oleh penulis ialah:

- a. Pada riset berikutnya penulis menyarankan mesin pembuat kubus es berukuran kecil ini di kembangkan lagi sesuai dengan perkembangan teknologi yang ada.

DAFTAR PUSTAKA

Anonim, 2008, Macam-macam Evaporator, 26 Juni 2010,
<http://www.risvan.com/evaporator.html>.

G.Takeshi Sato, N. Sugiarto Hartono. (2005) Menggambar Mesin Menurut Standar. ISO Jakarta.

Huhammad Sidik, Arif Lukman (2010) Pembuatan Evaporator Tipe Batch Untuk Memekatkan Larutan Larutan Warna Umpan Spray Dryer, Surakarta Jawa Tengah Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret.

J. David Viale, Dasar-Dasar Manufaktur. juli-2010.

<http://www.evaporator> dan prinsip kerjanya. januari-2015.co.id

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



Nama : Muhammad Mursin Tambunan
NPM : 1307230083
Tempat/ Tanggal Lahir : Bulupayung, 27 juli 1994
Jenis Kelamin : Laki-laki
Agama : Islam
Status : Belum Kawin
Alamat : Dusun Bulupayung
 Kel/Desa : Luat Lombang
 Kecamatan : Sipirok
 Kabupaten : Tapanuli Selatan
 Provinsi : Sumatra Utara
Nomor HP : 085370975155
Nama Orang Tua
 Ayah : Tambun Tambunan
 Ibu : Rosita Siahaan

PENDIDIKAN FORMAL

2002-2007 : SD Negri No. 104160 Bulupayung Sipirok, Tapanuli Selatan
2007-2010 : MTS. Baharuddin
2010-2013 : SMK Negri 1 Sipirok
2012-2017 : Mengikuti Pendidikan S1 Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara