

TUGAS AKHIR

PEMBUATAN MESIN SENTRIFUGAL CASTING BERINTRUMEN UNTUK PENGGUNAAN LABORATORIUM

*Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik Mesin Pada Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*

Disusun Oleh:

INDRA HERDIANSYAH SIREGAR
1207230036



UMSU
Unggul | Cerdas | Terpercaya

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2019**

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Indra Hendriansyah Siregar
NPM : 1207230036
Program Studi : Teknik Mesin
Judul Skripsi : Pembuatan Mesin Sentrifugal Casting Berinstrumentasi
Untuk Penggunaan Laboratorium
Bidang ilmu : Kontruksi Dan Manufaktur

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai salah satu syarat yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, Februari 2019

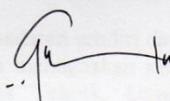
Mengetahui dan menyetujui:

Dosen Penguji I



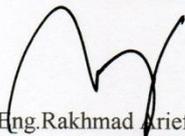
(Ahmad Marabdi Siregar, S.T.,M.T)

Dosen Penguji II



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

Dosen Penguji III



(Dr. Eng. Rakhmad Arief Siregar)

Dose Penguji IV



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

Program Studi Teknik Mesin
Ketua,




(Ahmad Marabdi, S.T., M.T)

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : Indra Hendriansyah Siregar
Tempat /Tanggal Lahir : Medan / 23 Oktober 1991
NPM : 1207230036
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Mesin

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa laporan Tugas Akhir saya yang berjudul:

“Pembuatan Mesin Sentrifugal Casting Berinstrumentasi Untuk Penggunaan Laboratorium...”,

Bukan merupakan plagiarisme, pencurian hasil karya milik orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena hubungan material dan non-material, ataupun segala kemungkinan lain, yang pada hakekatnya bukan merupakan karya tulis Tugas Akhir saya secara orisinal dan otentik.

Bila kemudian hari diduga kuat ada ketidaksesuaian antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia diproses oleh Tim Fakultas yang dibentuk untuk melakukan 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, Februari 2019



Saya yang menyatakan,

(Indra Hendriansyah Siregar)

ABSTRAK

Pengecoran merupakan salah satu metode untuk menghasilkan suatu produk atau benda kerja, Dalam berbagai hal benda-benda kerja yang dibentuk melalui proses pengecoran memiliki keunggulan baik sifat maupun efisiensinya pembentukannya, bahkan tidak dimiliki oleh bahan yang dibentuk dengan cara lain, misalnya pada Aluminium, dimana benda-benda tuangan (hasil pengecoran) sifat-sifatnya dapat ditentukan oleh formulasi campuran dan dapat diperbaiki menurut kebutuhan kita. Sentrifugal casting adalah suatu pengecoran yang memanfaatkan gaya sentrifugal pada proses produksi pengecoran logam ataupun komposit bermatriks logam. Proses pembuatan mesin sentrifugal secara umum dilakukan melalui beberapa tahap mulai dari pembuatan cetakan, persiapan dan peleburan logam, penuangan logam cair ke dalam cetakan, pembersihan coran. Hasil pembuatan rangka mesin sentrifugal yang telah dibuat memiliki instrumentasi yaitu sensor suhu (thermodigital) dan sensor kecepatan (Rpm). Sensor suhu digunakan sebagai alat untuk mengetahui temperatur suhu bahan yang akan di lebur yaitu aluminium, sedangkan sensor kecepatan digunakan untuk mengetahui berapa kecepatan putaran pada mesin sentrifugal casting. Mesin sentrifugal ini memiliki ukuran panjang 700 mm, lebar 500 mm, dan tinggi 800 mm.

Kata Kunci : Sentrifugal casting berinstrumentasi, menggunakan sensor kecepatan (Rpm) dan sensor suhu (thermodigital)

ABSTRACT

Casting is one method to produce a product or workpiece. In various cases workpieces formed through the casting process have advantages in both the nature and efficiency of its formation, not even possessed by materials formed in other ways, for example in Aluminum, where objects - casting materials (casting results) properties can be determined by mixed formulations and can be fixed according to our needs. Centrifugal casting is a casting that utilizes centrifugal force in the production process of metal casting or metal matrix composites. The process of making centrifugal machines in general is carried out through several stages starting from mold making, metal preparation and smelting, pouring molten metal into molds, cleaning castings. The result of making a centrifugal machine frame that has been made has instrumentation namely temperature sensor (thermodigital) and speed sensor (Rpm). The temperature sensor is used as a tool to find out the temperature of the material to be melted, namely aluminum, while the speed sensor is used to find out the speed of rotation of the centrifugal casting machine. This centrifugal machine has a length of 700 mm, a width of 500 mm and a height of 800 mm.

Keywords: Instrumented centrifugal casting, using a speed sensor (Rpm) and temperature sensor (thermodigital)

KATA PENGANTAR

Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan karunia dan nikmat yang tiada terkira. Salah satu dari nikmat tersebut adalah keberhasilan penulis dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini yang berjudul “Pembuatan Mesin Sentrifugal Casting Berinstrumntasi Untuk Penggunaan Laboratorium” sebagai syarat untuk meraih gelar akademik Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU), Medan.

Banyak pihak telah membantu dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini, untuk itu penulis menghaturkan rasa terima kasih yang tulus dan dalam kepada:

1. Bapak Dr.Eng.Arief Siregar, selaku Dosen Pembimbing I dan Penguji yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Khairul Umurani, S.T.,M.T, selaku Dosen Pimbimbing II dan Penguji yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Ahmad Marabdi Siregar, S.T.,M.T, selaku Dosen Pembanding I dan Penguji yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Chandra A Siregar, S.T.,M.T, selaku Dosen Pembanding II dan Penguji yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
5. Bapak Affandi, S.T.,M.T, yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini, sekaligus sebagai Ketua Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
6. Bapak Munawar Alfansury Siregar, S.T.,M.T, selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
7. Bapak Ade Faisal, S.T.,MSc,Ph.D, Selaku Wakil Dekan I Fakultas Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

8. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu keteknik mesin kepada penulis.
9. Orang tua penulis, Mustafa Siregar dan Rosilawati Harahap, yang telah bersusah payah membesarkan dan membiayai studi penulis.
10. Bapak/Ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Laporan Tugas Akhir ini tentunya masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu penulis berharap kritik dan masukan yang konstruktif untuk menjadi bahan pembelajaran berkesinambungan penulis di masa depan. Semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi dunia konstruksi teknik Mesin.

Medan, Oktober 2019

Indra Hendriansyah Siregar

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
LEMBAR PERNYATAN KEASLIAN SKRIPSI	ii
ABSTRAK	iii
ABSTRACT	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR NOTASI	xii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan masalah	2
1.3. Ruang lingkup	3
1.4. Tujuan	2
1.5. Manfaat	3
1.6. Sistematika Penulisan	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Pengertian Pengecoran	5
2.2. Macam Macam Pengecoran	6
2.3. Pengecoran Sentrifugal Casting	9
2.4. Jenis Jenis Pengecoran Sentrifugal	10
2.4.1. Pengecoran Mesin Sentrifugal Casting Sejati	10
2.4.2. Pengecoran Semi Sentrifugal	13
2.4.3. Pengecoran Sentrifuge	13
2.5. Material Alumunium	14
2.5.1. Sifat – Sifat Alumunium	15
2.5.2. Keberadaan Dan Kegunaan Alumunium	16
BAB 3 METODOLOGI	18
3.1 Tempat dan Waktu	18
3.1.1 Tempat	18
3.1.2 Waktu	18
3.2 Alat dan Bahan	19
3.2.1. Alat	19
3.2.2 Bahan	27
3.3 Proses Pembuatan Alat	29
3.4 Diagram Alir	33
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	34
4.1 Hasil Pembuatan Rangka Mesin sentrifugal	34
4.1.1. Hasil Analisa Pengelasan Pada Rangka Mesin Sentrifugal	35

4.2	Tabung Cetak Mesin Sentrifugal	39
4.3	Pengaturan Peralatan Mesin Sentrifugal	42
BAB 5	KESIMPULAN DAN SARAN	46
5.1.	Kesimpulan	46
5.2.	Saran	46
	DAFTAR PUSTAKA	47
	LAMPIRAN	
	LEMBAR ASISTENSI	
	DAFTAR RIWAYAT HIDUP	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Permanent Mold Casting	6
Gambar 2.2	Sentrifugal Casting	7
Gambar 2.3	Die Casting	8
Gambar 2.4	Injection Casting	9
Gambar 2.5	Sentrifugal Casting Vertical	9
Gambar 2.6	Sentrifugal Sejati	11
Gambar 2.7	Pengecoran semi Sentrifugal	13
Gambar 2.8	Pengecoran Sentrifug	13
Gambar 3.1	Mesin Milling	19
Gambar 3.2	Mesin Bubut	20
Gambar 3.3	Mesin Las	20
Gambar 3.4	Sigmat/Jangka Sorong	21
Gambar 3.5	Mesin Gerinda	21
Gambar 3.6	Cutting Whel (Gerinda Duduk)	22
Gambar 3.7	Alat Potong Elpiji Dan Oksigen	22
Gambar 3.8	Mesin Bor Tangan	22
Gambar 3.9	Meteran	23
Gambar 3.10	Mistar Siku	23
Gambar 3.11	Mata Bor	24
Gambar 3.12	Besi Motor Ac	24
Gambar 3.13	Sensor Kecepatan (Rpm)	22
Gambar 3.14	Panel Listrik	25
Gambar 3.15	Arduino Uno	25
Gambar 3.16	Thermometer Digital	26
Gambar 3.17	Inverter	26
Gambar 3.18	Tungku Peleburan	27
Gambar 3.19	Besi UNP	27
Gambar 3.20	Besi Hollow	27
Gambar 3.21	Mold	28
Gambar 3.22	Besi As	28
Gambar 3.23	Bearing	28
Gambar 3.24	Baut Dan Mur	29
Gambar 3.25	Plat	29
Gambar 3.26	Pemtongan Besi Hollow	30
Gambar 3.27	Pembuatan Rangka Mesin Sentrifugal Casting	30
Gambar 3.28	Pengelasan Rangka	30
Gambar 3.29	Pemotongan Plat Untuk dudukan Bearing	31
Gambar 3.30	Pengeboran Dudukan Bearing	31
Gambar 3.31	Membubut Besi As (Poros)	32
Gambar 3.32	Mold mesin Sentrifugal Casting	32
Gambar 3.33	Tutup Mold	32
Gambar 4.1	Rancangan Rangka Mesin Sentrifugal	34
Gambar 4.2	Rangka Mesin Sentrifugal	35
Gambar 4.3	Rangka Yang Akan Di Las	38
Gambar 4.4	Grafik Kekuatan Pengelasan Pada Rangka Mesin	38
Gambar 4.5	Grafik Kekuatan Minimum Bahan Pada Rangka Mesin	39

Gambar 4.6	Desigen Cetakan Mesin Sentrifugal	39
Gambar 4.7	Tabung Cetakan Mesin Senrifugal	40
Gambar 4.8	Grafik Pemotongan	41
Gambar 4.9	Set Up Alat Uji Sentrifugal Casting	44

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Sifat fisik dan mekanik dari Aluminium	16
Tabel 3.1 Waktu Kegiatan	18

DAFTAR NOTASI

Simbol	Keterangan	Satuan
P	Panjang	mm
S_y	Kekuatan Tarik	Mpa
τ	Tegangan Geser	Mpa
\emptyset	Diameter	mm
V	Volume	m^3
t	Waktu	min

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Laboratorium merupakan salah satu sarana khususnya bagi mahasiswa untuk melakukan suatu eksperimen dan mempraktekan ilmu yang telah didapat agar lebih memahami dan meningkatkan pengetahuan mahasiswa. Salah satu pembelajaran yang dapat dilakukan di laboratorium yaitu proses pengecoran.

Pada era modernisasi ini banyak komponen-komponen mesin yang dibutuhkan memiliki kualitas dan ketelitian produk tinggi, oleh karna itu dibutuhkan proses-proses manufaktur yang tepat. Dalam hal ini pengecoran logam merupakan salah satu metode untuk menghasilkan suatu produk. Pengembangan metode juga telah dilakukan dengan memodifikasi suhu awal cetakan, pemilihan kecepatan putar yang optimum, pengaturan desain saluran masuk kebenda cor. Berbagai pengembangan juga dilakukan pada material yang akan di cor baik dengan penambahan unsur-unsur paduan ataupun perlakuan benda hasil cor. Pada masa yang akan datang metode ini menjadi salah satu pilihan yang menjanjikan baik untuk memproduksi benda yang berbentuk teratur ataupun tidak teratur.

Pengecoran merupakan salah satu metode untuk menghasilkan suatu produk atau benda kerja, Dalam berbagai hal benda-benda kerja yang dibentuk melalui proses pengecoran memiliki keunggulan baik sifat maupun efisiensinya pembentukannya, bahkan tidak dimiliki oleh bahan yang dibentuk dengan cara lain, misalnya pada Aluminium, dimana benda-benda tuangan (hasil pengecoran) sifat-sifatnya dapat ditentukan oleh formulasi campuran dan dapat diperbaiki menurut kebutuhan kita (Surdia, 1996).

Berkembangnya industri di Indonesia menjadi kebutuhan akan industri logam juga semakin meningkat. Salah satunya adalah industri logam alumunium sebagai pengganti logam ferrous. Untuk menghasilkan kualitas alumunium yang baik maka perlu suatu pengerjaan pengecoran alumunium yang berkualitas dan dapat bersaing dalam industri logam yang semakin ketat. Pengecoran logam merupakan suatu proses pembuatan benda yang dilakukan

melalui beberapa tahapan mulai dari pembuatan pola, cetakan, proses peleburan, menuang, membongkar dan membersihkan coran. Hampir semua benda-benda logam yang berbentuk rumit baik logam ferro maupun non ferro mulai dari berukuran kecil sampai besar dapat dibuat melalui proses pengecoran. Perkembangan material berbasis besi (ferro), khususnya material coran baik kelas besi cor dan baja cor ditanah air telah meningkat sedemikian rupa mengikuti tuntutan kualitas yang berkaitan dengan fungsi produk cor itu sendiri.

Persaingan ketat di industri pembuat komponen otomotif yang menjanjikan kontinuitas pesanan massal, telah dikuasai oleh industri-industri pengecoran besar yang mengaplikasikan berbagai jenis mesin produksi yang semakin canggih dan dilengkapi dengan pengendalian mutu yang cermat untuk itu perlu penanganan yang khusus. Pengecoran logam dipakai untuk proses pembentukan logam dan bermacam-macam metode pengecoran yang telah dikembangkan sampai saat ini. Hal ini disebabkan karena logam mempunyai sifat keras dan kuat sehingga umur pemakaiannya lebih lama.

Sentrifugal casting adalah metode pengecoran yang dapat menutupi kelemahan gravity casting. Gaya sentrifugal yang dihasilkan oleh putaran cetakan akan menyebabkan logam cair yang dituang terdorong menjauhi sumbu putar menuju jari-jari terjauh cetakan dan akan mengisi rongga cetakan lebih sempurna sehingga produk yang akan dihasilkan lebih sempurna (Jorstad, 1993). Salah satu dari metode pengecoran logam adalah pengecoran sentrifugal. Pengecoran sentrifugal dilakukan dengan cara menuangkan logam cair ke dalam cetakan yang berputar, sehingga dihasilkan coran yang mampat tanpa cacat karena pengaruh gaya sentrifugal (Surdia, 1986). Pengecoran sentrifugal memiliki beberapa kelebihan, diantaranya memiliki produktivitas tinggi untuk produk berbentuk silinder pejal, kualitas hasil coran yang baik, dan menghasilkan produk dengan porositas yang rendah karena gas-gas yang terkandung dalam logam cair dapat keluar dengan pengaruh gaya sentrifugal.

1.2.Rumusan Masalah

1. Bagaimana cara membuat mesin sentrifugal casting berinstrumentasi.

2. Bagaimanakah kinerja mesin sentrifugal casting berinstrumentasi dengan menggunakan sensor kecepatan dan sensor suhu pada saat uji coba pengecoran.

1.3. Ruang Lingkup

Laporan Tugas Akhir ini membahas tentang pembuatan mesin sentrifugal casting berinstrumentasi menggunakan sensor kecepatan dan sensor suhu (thermometer digital) dan uji coba pengecoran pada mesin.

1.4. Tujuan

Tujuan penulisan tugas akhir dengan judul "Pembuatan Mesin Pengecoran Sentrifugal Berinstrumentasi Untuk Penggunaan Laboratorium " adalah :

1. Bagaimana cara membuat mesin sentrifugal casting berinstrumentasi dengan menggunakan sensor kecepatan dan sensor suhu .
2. Mengetahui cara kerja dari sensor kecepatan dan sensor suhu.

1.5. Manfaat

1. Diharapkan dapat memberikan pembelajaran tentang pengecoran dengan menggunakan mesin sentrifugal casting berinstrumentasi dengan menggunakan sensor suhu dan sensor kecepatan.
2. Sebagai observasi yang dimana dapat mendukung untuk memperluas wawasan pengetahuan teknologi pengecoran secara umum.

1.6. Sistematika Penulisan

Dalam penulisan laporan tugas akhir ini agar lebih memudahkan dalam penyajian, penyusunan, dan pembahasan maka disusun dengan sistematika penulisan sebagai berikut:

BAB 1 PENDAHULUAN

Bab pengantar memuat latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, dan manfaat penelitian. Latar belakang masalah berisi hal-hal yang menjadi alasan penulisan melakukan penelitian. Rumusan masalah merupakan penarikan kesimpulan dari bagian latar belakang, sehingga didapatkan suatu hal yang akan diteliti. Batasan masalah berisi batasan-batasan permasalahan yang diambil untuk lebih memfokuskan kegiatan penelitian.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Memuat uraian sistematika hasil penelitian yang didapat oleh peneliti terdahulu dan yang berhubungan dengan penelitian yang akan dilakukan. Tujuan pustaka ini lebih digunakan sebagai referensi dalam memperoleh hasil penelitian yang maksimal.

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

Menjelaskan secara detail cara melakukan penelitian yang mencakup rancangan, bahan, alat, metode/jalan penelitian, dan tingkat ketelitian alat.

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Memuat hasil penelitian atau analisa pembahasan yang sifatnya terpadu. Hasil penelitian disajikan dalam bentuk daftar (tabel) grafik, foto/gambar atau bentuklain dan ditempatkan dekat dengan pembahasan. Pembahasan berisi tentang hasil yang diperoleh berupa penjelasan teoritis, baik secara kualitatif atau secara statistic.

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

Merupakan bagian akhir dari sistematika penulisan yang berisi kesimpulan terhadap hasil penelitian yang telah dilakukan serta secara untuk perbaikan atau pengembangan terhadap penelitian yang telah dilakukan. Kesimpulan merupakan pernyataan singkat dan tepat.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Pengecoran

Pengecoran adalah membuat komponen dengan cara menuangkan bahan yang dicairkan ke dalam cetakan. Bahan disini dapat berupa metal maupun non metal. Untuk mencairkan bahan diperlukan *furnace* (dapur kupola). *Furnace* adalah sebuah dapur atau tempat yang dilengkapi dengan *heater* (pemanas). Bahan padat dicairkan sampai suhu titik cair dan dapat ditambahkan campuran bahan seperti chrom, silikon, titanium, aluminium dan lain-lain supaya bahan menjadi lebih baik.

Proses pembuatan secara umum proses pengecoran dilakukan melalui beberapa tahap mulai dari pembuatan cetakan, persiapan dan peleburan logam, penuangan logam cair ke dalam cetakan, pembersihan coran dan proses daur ulang pasir cetakan. Hasil pengecoran disebut dengan coran atau benda cor. Proses pengecoran bisa dibedakan atas 2 yaitu : proses pengecoran dan proses pencetakan. Proses pengecoran tidak menggunakan tekanan sewaktu mengisi rongga cetakan sedangkan proses pencetakan adalah logam cair ditekan agar mengisi rongga cetakan.

Cetakan untuk kedua proses ini berbeda dimana proses pengecoran cetakan biasanya dibuat dari pasir sedangkan proses pencetakan, cetakannya dibuat dari logam. Setelah logam cair memenuhi rongga dan kembali ke bentuk padat, selanjutnya cetakan disingkirkan dan hasil cor dapat digunakan untuk proses sekunder. Proses pengecoran sendiri dibedakan menjadi dua macam, yaitu tradisional casting dan non tradisional/*contemporary* casting.

Teknik tradisional terdiri atas :

1. Sand-Mold Casting
2. Dry-Sand Casting
3. Shell-Mold Casting
4. Full-Mold Casting
5. Cement-Mold Casting
6. Vacuum-Mold Casting

Sedangkan teknik non traditional terbagi atas :

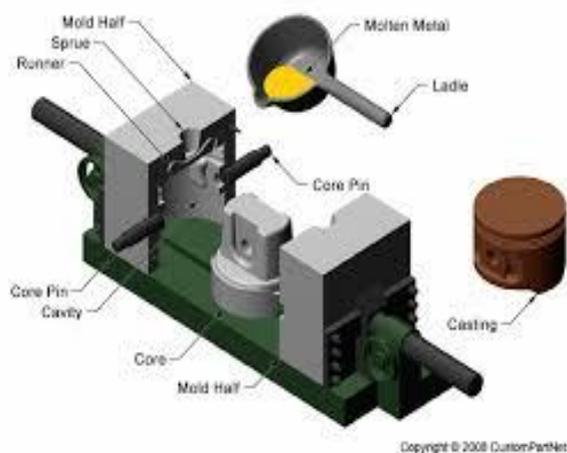
1. High-Pressure Die Casting
2. Permanent-Mold Casting
3. Sentrifugal Casting
4. Plaster-Mold Casting
5. Investment Casting
6. Solid-Ceramic Casting

Perbedaan secara mendasar di antara keduanya adalah bahwa *contemporary casting* tidak bergantung pada pasir dalam pembuatannya. Perbedaan lainnya adalah bahwa *contemporary casting* biasanya digunakan untuk menghasilkan produk dengan geometri yang kecil relatif dibandingkan bila menggunakan tradisional casting. Hasil coran non-tradisional casting juga tidak memerlukan proses tambahan untuk penyelesaian permukaan. Jenis logam yang kebanyakan digunakan di dalam proses pengecoran adalah logam besi bersamaan dengan aluminium, kuningan, perak, dan beberapa material non logam lainnya (<http://id.wikipedia.org/2010/wiki/Pengecoran>).

