

TUGAS SARJANA
KONSTRUKSI DAN MANUFAKTUR
PEMBUATAN MESIN 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 :

NAMA : SATRIA NANDA

NPM : 1307230076



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

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

Disusun Oleh :

SATRIA NANDA
1307230076

Diperiksa dan Disetujui Oleh :

Pembimbing – I

Pembimbing – II

(Dr. Eng, Rakhmad Arief Siregar)

(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

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

Disusun Oleh :

SATRIA NANDA
1307230076

Telah diperiksa dan diperbaiki
Pada seminar tanggal 5 Oktober 2017

Disetujui Oleh :

Pembanding – I

Pembanding – II

(H. Muharnif M. S.T., M.Sc)

(Munawar A Siregar, S.T., M.T)

Diketahui oleh :

Ka. Program Studi Teknik Mesin

(Affandi, ST)

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



**MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI MUHAMMADIYAH
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN**

Pusat Administrasi: Jalan Kapten Mukhtar Basri No.3 Telp. (061) 6611233 – 6624567 –
6622400 – 6610450 – 6619056 Fax. (061) 6625474 Medan 20238
Website : <http://www.umsu.ac.id>

Bila menjawab surat ini agar disebutkan nomor dan tanggalnya

**DAFTAR SPESIFIKASI
TUGAS SARJANA**

Nama Mahasiswa : Satria Nanda
NPM : 1307230076
Semester : IX (Sembilan)
SPESIFIKASI : PEMBUATAN MESIN KUBUS ES BERUKURAN KECIL

Diberikan Tanggal : 15 Juli 2017
Selesai Tanggal : 25 September 2017
Asistensi : 1 Minggu Sekali
Tempat Asistensi : Kampus UMSU

Medan, 25 September 2017

Diketahui oleh :

Ka. Program Studi Teknik Mesin

Dosen Pembimbing – I

(Affandi, S.T)

(Dr. Eng. Rakhmad Arief Siregar)



**MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI MUHAMMADIYAH
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN**

Pusat Administrasi: Jalan Kapten Mukhtar Basri No.3 Telp. (061) 6611233 – 6624567 –
6622400 – 6610450 – 6619056 Fax. (061) 6625474 Medan 20238
Website : <http://www.umsu.ac.id>

Bila menjawab surat ini agar disebutkan nomor dan tanggalnya

**DAFTAR HADIR ASISTENSI
TUGAS SARJANA**

**NAMA: Satria Nanda PEMBIMBING I : Dr. Eng. Rakhmad Arief Siregar
NPM : 1307230076 PEMBIMBING II : Sudirman Lubis S.T.,M.T**

NO	Hari / Tanggal	Uraian	Paraf

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS SARJANA

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Satria Nanda
Tempat/Tgl Lahir : Emplasment Pabatu, 28 Oktober 1995
NPM : 1307230076
Bidang Keahlian : Konstruksi Dan Teknik 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 MESIN 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 orisinil 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,

SATRIA NANDA

ABSTRAK

Kebutuhan es batu dari waktu ke waktu semakin meningkat, seperti meningkatnya kebutuhan alat pendingin didalam rumah tangga. Dalam kehidupan sehari-hari terutama dalam rumah tangga elektronik sangat berperan dalam memenuhi kebutuhan manusia. Seperti contoh nya refrigator tipe ice o matic yang menghasilkan es kubus dengan cepat. Kekuatan pengelasan pada setiap sambungan sangat diperhitungkan guna mendukung keawetan dari mesin tersebut dalam jangka panjang. Pada proses pembuatan ini rencanakan akan menggunakan pengelasan pada pembuatan rangka, dan setiap dudukan-dudukan komponennya. Hal ini diharapkan mampu memberikan solusi terhadap kebutuhan es batu pada masyarakat dan kebutuhan rumah tangga.

Kata Kunci : *Pembuatan, Kubus Es, Pengelasan*

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 Mesin 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 Ramli Noor dan Ibunda Nursiah Harahap 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 Dr.Eng.Rakhmad Arief Siregar selaku Dosen Pembimbing I
3. Bapak Sudirman Lubis, S.T., M.T selaku Dosen Pembimbing II.
4. Bapak H Muharnif M S.T, M.Sc selaku Dosen Pembimbing I.
5. Bapak Munawar Alfansury Siregar 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 Khairul Umurani, S.T., M.T. selaku Wakil Dekan III Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
8. Bapak Affandi, S.T. selaku Ketua Prodi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
9. Bapak Chandra A Siregar, S.T. selaku Sekretaris Prodi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
10. Keluarga besar Lab Teknik Mesin UMSU yang telah memberikan dukungan, semangat dan do'a yang tulus baik secara moril maupun materil kepada penulis.
11. Adinda Nanda Lestari yang telah memberikan dukungan, semangat dan doa yang tulus selama ini.

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,Oktober 2017

Penulis

SATRIA NANDA
1307230076

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
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Pembuatan	2
1.5 Manfaat Pembuatan	3
1.6 Sistematika Penulisan	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Rancang Bangun	5
2.2 Teori Mesin Pendingin	5
2.3 Fungsi Mesin Pendingin	6
2.4 Gaya, Resultan Gaya, Momen & Tumpuan	6
2.4.1 Gaya	7
2.4.2 Momen	8
2.4.3 Tumpuan	9
2.5 Bahan Yang Digunakan	11
2.5.1 Besi	11
2.5.2 Tembaga	12
2.5.3 Stainless Steel	14
2.6 Peralatan Yang Digunakan	15
2.6.1 Mesin Las	15
2.6.2 Macam-macam Kampu Las	20
2.6.3 Mesin Gerinda Tangan	23
2.6.4 Mesin Bor Tangan	26
2.6.5 Mur dan Baut	28
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	31
3.1. Tempat & Waktu	31
3.2. Alat dan Bahan Yang Digunakan	32
3.3. Diagram Alir	36

3.4. Metode Pembuatan	38
3.5. Prosedur Pengujian Mesin Kubus Es	40
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	41
4.1 Proses Perakitan Mesin Kubus Es	41
4.2 Hasil Pembuatan Mesin Kubus Es Berukuran Kecil	43
4.3 Hasil Analisa	44
4.4 Spesifikasi Rancangan Kubus Es Berukuran Kecil	52
4.5 Part List Jenis Dan Jumlah Sambungan	53
4.6 Biaya Pembuatan	54
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	55
5.1. Kesimpulan	55
5.2. Saran	55
DAFTAR PUSTAKA	
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Gaya	4
Gambar 2.2. Resultan Gaya	4
Gambar 2.3. Momen	5
Gambar 2.4. Tumpuan	5
Gambar 2.5. Tumpuan Sendi	6
Gambar 2.6. Tumpuan Rol	6
Gambar 2.7. Tumpuan Jepit	7
Gambar 2.8. Besi	7
Gambar 2.9. Tembaga	8
Gambar 2.10. Stainless Steel	11
Gambar 2.11. Mesin Las	13
Gambar 2.12. Skema Gambar Busur	13
Gambar 2.13. Kampuh Las	18
Gambar 2.14. Gerinda Tangan	20
Gambar 2.15. Mesin Bor Tangan	23
Gambar 2.16. Mur dan Baut	24
Gambar 2.17. Tipe Mur dan Baut	24
Gambar 2.18. Nama Baut	25
Gambar 2.19. Spesifikasi Pengerasan Baut	25
Gambar 3.1. Gerinda Tangan	33
Gambar 3.2. Bor Tangan	33
Gambar 3.3. Mesin Las	34
Gambar 3.4. Flaring Tools	34
Gambar 3.5. Diagram Alir	35
Gambar 4.1. Pembuatan Rangka	41
Gambar 4.2. Pembuatan Saluran Air	41
Gambar 4.3. Hasil Perakitan Kompresor Dengan Kondensor	42
Gambar 4.4. Proses Pengisian Refrigerant	42
Gambar 4.5. Hasil Pembuatan Kubus Es Berukuran Kecil	43

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Variasi Diameter Elektroda Dan Besar Arus Pengelasan	16
Tabel 2.2 Spesifikasi Pengerasan Baut	26
Tabel 4.1 Sifat Mekanis Struktur Besi	45
Tabel 4.2 Spesifikasi Rancangan	46
Tabel 4.3 Part List Rakitan	47
Tabel 4.4 Part List Komponen Beli	48
Tabel 4.5 Biaya Pembuatan	48

DAFTAR SIMBOL

ρ	= Massa Jenis (Kg/m ³)
F	= Beban Tarikan Patah (Kg)
L	= Panjang Kaki Las (mm)
n	= Jumlah Sambungan Sudut
h	= Ukuran Sudut (mm)
v	= Volume (cm ³)

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kebutuhan es batu dari waktu ke waktu semakin meningkat, seperti meningkatnya kebutuhan alat pendingin didalam rumah tangga. Dalam kehidupan sehari-hari terutama dalam rumah tangga elektronik sangat berperan dalam memenuhi kebutuhan manusia. Seperti contoh nya refrigator tipe *ice o matic* yang menghasilkan es kubus dengan cepat. Namun kulkas tipe *ice o matic* ini biasa digunakan di era industrial seperti restoran,cafe, dan lain-lain. Mengingat *ice o matic* yang harga nya cukup mahal mengakibatkan konsumen menengah kebawah seperti kebutuhan rumah tangga tidak dapat membelinya.

Untuk mengatasi permasalahan diatas, salah satu alternatif untuk memenuhi kebutuhan masyarakat menengah kebawah adalah membuat mesin pembuat kubus yang menyerupai dengan mesin *ice o matic* dengan harga yang relatif murah dan lebih efisien untuk memenuhi kebutuhan rumah tangga. Mesin kubus es ini rencanakan akan dibangun dengan rancangan dan konsep yang telah dibuat oleh Erman Lubis.

Tentang mesin kubus es ini rencanakan akan menggunakan bahan-bahan bekas, besi-besi siku, tembaga, stainless steel, dan bahan-bahan lainnya. Pada proses pembuatan ini rencanakan akan menggunakan pengelasan pada pembuatan rangka, dan setiap dudukan-dudukan komponennya. Proses pembuatan mesin kubus ini sangat dibutuhkan kekuatan las yang memadai untuk menopang berat

dari komponen. Kekuatan pengelasan pada setiap sambungan sangat diperhitungkan guna mendukung keawetan dari mesin tersebut dalam jangka panjang. Hal ini diharapkan mampu memberikan solusi terhadap kebutuhan es batu pada masyarakat dan kebutuhan rumah tangga.

1.2 Rumusan Masalah

Didalam skripsi ini penulis merumuskan masalah perakitan mesin kubus es berukuran kecil sebagai berikut:

1. Guna mendukung kebutuhan rumah tangga maka dibuat mesin kubus es dengan harga yang relatif murah dan efisien dengan menggunakan barang bekas.
2. Untuk mengetahui kekuatan sambungan pada rangka.

1.3 Batasan Masalah

Karena luasnya permasalahan pada perakitan mesin kubus es berukuran kecil, penulis merasa perlu untuk membatasi masalah yang akan di bahas dalam lapran ini, mengingat keterbatasan waktu, tempat, kemampuan dan pengalaman.

Adapun batasan masalah dalam pembuatan konstruksi pada mesin pembuat kubus es berukuran kecil ini adalah sebagai berikut:

1. Membuat rangka mesin kubus es dengan ukuran 512 mm x 800 mm..
2. Kapasitas penampungan air 5000 ml.
3. Membuat dudukan komponen.

1.4 Tujuan Pembuatan

1.4.1 Tujuan Umum

Tujuan pembuatan ini adalah membangun konstruksi dari mesin pembuat kubus es berukuran kecil.

1.4.2 Tujuan Khusus

1. Untuk mengetahui kekuatan sambungan pengelasan pada rangka mesin kubus es.
2. Menghitung kekuatan sambungan las dengan posisi yang berbeda.
3. Guna mengetahui berapa biaya yang dibutuhkan dalam proses pembuatan.

1.5 Manfaat

Adapun manfaat dari rancang bangun mesin pembuat es berukuran kecil adalah sebagai berikut :

1. Sebagai sarana bagi masyarakat untuk melakukan pekerjaannya dalam membuat es batu.
2. Sebagai sarana untuk menambah ilmu pengetahuan dan wawasan bagi penulis mengenai pembuatan mesin pembuat es kubus berukuran kecil.
3. Sebagai bahan acuan dalam pengembangan selanjutnya pembuatan mesin pembuat es kubus berukuran kecil.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan tugas akhir ini berdasarkan format yang telah ditentukan yang diawali pada lembar pengesahan, lembar asistensi, kata pengantar, daftar isi, daftar tabel, daftar gambar, abstraksi. Bab 1 berisikan pendahuluan, dimana pada bab ini akan membahas tentang latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, sistematika penulisan. Bab 2 Berisikan tinjauan pustaka, dimana pada bab ini membahas tentang pengertian rancang bangun, sejarah mesin pembuat es kubus, dasar teori mesin pembuat es kubus, perencanaan mesin pembuat es kubus. Bab 3 berisikan metodologi rancang bangun, dimana pada bab ini akan membahas

tempat dan waktu, perancangan mesin pembuat es kubus berukuran kecil, pembuatan mesin pembuat es kubus berukuran kecil. Bab 4 berisikan hasil dan pembahasan, dimana pada bab ini akan membahas hasil dari rancang bangun yang dilakukan. Bab 5 berisikan kesimpulan dan saran, dimana pada bab ini akan membahas kesimpulan dari hasil rancang bangun yang dilakukan oleh penulis dan saran bagi peneliti lebih lanjut untuk penyempurnaan alat ini.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Rancang Bangun

Rancang bangun merupakan serangkaian prosedur untuk menerjemahkan hasil analisa dari sebuah sistem untuk mendeskripsikan dengan detail bagaimana komponen-komponen diimplementasikan (Pressman, 2002)

Rancang bangun adalah penganalisan terhadap suatu produk dan menerapkan analisa suatu rancangan tersebut dalam sebuah produk yang dibangun atau diproduksi.

Kegiatan merancang sering disamakan dengan kegiatan mendesain (design). Menurut siklus (Wikipedia dalam Purwiningtyas, 2006) kata design berasal dari bahasa latin *Designare* yang artinya *to designate* yaitu menunjuk, menandai, atau *marking out*. Kata design memiliki beberapa definisi, salah satu yang paling sesuai adalah *to outline* yang berarti menggambar atau mensketsa, membuat plot atau merencanakan, sebagai aksi atau kerja. Sedangkan *engineering design* didefinisikan sebagai proses pengaplikasian dari beberapa macam prinsip teknik dan sains, bertujuan untuk menentukan bentuk suatu alat, suatu proses, atau suatu sistem dengan cara yang cukup detail untuk menjadikannya terwujud menjadi realitas atau direalisasikan.

2.2. Teori Mesin Pendingin

Pembuatan mesin kubus es ini menggunakan metode sistem refrigrasi kompresi (J Roy Dossat, 1984) dimana sistem ini paling banyak digunakan pada

mesin-mesin pendingin, karena memiliki komponen yang sederhana apabila dibandingkan dengan sistem refrigrasi yang lain.

Secara umum refrigrasi didefenisikan sebagai suatu proses perpindahan kalor. Namun lebih khusus lagi, refrigrasi didefenisikan sebagian dari ilmu pengetahuan yang berfungsi untuk pengkondisian temperature dibawah temperature ruangan.

Mesin pendingin adalah mesin konversi energi yang dipakai untuk memindahkan kalor dari reservoir panas temperatur tinggi menuju reservoir panas yang bertemperatur lebih tinggi dengan menambahkan kerja kalor dari luar. Secara jelasnya, mesin pendingin merupakan peralatan yang digunakan dalam proses pendinginan suatu materi (fluida) sehingga mencapai temperatur dan kelembaban yang diinginkan dengan jalan menyerap panas (kalor).

2.3. Fungsi Mesin Pendingin

Secara umum mesin pendingin mempunyai fungsi sebagai berikut, yaitu :

1. Menjaga temperatur udara yang berada pada suatu ruangan.
2. Menyimpan bahan makanan atau sayuran agar tidak dapat busuk dan selalu segar (*fresh*).
3. Menyerap kalor yang ada pada suatu ruangan.

2.4. Gaya, Resultan Gaya, Momen & Tumpuan

Sebuah konstruksi dibuat dengan ukuran-ukuran fisik tertentu haruslah mampu menahan gaya-gaya yang bekerja dan konstruksi tersebut harus kokoh

sehingga tidak hancur dan rusak. Konstruksi dikatakan kokoh apabila konstruksi tersebut dalam keadaan stabil, kestabilan tersebut akan terjadi bila gaya-gaya yang bekerja pada konstruksi dalam arah vertical dan horizontal saling menghilangkan atau sama dengan nol, demikian dengan momen-momen yg bekerja pada konstruksi tersebut pada setiap titik kumpul saling menghilangkan atau sama dengan nol (Pramono, 2009).

Dalam analisa struktur terdapat metode penyelesaian dengan statis tertentu dan metode statis tak tentu. Pada metode statis tertentu berlaku prinsip berlaku prinsip gaya-gaya dalam arah vertical dan horizontal dan keseimbangan momen pada tumpuan dan dapat dinyatakan sebagai berikut :

- $\sum K_v = 0$
- $\sum K_h = 0$
- $\sum M = 0$

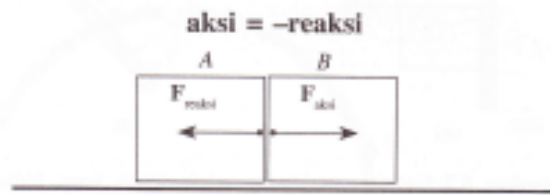
K_v = Gaya Vertikal

K_h = Gaya Horizontal

M = Momen

2.4.1 Gaya

Gaya merupakan kekuatan yg dapat membuat benda dalam keadaan diam menjadi bergerak. Gaya biasa dilambangkan sebagai besaran yang mempunyai arah dan digambarkan dalam ilmu fisika seperti vector. Contohnya apabila pada sebuah benda dikerjakan pada sebuah gaya baik diangkat, ditarik atau didorong maka akan ada perlawanan terhadap gaya tersebut dan gaya perlawanan tersebut disebut dengan reaksi. Satuan untuk gaya ialah (Newton, Kg , Ton).

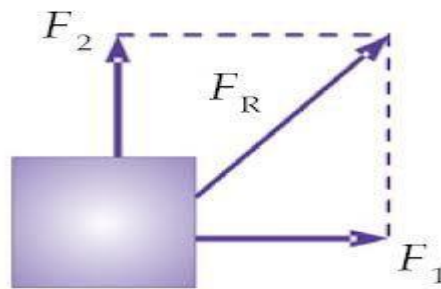


Gambar 2.1 Gaya (Egi Giandara, 2014)

A. Resultan gaya

Apabila ada 2 buah gaya atau lebih bekerja pada sebuah benda maka dapat dilakukan penggabungan gaya-gaya tersebut yang disebut Resultan Gaya (R).

Satuan untuk gaya ialah (Newton, Kg , Ton).



Gambar 2.2 Resultan Gaya (Egi Giandara, 2014)

F_1 = Gaya 1

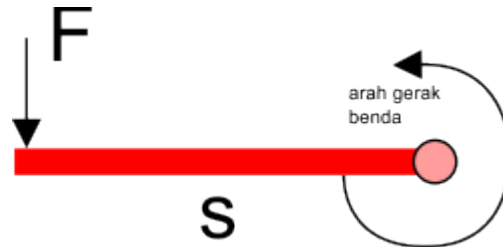
F_2 = Gaya 2

FR = Resultan Gaya

2.4.2 Momen

Momen terjadi apabila sebuah gaya bekerja mempunyai jarak tertentu dari titik yang akan menahan momen tersebut dan besarnya momen tersebut adalah

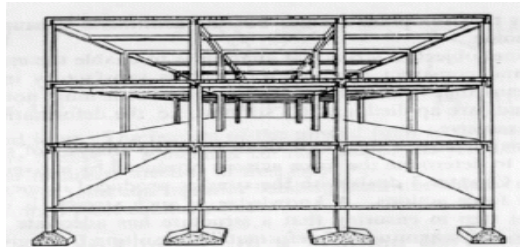
besarnya yang dikalikan dengan jaraknya. Satuan untuk momen ialah (N/m, Kg/m, Kg/cm, Ton/m,).



Gambar 2.3 Momen (Egi Giandara, 2014)

2.4.3 Tumpuan

Tumpuan ialah tempat perletakan konstruksi atau dukungan bagi konstruksi dalam meneruskan gaya-gaya yang bekerja ke pondasi (Ir. Jac. STOLK dan ir. C. KROS, 1981).



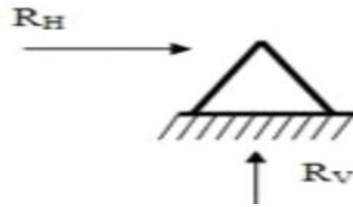
Gambar 2.4 Tumpuan (Egi Giandara, 2014)

Dalam ilmu analisa struktur dikenal 3 jenis tumpuan yaitu tumpuan sendi, tumpuan rol dan tumpuan jepit.

a. Tumpuan Sendi

Tumpuan sendi sering disebut juga sebagai tumpuan engsel, karena cara kerjanya mirip dengan engsel. Tumpuan mampu memberikan reaksi

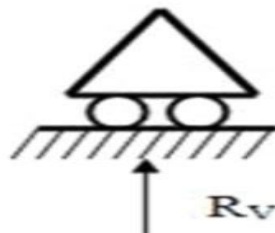
gaya horizontal dan vertikal, artinya tumpuan sendi dapat menahan gaya vertikal maupun gaya horizontal dan tidak dapat menahan momen.



Gambar 2.5 Tumpuan Sendi (Egi Giandara, 2014)

b. Tumpuan Rol

Tumpuan rol adalah tumpuan yang dapat bergeser ke arah horizontal sehingga tumpuan ini tidak dapat menahan gaya horizontal. Pada tumpuan rol terdapat roda yang dapat bergeser yang gunanya untuk mengakomodir pemuaian pada konstruksi sehingga konstruksi tidak rusak. Tumpuan rol hanya mampu memberikan reaksi arah vertikal saja, artinya tumpuan rol hanya bias menahan gaya secara vertikal saja dan tidak bias menahan gaya horizontal dan momen.

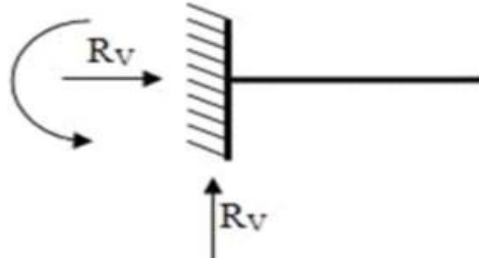


Gambar 2.6 Tumpuan Rol (Egi Giandara, 2014)

a. Tumpuan Jepit

Tumpuan jepit ialah merupakan tumpuan berupa balok yang terjepit pada tiang atau kolom. Pada tumpuan ini mampu memberikan reaksi terhadap

gaya vertikal, horizontal bahkan mampu memberikan reaksi terhadap putaran momen.



Gambar 2.7 Tumpuan Jepit (Egi Giandara, 2014)

2.5 Bahan Yang Digunakan

2.5.1 Besi

Besi diolah dari biji besi, tingkat pertama ialah mereduksi biji besi itu menjadi logam besi. Bahwa antara baja dan besi adalah terletak pada kadar carbonnya.

Ciri – ciri dan sifat besi :

1. Kelimpahan besi dikulit bumi cukup besar.
2. Pengolahannya relative mudah dan murah.
3. Besi mempunyai sifat–sifat menguntungkan dan mudah dimodifikasi.



Gambar 2.8 Besi

Salah satu kelemahan besi adalah mudah korosi. Korosi menimbulkan banyak kerugian karena mengurangi umur pakai berbagai barang atau bangunan yang menggunakan besi dan baja.

AISI-SAE 1045 menunjukkan kadar karbon 0,45 %.

2.5.2 Tembaga



Gambar 2.9 Tembaga

Berlambang Cu pada tabel periodik, tembaga merupakan sebuah unsur kimia yang bernomor atom 29 dan lambang tersebut diambil dari bahasa Latin Cuprum. Unsur kimia satu ini dikenal sebagai sebuah konduktor listrik dan panas yang baik dengan korosi yang termasuk sangat cepat. Bersifat lunak dan halus dengan warna permukaannya yang jingga agak merah. Penting juga untuk diketahui bahwa ion tembaga bisa larut di dalam air dan memiliki fungsi sebagai agen anti bakteri, bahan tambahan kayu, serta fungsi dengan konsentrasinya yang tinggi. Ketika jumlahnya sedikit, maka tembaga dikenal sebagai unsur kimia yang tak boleh dilewatkan oleh setiap manusia, bahkan juga oleh tanaman bertingkat rendah. Tembaga pun ada di dalam setiap tubuh manusia dan dapat dijumpai di organ ginjal, jantung, usus, hati serta otak. Secara industri sebagian besar penggunaan tembaga dipakai sebagai kawat atau bahan untuk penukar panas

dalam memanfaatkan hantaran listrik dan panasnya yang baik. Tembaga murni untuk keperluan industri dicairkan dari tembaga yang diproses dengan elektrolisis dan diklasifikasikan menjadi 3 macam menurut kadar oksigen dan cara oksidasinya (Tata Surdia dan Shinroku Saito, 1992).

Karakteristik Tembaga

Setiap unsur kimia pasti memiliki karakteristik dan kini kita perlu melihat sedikit apa yang menjadi karakteristik dari tembaga, seperti di bawah ini:

1. Keberadaan

Dengan konsentrasi mencapai 50 bagian setiap juta atau ppm, tembaga terdapat di kerak bumi dan diketahui pula disintesis pada bintang masif, meski terkadang juga dijumpai berupa mineral atau tembaga natif, yaitu dalam bentuk tembaga sulfida kalkosif dan kalkopirit, mineral tembaga oksida kuprit serta tembaga karbonat malakit dan azurit. Ditemukan di tahun 1857, massa tembaga murni tersebut adalah 420 ton dan penemuan ini ada di Amerika Serikat, tepatnya di Semenanjung Keweenaw di area Michigan.

2. Kimia

Dengan air, tembaga tak mengeluarkan reaksi apapun, tapi reaksi akan dikeluarkan secara perlahan dengan oksigen dari udara yang membentuk lapisan tembaga oksida berwarna coklat dan hitam. Korosi akan dihentikan oleh lapisan oksida yang intinya berbeda dari oksidasi besi oleh udara. Tembaga karbonat pada lapisannya mempunyai warna hijau dan kita dapat melihatnya dari sejumlah konstruksi dari tembaga yang usianya telah tua, ambil saja Patung Liberty

sebagai contoh. Tembaga sulfida terbentuk dari tembaga yang bereaksi dengan sulfida.

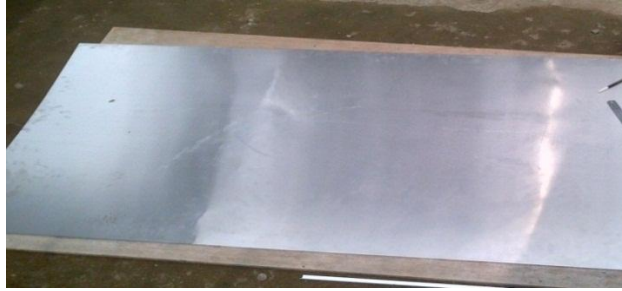
3. Fisik

Emas, perak, serta tembaga ada di unsur golongan 11 di bagian tabel periodik dan ketiganya memiliki sifat yang terbilang sama, yaitu terdapat sebuah elektron orbital-s di kulit atom d yang sifat konduktivitasnya begitu baik. Karena konduktivitas listrik cukup tinggi, hal ini kemudian dapat menjelaskan sifat lunak dari tembaga. Tembaga jugalah yang memiliki konduktivitas termal paling tinggi kedua dari seluruh logam murni di suhu kamar.

Tembaga pun merupakan 1 dari 4 logam yang memiliki keaslian warna selain perak atau abu-abu bersama dengan osmium yang kebiruan, dan emas serta sesium yang berwarna kuning. Apabila terjadi kontak antara tembaga dengan udara, maka warna tembaga murni akan menjadi merah keoranye-an serta berubah kemerahan.

2.5.3 Stainles Steel

Baja nirkarat atau baja tahan karat atau lebih dikenal dengan *stainless steel* adalah material yang mengandung senyawa besi dan setidaknya 10,5% kromium untuk mencegah proses korosi atau pengarat-an logam. Kemampuan tahan karat diperoleh dari terbentuknya lapisan film oksida kromium yang menghalangi proses oksidasi besi (Ferum).



Gambar 2.10 Stainles Steel

Karakteristik Stainless Steel

1. 12-14% kromium(Cr) dimana sifat mekanik bajanya sangat tergantung dari kandungan unsur karbon.
2. Baja dengan pengerasan lanjut, 10-12% Kromium (Cr), 0,12% Karbon dengan sedikit tambahan unsure-unsur Mo, V, Nb, Ni dengan kekuatan tekanan mencapai 927 Mpa dipergunakan untuk bilah turbin gas.
3. Baja kromium tinggi, 17%Cr, 2,5% Ni memiliki ketahanan korosi yang sangat tinggi, dipergunakan untuk poros pompa, katup dan fitting yang bekerja pada tekanan temperatur tinggi tetapi tidak cocok untuk kondisi asam.
4. Magnet tidak dapat menempel pada bahan *stainless steel*.

2.6. Peralatan Yang Digunakan

2.6.1 Mesin Las (Pengelasan)

Metode untuk bergabung dengan logam telah dikenal selama ribuan tahun, namun untuk sebagian besar periode ini satu-satunya bentuk pengelasan adalah menempa pengelasan oleh pandai besi. Sejumlah prinsip pengelasan yang sama sekali baru muncul pada akhir abad ke-19; Arus listrik yang memadai kemudian bisa dihasilkan untuk pengelasan resistan dan pengelasan busur. Pengelasan busur

awalnya dilakukan dengan menggunakan elektroda karbon, dikembangkan oleh Bernados, dan segera diikuti oleh penggunaan batang baja. Petenis Swedia Oskar Kjellberg membuat kemajuan penting saat ia mengembangkan dan mematenkan elektroda dilapisi. Hasil pengelasannya luar biasa dan membentuk fondasi perusahaan pengelasan ESAB.

Metode pengelasan lain yang juga dikembangkan pada saat itu adalah pengelasan gas. Penggunaan asetilena dan oksigen memungkinkan untuk menghasilkan suhu api yang relatif tinggi, 3100 ° C, yang lebih tinggi dari pada gas berbasis hidrokarbon lainnya.

Intensitas dari semua sumber panas ini memungkinkan panas dihasilkan, atau diaplikasikan pada, benda kerja lebih cepat daripada yang dilakukan jauh ke logam sekitarnya. Akibatnya, memungkinkan untuk menghasilkan kolam cair, yang membeku membentuk ikatan pemersatu antara bagian-bagian yang digabungkan (Weman Klass, 2003).

Las busur listrik atau yang biasa disebut SMAW (*Shield Metal Arch Welding*) merupakan jenis pengelasan yang menggunakan bahan tambah 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 :

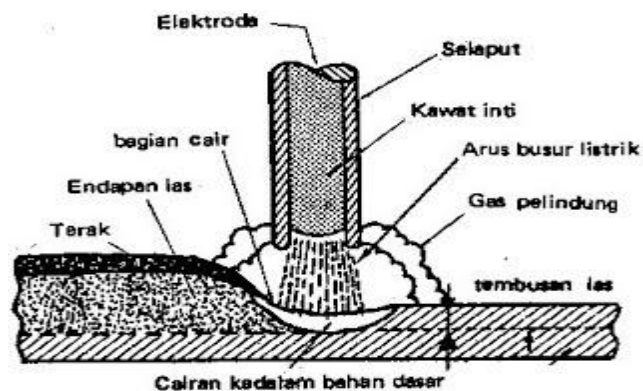
1. Benda padat tersebut dapat cair oleh panas.
2. Antara benda benda padat yang disambung tersebut terdapat kesesuaian sifat lasnya.
3. Untuk lebih jelasnya mengenai mesin las dapat dilihat pada gambar dibawah ini



Gambar 2.11 Mesin Las

Las yang digunakan adalah las busur listrik, yaitu energy masukan panas las busur listrik bersumber dari beberapa alternative diantaranya energy dari panas pembakaran gas, atau energy listrik.

Panas yang ditimbulkan dari hasil proses pengelasan ini melebihi dari titik lebur bahan dasar dan elektroda yang dilas. kisaran temperature yang dapat dicapai pada proses pengelasan ini mencapai 2000°C s.d 3000°C . Pada temperatur 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 dibawah ini :



Gambar 2.12 Skema Gambar Busur (teknikmesin.org, 2012)

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 nyala 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 mesin inilah yang digunakan untuk pembuatan alat ini.