2.2. Macam Macam Pengecoran

1. Permanent Mold Casting

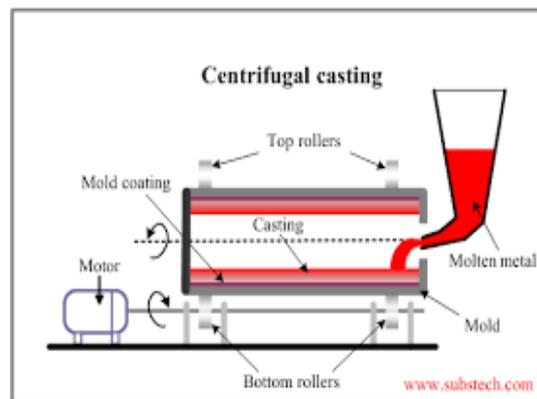
Jenis pengecoran ini, cetaknya dapat dipakai berulang kali (terbuat dari logam dan grafit). Pengecoran ini dikhususkan untuk pengecoran logam non ferro dan paduan (www.gudangmateri.com/.../dasar-pengecoran-dengan-ilmu-logam.html, 2010).



Gambar 2.1. Permanent Mold Casting

2. Sentrifugal Casting

Menuangkan logam cair ke dalam cetakan yang berputar dan akibat gaya sentrifugal logam cair akan termampatkan sehingga diperoleh benda kerja tanpa cacat. Pengecoran ini digunakan secara intensif untuk pengecoran plastik, keramik, beton dan semua logam. Pengecoran sentrifugal pertama kali dipatenkan tahun 1809 di Inggris. Ide menggunakan gaya sentrifugal ini ditemukan oleh AG Eckhardt (www.gudangmateri.com/.../dasar-pengecoran-dengan-ilmu-logam.html, 2010).



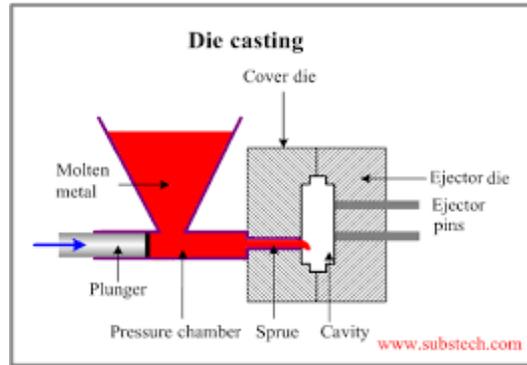
Gambar 2.2.Sentrifugal Casting

3. Investment Casting

Proses pengecoran dengan pola tertanam dalam rangka cetak, kemudian pola dihilangkan dengan cara pemanasan sehingga diperoleh rongga cetak. Pola biasanya terbuat dari lilin, plastik atau material yang mudah meleleh. Pengecoran ini sering juga disebut *wax lost casting*. Proses yang termasuk juga *Investment Casting* adalah *full mold process* atau *lost foam process*. Bahan Pattern biasanya *Expanded Polystyrene* (www.gudangmateri.com/.../dasar-pengecoran-dengan-ilmu-logam.html, 2010)

4. Die Casting

Proses ini mempergunakan tekanan dalam memasukkan logam cair ke dalam rongga cetakan dan dengan dibawah tekanan dibiarkan membeku. Die Casting umumnya untuk logam non Ferro dan paduan. Die casting biasanya terbuat dari baja yang dikeraskan. (www.gudangmateri.com/.../dasar-pengecoran-dengan-ilmu-logam.html, 2010)



Gambar 2.3. Die Casting

5. Hot Chamber Die Casting

Pada proses ini, tungku pencair logam jadi satu dengan mesin cetak dan silinder injeksi terendam dalam logam cair. Silinder injeksi digerakkan secara pneumatic atau hidrolik. Pada mesin ini mempunyai komponen utama yaitu: silinder plunger, leher angsa (*goose neck*) dan *nozzle*. Logam cair ditekan ke dalam rongga cetakan dengan tekanan tetap dipertahankan selama pembekuan terjadi. Leher angsa yang terendam logam cair sewaktu plunger pada kedudukan teratas. Kemudian logam cair diinjeksikan ke rongga cetakan dengan amat cepat. ([www.gudangmateri.com /.../dasar-pengecoran-dengan-ilmu-logam.html](http://www.gudangmateri.com/.../dasar-pengecoran-dengan-ilmu-logam.html), 2010)

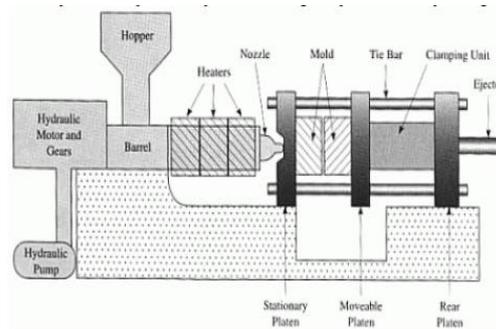
6. Cold Chamber Die Casting

Pada mesin cetak ini, tungkunya terpisah dari mesinnya. Mesin membutuhkan tekanan yang lebih besar untuk menutup cetakan dan pengisian rongga cetakan. Cara kerja mesin ini, dimulai dari pencairan logam cair kemudian dituangkan ke dalam plunger yang berdekatan dengan cetakan, baru dilakukan penekanan secara hidrolis . Proses ini biasanya cocok untuk logam-logam yang memiliki temperatur leleh tinggi, misalnya aluminium dan magnesium. ([www.gudangmateri.com /.../dasar-pengecoran-dengan-ilmu-logam.html](http://www.gudangmateri.com/.../dasar-pengecoran-dengan-ilmu-logam.html), 2010)

7. Injection Molding

Perbedaan dengan Die Casting adalah cara material diumpankan dan masuk ke rongga cetakan. Injection molding dikhususkan untuk material non logam, gelas, plastik dan karet. Butiran plastik dimasukkan dalam hopper kemudian feed screw butiran plastik dipanaskan oleh elemen pemanas kemudian pada waktu sampai di nozzle sudah berupa cairan plastik dan cairan plastik ditekan masuk ke rongga cetakan. Die pada injection casting dilengkapi dengan

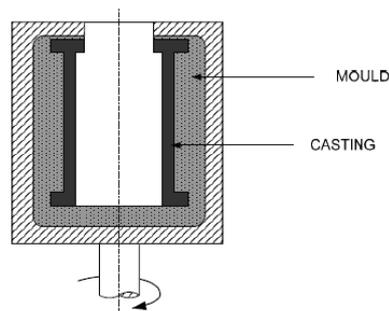
sistem pendingin untuk membantu proses pembekuan (solidifikasi).
([www.gudangmateri.com /.../dasar-pengecoran-dengan-ilmu-logam.html](http://www.gudangmateri.com/.../dasar-pengecoran-dengan-ilmu-logam.html), 2010).



Gambar 2.4. Injection Molding

2.3. Pengecoran Sentrifugal Casting

Proses sentrifugal casting berbeda dengan proses pengecoran statik, pada sentrifugal casting, pembekuan logam terjadi pada cetakan yang berputar, sedangkan pada pengecoran statik pembekuan logam terjadi pada cetakan yang diam. Pada sentrifugal casting, biasanya pengisian cetakan (*pouring*) dilakukan ketika cetakan sedang berputar, walaupun pada aplikasi tertentu terutama pada sentrifugal casting yang tegak lurus, penuangan dimulai ketika cetakan diam, kemudian cetakan diputar sampai pada kecepatan tertentu sehingga pembekuan logam terjadi pada saat cetakan tersebut berputar. Pada gambar berikut diperlihatkan prinsip pengecoran dengan sentrifugal secara vertical.



Gambar 2.5. Sentrifugal Casting Vertical.

Sentrifugal casting adalah metode pengecoran yang dapat menutupi kelemahan gravity casting. Gaya sentrifugal yang dihasilkan oleh putaran cetakan akan menyebabkan logam cair yang dituang terdorong menjauhi sumbu putar menuju jari-jari terjauh cetakan dan akan mengisi rongga cetakan lebih sempurna sehingga produk yang dihasilkan lebih sempurna. Jorstad, (1993)

Biasanya, pengecoran sentrifugal digunakan untuk memproduksi benda-benda berbentuk silinder seperti pipa, bushing dan silinder sleeve. Mesin pengecoran sentrifugal memiliki dua tipe yakni vertikal dan horisontal. Benda yang memiliki bentuk tidak silinder dan tidak simetris dapat dilakukan pengecoran dengan tipe vertical. Pengecoran sentrifugal memiliki banyak keuntungan misalnya operasional mudah, biaya rendah, fleksibilitas baik (Chirita dkk, 2008)

Gaya sentrifugal pada proses pengecoran akan menekan cairan logam sehingga meningkatkan penghilangan cacat karena gas yang terperangkap atau penyusutan saat proses pendinginan. Hal ini akan meningkatkan sifat mekanis pada benda cor (Suzuki & Yao, 2004). Teknik pengecoran sentrifugal memanfaatkan gaya sentrifugal yang ditimbulkan oleh putaran motor penggerak, menyebabkan masa cor melekat dan memadat pada dinding cetakan. Proses pengecoran dapat dilakukan secara vertikal maupun horizontal tanpa menggunakan inti (core). Sesuai dengan bentuk cetakannya, maka produk cor yang dihasilkan juga berbentuk silindris atau pipa dengan diameter, tebal dinding dan panjang tertentu. Produk cor yang dihasilkan dengan metode ini mempunyai arah pembekuan yang terarah (*directional solidification*) dari bagian diameter luar menuju ke diameter dalam, sehingga menghasilkan produk cor yang terbebas dari cacat pengecoran terutama shrinkage yang paling sering dijumpai pada proses pembentukan dengan teknik lainnya (Tim Proyek BPPT, 2010)

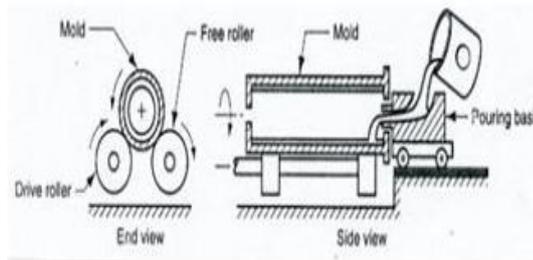
2.4. Jenis Jenis Pengecoran Senrifugal :

Pengecoran sentrifugal ada 3 jenis, diantaranya : Sentrifugal sejati, semi sentrifugal dan pengecoran sentrifuge.

2.4.1 Pengecoran Mesin Sentrifugal Sejati.

Dalam pengecora sentrifugal sejati, logam cair di tuangkan ke dalam cetakan yang berputar untuk menghasilkan benda cor berbentuk turbular, seperti, pipa tabung, bushing, cincin dan lain – lainnya. Cara kerja mesin ini adalah dengan cara, logam cair dituangkan ke dalam cetakan horisontal yang sedang berputar melalui cawan tuan (*pouring bashin*) yang terletak pada salah satu ujung cetakan. Pada beberapa mesin, cetakan baru diputar setelah logam cair dituangkan, kecepatan putar yang sangat tinggi menghasilkan gaya sentrifugal

sehingga logam akan terbentuk sesuai dengan bentuk dinding cetakan. Jadi, bentuk luar dan bentuk cor bisa bulat, oktagon, heksagonal atau bentuk-bentuk yang lain, tetapi sebelah dalamnya akan berbentuk bulatan, karena adanya gaya radial yang simetri.