Pada umumnya satu busur nyala terjadi karena arus listrik yang mengalir melalui dari elektroda ke benda kerja yang disebabkan adanya selisih tegangan antara elektroda ke benda kerja yang disebut 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 :

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

Tabel 2.1 Variasi Diameter Elektroda Dan Besar Arus Pengelasan (lihat tabel)

DIAMETER ELEKTRODA		BESAR ARUS
1/16 inchi	1,5 mm	20 s.d 40 Amper
5/64 inchi	2,0 mm	30 s.d 60 Amper
3/32 inchi	2,6 mm	40 s.d 80 Amper
1/8 inchi	3,2 mm	70 s.d 120 Amper
5/32 inchi	4,0 mm	120 s.d 170 Amper
3/16 inchi	4,8 mm	140 s.d 240 Amper
1/4 inchi	6,4 mm	200s.d 350 Amper

2.6.2 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 merekat kebenda 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 di inginkan
4. Posisi pengelasan

Kampuh las juga akan dibedakan menjadi 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 digunakan 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.

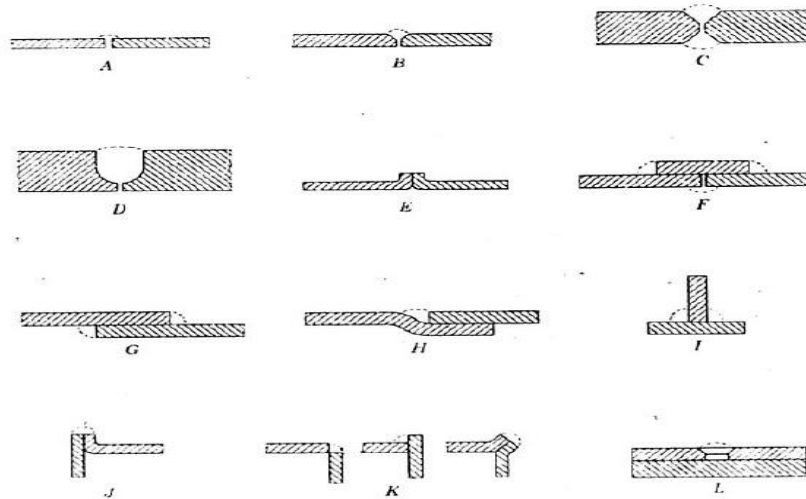
6. Kampuh “T”

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

- a. Kampuh setengah V
- b. Kampuh setengah U
- c. Kampuh K
- d. Kampuh U

- e. Las sudut
- f. Las sudut kepala sisi

Berikut gambar tentang jenis kampuh las :



Gambar 2.13 Kampuh Las (Bengkel Bangun, 2011)

Sebagai penampang berbahaya pada alas sudut di ambil bidang tegak lurus yang miring sehingga kekuatan las di tentukan ukuran a dan panjang las l . Untuk npanjang l boleh diperhitungkan panjang riri-rigi las termasuk kepala(pada permulaan) dan bawah akhir (di ujung). Jadi luas kerja las sudut yang diambil menjadi $a.l$

Ukuran a untuk las yang memikul gaya $\geq 3mm$ dan $8a$ atau $5mm$

Las kebanyakan dibuat sama kaki, jadi $AB=AC$.

Kampuh las dapat dibebani :

1. Semata-mata oleh gaya normal; umpamanya las tumpu ltegak lurus pada arah gaya.
2. Semata-mata oleh gaya melintang, umpamanya las sudut yang dibuat dalam arah gaya, pada alas ini, l harus $\leq 40a$ sebab pada alas sudut yang panjang gaya akan terbagi tidak merata pada panjangnya.

3. Oleh gaya normal dan gaya melintang sekaligus, dalam hal ini tegangan ideal harus diperhitungkan.
4. Besarnya konsentrasi tegangan yang terjadi di dalam las sudut dapat mencapai antara 6 sampai 8 kali akar las dan antara 2 sampai 6 kali pada kaki las. Kekuatan tarik dari sambungan las sudut didasarkan atas bebab patah dan dapat dihitung dengan menggunakan persamaan.

$$\text{Tegangan patah } \sigma = \frac{P}{htLn} = \overline{2 \frac{F}{hLn}} (kg/mm^2)$$

2.6.3 Mesin Gerinda Tangan

Pada umumnya mesin gerinda tangan digunakan untuk menggerinda atau memotong logam, tetapi dengan menggunakan batu atau mata yang sesuai kita juga dapat menggunakan mesin gerinda pada benda kerja lain seperti kayu, beton, keramik, genteng, bata, batu alam, kaca, dan lain-lain. Tetapi sebelum menggunakan mesin gerinda tangan untuk benda kerja yang bukan logam, perlu juga dipastikan agar kita menggunakannya secara benar, karena penggunaan mesin gerinda tangan untuk benda kerja bukan logam umumnya memiliki resiko yang lebih besar. Untuk itu kita perlu menggunakan peralatan keselamatan kerja seperti pelindung mata, pelindung hidung (masker), sarung tangan, dan juga perlu menggunakan handle tangan yang biasanya disediakan oleh mesin gerinda. Tidak semua mesin gerinda tangan menyediakan handle tangan, karena mesin yang tidak menyediakan handle tangan biasanya tidak disarankan untuk digunakan pada benda kerja non-logam.



Gambar 2.14 Gerinda Tangan & Mata Gerinda

Untuk memotong kayu kita dapat menggunakan mata gergaji circular ukuran 4" seperti yang disediakan oleh merk eye brand dan GMT. Untuk memotong bahan bangunan seperti bata, genteng, beton, keramik, atau batu alam kita dapat menggunakan mata potong seperti yang disediakan oleh merk Bosch atau Makita. Untuk membentuk atau menggerinda bahan bangunan juga dapat menggunakan mata gerinda beton seperti yang disediakan oleh merk Benz. Untuk menggerinda kaca kita juga dapat menggunakan batu gerinda yang dikhususkan untuk kaca. Tetapi selain menggunakan batu atau mata yang tepat kita juga harus dapat menggunakan mesin gerinda tangan yang tepat pula.

Dari beberapa pilihan merk dan tipe mesin gerinda tangan, mesin gerinda tangan ukuran 4" adalah mesin gerinda yang banyak disediakan di pasaran. Mesin gerinda tangan ukuran ini banyak digunakan untuk hobby dan usaha kecil dan menengah, sedangkan ukuran yang lebih besar biasanya lebih banyak digunakan untuk industri-industri besar.

Pada mesin gerinda ukuran 4" beberapa merk terkenal (seperti : Makita, Bosch, Dewalt) memberikan minimal 2 pilihan yaitu yang standard dan yang bertenaga lebih besar. Tipe standard biasanya memiliki daya listrik berkisar antara 500 – 700 watt (Makita 9500N /9553B, Bosch GWS 6-100, Dewalt DW810) sedangkan yang bertenaga lebih besar memiliki daya lebih besar dari 800 watt (Makita 9556NB, Bosch GWS8-100C / CE, DewaltD28111). Pada dasarnya semua keperluan cukup menggunakan tipe standard, penggunaan mesin dengan tenaga yang lebih besar diperlukan untuk benda kerja yang lebih keras, seperti stainless steel, logam yang lebih keras, keramik, batu alam atau beton. Mesin tipe standar yang digunakan untuk material-material tersebut umumnya lebih cepat panas dan berumur lebih pendek, karena pada material yang lebih keras, mesin bekerja lebih keras sehingga membutuhkan torsi yang lebih besar dan ketahanan panas yang lebih tinggi.

Khusus untuk benda kerja berupa kaca, karena sifat materialnya, kita membutuhkan mesin gerinda dengan kecepatan lebih rendah. Dan yang menyediakan mesin untuk keperluan ini adalah merk Bosch dengan tipe GWS 8-100CE, mesin ini memiliki fitur berupa pengaturan kecepatan, yang tidak dimiliki merk lainnya. Dengan demikian kita dapat mengatur mesin pada kecepatan rendah sehingga mengurangi resiko rusak pada benda kerja. Selain itu karena fitur ini, mesin gerinda Bosch GWS 8-100CE ini juga dapat digunakan untuk memoles mobil. Cukup dengan menggunakan piringan karet dan wol poles yang sesuai.

Pada pemakaian batu gerinda, butiran pemotong terikat di tempat oleh bahan pengikat sampai satu saat jatuh dan diganti oleh butiran baru dibawahnya. Selanjutnya rongga pori memegang peran penting sebagai tempat untuk bahan

yang jatuh tergores atau memberikan sudut garuk pada penggerindaan, dan meradiasikan panas yang terjadi. Jadi butir, pengikat dan pori adalah tiga factor utama yang penting pada batu gerinda (Tata Surdia dan Shinroku Saito, 1992).

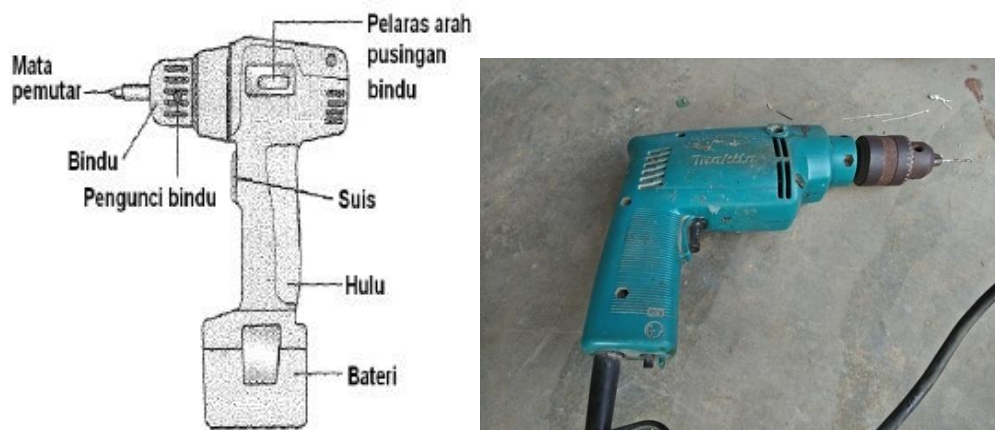
Mesin gerinda tangan adalah mesin yang serba guna, dapat digunakan untuk menggerinda atau memotong benda logam, kayu, bahan bangunan, kaca dan juga memoles mobil. Dengan menggunakan mesin dan mata yang tepat maka kita dapat menggunakan mesin gerinda dengan optimal. Tetapi tak lupa kita juga perlu memperhatikan keselamatan kerja.