Gambar 2.6. Sentrifugal Sejati

Karakteristik benda cor hasil pengecoran sentrifugal sejati :

- a) Memiliki densitas (kepadatan) yang tinggi terutama pada bagian luar coran.
- b) Tidak terjadi penyusutan pembekuan benda terutama pada bagian luar cor karena adanya gaya sentrifugal yang bekerja secara kontinu selama proses pembekuan.
- c) Cenderung ada impuritas pada dinding sebelah dalam coran dan hal ini dapat dihilangkan dengan pemesinan.

Kelebihan dari pengecoran sentrifugal sejati adalah sebagai berikut :

- a) Pengecoran sentrifugal digunakan untuk mengatasi kelemahan-kelemahan seperti cacat bentuk, kekuatan tidak merata, juga terutama bentuk yang mempunyai dimensirotasi seperti puli, roda gigi. Karena itulah pengecoran statis dianggap kurang maksimal untuk membuat produk-produk di atas.
- b) Kesulitan yang dialami jika menggunakan cetakan logam ialah pemuaian cetakan (akibat kenaikan suhunya) dan penyusutan logam yang membeku. Hal ini dapat diatasi pada pengecoran sentrifugal.
- c) Dapat digunakan untuk benda cor yang sangat besar.

- d) Menghasilkan sifat mekanik yang baik. Karena kekuatan sentrifugal yang tinggi, pengecoran ini menghasilkan benda coran dengan butiran halus pada permukaan luarnya dan memiliki sifat mekanik seperti kekuatan tarik, struktur mikro sekitar 30% lebih besar daripada bagian yang dibentuk dengan metode pengecoran logam biasa.
- e) Permukaan memiliki dimensi dengan akurasi yang baik.
- f) Biaya tenaga kerja relatif rendah.
- g) Mengurangi pembuangan sisa logam cair dari benda cor karena tidak adanya saluran masuk, inti, dan saluran turun, ataupun riser.
- h) Dapat digunakan untuk memproduksi pipa bimetal dengan bahan murah. Proses pengecoran logam bimetal diawali dengan logam luar dituangkan dalam cetakan yang berputar, diikuti dengan menuangkan logam kedua setelah beberapa lama. Logam kedua harus dituangkan dalam cetakan setelah logam pertama kehilangan fluiditas. Jika logam kedua dituangkan sebelumnya maka komposisi dan ketebalan logam kedua akan berubah. Begitu juga jika logam kedua dituangkan terlambat maka tidak akan ada ikatan yang baik antara kedua logam.

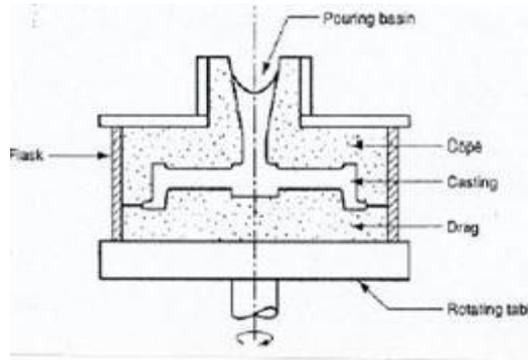
Adapun kelemahan dari pengecoran sentrifugal sejati adalah sebagai berikut :

- a) Terbatas pada benda coran yang berbentuk silindris dengan rongga.
- b) Beberapa paduan sulit dicor secara sentrifugal karena unsur yang lebih berat cenderung terpisah dari logam besar. Gejala ini disebut segregasi gravitasi.
- c) Mesin sekunder (untuk penyelesaian permukaan) seringkali diperlukan untuk diameter bagian dalam.
- d) Lead time (waktu yang dibutuhkan untuk membuat benda produksi) lebih lama.

2.4.2. Pengecoran Semi Sentrifugal.

Pada metode ini, gaya sentrifugal digunakan untuk menghasilkan coran yang pejal (bukan bentuk tabular). Cetakan dirancang dengan riser pada pusat untuk pengisian logam cair. Densitas logam dalam akhir pengecoran lebih besar

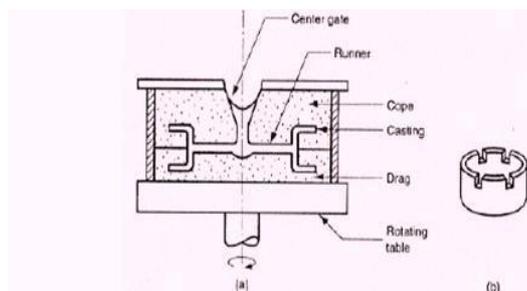
pada bagian luar dibandingkan dengan bagian dalam coran yaitu bagian yang dekat dengan pusat rotasi. Kondisi ini dimanfaatkan untuk membuat benda dengan lubang ditengah, seperti roda, dan puli. Bagian tengah yang memiliki densitas rendah mudah dikerjakan dengan proses pemesinan (Tarigan,2017).



Gambar 2.7. Pengecoran Semi Sentrifugal

2.4.3. Pengecoran Sentrifuge

Dalam pengecoran sentrifuge cetakan dirancang dengan beberapa rongga cetak yang diletakkan disebelah luar dari pusat rotasi sedemikian rupa sehingga logam cair yang dituangkan ke dalam cetakan akan didistribusikan kesetiap rongga cetak dengan gaya sentrifugal, seperti yang ditunjukkan dalam gambar 3. Proses ini digunakan untuk benda cor yang kecil, dan tidak diperlukan persyaratan semetri radial seperti dua jenis pengecoran sentrifugal yang lain.



Gambar 2.8. Pengecoran Sentrifuge

2.5. Material Alumunium

Alumunium merupakan logam yang lunak dengan tampilan menarik, ringan, tahan korosi, mempunyai daya hantar panas dan daya hantar listrik yang relatif tinggi, dan mudah dibentuk serta cadangannya dikerak bumi melimpah

melebihi cadangan besi (Fe). Aluminium murni mempunyai kekuatan dan sifat mekanis yang rendah. Kekuatan aluminium murni tidak dapat ditingkatkan secara langsung dengan proses perlakuan panas (*heat treatment, age hardening*) (TALAT Lecture 2202, 1994; Surdia dan Saito, 1995 ; Callister, 2000; Brown, 2001).

Salah satu usaha untuk meningkatkan kekuatan aluminium murni adalah dengan proses pengerjaan dingin (*cold working*) berupa pengerasan regang. Tetapi cara ini kurang memuaskan bila tujuan utama adalah untuk menaikkan kekuatan. Pada perkembangan selanjutnya, peningkatan nyata dari aluminium dapat dicapai dengan penambahan unsur-unsur paduan kedalam aluminium.

Unsur paduan tersebut dapat berupa tembaga (Cu), mangan (Mn), silikon (Si), magnesium (Mg), seng (Zn) dan lain-lain. Kekuatan aluminium paduan ini dapat dinaikkan lagi dengan pengerasan regang atau perlakuan panas. Sifat-sifat lainnya seperti mampu cor dan mampu mesin juga bertambah baik, akan tetapi teknik ini menurunkan ketahanan korosi, kontrol kehomogenan komposisi yang sulit, harga menjadi mahal dan peningkatan biaya daur ulang (TALAT Lecture 2202, 1994; Surdia dan Saito, 1995; Callister, 2000).

Paduan aluminium diklasifikasikan dalam berbagai standar oleh beberapa negara. Secara umum paduan aluminium diklasifikasikan menjadi dua kelompok yaitu paduan aluminium tuang/cor (*cast aluminium alloy*) dan paduan aluminium tempa (*wrought aluminium alloy*). Setiap kelompok tersebut dibagi lagi menjadi dua kategori, yaitu paduan dengan perlakuan panas (*heat treatable alloy*) dan paduan tanpa perlakuan panas (*non heat treatable alloy*) (TALAT Lecture 2202, 1994; Surdia dan Saito, 1995; Callister, 2000; Mondolfo, 1976).

Alumunium banyak digunakan dalam industri cor seperti pembuatan komponen otomotif dan komponen yang lainnya, karena aluminium mempunyai banyak sifat yang menguntungkan, diantaranya aluminium mempunyai ketahanan korosi dan hantaran listrik yang baik dan sifat-sifat yang baik lainnya sebagai sifat logam (Oxtoby, 2003)

Alumunium murni memiliki temperature lebur 660° C. Unsur-Unsur Alumunium Bauksit dimurnikan melalui proses Bayer, yang mengambil manfaat dari fakta bahwa oksida alumina amfoter larut dalam basa kuat tetapi besi oksida

tidak. Bauksit mentah dilarutkan dalam natrium hidroksida $\text{Al}_2\text{O}_3 (\text{s}) + 2 \text{OH} (\text{aq}) + 3 \text{H}_2\text{O} (\text{l}) \rightarrow 2 \text{Al}(\text{OH})_4 (\text{aq})$. Dan dipisahkan dari besi oksida terhidrasi serta zat asing tak larut lainnya dengan penyaringan (Oxtoby, 2003).

2.5.1. Sifat–Sifat Alumunium

Sifat-sifat penting yang dimiliki alumunium sehingga banyak digunakan sebagai material teknik: - Berat jenisnya ringan (hanya $2,7 \text{ gr/cm}^3$, sedangkan besi $\pm 8,1 \text{ gr/cm}^3$) - Tahan korosi - Penghantar listrik dan panas yang baik - Mudah di fabrikasi/di bentuk - Kekuatannya rendah tetapi pepaduan (alloying) kekuatannya bisa ditingkatkan. Sifat tahan korosi dari alumunium diperoleh karena terbentuknya lapisan alumunium oksida (Al_2O_3) pada permukaan alumunium. Lapisan ini membuat Al tahan korosi tetapi sekaligus sukar dilas, karena perbedaan melting point (titik lebur). Alumunium umumnya melebur pada temperature $\pm 600^\circ\text{C}$ dan alumunium oksida melebur pada temperature 2000°C . Kekuatan dan kekerasan alumunium tidak begitu tinggi dengan pepaduan dan heat treatment dapat ditingkatkan kekuatan dan kekerasannya. Alumunium komersil selalu mengandung ketidak murnian $\pm 0,8\%$ biasanya berupa besi, silicon, tembaga dan magnesium. Sifat lain yang menguntungkan dari alumunium adalah sangat mudah difabrikasi, dapat dituang (dicor) dengan cara penuangan apapun. Dapat deforming dengan cara: rolling, drawing, forging, ekstrusi dan lain-lain.

Tabel 2. 1 Sifat fisik dan mekanik dari Aluminium

Sifat	Besaran British	Satuan Indonesia
Densitas	436,99 lb/ft ³ .	2,7 g/cm ³ .
Titik cair	1220 °F	660 °C
Kekuatan tarik	100000 – 80000 psi	689,5 – 5515,8 MPa
Titik luluh	5000 – 68000 psi	34,5 – 468,8 MPa
Modulus elastis	10.6 x 10 ⁶ psi	73,08 x 10 ³ MPa
Prosentase muai	14 – 15 %	14 – 15 %
Rasio Poisson (ν)	0.33	0,33
Tahanan jenis	3 x 10 ⁻⁶ Ω / cm ³ .	28,2 n Ω .m.
Konduktivitas panas	130 Btu / hr/ ft/° F.	237 W/m.K
Koefisien muai panas	13 x 10 ⁻⁶ in / in / ° F.	23,1 \square m/m.K
Kapasitas panas (C°)	0.23 Btu/ lb/ ° F.	24,2 J/mol.K
Kekuatan tarik/densitas	10000 – 80000 in.	393,7 – 3149,6 mm

2.5.2. Keberadaan dan Kegunaan Aluminium

Keberadaan Aluminium adalah unsur yang tergolong banyak di kulit bumi. Mineral yang menjadi sumber komersial aluminium ialah bauksit. Bauksit mengandung aluminium dengan bentuk aluminium oksida (Al₂O₃). Aluminium terdapat didalam penggunaan zat aditif makanan, antasida, buffered aspirin, astringents, semprotan hidung (healer), anti perspirant, air minum, knalpot mobil,

asap tembakau, penggunaan alumunium foil, peralatan masak, kaleng, keramik, dan kembang api.