2.6.3. Mesin Bor Tangan

Bor tangan adalah penjual terbaik di industri perkakas listrik yang banyak digunakan dalam arsitektur, dekorasi, furnitur dll untuk meninju atau membuat lubang pada benda. Bor tangan bisa diklasifikasikan sebagai jenis rumah tangga dan tipe profesional. Latihan tangan rumah tangga menuntut permintaan yang lebih rendah dalam masa kerja, efisiensi kerja, ketepatan kerja. Di bawah produksi massal, menyumbang sekitar 70 ~ 80 persen produk listrik. 20 ~ 30 persen lainnya adalah tipe profesional, tipe ini memiliki permintaan yang lebih tinggi daripada orang tua yang dalam ketepatan pekerjaan, keandalan kerja, masa kerja dan kinerja dll. Ada berbagai jenis latihan tangan di pasaran, tapi banyak di antaranya tidak masuk akal. Latihan tangan bergetar yang digunakan, pengguna mudah lelah tanpa pegangan tambahan, hanya satu pegangan untuk mendukung. Bor berputar tidak hanya membawa panik pada pengguna tapi juga memo yang bisa melukai mereka, Bor sulit ditemukan, Bor tangan membawa polusi suara. Desain bentuk mekanik yang dingin membuat orang merasa tidak nyaman. Dan beberapa detail juga bisa menimbulkan masalah.

Fungsi menentukan bentuk, terutama dalam beberapa produk praktis seperti bor tangan, tidak peduli keseluruhan atau detailnya, harus memuaskan kebutuhan masyarakat dan memberi pengguna operasi yang lebih baik(Deng Suiqi, 2011).

Mesin bor tangan adalah mesin bor yang pengoperasiannya dengan menggunakan tangan dan bentuknya mirip pistol.Mesin bor tangan biasanya digunakan untuk melubangi kayu, tembok maupun pelat logam.Khusus Mesin bor ini selain digunakan untuk membuat lubang juga bisa digunakan untuk mengencangkan baut maupun melepas baut karena dilengkapi 2 putaran yaitu kanan dan kiri.Mesin bor ini tersedia dalam berbagai ukuran, bentuk, kapasitas dan juga fungsinya masing-masing(Nurul Anisa, 2013).



Gambar 2.15 Mesin Bor Tangan

2.6.5 Mur & Baut



Gambar 2.16 Mur & Baut (PT. Toyota Astra Motor, 2014)

Baut dan mur digunakan untuk mengencangkan part-part di berbagai macam area kendaraan. Terdapat berbagai macam tipe baut dan mur tergantung pada penggunaannya. Adalah penting untuk mengetahuinya agar dapat melakukan perawatan dengan benar (Ir Sularso, 2004)

Jenis-jenis Mur dan Baut					
Baut	Heksagonal 	Heksagonal tipe Flange 	Heksagonal tipe Washer 	Baut "U" 	Baut Tanam 
Mur	Heksagonal 	Bertutup 	Bergalur 		

Gambar 2.17 Tipe Mur & Baut (PT. Toyota Astra Motor, 2014)

B. Nama Baut

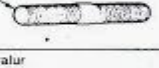
Baut memiliki nama-nama yang berbeda untuk mengidentifikasi ukuran dan kekuatannya. Baut-baut yang digunakan pada kendaraan dipilih menurut kekuatan dan ukurannya yang dibutuhkan oleh masing-masing area tersebut. Oleh

karena itu, mengetahui nama-nama baut adalah salah satu dasar pelaksanaan perawatan.



Gambar 2.18 Nama Baut (PT. Toyota Astra Motor, 2014)

C. Spesifikasi Pengerasan Baut

	Tanda	Klas Pengerasan
Baut kepala segi enam	 No. kepala baut 4- 5- 6- 7-	4T 5T 6T 7T
	 Tanpa tanda	4T
Baut segi enam dengan plat Baut segi enam dengan washer	 Tanpa garis menonjol	4T
Baut kepala segi enam	 Dua garis menonjol	5T
Baut segi enam dengan plat Baut segi enam dengan washer	 Dua garis menonjol	6T
Baut kepala segi enam	 Tiga garis menonjol	7T
Baut tanam	 Tanpa tanda	4T
	 Beralur	6T

Gambar 2.19 Spesifikasi Pengerasan Baut (Dasar Perencanaan & Pemilihan Elemen Mesin, 2004)

Tabel 2.2 Spesifikasi Pengerasan Baut (Dasar Perencanaan & Pemilihan Elemen Mesin, 2004)

Klas Pengerasan	Diameter (mm)	Jarak Ulir (mm)	Momen Spesifikasi					
			Baut segi enam			Baut segi enam dengan plat		
			Kg-cm	Ft-lg	N-m	Kg-cm	Ft-lg	N-m
4 T	6	1	55	48 in-lb	5.4	60	52 in-lb	5.9
	8	1.25	130	9	13	145	10	14
	10	1.25	260	19	25	290	21	28
	12	1.25	480	35	47	540	39	53
	14	1.5	760	55	75	850	61	83
	16	1.5	1.150	83	113	-	-	-
5 T	6	1	65	56 in-lb	6.4	-	-	-
	8	1.25	160	12	16	-	-	-
	10	1.25	330	24	32	-	-	-
	12	1.25	600	43	59	-	-	-
	14	1.5	930	67	91	-	-	-
	16	1.5	1.400	101	137	-	-	-
6 T	6	1	80	69 in-lb	7.8	90	78 in-lb	8.8
	8	1.25	195	14	19	215	16	21
	10	1.25	400	29	39	440	32	43
	12	1.25	730	53	72	810	59	79
	14	1.5	-	-	-	1.250	90	123
7 T	6	1	110	8	11	120	9	12
	8	1.25	260	19	25	290	21	28
	10	1.25	530	38	52	590	43	58
	12	1.25	970	70	95	1.050	76	103
	14	1.5	1.500	108	147	1.700	123	167
	16	1.5	2.300	166	226	-	-	-

BAB 3

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Tempat dan Waktu

- 1) Tempat pelaksanaan pembuatan dan perancangan mesin pembuat kubus es berukuran kecil adalah di Jalan Suasa Tengah Pasar IV Lingkungan 6 no.14 Mabar Hilir Medan.
- 2) Waktu pembuatan dan perancangan dan penyusunan tugas sarjana ini dilaksanakan pada Januari dan dinyatakan selesai oleh dosen pembimbing pada tanggal 21 Januari 2017.

Tabel 3.1 Jadwal waktu penelitian.

No	KEGIATAN	JANUARI	FEBRUARI	MARET	APRIL	MEI	JUNI	JULI	AGU	SEP
1	STUDI LITERATUR	■	■							
2	DESAIN RANCANGAN		■	■						
3	PENYEDIAAN MATERIAL			■	■					
4	PEMBUATAN RANGKAIAN PEMBUATAN EVAPORATOR			■	■					
5	PENYAMBUNGAN RANGKAIAN SISTEM PENDINGIN				■	■	■			
6	PEMBUATAN RANGKAIAN LISTRIK DAN SALURAN AIR					■	■	■		
7	PENGUJIAN ALAT						■	■		
8	PENYUSUNAN SKRIPSI							■	■	■

3.2 Alat dan Bahan Yang Digunakan

3.2.1 Gerenda Tangan

Gerenda berfungsi sebagai pemotong besi siku dan meratakan hasil las-lasan yang tidak rata.



Gambar 3.1 Gerenda Tangan

Pada proses pembuatan mesin kubus es ini gerenda tangan dipergunakan untuk memotong besi siku untuk bagian rangka body, dudukan wadah air serta meratakan hasil pengelasan.

3.2.2 Bor Tangan

Bor tangan berfungsi untuk melubangi benda kerja dengan ukuran tertentu dan untuk pembuatan ulir baut.



Gambar 3.2 Bor Tangan

Bor tangan pada pembuatan mesin kubus es dipergunakan untuk melubangi rangka untuk dipasangkan baut sebagai dudukan dari setiap-tiap komponen.

3.2.3 Mesin Las.

Mesin las ini berfungsi untuk menyambungkan dua logam menjadi satu gambar mesin las dapat dilihat pada gambar di bawah ini



Gambar 3.3 Mesin Las

Mesin las pada pembuatan mesin kubus es ini dipergunakan untuk mengelas bagian rangka body, pengelasan evaporator, pengelasan sambungan pipa tembaga dari kondensor ke kompresor.

3.2.4 Flaring Tools

Flaring tool fungsinya untuk mengembangkan ujung pipa agar dapat disambung dengan sambungan berulir (*flare fitting*).



Gambar 3.4 Flaring tools

Flaring tools pada pembuatan mesin kubus es dipergunakan pada bagian sambungan saluran air, karena fungsinya untuk mengembangkan ujung pipa maka dipergunakan pada sambungan-sambungan agar pipa dapat menyatu sehingga bisa di las.

3.2.5 Topeng Las

Di gunakan sebagai pelindung mata dari percikan api saat melakukan proses pengelasan, seperti gambar dibawah ini:



Gambar 3.5 Topeng Las

3.2.6 Sepatu Safety

Digunakan sebagai pelindung kaki pada saat bekerja, seperti gambar dibawah ini



Gambar 3.6 Sepatu Safety

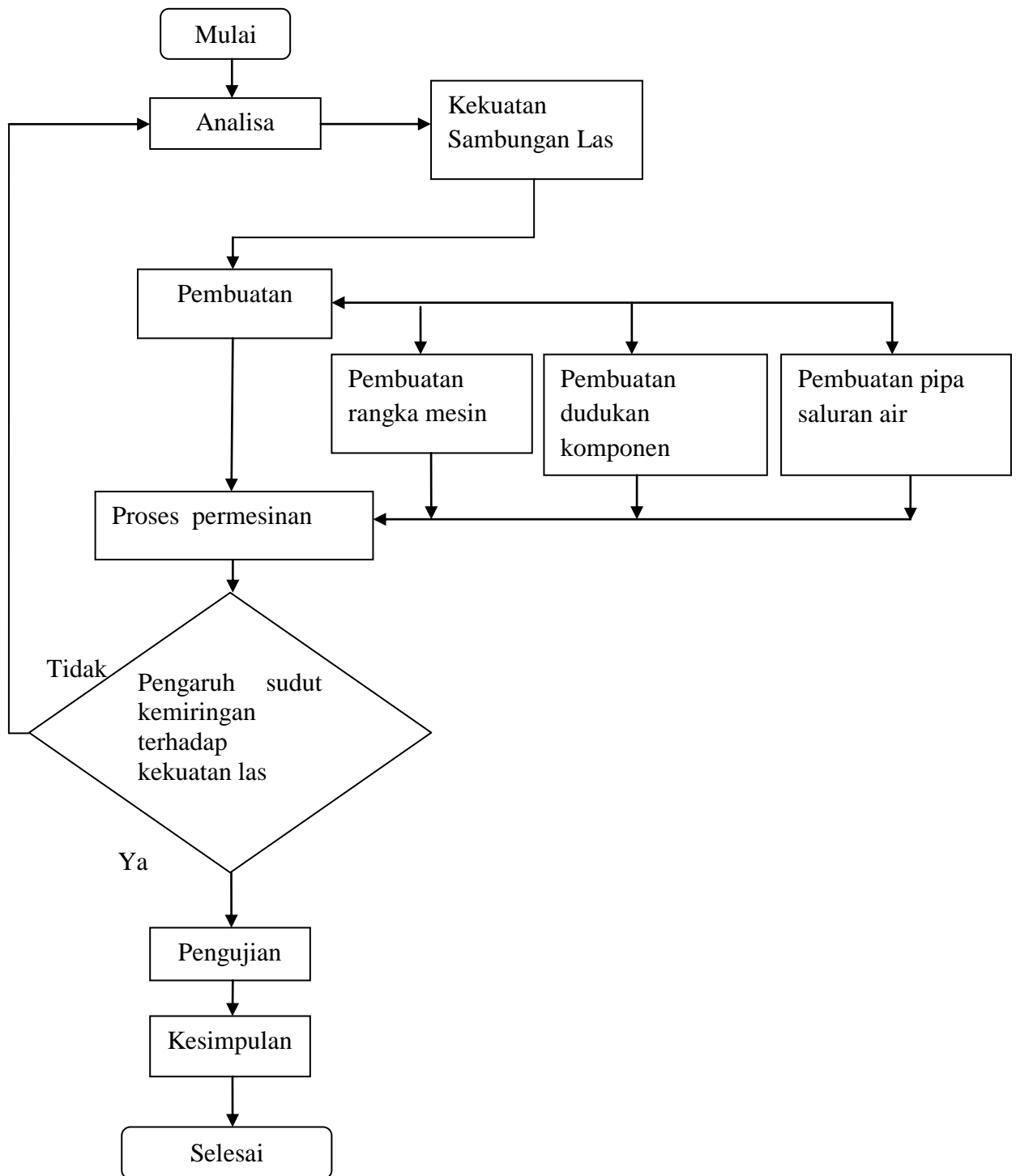
3.2.7 Sarung Tangan

Sarung tangan berfungsi sebagai pelindung dari sengatan listrik dan panas pada saat menggunakan mesin las, maka operator saat menggunakan las diwajibkan menggunakan sarung tangan, seperti dibawah ini.



Gambar 3.7 Sarung Tangan

3.3 Diagram Alir Pembuatan



Gambar 3.8 Diagram Alir Pembuatan

3.3.1 Penjelasan Diagram Alir

- 1) Analisa adalah menganalisis suatu data pada penelitian sebuah alat, pada tugas sarjana ini kami menganalisis kinerja pada mesin pembuat kubus es berukuran kecil seperti, menganalisis beban pendingin, kekuatan konstruksi atau sambungan .
- 2) Pembuatan mesin pembuat kubus es adalah pembuatan sesuai dengan konsep desain yang telah dipilih
- 3) Proses permesinan adalah proses dimana untuk pembuatan mesin pembuat kubus es seperti, membuat dudukan dan saluran air
- 4) Perakitan mesin kubus es adalah perakitan dimana suatu komponen yang telah selesai pada proses permesinan akan disatukan (*assembly*).
- 5) Pembuatan rangka mesin adalah awal dari proses pembuatan mesin kubus es.
- 6) Pembuatan dudukan komponen adalah proses pembuatan dudukan setiap komponen pada mesin kubus es.
- 7) Pembuatan pipa saluran air ialah dimana pada proses pembuatan ini tempat wadah mengalirkan air ke evaporator.
- 8) Pengujian adalah dimana pengujian alat tersebut sudah sesuai apa yang kita inginkan.
- 9) Kesimpulan adalah dimana pada saat pengujian alat tersebut apakah alat tersebut sudah optimal. Pada pengujian mesin pembuat kubus es tersebut.

3.4 Metode Pembuatan

Untuk metode pembuatan mesin kubus es ini dilakukan dengan beberapa tahapan. Dimulai dari perencanaan ukuran hingga inspeksi ukuran dari hasil pembuatan yang dilakukan. Berikut tahapan-tahapan yang dilakukan dalam melaksanakan proses pembuatan mesin pembuat kubus es:

1. Tahapan persiapan/perencanaan awal

Pekerjaan yang merencanakan seluruh kegiatan baik perencanaan teknik (perancangan bentuk dan ukuran mesin, pemilihan metode pengerjaan, perhitungan biaya produksi, dll) maupun perencanaan waktu.

2. Pembuatan pola

Berdasarkan defenisi diatas, dapat dibuat sebuah pola yang berfungsi sebagai media atau alat untuk membuat rangka pada mesin. Adapun dalam proses pengerjaan ini menggunakan pengelasan *shield metal arc welding* dikarenakan dalam metode pengelasan ini bisa digunakan pada semua logam dan biaya pengelasan murah.

3. Pembuatan Rangka Mesin

Sediakan bahan besi siku dengan ukuran dimensi:

Panjang : 51,5 cm = 515 mm

Lebar : 2,5 cm = 25 mm

Tinggi : 31 cm = 310 mm

Tebal : 1cm = 10 mm

Kemudian untuk pembuatan rangka menggunakan besi siku dan pengukuran, pemotongan besi menggunakan meteran untuk mengukur dan

gerenda tangan memotong besi siku, Pemasangan kondusing unit ,lantai evaporator yang terbuat dari stainless steel.

4. Pembuatan Dudukan Komponen

Pembuatan dudukan komponen menggunakan rantai stainless steel dari unit kulkas bekas, pembuatan dudukan komponen menggunakan bor tangan dilubangi sesuai kupingan unit komponen yang sudah ada.

5. Pembuatan Saluran Air

Dalam pembuatan saluran air menggunakan wadah dispenser bekas dan galon air berukuran 2 liter, pada dudukan wadah dispenser menggunakan besi siku dengan tebal 3mm dan panjang 20cm dipasang di sisi kanan dan kiri pada wadah. Dan dibawah dispenser dipasang pompa aquarium dengan kapasitas 5 watt untuk memompakan air yang dari wadah air mengalirkan ke evaporator. Untuk mengalirkan air dihubungkan selang dengan panjang 1 meter dan diameter 10mm.

6. Perakitan Kondensor Unit

Perakitan kondensor unit dibuat dengan metode pengelasan dengan bahawa kawat tembaga, kenapa pada proses ini dibuat dengan pengelasan kawat tembaga, karena setiap pipa yang terhubung terbuat dari pipa tembaga, karena keuntungan menggunakan pipa tembaga ialah konduktor yang paling cepat penghantar kalor/panas.

7. Pengisian refrigerant

Pada proses ini sebelum melakukan pengisian refrigerant pastikan dalam unit tidak ada udara atau air, karena apabila ada udara atau air saluran bisa saja terjadi kemampetan sehingga tidak dapat mendinginkan unit, jadi hal

yang pertama dilakukan harus membuang udara pada unit dengan cara, memasukan selang manifold ke kompresor unit, kemudian sediakan satu buah kompresor lagi sebagai penghisap udara pada unit tadi, setelah benar-benar sudah bersih, masukan selang manifold ke tabung refrigerant, kemudian buka keran pada tabung perlahan supaya refrigerant masuk kedalam unit, lalu lihat tacho meter berapa tekanan pada refrigerant, standar pada sebuah unit tekanan yang dianjurkan dibawah 20Psi dan diatas 15Psi.

3.5 Prosedur Pengujian Mesin Kubus Es

Adapun prosedur yang dilakukan dalam percobaan ini adalah sebagai berikut :

- a) Menghidupkan mesin es.
- b) Mengatur timer sirkulasi pendingin dan pemanas.
- c) Setelah waktu telah diatur, air dari penampungan akan otomatis mengalir ke evaporator.
- d) Setelah air sudah beku, pemanas akan otomatis hidup dan akan mencairkan es pada evaporator.
- e) Setelah sisi pada es sudah mencair, es otomatis akan jatuh ke bak penampungan es.
- f) Setelah itu pemanas akan mati dan pendinginan mulai hidup kembali dan begitu seterusnya sesuai kapasitas yang diinginkan.
- g) Setelah es lepas dari cetakan nya, kembalikan peralatan yang digunakan lalu matikan mesin kemudian bersihkan.

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Proses Perakitan Mesin Pembuat Kubus Es

4.1.1 Hasil Pembuatan Rangka Mesin.



Gambar 4.1 Pembuatan rangka

Setelah rangka selesai, rangka dipasangkan dengan rantai dudukan evaporator yang dari bahan stainless steel. Proses perakitan ini dipasangkan langsung dengan rantai dudukan komponen kompresor dengan kondensing unit.

4.1.2 Hasil Pembuatan Saluran Air





Gambar 4.2 Pembuatan Saluran Air

Perakitan wadah penampung air dipasangkan disisi belakang evaporator, fungsinya sendiri untuk mengalirkan air secara bersikulasi ke evaporator. Untuk mengalirkan air menggunakan pompa aquarium kecil.

4.1.3 Hasil Perakitan Kompresor Dengan Kondensor



Gambar 4.3 Hasil Perakitan Kompresor Dengan Kondeser

Perakitan kompresor dengan kondensing unit ini dihubungkan dengan sambungan pipa tembaga dengan cara dilas. Pada proses ini didukung dengan komponen filter dan ekspansi valve.

4.1.4 Hasil Pengisian Refrigrant



Gambar 4.4 Proses Pengisian Refrigrant

4.2 Hasil Pembuatan Mesin Kubus Es berukuran kecil

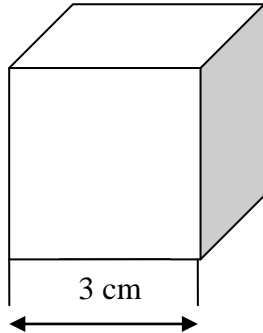
Untuk membuat mesin pembuat kubus es berukuran kecil ini memerlukan waktu kurang lebih 2 bulan, dalam proses pembuatan mesin kubus es ini menggunakan kompresor $\frac{1}{2}$ pk dengan refrigerant R404a, dan untuk mengatur waktu yang diinginkan untuk pembekuan menggunakan timer omron. Adapun hasil dari pembuatan mesin kubus es ini dapat di lihat pada gambar di bawah :



Gambar 4.5 Hasil Pembuatan Mesin Kubus Es Berukuran Kecil

4.3 Hasil Analisa

4.3.1 Kapasitas Mesin Pembuat Kubus Es



$$\begin{aligned}\text{Volume Kubus} &= s \times s \times s \\ &= 3 \times 3 \times 3 \\ &= 27 \text{ cm}^3\end{aligned}$$

1 Kubus = 27 cm^3 , terdapat 50 kubus

Jadi volume kubus es keseluruhan :

$$\begin{aligned}v &= 27 \text{ cm}^3 \times 50 \\ &= 1350 \text{ cm}^3 = 0,001350 \text{ m}^3\end{aligned}$$

Gambar 4.6 Ukuran kapasitas es

Menghitung massa kubus es = $\rho \frac{m}{v}$

$$1000 \text{ kg m}^3 = \frac{m}{0,001350 \text{ m}^3}$$

$$m = 1,35 \text{ kg/2jam}$$

Keterangan 2 jam (karena waktu pembekuan air terjadi sekitar 2 jam)

4.3.2 Kekuatan Sambungan Las Pada Mesin Kubus Es

Besarnya konsentrasi tegangan yang terjadi di dalam las sudut dapat mencapai antara 6 sampai 8 kali akar las dan antara 2 sampai 6 kali pada kaki las. Kekuatan tarik dari sambungan las sudut didasarkan atas bebab patah dan dapat dihitung dengan menggunakan persamaan.