Sifat fisis Alumunium Alumunium adalah konduktor listrik yang baik. Merupakan konduktor yang baik juga untuk panas. Dapat ditempa menjadi lembaran, ditarik menjadi kawat dan diekstrusi menjadi batangan menjadi bermacam-macam penampang.

BAB 3 METODOLOGI

3.1. Tempat dan Waktu

3.1.1. Tempat

Ada pun tempat pelaksanaan penelitian sentrifugal *casting* dilakukan di Laboratorium Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, Jalan Kapten Muchtar Basri No. 3 Medan.

3.1.2. Waktu

Waktu yang digunakan dalam pembuatan mesin sentrifugal casting ini dilaksanakan sejak tanggal dikeluarkannya izin penelitian dalam kurun waktu kurang lebih 6 (enam) bulan penelitian yang dimulai pada bulan Agustus 2018 sampai dengan selesai

Dimana pada penelitian ini dibutuhkan data-data tertentu yang diperoleh dengan melakukan pengumpulan data dari beberapa referensi buku dan website yang berhubungan dengan judul penelitian yang diambil. Kemudian membuat mesin sentrifugal casting dan melakukan pengujian guna memperoleh evaluasi data pada penelitian. Kurun waktu setiap tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini dapat dilihat pada tabel 3.1.

Tabel 3.1. Waktu kegiatan

NO	Kegiatan	Bulan					
		Agst	Sep	Okt	Nov	Des	Jan
1	Studi Literatur	■					
2	Design Gambar		■	■			
3	Penyediaan Material				■		
4	Proses Pembuatan Alat					■	
5	Pengujian Alat						■
6	Kesimpulan						■

3.2. Alat dan Bahan

Didalam melakukan proses pembuatan mesin sentrifugal *casting* penentuan bahan dan alat merupakan faktor yang utama yang harus di perhatikan dalam melakukan pembuatan sentrifugal *casting* dimana bahan dan alat haru standart yang sudah ditentukan.

3.2.1. Alat

Pada pembahasan ini dibutuhkan peralatan yang bisa membantu dalam proses pembuatan dan percobaan penyetakan agar lebih mudah dalam proses pengerjaannya dan tidak dibutuhkan waktu yang lama, adapun alat yang digunakan yaitu :

1. Mesin *frais* (*milling machine*)

Adalah mesin yang digunakan untuk membuat beberapa lubang untuk tabung cetakan mesin sentrifugal. Dapat dilihat pada gambar 3.1



Gambar 3.1. Mesin *milling*

Spesifikasi :

- Type : Emco F3
- Produksi : Maier & Co - Austria
- Motor Power : 1,1/1,4 Kw
- Speed : 1400/2800 rpm
- Spindle speed (rpm) : 80 - 160 - 245 – 360 - 490 - 720 - 1100 – 2200

2. Mesin Bubut

Digunakan untuk proses pemakanan benda kerja yang sayatannya dilakukan dengan cara memutar benda kerja kemudian dikenakan pada pahat yang digerakan secara tranlasi sejajar dengan sumbu putar dari benda kerja. Dapat dilihat pada gambar 3.2.



Gambar 3.2. Mesin Bubut

3. Mesin las

Adalah alat yang digunakan untuk menyambungkan rangka-rangka dalam pembuatan mesin *centrifugal casting*. Dapat dilihat pada gambar 3.3.



Gambar 3.3. Mesin Las

4. *Sigmat* / Jangka sorong

Adalah alat yang digunakan untuk mengetahui diameter, kedalaman pada suatu benda kerja. Dapat dilihat pada gambar 3.4.



Gambar 3.4. *Sigmat/Jangka Sorong*

5. Mesin gerinda

Adalah suatu alat ekonomis untuk menghasilkan bahan dasar benda kerja dengan permukaan kasar maupun halus untuk mendapatkan hasil dengan ketelitian yang tinggi. Mesin gerinda dalam pengoperasiannya menggunakan mata gerinda, Jadi mesin gerinda merupakan salah satu jenis mesin perkakas dengan mata potong jamak. Di mana mata potongnya berjumlah sangat banyak yang mana digunakan untuk mengasah maupun sebagai alat potong benda kerja. Dapat dilihat pada gambar 3.5



Gambar 3.5. Mesin gerinda

6. *Cutting wheel* (gerinda duduk)

Adalah alat yang digunakan untuk melakukan pemotongan pada sebuah benda kerja. Dapat dilihat pada gambar 3.6.



Gambar 3.6. *Cutting wheel* (Gerinda duduk)

7. Alat Potong Gas Elpiji Dan Oksigen

Adalah alat yang digunakan untuk memotong plat dan pola desain yang diperlukan untuk membuat mesin sentrifugal. Dapat dilihat pada gambar 3.7.



Gambar 3.7. Alat Potong Gas Elpiji Dan Oksigen

8. Mesin Bor Tangan

Mesin bor tangan berfungsi untuk melubangi plat untuk baut rangka. Dapat dilihat pada gambar 3.8.



Gambar 3.8. Mesin Bor Tangan

9. Meteran

Meteran berfungsi untuk mengukur ukuran rangka sesuai dengan yang kita inginkan sesuai dengan gambar yang telah di buat. Dapat dilihat pada gambar 3.9.



Gambar 3.9.Meteran

10. Mistar siku

Mistar siku berfungsi untuk menentukan plat benar-benar lurus dan menentukan kemiringan pada plat yang ingin kita potong. Dapat dilihat pada gambar 3.10.



Gambar 3.10. Mistar Siku

11. MataBor

Sebagai alat untuk membuat diameter lubang pada suatu benda kerja. Dapat dilihat pada gambar 3.11



Gambar 3.11 Mata Bor

12. Motor AC

Alat yang digunakan untuk menggerakkan alat uji mesin sentrifugal casting.dapat dilihat pada gambar 3.12.



Gambar 3.12 Motor AC

13. Sensor Kecepatan (RPM)

Sensor kecepatan adalah jenis celah *opto-coupler* yang akan menghasilkan sinyal *output high TTL* ketika sebuah objek terdeteksi pada celah. Yang berfungsi sebagai pendeteksi kecepatan pada motor dan sebagainya. Sensor kecepatan yang banyak digunakan pada pendeteksi kecepatan motor, RPM, pengukuran putaran, *tachometer*, pembatas kecepatan dan lain-lain. Dapat dilihat pada gambar 3.13.



Gambar 3.13 Sensor Kecepatan (RPM)

14. Panel Listrik

Digunakan untuk pemutus dan penyambung arus listrik pada motor. Dapat dilihat pada gambar 3.14.



Gambar 3.14. Panel Listrik

15. *Arduino UNO*

Digunakan sebagai pembaca sensor kecepatan motor AC yang terhubung dengan komputer. Dapat dilihat pada gambar 3.15.



Gambar 3.15. *Arduino UNO*

16. Thermometer Digital

Digunakan untuk mengukur laju penurunan suhu yang terjadi pada proses pengecoran. Dapat dilihat pada gambar 3.16.



Gambar 3.16. Thermometer Digital

17. Inverter

Berfungsi sebagai converter daya listrik yang mampu mengonversikan arus searah atau DC (*Direct Current*) menjadi arus bolak balik atau AC (*Alternating Current*), atau juga sebaliknya dengan efektifitas yang sama. Dapat dilihat pada gambar 3.17.



Gambar 3.17 Inverter

18. Tungku Peleburan

Digunakan untuk peleburan bahan Aluminium. Dapat dilihat pada gambar 3.18.



Gambar 3.18. Tungku Peleburan

3.2.2. Bahan

19. Besi UNP

Digunakan untuk membuat dudukan motor pada mesin sentrifugal. Dapat dilihat pada gambar 3.19.



Gambar 3.19. Besi UNP

20. Besi Hollow

Hollow digunakan sebagai rangka pada pembuatan mesin centrifugal vertikal yang sedang kami kerjakan. Dapat dilihat pada gambar 3.20.



Gambar 3.20. Besi Hollow

21. Mold

Mold digunakan untuk cetakan hasil benda kerja mesin sentrifugal casting. Dapat dilihat pada gambar 3.21.



Gambar 3.21. Mold

22. Besi As

Untuk menghubungkan kedudukan poros ke mold sehingga mold dapat berputar. Dapat dilihat pada gambar 3.22.



Gambar 3.22. Besi As

23. Bearing

Digunakan untuk mengurangi gesekan dari suatu putaran. Dapat dilihat pada gambar 3.23.



Gambar 3.23. Bearing

24. Baut Dan Mur

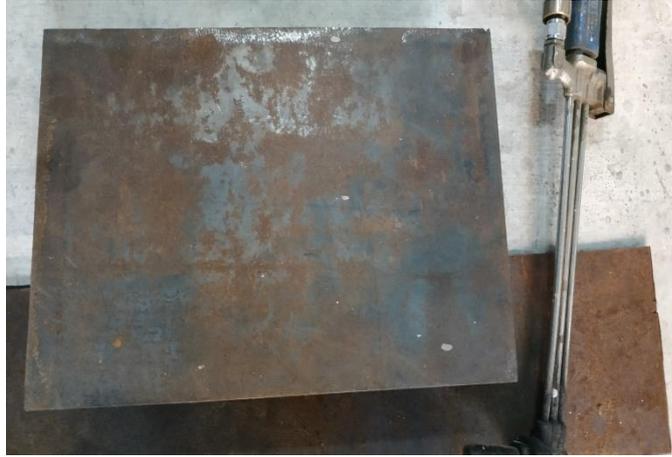
Untuk mengikat benda pada sambungan non permanen. dapat dilihat pada gambar 3.24.



Gambar 3.24 Baut Dan Mur

25. Plat

Digunakan untuk tempat kedudukan bearing pada mesin sentrifugal casting. Dapat dilihat pada gambar 3.25.



Gambar 3.25. Plat 5 mm

3.3. Proses Pembuatan Alat

Adapun pembuatan alat mesin sentrifugal casting ini dilakukan di laboratorium TEKNIK MESIN UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA (UMSU).

Adapun proses pembuatan mesin sentrifugal casting ini adalah sebagai berikut :

1. Melakukan pemotongan besi hollow dengan menggunakan mesin gerinda duduk. Dapat di lihat pada gambar 3.26.



Gambar 3.26. Pemotongan besi hollow

2. Melakukan pembuatan rangka mesin sentrifugal casting menggunakan Las listrik, gerinda, dan meteran. Dapat dilihat pada gambar 3.27.



Gambar 3.27 Pembuatan Rangka Mesin Sentrifugal Casting

3. Setelah melakukan pembuatan rangka tahap selanjutnya proses pengelasan terhadap rangka. Dapat dilihat pada gambar 3.28.



Gambar 3.28. Pengelasan Rangka

4. Langkah selanjutnya dilakukan pemotongan plat untuk dudukan bearing dengan menggunakan las asetelin. Dapat dilihat pada gambar 3.29.



Gambar 3.29. Pemotongan Plat Untuk Dudukan Bearing.

- Langkah selanjutnya melakukan pengeboran terhadap plat untuk tempat dudukan bearing dengan menggunakan mesin milling. Dapat dilihat pada gambar 3.30.



Gambar 3.30 Pengeboran Untuk Tempat Dudukan Bearing

- Langkah selanjutnya membubut besi AS (poros) dengan menggunakan mesin bubut. Dapat dilihat pada gambar 3.31



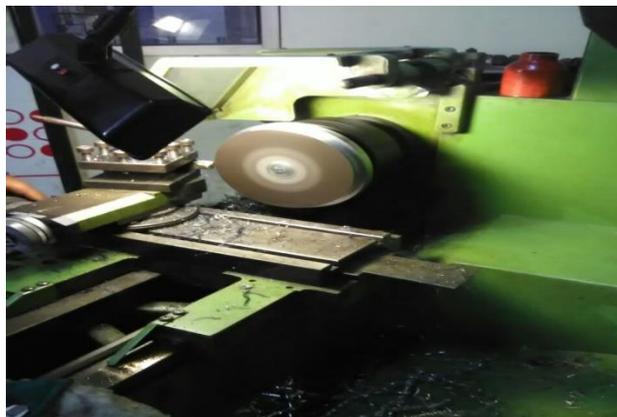
Gambar 3.31. Membubut besi AS (poros)

- Langkah selanjutnya membubut mold pada mesin sentrifugal casting. Dapat dilihat pada gambar 3.32.



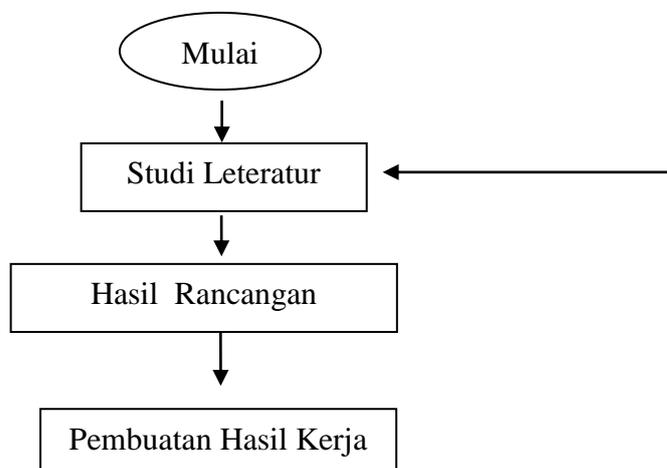
Gambar 3.32. Mold Mesin Sentrifugal Casting

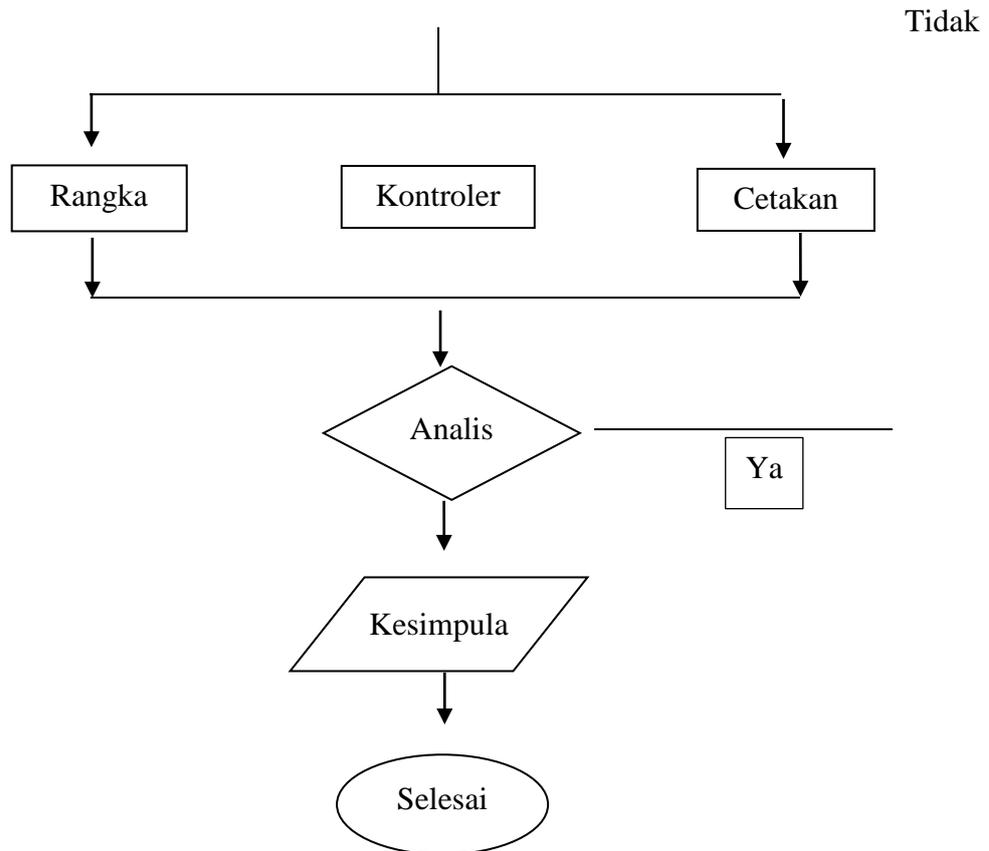
- Langkah selanjutnya membubut tutup mold. Dapat dilihat pada gambar 3.32.



Gambar 3.32 Tutup Mold

3.4 Diagram Alir Penelitian





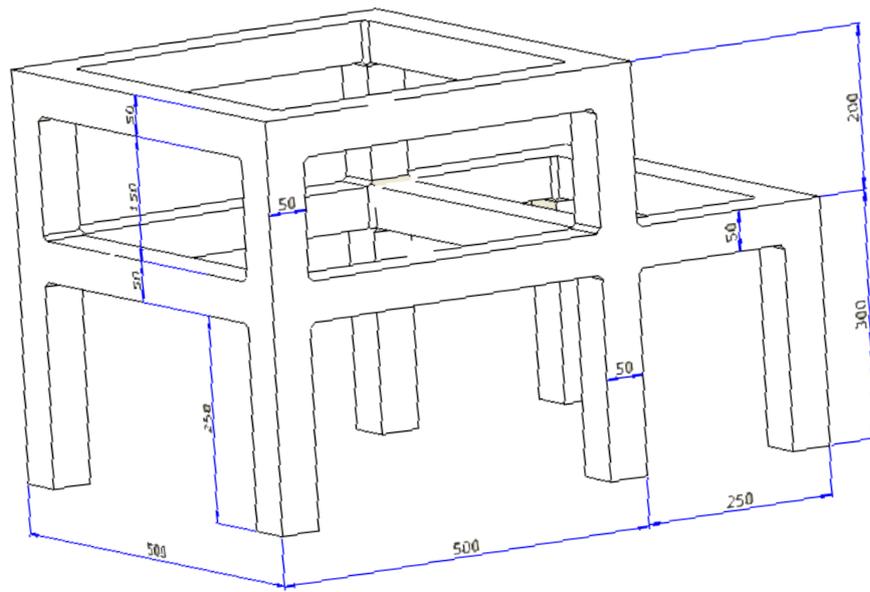
Gambar 3.33 Diagram Alir

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Pembuatan Rangka Mesin Sentrifugal

Hasil pembuatan rangka mesin sentrifugal yang telah di buat dapat di lihat pada gambar 4.1 di bawah ini. Alat ini mempunyai panjang 700 mm, lebar 500 mm, dan tinngi 800 mm. Bagian atas dan tengah rangka terdapat plat baja dengan ukran 500 x 500 mm denga ketebalan plat 6 mm sebagai dudukan bearing yang berfungsi untuk menopang poros pada cetakan. Pembuatan rangka mesin sentrifugal ini menggunakan metode pengelasan, yaitu dengan metode las SMAW (*Shield Metal Arc Welding*) atau biasa disebut juga las busur listrik. Proses

SMAW adalah proses pengelasan yang menggunakan panas untuk mencairkan material dasar atau logam induk dan elektroda (bahan pengisi). Pada pembuatan rangka ini menggunakan elektroda RB 2,6 mm (E 6013) dengan arus 60 - 80 Ampere.



Gambar 4.1. Rancangan Rangka Mesin Sentrifugal



Gambar 4.2. Rangka Mesin Sentrifugal

4.1.1 Hasil Analisa Pengelasan Pada Pembuatan Rangka Mesin Sentrifugal.

Dan perhitungan hasil dari pengelasan rangka mesin sentrifugal dapat di ketahui sebagai berikut :

- Dari tabel A 1-1 , $S_y = 345 \text{ Mpa}$, $9 - 2$, $S_t = 427 \text{ Mpa}$, $b = 2 \text{ mm}$, $d = 50 \text{ mm}$. jadi

$$A = 1,414 \text{ hd} = 1,414 (2) 50 = 141,4 \text{ mm}^2$$

$$I_u = d^3 / 6 = 50^3 / 6 = 20833 \text{ mm}^3$$

$$I = 0,707 \text{ hI}_u = 0,707 (2) 20833 = 29457,8 \text{ mm}^4$$

$$F = 9,8 \times 10 = 98 \text{ N}$$

- Menghitung bagian geser utama

$$\tau' = \frac{F}{A} = \frac{98}{141,4} = 0,69 \text{ Mpa}$$

- Menghitung bagian geser skunder

$$\tau'' = \frac{Mr}{I} = \frac{98 (500) 25}{29457,8} = 41,5 \text{ Mpa}$$

- Besar geser r kombinasi adalah :

$$\tau = (\tau'^2 + \tau''^2)^{1/2} = (0,69^2 + 41,5^2)^{1/2} = 41,5 \text{ Mpa}$$

- Menghitung faktor keamanan berdasarkan kekuatan minimum dapat dicari dengan cara sebagai berikut :

$$n = \frac{Ssy}{r} = \frac{0,577(345)}{41,5} = 4,7$$

- Dari tabel A 1 - 2 kekuatan minimum $S_{ut} = 400 \text{ Mpa}$ dan $S_y = 220 \text{ Mpa}$, maka

$$\sigma = \frac{mc}{i} = \frac{98 (500)}{2305,3} = 21,2 \text{ MPa}$$

$$n = \frac{S_y}{\sigma} = \frac{220}{21,2} = 103,5$$

- Maka kekuatan minimum dari pengelasan tersebut adalah 103,5. Dan pengelasan ini menggunakan electrode E 6013 dan dapat dilihat pada tabel 1 - 1, dan tegangan geser yang di izinkan r_{all} adalah 124 Mpa. Faktor keamanan yang sesuai untuk rangka mesin sentrifugal adalah:

$$n = 1,6 \frac{220}{2,125} = 165,6$$

Jika menggunakan kawat las E70XX

Dari tabel A 1-1, $S_y = 393$ Mpa, $S_t = 482$ Mpa faktor keamanan berdasarkan kekuatan minimum menggunakan kawat las E70xx adalah :

- $n = \frac{S_{sy}}{\tau} = \frac{0,577(393)}{41,5} = 5,4$

Dan menghitung kekuatan minimum menggunakan bahan AISI 1010 :

- Dari tabel A 1 - 2 kekuatan minimum $S_{ut} = 320$ Mpa dan $S_y = 180$ Mpa, maka

- $\sigma = \frac{mc}{i} = \frac{98(500)}{2305,3} = 21,2$ MPa

- $n = \frac{S_y}{\sigma} = \frac{180}{21,2} = 8,4$

Jika menggunakan kawat las E80xx

Dari tabel A 1 -1, $S_y = 462$ Mpa, $S_t = 551$ Mpa faktor keamanan berdasarkan kekuatan minimum menggunakan kawat las E80xx adalah :

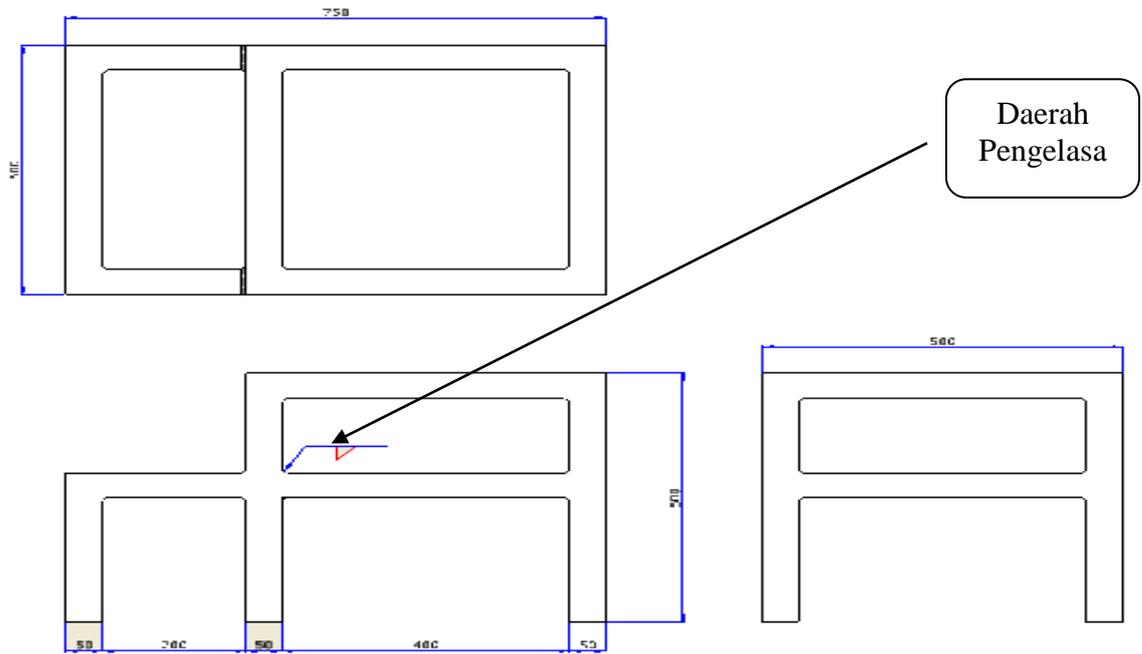
- $n = \frac{S_{sy}}{\tau} = \frac{0,577(462)}{41,5} = 6,4$

Dan menghitung kekuatan minimum menggunakan bahan AISI 1020 :

- Dari tabel A 1 - 2 kekuatan minimum $S_{ut} = 380$ Mpa dan $S_y = 210$ Mpa, maka :

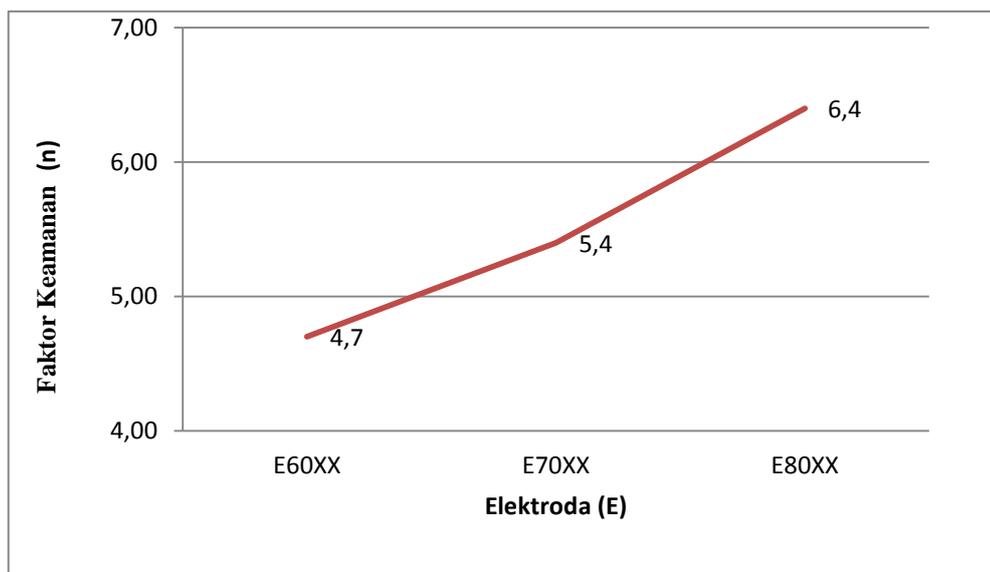
- $\sigma = \frac{mc}{i} = \frac{98(500)}{2305,3} = 21,2$ MPa

- $n = \frac{S_y}{\sigma} = \frac{210}{21,2} = 9,9$

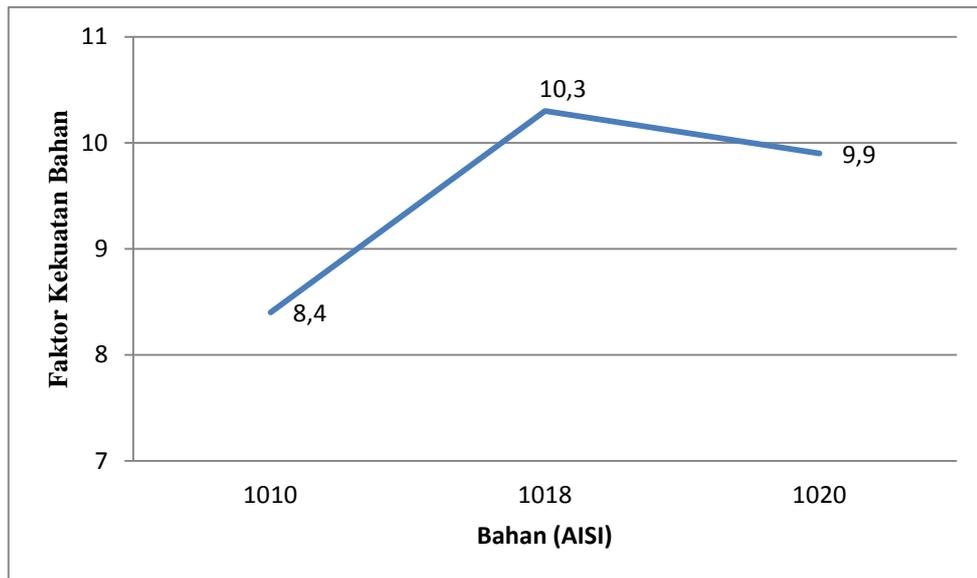


Gambar 4.3. Rangka Yang akan di Las

Dibawah ini adalah gambar grafik keamanan dan kekuatan dari hasil pengelasan rangka mesin sentrifugal, dapat dilihat pada gambar 4.4. dan 4.5.



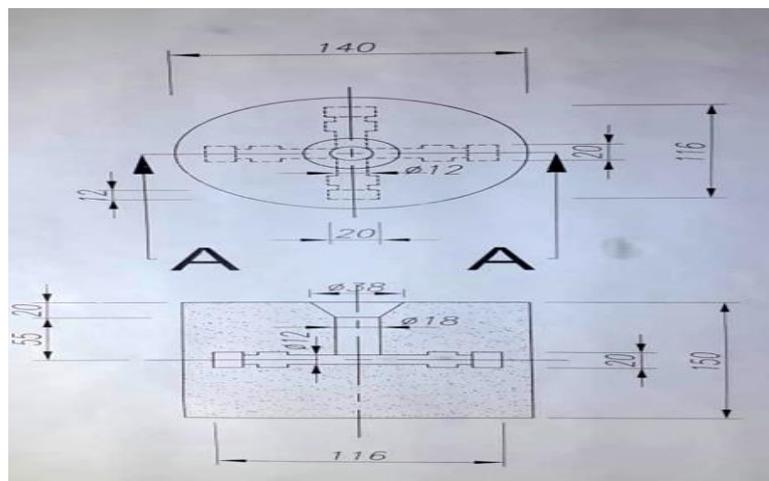
Gambar 4.4. Grafik faktor keamanan Pada Rangka Mesin Sentrifugal



Gambar 4.5. Grafik Kekuatan minimum Bahan Pada Rangka Mesin Sentrifugal

4.2 Tabung Cetakan Mesin Sentrifugal

Pembuatan tabung menggunakan pipa berdiameter 140 mm dengan tinggi 150 mm dan dengan ketebalan 6 mm. Tabung ini berfungsi sebagai tempat cetakan yang nantinya akan di isi dengan tanah liat, sedangkan fungsi dari tanah liat tersebut adalah media untuk bahan yang akan di cetak. Tabung cetakan mesin sentrifugal ini Dapat dilihat pada gambar 4.6 dan 4.7. Pada proses pembuatan tabung cetakan mesin sentrifugal ini menunakan mesin bubut dengan memakan bagian dalamnya dengan pemakan 1 mm saja dari diameter awal 141 mm.



Gambar 4.6 Design Cetakan Mesin Sentrifugal



Gambar 4.7. Tabung Cetakan Mesin sentrifugal

Pembuatan tabung cetakan ini menggunakan mesin bubut dengan memakan bagian dalam nya dan hasil perhitungan dari pembubutan tabung cetakan mesin sentrifugal adalah sebagai berikut :

- Diameter awal $D_o = 141$ mm
- Diameter hasil $D_o = 140$ mm
- Putaran Spindel $N = 400$ rpm
- Kecepatan axial = 200 mm/min
- Kecepatan makan dari proses pembubutan iyalah sebagai berikut :

$$v = \frac{(\pi)(141)(400)}{1000} = 177,1 \text{ m/min}$$

- Menghitung kecepatan potong pada diameter mesin :

$$v = \frac{\pi (140)(400)}{1000} = 175,9 \text{ m/min}$$

- Kedalaman pemotongan adalah :

$$d = \frac{141-140}{2} = 0,5 \text{ mm}$$

- Dan Pemakananya adalah :

$$f = \frac{200}{400} = 0,5 \text{ mm/rev}$$

- Bahan ini memiliki tingkat pemakanan :

$$\begin{aligned} \text{MRR} &= (\pi)(12,25)(0,5)(0,5)(400) \\ &= 3848,4 \text{ mm}^3/\text{min} \end{aligned}$$

- Waktu aktual untuk memotong adalah :

$$t = \frac{150}{(0,5)(400)} = 0,75 \text{ min}$$

- Menghitung kekuatan potong

$$\text{Kekuatan} = \frac{(4)(3848,4)}{60} = 256,5 \text{ W}$$

dari $W = 60 \text{ N.m/min}$ kekuatan yang di buang adalah 7680

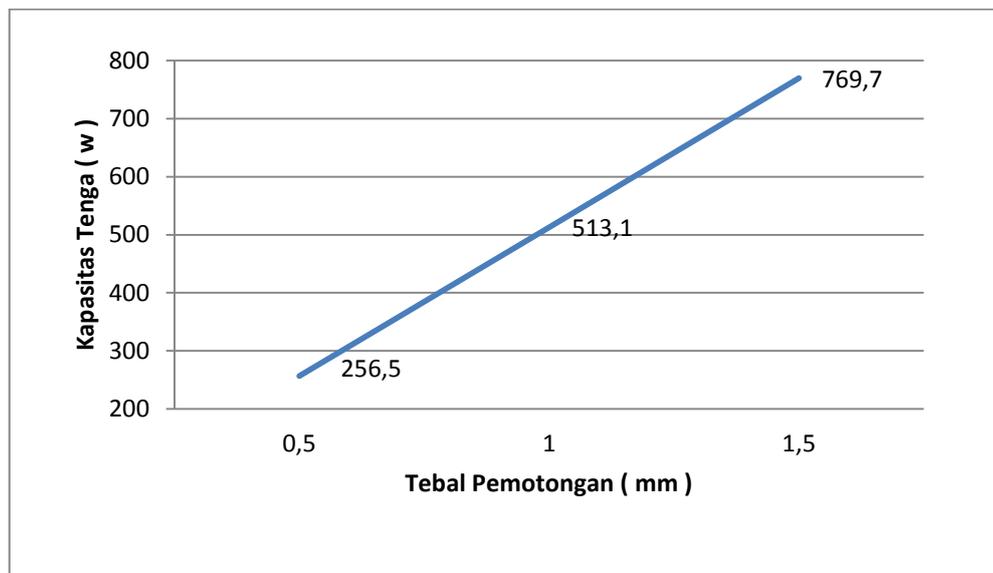
Gaya pemotongan, F_c , adalah kekuatan tangsial yang di berikan oleh alat ini adalah dari torsi, dan kecepatan rotasi adalah radian per satuan waktu, karena :

$$T = \frac{7680}{(2\pi)(400)} = 3,1 \text{ N.m}$$

dari itu dapat disimpulkan

$$T = F_c D_{\text{avg}}/2$$

$$F_c = \frac{(3,1)(1000)}{12,25/2} = 506 \text{ N}$$



Gambar 4.8 Grafik Pemotongan

Peritungan isi tabung cetakan mesin sentrifugal ini dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

- Volume silinder cetakan yang di isi dengan tanah liat.

$$\begin{aligned} V &= \pi r^2 t \\ &= 3.14 \times 70^2 \times 150 = 2.307.900 \text{ mm}^3 \end{aligned}$$

Menghitung isi volume yang akan di cetak :

- Volume 1

$$V = p \times l \times t$$

$$\begin{aligned}
&= 10 \times 20 \times 20 \\
&= 4000 \text{ mm}^3 \\
&= 4000 \times 4 \\
&= 16000 \text{ mm}^3
\end{aligned}$$

- Volume ke 2

$$\begin{aligned}
V &= p \times l \times t \\
&= 10 \times 12 \times 20 \\
&= 2400 \text{ mm}^3 \\
&= 2400 \times 3 \\
&= 7200 \text{ mm}^3
\end{aligned}$$

Jadi volume keseluruhan adalah :

- Volume keseluruhan

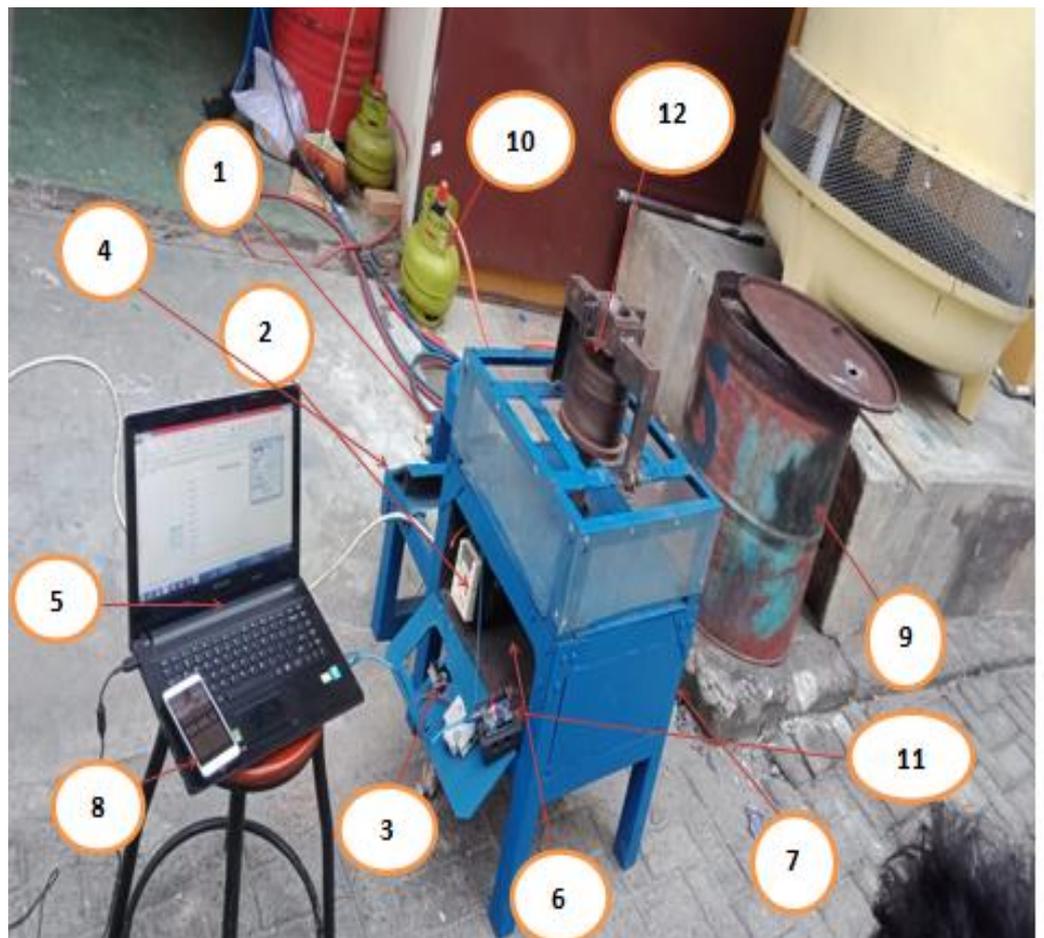
$$\begin{aligned}
V &= 16000 \times 7200 \\
&= 115.200.000 \text{ mm}^3
\end{aligned}$$

4.3. Pengaturan Peralatan Mesin Sentrifugal

Berikut ini langkah langkah yang di lakukan :

1. Periksa mesin sentrifugal hingga siap untuk pengujian.
2. Periksa kondisi motor Ac mesin sentrifugal hingga siap untuk berputar.
3. Periksa kondisi inverter hingga siap untuk di gunakan.
4. Sambungkan arus listrik ke inverter hingga lampu merah siap menyala.
5. Mengecek semua sensor hingga aktif dan terekam pada laptop.
6. Hidupkan mesin sentrifugal hingga berputar secara konstan.
7. Melebur aluminium yang akan di masukkan ke dalam cetakan.
8. Mengambil data suhu lebur aluminium yang akan dimasukkan ke dalam cetakan.
9. Merekam semua data pengujian sentrifugal.
10. Mematikan mesin dan melihat hasil cetakan.
11. Selesai

Dibawah ini adalah gambar setup ala uji.



Gambar 4.9. Set Up Alat Uji Sentrifugal Casting

Keterangan:

1. Motor AC
Berfungsi sebagai penggerak poros dengan bantuan belting sebagai penerus putaran motor listrik.
2. Inverter
Berfungsi untuk merubah kecepatan motor dengan cara merubah frekuensi out putnya.
3. Tombol Emergency
Berfungsi untuk mengontrol kondisi ON atau OFF dari suatu rangkaian listrik khususnya pada bagian pengontrolan, dan bisa juga untuk pemberhentian mesin darurat.
4. Baut Setelan
Berfungsi untuk menyetel kerenggangan bealting .
5. Laptop
Berfungsi untuk memprogram kecepatan putaran pada mesin.
6. Sensor Kecepatan / RPM
Berfungsi sebagai alat pengukur kecepatan pada motor.
7. Rangka Mesin Alat uji Sentrifugal Casting
Berfungsi sebagai tiang yang menopang mold alat uji sentrifugal casting dan komponen lainnya pada mesin sentrifugal casting.
8. Stopwatch
Berfungsi untuk menentukan waktu putaran pada mesin.
9. Tungku peleburan aluminium
Tempat untuk meleburkan aluminium sampai titik didihnya.
10. Gas LPG 3 kg
Berfungsi untuk pemanas tungku pelebur .
11. Arduino
Berfungsi pengendali mikro single-board yang bersifat open-source, diturunkan dari wiring plat form, dirancang untuk memudahkan pengguna elektronik dalam berbagai bidang.

12. Cetakan (mold)

Kegunaanya untuk membuat spesimen yang kita inginkan. Set up alat uji di atas telah siap digunakan untuk pengujian

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Dari hasil rancangan yang dilakukan, maka dapat di ambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Alat uji mesin sentrifugal yang sudah sudah di buat sesuai dengan yang di rancang.
2. Alat alat uji mesin sentrifugal casting berinstrumentasi bekerja dengan baik untuk penggunaan laboratorium .
3. Tabung cetakan mesin sentrifugal memiliki diameter 140 mm, dengan tinggi 150 mm, dan tebal 6 mm, dengan volume isi cetakan $2.307.900 \text{ mm}^3$.
4. Mesin sentrifugal ini memiliki instrumentasi yaitu :
 - a) Sensor Kecepatan
 - b) Sensor suhu.

5.2 Saran

Penulis sepenuhnya menyadari bahwa pembuatan mesin pengecoran sentrifugal ini masih belum cukup sempurna, maka pada riset berikutnya penulis menyarankan agar mesin sentrifugal ini bisa lebih di kembangkan.

DAFTAR PUSTAKA

Bukti Tarigan, 2017, Rancang Bangun Pengecoran Sentrifugal Untuk Peningkatan Kualitas Hasil Coran, Lombok.

Chirtia dkk, 2008, *Advantages Of The Centrifugal Casting Tech – Nique For The Production Of Structural Components With Al-Si Alloy, Materials And Desigen.*

<http://id.wikipedia.org/2010wiki/pengecoran>

K.Suzuki, M.Yao, 2004, *Simulation Of Mold Filling And Solidification And Solidification During Centrifugal Precision Casting Of Ti-6Al-4V Alloy, Metals And Materials International, Vol. 10.1.*

Richard G.Budinas, J.Keith Nisbett, 1909 – 1994, *Mechanical Engeneering Desain*

Oxtoby Dkk, 2003, Prinsip Prinsip Kimia Dasar Dan Terapan Modern Jilid 2, Erlangga, Jakarta.

Surdia, T. Chijiwa K, 1996, Teknik Pengecoran Logam, Jakarta.

TALAT Lecture 2202, 1994, *Structural Alumunium Materials, Eroupean Alumunium Associations – EAA,PP.3,4.*

Tim Proyek BPPT, 2010, Penerapan Teknologi Sentrifugal Untuk Pembentukan Bushing Dan Komponen Bus, Jakarta.

www.gudangmateri.com/.../dasar-pengecoran-dengan-ilmu-logam., 2010.