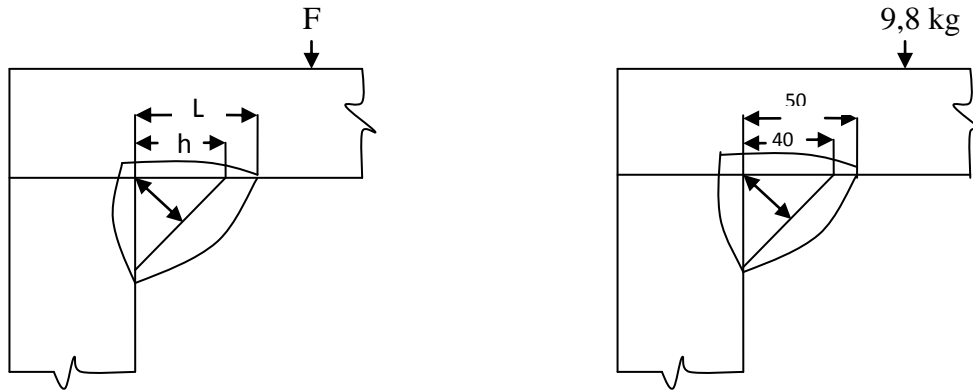
$$\text{Tegangan patah } \sigma = \frac{P}{htLn} = 2 \frac{F}{hLn} (\text{kg/mm}^2)$$

Di mana : F = beban tarikan patah (kg)

L = panjang kaki (mm)

n = jumlah sambungan sudut

h = ukuran sudut (mm)



Gambar 4.7 Bentuk dan ukuran las sudut

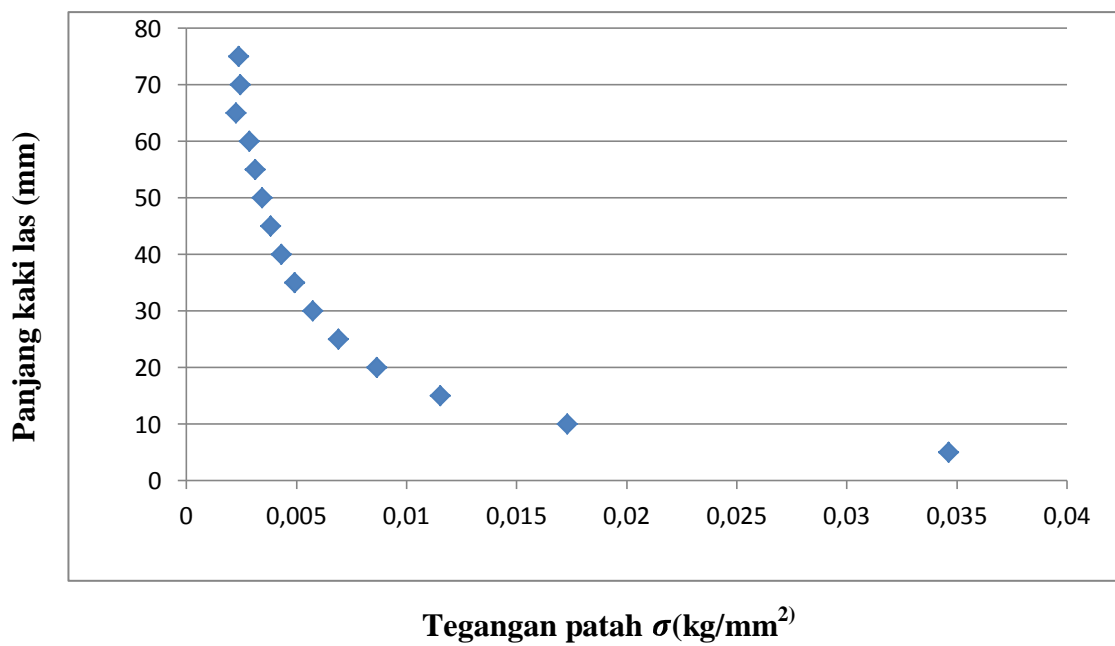
Diketahui : F = 9,8 kg

L = 50 mm

h = 40 mm

n = 2

$$\bar{\sigma} = \frac{F}{hLn} \text{ (kg/mm}^2\text{)} = \frac{9,8 \text{ kg}}{40 \cdot 50 \cdot 2} = 0,00346 \text{ kg/mm}^2$$



Gambar 4.8 Grafik perbandingan antara panjang kaki las terhadap tegangan patah.

Dari grafik 4.8 dapat disimpulkan bahwa semakin panjang kaki las maka semakin rendah tegangan patah yang dihasilkan.

Tabel 4.1 Sifat Mekanis Struktur Besi (Reaffirmed 1993)

Jenis Besi	Tegangan Putus (Minimum) N/mm ²	Tegangan Luluh (Minimum) N/mm ²	Peregangan Minimum (%)
Fe 290	290	170	27
Fe E 220	290	220	27
Fe 310	310	180	26
Fe E 230	310	230	26
Fe 330	330	250	26

$$\sigma_u = 310 \text{ N/mm}^2 \quad (\text{Berdasarkan Tabel 4.1})$$

$$\sigma_y = 180 \text{ N/mm}^2 \quad (\text{Berdasarkan Tabel 4.1})$$

$$\text{Factor Of Safety (FOS)} = 4$$

σ_{ijin} didapat dari pembagian antara σ_y dan *Factor Of Safety* (FOS)

$$\sigma_{ijin} = \frac{\sigma_y}{FOS} = \frac{180}{4} = 45 \text{ N/mm}^2$$

Tegangan geser ijin diperoleh dari pembagian σ_{ijin} dibagi dua.

$$\tau_{ijin} = \frac{\sigma_{ijin}}{2} = \frac{45 \text{ N/mm}^2}{2} = 22,5 \text{ N/mm}^2$$

A. Padagaya tegak lurus

Pada rangka di gunakan besi siku dari Fe 590, lebar 20×20 , tebal 2 mm.

Dalam plat besi las terdapat terdapat suatu gaya tarik yaitu:

$$F = 140,14 \text{ N} = 140,14 \times 10^3 \text{ KN}$$

Untuk Fe 590 ada nilai kalkulasi umum untuk $\sigma = 205 \text{ N/mm}^2$ jadi pada putus geser murni, $\tau = 0,82 \times 205 = 168 \text{ N/m}^2$. Karena itu

$$2 \cdot a \cdot l \cdot \tau \text{ harus} \geq 140,14 \text{ N}$$

karenal maksimumsama dengan40a, harus lah

$$2 \times 40 \times a^2 \times 168 \geq 140,14 \times 10^3 \text{ KN maka } a = 41 \text{ mm}$$

karena a diambil4,5 mm

$$\text{maka } l = \frac{140,14 \times 10^3 \text{ KN}}{2 \times 4,5 \times 168} = 92 \text{ mm}$$

Tinggi segitiga las $4,5\sqrt{2} = 6,4 \text{ mm}$ dalam hubungan nya dengan tebal plat las dari 2 mm,pendapatan tersebut dapat di terima. Dengan sendirinya tidak sangat diperlukan untuk menerapkan nilai terkecil untuk a pada nilai maksimum untuk a

$$\text{,di sini } a = \frac{2}{2} \sqrt{2} = 1,4 \text{ mm}, l \text{ menjadi } \frac{4,5}{1,4} \times 92 = 295 \text{ mm}$$

B. Pada plat kemiringan 30°

Pada rangka di gunakan besi siku dari Fe 590, lebar 20×20 , tebal 2 mm.

Dalam plat besi las terdapat terdapat suatu gaya tarik yaitu:

$$F = 80,91 N = 80,91 \times 10^3 KN$$

Untuk Fe 590 ada nilai kalkulasi umum untuk $\sigma = 205 N/mm^2$ jadi pada putus geser murni, $\tau = 0,82 \times 205 = 168 N/m^2$. Karena itu

$$2 \cdot a \cdot l \cdot \tau \text{ harus} \geq 80,91 N$$

karena l maksimum sama dengan $40 a$, haruslah

$$2 \times 40 \times a^2 \times 168 \geq 80,91 \times 10^3 KN$$

maka $a = 4,1 mm$ karena a diambil $4,5 mm$

$$\text{maka } l = \frac{80,91 \times 10^3 KN}{2 \times 4,5 \times 168} = 54 mm$$

Tinggi segitiga las $4,5\sqrt{2} = 6,4 mm$ dalam hubungannya dengan tebal plat las dari 2 mm, pendapatan tersebut dapat di terima. Dengan sendirinya tidak sangat diperlukan untuk menerapkan nilai terkecil untuk a pada nilai maksimum untuk a

$$\text{,di sini } a = \frac{2}{2} \sqrt{2} = 1,4 mm, l \text{ menjadi } \frac{4,5}{1,4} \times 54 = 173 mm$$

C. Pada gaya tegak lurus

Pada rangka di gunakan besi siku dari Fe 590, lebar 20×20 , tebal 2 mm.

Dalam plat besi las terdapat terdapat suatu gaya tarik yaitu:

$$F = 133,28 N = 133,28 N \times 10^3 KN$$

Untuk Fe 590 ada nilai kalkulasi umum untuk $\sigma = 205 \text{ N/mm}^2$ jadi pada putus geser murni, $\tau = 0,82 \times 205 = 168 \text{ N/m}^2$. Karena itu

$$2.a.l.\tau \text{ harus} \geq .133,28 \text{ N}$$

karena l maksimum sama dengan $40 a$, haruslah

$$2 \times 40 \times a^2 \times 168 \geq 133,28 \times 10^3 \text{ KN}$$

maka $a = 4,1 \text{ mm}$ karena a diambil $4,5 \text{ mm}$

$$\text{maka } l = \frac{133,28 \times 10^3 \text{ KN}}{2 \times 4,5 \times 168} = 88 \text{ mm}$$

Tinggi segitiga las $4,5\sqrt{2} = 6,4 \text{ mm}$ dalam hubungannya dengan tebal plat las dari 2 mm , pendapat tersebut dapat diterima. Dengan sendirinya tidak sangat diperlukan untuk menerapkan nilai terkecil untuk a pada nilai maksimum untuk a

$$\text{,di sini. } a = \frac{2}{2} \sqrt{2} = 1,4 \text{ mm}, l \text{ menjadi } \frac{4,5}{1,4} = 282 \text{ mm}$$

D. Pada kemiringan 40°

Pada rangka di gunakan besi siku dari Fe 590, lebar 20×20 , tebal 2 mm .

Dalam plat besi las terdapat terdapat suatu gaya tarik yaitu:

$$F = 86,28 \text{ N} = 86,28 \text{ N} \times 10^3 \text{ KN}$$

Untuk Fe 590 ada nilai kalkulasi umum untuk $\sigma = 205 \text{ N/mm}^2$ jadi pada putus geser murni, $\tau = 0,82 \times 205 = 168 \text{ N/m}^2$. Karena itu

$$2.a.l.\tau \text{ harus} \geq .86,28N$$

karena l maksimum sama dengan $40 a$, haruslah

$$2 \times 40 \times a^2 \times 168 \geq 86,28 \times 10^3 \text{ KN}$$

maka $a = 4,1\text{mm}$ karena a diambil $4,5\text{mm}$

$$\text{maka } l = \frac{86,28 \times 10^3 \text{ KN}}{2 \times 4,5 \times 168} = 57 \text{ mm}$$

Tinggi segitiga las $4,5\sqrt{2} = 6,4\text{mm}$ dalam hubungannya dengan tebal plat las dari 2 mm , pendapatan tersebut dapat di terima. Dengan sendirinya tidak sangat diperlukan untuk menerapkan nilai terkecil untuk a pada nilai maksimum untuk a

$$\text{,di sini } a = \frac{2}{2} \sqrt{2} = 1,4\text{mm}, l \text{ menjadi } \frac{4,5}{1,4} \times 57 = 183 \text{ mm} .$$

E. Pada gaya tegak lurus

Pada rangka di gunakan besi siku dari Fe 590, lebar 20×20 , tebal 2 mm .

Dalam plat besi las terdapat terdapat suatu gaya tarik yaitu:

$$F = 126,224 \text{ N} = 126,224 \text{ N} \times 10^3 \text{ KN}$$

Untuk Fe 590 ada nilai kalkulasi umum untuk $\sigma = 205 \text{ N/mm}^2$ jadi pada putus geser murni, $\tau = 0,82 \times 205 = 168 \text{ N/m}^2$. Karena itu

$$2.a.l.\tau \text{ harus} \geq .126,224N$$

karena l maksimum sama dengan $40a$, haruslah

$$2 \times 40 \times a^2 \times 168 \geq 126,224 \times 10^3 \text{ KN}$$

maka $a = 4,1 \text{ mm}$ karena a diambil $4,5 \text{ mm}$

$$\text{maka } l = \frac{126,224 \times 10^3 \text{ KN}}{2 \times 4,5 \times 168} = 83 \text{ mm}$$

Tinggi segitiga las $4,5\sqrt{2} = 6,4 \text{ mm}$ dalam hubungannya dengan tebal plat las dari 2 mm , pendapatan tersebut dapat diterima. Dengan sendirinya tidak sangat diperlukan untuk menerapkan nilai terkecil untuk a pada nilai maksimum untuk a

,di sini $a = \frac{2}{2} \sqrt{2} = 1,4 \text{ mm}$, l menjadi $\frac{4,5}{1,4} \times 83 = 266 \text{ mm}$.

F. Pada kemiringan 50°

Pada rangka digunakan besi siku dari Fe 590, lebar 20×20 , tebal 2 mm .

Dalam plat besi las terdapat terdapat suatu gaya tarik yaitu:

$$F = 98,16 \text{ N} = 98,16 \text{ N} \times 10^3 \text{ KN}$$

Untuk Fe 590 ada nilai kalkulasi umum untuk $\sigma = 205 \text{ N/mm}^2$ jadi pada putus geser murni, $\tau = 0,82 \times 205 = 168 \text{ N/m}^2$. Karena itu

$$2.a.l.\tau \text{ harus } \geq .98,16 \text{ N}$$

karena l maksimum sama dengan $40a$, haruslah

$$2 \times 40 \times a^2 \times 168 \geq 98,16 \times 10^3 \text{ KN}$$

maka $a = 4,1 \text{ mm}$ karena a diambil $4,5 \text{ mm}$

$$\text{maka } l = \frac{98,16 \times 10^3 \text{ KN}}{2 \times 4,5 \times 168} = 65 \text{ mm}$$

Tinggi segitiga las $4,5\sqrt{2} = 6,4 \text{ mm}$ dalam hubungannya dengan tebal plat las dari 2 mm , pendapatan tersebut dapat di terima. Dengan sendirinya tidak sangat diperlukan untuk menerapkan nilai terkecil untuk a pada nilai maksimum untuk a

,di sini $a = \frac{2}{2}\sqrt{2} = 1,4 \text{ mm}$, l menjadi $\frac{4,5}{1,4} \times 65 = 208 \text{ mm}$.

4.4 Spesifikasi Rancangan Kubus Es Berukuran Kecil

Tabel 4.2 Spesifikasi Rancangan

MODEL	SATUAN	UKURAN	TYPE
Mesin			
Kompresor	Pk	1/2	-
Panjang Pipa Evaporator	mm	280	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 Rigid	mm	50	-
Fan Motor	watt	120	-
Freon	-	R 404	-
Filter	-	1 hole	-
Waktu Pembekuan			

½ Pk (R 404)	jam	2	-
¼ Pk (R 134a)	jam	4,5	-
Dimensi Dudukan Evaporator			
Tinggi Evaporator	mm	330,5	Plat Tembaga
Lebar Evaporator	mm	30,5	Plat Tembaga
Dimensi Rangka Mesin			
Tinggi Tiang Dudukan Mesin	mm	300	Plat Besi Siku
Lebar Dudukan Mesin	mm	510	Plat Besi Siku
Dudukan Alas Mesin			
Lebar Alas Dudukan	mm	510	Galpalum
Panjang Alas Dudukan	mm	520	Galpalum

4.5 Part List Jenis Dan Jumlah Sambungan

Tabel 4.3 Part List Rakitan

No	Part	Jenis sambungan	Jumlah sambungan
1	Rangka Body	Pengelasan	-
		Baut & Mur	8
2	Evaporator	Pengelasan	-
		Solder/patri	-
		Baut & Mur	2
3	Lantai dudukan evaporator	Baut & Mur	8
4	Tampungan air	Baut & Mur	4
5	Pipa air	Lem	-
		Baut & Mur	2
6	Selang Air	keep	2
Jumlah			26

Tabel 4.4 Part List Komponen Beli

No	Part	Jenis sambungan	Jumlah sambungan
1	Kompresor	Baut & Mur	4
2	Fan Motor	Baut & Mur	2
3	Kondensor	Baut & Mur	4
4	Timer Omron	Baut & Mur	4
Jumlah			14

4.6 Biaya Pembuatan

Tabel 4.5 Biaya Pembuatan

No	Pembuatan	Biaya
1	Pengelasan	Rp 150.000
2	Patri/solder	Rp 70.000
3	Pengeleman	Rp 30.000
4	Penggerendaan	Rp 50.000
5	Pengeboran	Rp 50.000
Jumlah		Rp 350.000

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Pada pembuatan mesin pembuat kubus es berukuran kecil ini dapat beberapa kesimpulan yaitu:

- a) Bahwa alat yang telah dibuat sesuai dengan yang dirancang dan berkerja dengan maksimal seperti di tunjukan pada hasil pengujian.
- b) Pada pengujian menggunakan kompressor ½ Pk dan refrigerant R404a pada mesin pembuat kubus es ini kurang optimal.
- c) Cepat atau lambat nya pembekuan tergantung ukuran jenis dan bahan plat yang digunakan serta daya kompressor dan jenis refrigrant.

5.2 Saran

Adapun beberapa saran yang perlu di sampaikan oleh penulis ialah:

- a) Agar proses pembekuan lebih cepat disarankan menggunakan plat tembaga yang lebih tipis agar mendapatkan hasil yang optimal, di sarankan memakai plat tembaga dengan tebal 0,3mm.
- b) Pada riset berikutnya penulis menyarankan mesin pembuat kubus es berukuran kecil ini di kembangkan lagi sesuai dengan perkembangan teknologi yang ada.

DAFTAR PUSTAKA

- Daryanto (2006) *Mesin Perkakas Bengkel*. Jakarta : Rineka Cipta
- De-cheng Kong, Chao-fang Dong, Kui Xiao, Xiao-gang Li. (2017) Effect Of Temperature On Copper Corrosion In High Level. *Central Universities*. Vol 27, hal. 1431–1438
- Deng Suiqi, Xiong Xingfu, Wang Wenhua. (2011) Analisa Desain Psikologi Keamanan Bor Tangan, *Procedia Engineering*, Vol.15 hal.4461-4464.
- Dossat Roy J. (1984) *Principle's Of Refrigerant*, Third Edition, Prentice Hall, Engle Wood Chiffs, New Jersey.
- Eka Angasa, Sal Prima Yudha S, Evi Maryanti, Taupik Rahman. (2012) Sintesis dan Identifikasi Material Besi Berpendukung. *Jurnal Penelitian Dan Pengembangan Ilmu Kimia*, Vol.2 (4), hal.468-474.
- Jac. Stolk dan C. Kros (1981). *Elemen Mesin Konstruksi Bangunan Mesin*. Jakarta : Erlangga.
- John A.Schey (2009) *Proses Manufaktur*. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Nofriady Handra, Brazi. (2012) Pengaruh Posisi Baut Galvanis Dan Stainless Steel Ditinjau Dari Fracture Surface Pada Sambungan Plat. *Jurnal Teknik Mesin*, Vol.2 (1), hal. 26-34.

Nurul Annisa (2013) *Mesin Bor Tangan*.

<http://www.scribd.com/doc/93227524/Mesin-bor-tangan#scribd>.

Pramono. (2009) *Mekanika Teknik Laporan Tugas Akhir*. Semarang: Program Studi Teknik Mesin, Universitas Negeri Semarang.

Roger S. Presmann (2002) *Analisis dan Design*. Yogyakarta.

Sularso (2004). *Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin*. Jakarta: PT. AKA.

Tata Surdia, M.s. Met.E. dan Shinroku Saito (1992) *Pengetahuan Bahan Teknik*. Jakarta: PT. Pradnya Paramita.

Tedi Mulyadi (2015).Pengertian Ciri dan Sifat Alumunium.

<http://budisma.net/2015/02/pengertian-ciri-dan-sifat-aliminium.html>

Wiryanto Dewobroto. (2012) Pengaruh Pemakaian Baut Mutu Tinggi dan Baut Biasa Terhadap Kinerja Sistem Sambungan dengan Ring Khusus Beralur. *Jurnal Teknik Sipil*, Vol.19 (2), hal. 125.

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



Nama : Satria Nanda
NPM : 1307230076
Tempat/ Tanggal Lahir : Pabatu, 28 Oktober 1995
Jenis Kelamin : Laki-laki
Agama : Islam
Status : Belum Menikah
Alamat : Emplasmen Pabatu
 Kel/Desa : Pabatu
 Kecamatan : Padang Hulu
 Kabupaten : Serdang Bedagai
 Provinsi : Sumatra Utara
Nomor HP : 0822 7779 2056
Nama Orang Tua
 Ayah : Ramli Noor
 Ibu : Nursiah Harahap

PENDIDIKAN FORMAL

2001-2007 : SD Negeri No. 105434 Emplasmen Pabatu
2007-2010 : SMP Negeri 6 Tebing Tinggi
2010-2013 : SMK Negeri 2 Tebing Tinggi
2013-2017 : Mengikuti Pendidikan S1 Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara