

TUGAS SARJANA
KONSTRUKSI DAN MANUFAKTUR
PENGARUH PUTARAN PADA PROSES PENGECORAN
DENGAN BAHAN ALUMINIUM TERHADAP KECACATAN
PRODUK MENGGUNAKAN MESIN PENGECORAN
SENTRIFUGAL

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

Disusun oleh :

SANDI PUTRA
1207230099



PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2018

LEMBAR PENGESAHAN-I
TUGAS SARJANA
PENGARUH PUTARAN PADA PROSES
PENGECORAN DENGAN BAHAN ALUMINIUM
TERHADAP KECACATAN PRODUK
MENGGUNAKAN MESIN PENGECORAN
SENTRIFUGAL

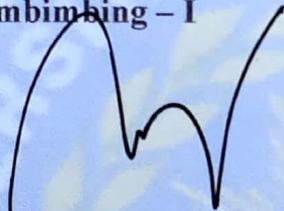
Disusun Oleh :

SANDI PUTRA
1207230099

Diperiksa dan Disetujui Oleh :

12 september 2018

Pembimbing – I



(Dr. Eng. Rakhmad Arief Siregar)

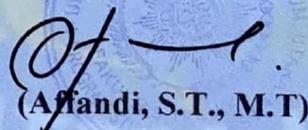
Pembimbing – II



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

Diketahui oleh :

Ka. Program Studi Teknik Mesin



(Affandi, S.T., M.T)

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2018

LEMBAR PENGESAHAN-II
TUGAS SARJANA
PENGARUH PUTARAN PADA PROSES
PENGECORAN DENGAN BAHAN ALUMINIUM
TERHADAP KECACATAN PRODUK
MENGGUNAKAN MESIN PENGECORAN
SENTRIFUGAL

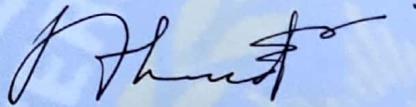
Disusun Oleh :

SANDI PUTRA
1207230099

Diperiksa dan Disetujui Oleh :

12 september 2018

Pembanding – I



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

Pembanding – II



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

Diketahui oleh :

Ka. Program Studi Teknik Mesin


(Affandi, S.T., M.T)

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2018



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 menjawabsurat ini agar disebutkan
nomor dan tanggalnya

DAFTAR SPESIFIKASI
TUGAS SARJANA

Nama Mahasiswa : SANDI PUTRA
NPM : 1207230099
Semester : XI
SPESIFIKASI :

“Pengaruh Putaran Pada Proses Pengecoran Dengan Bahan Aluminium Terhadap
Kecacatan Produk Menggunakan Mesin Pengecoran Sentrifugal”.

Diberikan Tanggal : 1 Maret 2010
Selesai Tanggal : 12 September 2010
Asistensi : seminggu sekali
Tempat Asistensi : kampus universitas muhammadiyah sumatera utara

Medan, 12 September 2018

Diketahui oleh :

Ka. Program Studi Teknik Mesin

Dosen Pembimbing – I

(Affandi, S.T., M.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 : SANDI PUTRA
NPM : 1207230099

PEMBIMBING -I : DR. ENG. RAKHMAD ARIEF SIREGAR
PEMBIMBING -II : KHAIRUL UMURANI, S.T.,M.T

NO	Hari / Tanggal	Uraian	Paraf
1	18/2/18	membaca prebasi pada buku 2	
2.	24/2/18	lanjut ke buku 3	
3.	3/3/18	prebasi buku 3	
4.	21/3/18	lanjut buku 4	
5.	20/4/18	lanjut Pemb II	
6.	10/4/18	Perbaiki laporan	
7.	24/4/18	Perbaiki prebasi	
8.	12/5/18	Perbaiki prebasi	
9.	27/8/18	All Summer	

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS SARJANA

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama Lengkap : Sandi Putra
Tempat / Tanggal Lahir : Medan, 14 Mei 1992
NPM : 1207230099
Bidang Konsentrasi : Kontruksi dan Manufaktur
Program Studi : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

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

“Pengaruh Putaran Pada Proses Pengecoran Dengan Bahan Aluminium Terhadap Kecacatan Produk Menggunakan Mesin Pengecoran Sentrifugal”

Bukan merupakan pencurian hasil karya milik orang lain untuk kepentingan saya karena hubungan material maupun non material, ataupun segala kemungkinan yang lain, ataupun segala kemungkinan lain yang padahakekatnya bukan merupakan karya tulis tugas sarjana saya secara orsinil 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, 15 september 2018

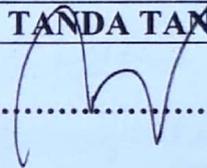
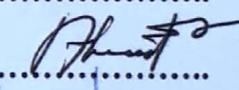
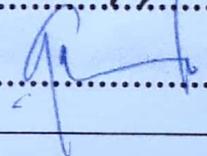
Saya yang menyatakan,

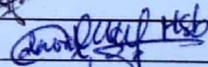
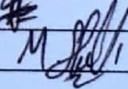


SANDI PUTRA

**DAFTAR HADIR SEMINAR
TUGAS AKHIR TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK – UMSU
TAHUN AKADEMIK 2018 – 2019**

Peserta Seminar
 Nama : Sandi Putra
 NPM : 1207230099
 Judul Tugas Akhir : Pengaruh Putaran Pada Proses Pengecoran Dengan Bahan Aluminium Terhadap Kecacatan Produk Menggunakan Mesin Pengecoran Sentrifugal.

DAFTAR HADIR	TANDA TANGAN
Pembimbing – I : Dr.Rakhmad Arief Srg.M.Eng	: 
Pembimbing – II : Khairul Umurani.S.T.M.T	:
Pembanding – I : Ahmad Marabdi Srg.S.T.M.T	: 
Pembanding – II : Chandra A Siregar.S.T.M.T	: 

No	NPM	Nama Mahasiswa	Tanda Tangan
1	1207230028	Suherman	
2	1307230003	David sonuddin Hsb	
3	1207230012	ROY ARMANISAH VERI	
4	1307230131	ALPIN LAZHARDI	
5	1307230112	MUHAMMAD ILHAM AKBAR	
6			
7			
8			
9			
10			

Medan, 20 Dzulhijjah 1439 H
01 September 2018 M

Ketua Prodi. T Mesin



DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA

NAMA : Sandi Putra
NPM : 1207230099
Judul T.Akhir : Pengaruh Putaran Pada Proses Pengecoran Dengan Bahan Alumi
Nium Terhadap Kecacatan Produk Menggunakan Mesin Penge-
Coran Sentrifugal.

Dosen Pembimbing – I : Dr.Rakhmad Arief.Siregar.M.Eng
Dosen Pembimbing – II : Khairul Umurani.S,T.M.T
Dosen Pembanding - I : Ahmad Marabdi Siregar.S.T.M.T
Dosen Pembanding - II : Chandra A Siregar.S.T.M.T

KEPUTUSAN

1. Baik dapat diterima ke sidang sarjana (collogium)

2. Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan antara lain :

1. Lihat Buku Tugas Sarjana yg telah di koreksi
2. format tulisan
3. kesesuaian judul, Tujuan, dan kesimpulan
4. kesesuaian kutipan dan Daftar pustaka

3. Harus mengikuti seminar kembali

Perbaikan :

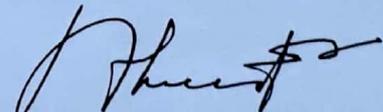
.....
.....
.....
.....

Medan 20 Dzulhijjah 1439H
01 September 2018 M

Diketahui :
Ketua Prodi. T.Mesin


Affandi.S.T.M.T

Dosen Pembanding- I


Ahmad Marabdi Siregar.S.t.M.T

**DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**

NAMA : Sandi Putra
NPM : 1207230099
Judul T.Akhir : Pengaruh Putaran Pada Proses Pengecoran Dengan Bahan Alumi
Nium Terhadap Kecacatan Produk Menggunakan Mesin Penge -
Coran Sentrifugal.

Dosen Pembimbing – I : Dr.Rakhmad Arief.Siregar.M.Eng
Dosen Pembimbing – II : Khairul Umurani.S,T.M.T
Dosen Pembanding - I : Ahmad Marabdi Siregar.S.T.M.T
Dosen Pembanding - II : Chandra A Siregar.S.T.M.T

KEPUTUSAN

1. Baik dapat diterima ke sidang sarjana (collogium)
2. Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan antara lain :

- lihat buku tugas sarjana
- lakukan pengujian ulang dengan Temperatur yg sama.

3. Harus mengikuti seminar kembali
Perbaikan :

Medan 20 Dzulhijjah 1439H
01 September 2018 M

Diketahui :
Ketua Prodi. T.Mesin



Dosen Pembanding- II

[Signature]
Chandra A Siregar.S.T.M.T

ABSTRAK

Sentrifugal casting adalah suatu pengecoran yang memanfaatkan gaya sentrifugal pada proses produksi pengecoran logam ataupun komposit bermatriks logam. Pada penelitian ini logam yang akan digunakan adalah logam aluminium. Tujuan dari penelitian sentrifugal casting ini adalah untuk mengetahui pengaruh putaran pada mesin dan suhu tuang cairan aluminium, untuk membandingkan hasil dari setiap cetakan. Adapun dari pengujian sentrifugal casting di lakukan dengan bervariasi putaran dan suhu, masing-masing 300 Rpm, 900 Rpm, 1500 Rpm dan suhunya 500⁰, di setiap pengujian bahan aluminium yang akan dilebur harus di timbang dahulu seberat 70 gram dan pada setiap putaran ditetapkan waktu selama 20 detik. Pada 3 kali pengujian dapat kita simpulkan bahwa hasil dari cetakan pada putaran rendah lebih baik dibandingkan dari hasil putaran tinggi. Hal ini dilakukan agar dapat membandingkan hasil kecacatan cetakan dari hasil pengujian nantinya dapat diketahui mana hasil dari putaran dan suhu yang terbaik nantinya dan harus diketahui juga setiap melakukan pengujian bahan aluminium yang sebelum dilebur harus di timbang begitu juga dengan hasil dari cetakan, hal ini dilakukan agar dapat lebih mudah membandingkan dari hasil variasi putaran dan suhu yang tetap.

Kata Kunci : Aluminium, variasi putaran, suhu, massa, sentrifugal casting.

KATA PENGANTAR



Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakaatuh.

Alhamdulillah, puji syukur kehadirat *Allah Subhanallahu wa Ta'ala* pemilik langit dan bumi beserta segala isinya, yang selalu melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya kepada kita semua, dan tak lupa pula sholawat kepada nabi dan rasul terakhir kita *Muhammad Shallallahu 'alaihi wassalam*. Alhamdulillah akhirnya penulis dapat menyelesaikan tugas sarjana ini sebagai syarat untuk menyelesaikan program studi S-1 Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Adapun judul yang penulis ambil pada tugas sarjana ini adalah **“PENGARUH PUTARAN PADA PROSES PENGECORAN DENGAN BAHAN ALUMINIUM TERHADAP KECACATAN PRODUK MENGGUNAKAN MESIN PENGECORAN SENTRIFUGAL”**. Dalam menyelesaikan tugas ini penulis banyak mengalami hambatan yang disebabkan minimnya pengetahuan dan pengalaman penulis, namun berkat petunjuk Allah SWT yang terus - menerus hadir dan penulis yang terus belajar, dan atas banyaknya bimbingan dari pada dosen pembimbing, serta bantuan moril maupun materil dari berbagai pihak akhirnya penulis dapat menyelesaikan tugas sarjana ini..

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan banyak terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Kedua orang tua saya, mamak (Sumarniati) dan bapak (Adi Nasib) yang tidak pernah berhenti memberi kasih, sayang, perhatian, nasihat, materil dan doanya hingga saat ini.
2. Bapak Munawar Alfansury Siregar, S.T., M.T., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
3. Bapak Ade Faisal, S.T., M.Sc, Ph.D., selaku Wakil Dekan I Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
4. Bapak Dr. Eng. Rakhmad Arief Siregar., selaku Dosen Pembimbing I tugas sarjana yang telah memberikan bimbingan dan perhatian sehingga tugas sarjana ini dapat diselesaikan dengan baik.
5. Bapak Khairul Umurani, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing II tugas sarjana yang telah memberikan bimbingan dan perhatian sehingga tugas sarjana ini dapat diselesaikan dengan baik.
6. Bapak Affandi, S.T., M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

yang telah memberikan perhatian sehingga tugas sarjana ini dapat diselesaikan dengan baik.

7. Bapak Ahmad Marabdi Siregar, S.T., M.T., selaku dosen pembeding I tugas sarjana yang telah memberikan bimbingan dan perhatian sehingga tugas sarjana ini dapat diselesaikan dengan baik.
8. Bapak Chandra A. Siregar, S.T., M.T., selaku Sekretaris Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara dan selaku dosen pembeding II tugas sarjana yang telah memberikan bimbingan dan perhatian sehingga tugas sarjana ini dapat diselesaikan dengan baik.
9. Seluruh Pegawai Tata Usaha dan Seluruh Dosen Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
10. Teman satu perjuangan Satrio, Ilham, Indra, Herman, Agus, Wahyuda Kurniadi, Yopi Handoko S.T dan seluruh teman teman A3 malam, B3 malam, stambuk 2012.

Penulis menyadari tugas sarjana ini jauh dari sempurna dan banyak kekurangan, untuk itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun dari para pembaca demi kesempurnaan tulisan dan kesempurnaan tugas sarjana ini. Akhir kata, penulis berharap semoga tugas sarjana ini dapat bermanfaat terutama bagi penulis sendiri dan juga semua pembaca. Apabila ada kesalahan, semata - mata kekhilafan penulis, sedangkan kebenaran semuanya hanyalah milik *Allah Subhanallahu wa Ta'ala*.

Bilahi fil shabali haq, fastabiqul khairat.

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakaatuh.

Medan, 12 September 2018

Penulis

SANDI PUTRA
1207230099

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN I	
LEMBAR PENGESAHAN II	
LEMBAR SPESIFIKASI	
LEMBAR ASISTENSI	
ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR NOTASI	viii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	4
1.3. Batasan Masalah	5
1.4. Tujuan Studi Eksperimental	5
1.4.1. Tujuan Umum	5
1.4.2. Tujuan Khusus	6
1.5. Manfaat Penelitian	6
1.6. Metode Penelitian	7
1.7. Sistematika Penulisan	8
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	10
2.1. Pengecoran Sentrifugal	10
2.2. Teknik penuangan dan kecepatan putar	12
2.3. Jenis-Jenis Pengecoran Sentrifugal	15
2.3.1. Semi Sentrifugal	15
2.3.2. <i>Centrifuging</i>	16
2.3.3. <i>True Centrifugal</i>	16
2.4. Pengaruh Kecepatan putar cetakan	17
2.5. Variasi Kecepatan putar cetakan	18
2.6. Metal <i>pickup</i>	20
2.7. Cetakan Permanen	21
2.8. Penuangan (<i>pouring</i>)	22
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	24
3.1. Tempat dan Waktu Penelitian	24
3.1.1. Tempat	24
3.1.2. Waktu	24
3.2. Alat dan Bahan	24
3.2.1 Alat	25
3.2.2 Bahan	28

3.3. Prosedur Eksperimental	28
3.4. Diagram alir Penelitian	32
3.5. Set Up Alat Uji Sentrifugal <i>Casting</i>	33
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	35
4.1. Data Hasil Pengujian	35
4.2. Putaran 300 rpm dengan Temperatur 500 ⁰ C.	35
4.3. Putaran 900 rpm dengan Temperatur 500 ⁰ C.	37
4.4. Putaran 1500 rpm dengan Temperatur 500 ⁰ C.	38
4.5. Hasil Grafik Sentrifugal Casting pada putaran 300 rpm, 900 rpm, 1500 rpm dengan skala kecacatan.	39
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	41
5.1 Kesimpulan	41
5.2 Saran	42
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	
CURRICULUM VITAE	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Mesin Horizontal <i>centrifugal casting</i>	11
Gambar 2.2	Prinsip Pengecoran Horizontal Pengecoran <i>Centrifugal</i>	13
Gambar 2.3	<i>Arduino UNO</i>	18
Gambar 2.4	Sensor Kecepatan	19
Gambar 3.1	Las Assetelin	25
Gambar 3.2	<i>Arduino UNO</i>	26
Gambar 3.3	Sensor Kecepatan	26
Gambar 3.4	Tungku Peleburan	27
Gambar 3.5	Cetakan	27
Gambar 3.6	Thermometer Digital	28
Gambar 3.7	Aluminium	28
Gambar 3.8	Timbangan	29
Gambar 3.9	Data Temperatur	29
Gambar 3.10	Data rpm	30
Gambar 3.11	Diagram Alir	32
Gambar 3.12	Set Up Alat Uji Sentrifugal <i>Casting</i>	33
Gambar 4.1	Hasil Cetakan pada putaran 300 rpm dengan temperatur 500 ⁰ C	36
Gambar 4.2	Hasil cetakan dengan putaran 900 rpm dengan temperatur 500 ⁰ C	37
Gambar 4.3	Hasil cetakan dengan temperature 1500 rpm dengan temperatur 500 ⁰ C	38
Gambar 4.4	Grafik pengujian sentrifugal pada putaran 300 rpm, 900 rpm, 1500 rpm	39

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	Waktu Kegiatan	24
Tabel 4.1	Parameter kecacatan pada putaran 300 rpm dengan temperatur 500 ⁰ C	36
Tabel 4.2	Parameter kecacatan pada putaran 900 rpm dengan temperatur 500 ⁰ C	37
Tabel 4.3	Parameter kecacatan pada putaran 1500 rpm dengan temperatur 500 ⁰ C	38

DAFTAR NOTASI

Simbol	Keterangan	Satuan
N	Jumlah putaran	Rpm
f	Frekuensi	Hz
P	Jumlah kutub gulungan	pole

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pada era modernisasi ini banyak komponen-komponen mesin yang dibutuhkan memiliki kualitas dan ketelitian produk tinggi, oleh karena itu dibutuhkan proses-proses manufaktur yang tepat. Dalam hal ini pengecoran logam merupakan salah satu metode untuk menghasilkan suatu produk. 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, yang salah satunya terbuat dari bahan logam *non ferro* seperti aluminium dan dapat dibuat melalui proses pengecoran. Pengembangan metode juga telah dilakukan dengan memodifikasi suhu awal cetakan, pemilihan kecepatan putar yang optimum, pengaturan desain saluran masuk ke benda 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.

Salah satu dari metode pengecoran adalah pengecoran sentrifugal. Pengecoran sentrifugal dilakukan dengan cara menuangkan logam cair kedalam cetakan yang berputar, sehingga dihasilkan coran yang mampat tanpa cacat karna pengaruh gaya sentrifugal. 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 karna gas-gas yang terkandung dalam logam cair dapat keluar dengan pengaruh gaya sentrifugal. Cairan logam itu merapat pada dinding cetakan, inti digunakan untuk membentuk ruangan dalam cetakan. Produk yang didapat dengan cara ini mempunyai sifat-sifat fisik yang unggul dan ketelitian yang tinggi, dibandingkan dengan menggunakan cetakan pasir. Jenis mesin pengecoran sentrifugal yang dijadikan judul dan dibuat pada tugas akhir ini yaitu mesin pengecoran sentrifugal horizontal. Salah satu metode dalam proses pengecoran adalah pengecoran sentrifugal yang pada umumnya digunakan untuk menghasilkan benda berbentuk silinder atau benda kerja yang simetris pada cetakan yang berputar. Oleh karna itu perlu dikaji lebih lanjut tentang pengaruh variasi kecepatan putar cetakan terhadap kualitas pengecoran aluminium yang meliputi sifat mekanik (kekerasan) dan struktur mikro. Variasi kecepatan yang dipilih sebesar 300 rpm, 900 rpm, dan 1500 rpm. Percobaan dilakukan dengan melihat hasil struktur mikro yang dihasilkan pada setiap variasi putaran terutama bagian penampang

melintang produk cor. Selanjutnya dapat dilakukan pembahasan mengenai hubungan struktur mikro terhadap angka kekerasan setiap variasi putaran tersebut. Jenis logam yang kebanyakan digunakan didalam proses pengecoran adalah logam besi bersama-sama dengan aluminium, kuningan, perak, dan beberapa material non logam lainnya. Pada pengamatan struktur mikro, bentuk butir yang dihasilkan pengecoran sentrifugal secara umum berbentuk *equiaxed* dan *columnar* dengan orientasi kemiringan sesuai dengan arah. (Soejono Tjitro dkk,2004).

Fakta yang terjadi memperlihatkan bahwa kebanyakan industri-industri kecil sampai menengah lebih baik mengaplikasikan teknologi pengecoran sederhana dan lebih fleksibel dalam mengikuti keinginan pelanggannya. Industry pengecoran kecil hanya mampu menghasilkan permintaan produk-produk dalam jumlah terbatas, yang tentunya sangat sukar untuk dilakukan diindustri besar. Hal ini memacu para praktisi pengecoran logam berbasis aluminium untuk semangkin meningkatkan kualitas produk maupun kapasitas produksinya. Mulai dari kualitas dan ketersediaan bahan mentah, tuntutan terhadap kecepatan proses yang semangkin tinggi.

Setiap jenis metode pengecoran memiliki kelebihan dan kekurangan sehingga dalam pemilihan proses produksi dengan metode pengecoran harus mempertimbangkan dari berbagai sisi baik biaya, kualitas, fungsi dan lain-lain. Permasalahan yang muncul dalam pemilihan proses pengecoran

logam diantaranya berkaitan dengan jumlah, harga, dan spesifikasi benda yang akan diproduksi. Permasalahan yang lain adalah hasil produk yang akan dibuat hanya sebanyak satu benda atau sebagai contoh sempel baik dalam ukuran yang besar atau kecil. Permasalahan ini kurang menguntungkan apabila menggunakan cetakan tetap ataupun cetakan pasir karena diperlukan pola yang akan meningkatkan harga produksi. Permasalahan lain yang mempengaruhi kualitas benda cor adalah adanya porositas yang disebabkan karena faktor silica, karakteristik *polystyrene foam*, juga temperatur penuangan sehingga mempengaruhi sifat mekanis material serta material refraktori yang digunakan sebagai pelapis dari pola *polystyrene*.

1.2. Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada eksperimen ini adalah

1. Bagaimana hasil pengujian dari sentrifugal *casting* yang dimana peleburan aluminium harus konstan 500⁰C dengan memvariasikan putaran agar dapat membandingkan hasil produk.
2. Dalam pengecoran sentrifugal *casting* cetakan di rancang dengan beberapa cetakan rongga cetak yang di letakkan di sebelah luar dari pusat rotasi sedemikian rupa sehingga logam cair yang di tuangkan kedalam cetakan akan di distribusikan ke setiap rongga cetakan dengan gaya sentrifugal.

3. Memutar sentrifugal pada putaran yang diinginkan. Variabel putaran yang digunakan pada penelitian ini adalah 300, 900, 1500 rpm.

1.3. Batasan Masalah

Pada pembuatan mesin pengecoran sentrifugal ini dibatasi oleh beberapa pokok permasalahan. Adapun yang akan dibahas antara lain:

1. Variasi kecepatan yang dipilih sebesar 300 rpm, 900 rpm, dan 1500 rpm.
2. Temperatur penuangan 500⁰C
3. *Arduino UNO* digunakan sebagai pembaca data pada sensor putaran (rpm) dan sensor suhu temperatur.
4. Menetapkan massa aluminium yang akan di lebur di setiap pengujian masing-masing harus melebur aluminium seberat 70 gr.

1.4. Tujuan Studi Eksperimental

1.4.1. Tujuan umum

Mengetahui Pengaruh putaran pada proses pengecoran dengan bahan aluminium menggunakan mesin pengecoran.

1.4.2. Tujuan khusus

Adapun tujuan khusus dari studi eksperimental ini adalah:

1. Mempelajari bagaimana hasil pengecoran sentrifugal *casting* dan melakukan variasi putaran (300 rpm, 900 rpm, 1500 rpm) dengan temperatur 500⁰C.
2. Untuk membandingkan karakteristik kecacatan pada produk yang di pengaruhi oleh putaran mesin sentrifugal *casting*.

1.5. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian sentrifugal ini adalah:

1. Dapat mengetahui tentang metode sentrifugal casting yang menggunakan bahan aluminium.
2. Dapat membandingkan karakteristik dari kecacatan produk.
3. Dapat mengetahui segi efisiensi dan segi ekonomisnya.

Dari sisi industri manfaat yang diperoleh pada penelitian ini adalah:

- Sebagai bahan pertimbangan yang bersifat praktis pada industri yang telah ada di indonesia dari segi efisiensinya dan ekonomisnya.
- Sebagai obervasi yang dimana dapat mendukung untuk memperluas wawasan pengetahuan teknologi pengecoran secara umum.

1.6. Metode Penelitian

Dalam penelitian ini digunakan beberapa metode antara lain:

1. Studi Literatur.

Studi literatur merupakan sebuah metode dengan mencari data dari literatur yang dibutuhkan antara lain dengan membaca dan mempelajari buku yang terkait dengan penelitian tersebut.

2. Observasi Lapangan.

Observasi lapangan merupakan sebuah metode penelitian dengan mencari data langsung dari lapangan yang nantinya dapat digunakan sebagai bahan penelitian.

3. Analisa Data.

Analisa data pada program ini bertujuan untuk menentukan dan mencari bahan-bahan, serta mengetahui alat-alat pendukung dalam pengecoran.

4. Metode redesain sentrifugal *casting*.

Metode redesain sentrifugal *casting* dengan aluminium dan menggunakan dalam sentrifugal casting pada saat coran dituangkan.

5. Metode Ekperimen.

Metode eksperimen dengan melakukan pengujian untuk memperoleh data-data masukan tentang sifat-sifat fisik dan mekanik dari meterial hasil pengecoran tersebut.

1.7. Sistematika Penulisan

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

1. BAB I : PENDAHULUAN

Bab ini berisikan latar belakang masalah, identifikasi masalah, batasan masalah, Tujuan dan sistematika penulis.

2. BAB II : TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisikan teori-teori yang menjadi dasar permasalahan yang dibahas Sebagai referensi.

3. BAB III : METODE PENELITIAN

Bab ini menerangkan tentang langkah-langkah pemilihan material, komponen dan langkah pembuatan.

4. BAB IV : PEMBUATAN DAN PENGUJIAN

Bab ini berisi tentang dimensi mesin yang akan dibuat dan langkah-langkah Proses permesinan yang akan di gunakan. Melakukan perakitan seluruh Komponen baik komponen standard dengan komponen yang di buat, dan Melakukan pengujian mesin setelah selesai proses perakitan.

5. BAB V : KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisikan kesimpulan dan saran tentang pembuatan mesin pengecoran Sentrifugal.

6. DAFTAR PUSTAKA

7. LAMPIRAN

8. CURICULUM VITAE

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

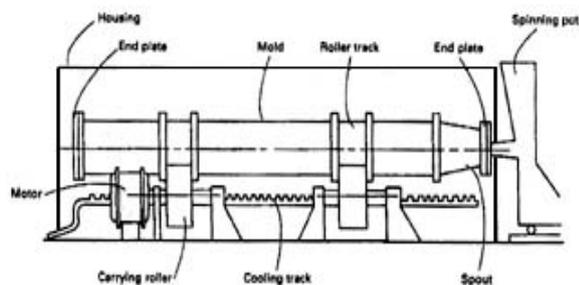
2.1. Pengecoran sentrifugal

True centrifugal casting merupakan salah satu proses pengecoran yang menghasilkan produk cor yang berbentuk silinder dengan cara memutar cetakan pada sumbunya. Proses pengecoran dapat dilakukan secara vertikal maupun horizontal tanpa menggunakan inti (core). Produk cor yang dihasilkan dengan metode ini mempunyai arah pembekuan yang terarah (*directional solidification*) dari bagian diameter luar menuju diameter dalam, sehingga menghasilkan produk cor yang terbebas dari cacat pengecoran terutama *shrinkage* yang paling sering dijumpai pada proses *sand casting*.

Logam yang sangat banyak dipergunakan pada komponen otomotif, kemasan minuman dan makanan, pesawat militer, kapal laut dan lain-lain adalah aluminium. Pemanfaatan aluminium yang begitu luas dikarenakan material ini memiliki sifat yang tahan korosi dan ringan. Aluminium merupakan salah satu material yang sangat banyak dipergunakan dalam bidang teknik, namun sangat jarang dipergunakan dalam kondisi aluminium murni. Aluminium yang dijumpai dalam bidang teknik kebanyakan dalam berbentuk *alloy* dengan unsur penambahan utama seperti silikon, copper, magnesium, iron, mangan dan zinkum (*adca,1997*).

Aluminium sekrap yang selama ini memiliki nilai ekonomis yang lebih rendah jika di bandingkan dengan aluminium murni dikarenakan proses pengecoran yang tidak sempurna. Aluminium sekrap telah digunakan untuk pembuatan sudu *impeller* dan *brake disc* melalui proses pengecoran, dimana hasilnya bagus dengan *casting yield* 73,59% untuk *impeller* dan 85,1% untuk *disc brake* (Abolarin, etl, 2007).

Penambahan Si dan Cu pada Aluminium akan meningkatkan kekerasan dan kekuatan tarik Aluminium dan penambahan unsur Ti juga dapat meningkatkan kekerasan dan menghaluskan butir dari Aliminium. Komposisi paduan dan pemilihan proses pengecoran dapat mempengaruhi struktur mikro dari Aluminium paduan. Struktur mikro dapat dirubah dengan penambahan elemen tertentu pada panduan aluminium seperti mampu cor, sifat mekanis dan mampu mesin yang baik dapat diperbaiki (Brown, 1999).



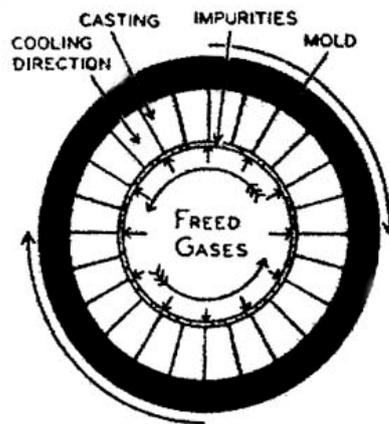
Gambar 2. 1. Mesin horizontal centrifugal casting.

Graphite mold umumnya digunakan karna biayanya yang relative rendah. Selain itu cetakan grafit dapat digunakan sebagai alternative untuk

menggantikan pasir dengan jumlah produk yang kecil dan secara ekonomi masih memungkinkan. Grafit mempunyai sifat konduktivitas termal yang sangat baik dan ketahanan terhadap gradient suhu yang tinggi dan kemudahannya dalam proses permesinan. Kekurangan dari cetakan jenis ini adalah mudah terokditasi.

2.2. Teknik penuangan dan kecepatan putar

Pada proses penuangan (pouring), logam cair dapat dituangkan melalui salah satu ujung cetakan, kedua ujung cetakan atau sepanjang saluran yang memiliki panjang yang tidak dapat ditentukan. Laju penuangan sangat bervariasi tergantung dari ukuran benda coran yang akan dibuat dan jenis cairan logam yang digunakan. laju penuangan yang terlalu lambat akan menghasilkan formasi bertumpuk dan porositas gas, dimana laju pembekuan yang sangat lambat merupakan salah satu penyebab terjadinya keretakan kearah longitudinal. Pada pengecoran dengan temperature yang tinggi memerlukan kecepatan putar yang lebih tinggi untuk menghindari terjadinya slinding. Sedangkan untuk temperature pengecoran yang rendah akan menyebabkan permukaan coran bertumpuk dan adanya porositas gas. Temperatur pengecoran juga mempengaruhi laju pembekuan dan jumlah segregasi yang terjadi (*soejono tjitro 2004*).



Gambar 2.2. Prinsip pengecoran horizontal pengecoran centrifugal.

Pengaturan kecepatan putar proses pengecoran centrifugal dapat dibagi menjadi tiga bagian :

- Pada saat proses penuangan , cetakan diputar pada kecepatan yang tidak cukup untuk melontarkan logam cair kedinding cetakan.
- Pada saat logam mencapai ujung cetakan yang lain , kecepatan putar ditingkatkan.
- Kecepatan putar dipertahankan konstan selama beberapa waktu setelah penuangan. Kecepatan putar yang konstan tersebut tergantung dari jenis cetakan , logam yang akan dicor dan ketebalan dinding yang dibutuhkan.

Kecepatan putar yang ideal akan menghasilkan gaya adhesi yang cukup besar antara logam cair dengan dinding cetakan dengan getaran yang minimal. Kondisi seperti ini dapat menghasilkan sebuah benda coran dengan struktur yang lebih seragam. Pada saat logam cair memasuki

cetakan, gradient tekanan yang terbentuk melintasi ketebalan lapisan dengan kecepatan centrifugal. Hal ini menyebabkan partikel yang lebih ringan seperti slag dan *impurities nonmetal* berkumpul pada diameter dalam benda coran. Ketebalan yang terbentuk dari sekelompok *impurities* ini terbatas sekitar beberapa millimeter dan mudah dihilangkan dengan proses permesinan. Kecepatan putar yang terlalu rendah dapat mengakibatkan *sliding* dan menghasilkan permukaan yang akhir yang kurang baik. Sedangkan kecepatan putar yang terlalu tinggi dapat menimbulkan getaran, dimana dapat menghasilkan segregasi melingkar. Selain itu kecepatan putar yang terlalu tinggi dapat meningkatkan tegangan melingkar yang cukup tinggi, sehingga dapat menyebabkan cacat *cleavage* secara radial atau retakan secara melingkar ketika logam mengalami penyusutan selama proses pembekuan (*soejono tjitro, 2004*). Adapun aluminium terdapat beberapa sifat penting, sehingga banyak digunakan sebagian materil teknik, diantaranya:

1. Penghantar listrik dan panas yang baik (konduktor).
2. Mudah difabrikasi.
3. Ringan ($2,7 \text{ gr/cm}^3$).
4. Tahan korosi dan tidak beracun.
5. Kekuatannya rendah, tetapi pepaduan (alloying) kekuatannya bisa ditingkatkan.

Aluminium murni mempunyai sifat mekanik yang kurang baik pada kekuatan dan kekerasannya sehingga tidak cocok untuk komponen mesin . Oleh sebab itu, perlu dilakukan perbaikan sifat mekanik dan meningkatkan kekuatannya dengan penambahan unsur silicon. Unsur silicon termasuk salah satu campuran yang paling baik untuk aluminium. Karena dapat meningkatkan kekeasan dan meningkatkan ketahanan aus (*ikwansyah isranuri dkk,jurnal dinamis,2011*).

2.3. Jenis-Jenis Pengecoran Sentrifugal

2.3.1. Semi Sentrifugal

Pada proses ini cetakan diisi penuh oleh logam cair dan biasanya di putar pada sumbu vertical. Bila diperlukan dapat digunakan inti untuk menghasilkan produk cor yang berongga. Coran yang sulit dihasilkan melalui cara statis dapat dilakukan dengan metode ini, karna gaya sentrifugal dapat mengalirkan logam cair dibawah tekanan yang lebih tinggi jika dibandingkan pada pengecoran statis. Hal ini meningkatkan hasil coran dan menghasilkan coran yang berkualitas tinggi, bebas rongga dan porositas. Bagian coran yang lebih tipis dapat dibuat dengan metode ini aplikasi dari pengecoran semi sentrifugal adalah untuk membuat *gear blanks, pulley, roda, impellers* dan rotor motor listrik (*haposan situngkir, 2009*).

2.3.2. Centrifuging

Centrifuging (pressure) memiliki aplikasi yang paling luas. Pada metode ini, lubang coran disusun disekitar pusat sumbu putaran seperti jari-jari roda, sehingga memungkinkan produksi coran lebih dari satu. Gaya sentrifugal memberikan tekanan pada logam cair seperti yang terdapat pada pengecoran semi sentrifugal. Metode pengecoran ini khususnya digunakan untuk memproduksi *valve bodies, bonnet, plugs, yokes, brackets* dan banyak lagi pada industri pengecoran lainnya.

2.3.3. True Centrifugal

True centrifugal digunakan untuk menghasilkan coran turbular atau silindris dengan memutar cetakan pada sumbunya sendiri. Hasil coran memiliki pembekuan terarah atau pembekuan dari bagian luar coran menuju sumbu putaran (sumbu rotasi). Pembekuan terarah ini menghasilkan coran berkualitas tinggi tanpa cacat penyusutan (*shrinkage*) yang merupakan penyebab utama cacat coran hasil cetakan pasir. Secara umum pengecoran sentrifugal tipe mendarat digunakan untuk membuat produk seperti pipa, bantalan luncur, silinder liner, cincin piston, rol, pully, plat kopling, dan lain-lain. Produk coran dengan bentuk tidak silinder atau tidak simetris, tidak dapat dibuat dengan menggunakan proses ini (*Nathan Janco, USA, 1992*).

2.4. Pengaruh Kecepatan Putar Cetakan

Pada pengecoran centrifugal, cetakan diputar pada putaran tertentu dan besarnya putaran yang diberikan pada praktisnya dinyatakan dengan grafitasi (G). biasanya ketika memproduksi coran dengan diameter yang kecil, cetakan diputar pada putaran yang memberikan gaya setara dengan 60G. gaya yang bekerja pada coran yang kecil dan coran yang besar, akan sama besarnya bila diputar dengan besaran bilangan G yang sama, dimana gaya ini bekerja pada bagian diameter dalam dari coran tersebut.

Pada mesin cetak centrifugal tegak lurus , biasanya digunakan untuk memproduksi coran yang diameter dalamnya dengan dan tanpa tirus. Putaran cetakan yang digunakan umumnya adalah 75G, yang didasarkan pada diameter dalam coran yang di produksi. Pada kondisi ini akan terdapat tirus yang sangat kecil yang tidak kasat mata, atau tidak terdapat perbedaan yang nyata ketika dilakukan pemesinan. (*Nathan Janco, USA 1992*).

Untuk coran dengan ketebalan yang besar (10 inchi atau lebih) kriteria harus di cermati dengan hati-hati .diameter dalam menjadi sangat kecil, jika digunakan putaran dengan 60G yang didasarkan pada diameter dalam coran, maka dihasilkan putaran yang berlebih, hal ini akan menghasilkan tegangan yang berlebih pada diameter luar coran yang dapat mengakibatkan retak pada arah longitudinal.

Setelah berat dan ukuran tuangan di tentukan, maka kecepatan putar merupakan satu-satunya variabel dari gaya centrifugal, karena grafitasi

merupakan besaran yang tetap dengan arah yang mendatar (*Haposan Situngkir, 2009*).

2.5. Variasi Kecepatan Putar Cetakan

Variabel kecepatan putar cetakan pada penelitian ini dipilih sebanyak enam variasi putaran yaitu putaran cetakan yang memberikan gaya sentrifugal pada coran besar : 20G, 30G, 40G, 50G, 60G, dan 70G. Berdasarkan bahan dan ukuran coran coran yang dibuat , maka putaran cetakan adalah: 900 rpm, 1100 rpm, 1300 rpm, 1450 rpm, 1600 rpm dan 1700 rpm (*Haposan Situngkir, 2009*).

Pada studi eksperimental ini *microcontroler* yang digunakan yaitu *Arduino UNO*. *Arduino UNO* adalah sebuah *board microcontroler* yang didasarkan pada ATmega328 (*data sheet*). *Arduino UNO* mempunyai 14 pin *digital input/output* (6 diantaranya dapat digunakan sebagai *output PWM*), 6 *input analog*, sebuah osilator Kristal 16 MHz, sebuah koneksi USB, sebuah *power jack*, sebuah *ICSP header*, dan sebuah tombol reset.

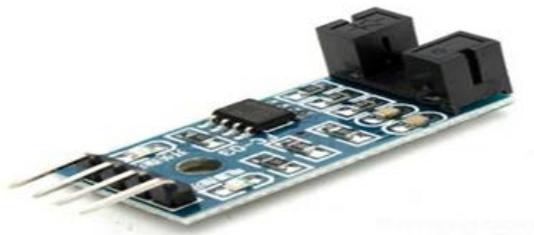


Gambar 2.3 *Arduino UNO*

Arduino UNO memuat semua yang dibutuhkan untuk menunjang *microcontroller*, mudah menghubungkan ke sebuah komputer dengan sebuah kabel USB atau mensuplainya dengan sebuah adaptor AC ke DC atau menggunakan baterai untuk memulainya. *Arduino UNO* dapat dilihat pada gambar 2.3.

- **Sensor Kecepatan**

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. Sensor kecepatan dapat dilihat pada gambar 2.4.



Gambar 2.4 Sensor kecepatan

- **Rumus menghitung Rpm motor listrik**

Kecepatan putar yang dihasilkan suatu motor listrik, juga dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu: frekuensi dan jumlah katub.

Kecepatan putar (Rpm) biasa juga dituliskan dengan huruf ‘N’, dan besar Rpm ini ditentukan oleh seberapa besar frekwensi listrik yang digunakan dikali dengan sudut phase (120°) dibagi dengan jumlah katub gulungan (pole).

$$N = (120 \times f) : P \dots\dots\dots(2.1)$$

Keterangan :

N : Jumlah Putaran, dalam satuan Rpm

F : Frekuensi, dalam satuan Hz

P : Jumlah Kutub Gulungan (pole)

2.6. Metal pickup

Ketika logam cair dituangkan ke kaviti cetakan yang berputar, logam cair tidak segera dapat terbawa seluruhnya dengan percepatan yang sama oleh cetakan. Setelah kaviti cetakan terisi, seluruh logam cair tersebut akan berputar akibat adanya gesekan antara permukaan cairan logam yang sedang berputar dengan logam cair yang akan terbawa (*pickup*), hal ini akan memberikan peluang adanya slip. Dengan menambahkan kecepatan putar pada cetakan, dapat mengakomodir slip dan *raining* tapi dibawah kondisi getaran kritis, dengan bertambahnya putaran cenderung memperhalus ukuran butiran dan juga memperbaiki kualitas diameter dalam dari tuangan.

Pada putaran cetakan yang optimum, logam cair akan terbawa dengan cepat dan menempel dengan baik pada kaviti cetakan tanpa terjadi slip dan *raining* . pada saat logam tersebut berada dalam cetakan, tekanan akan timbul secara radial pada tuangan yang terjadi akibat adanya gaya sentrifugal, dan membersihkan logam dari pengotor yang bukan logam (*Tata surdia dkk, 1975*).

2.7. Cetakan permanen

Cetakan permanen adalah cetakan yang dapat digunakan berulang-ulang. Cetakan permanen dapat dibagi dua katagori yaitu cetakan yang terbuat dari grafit atau karbon dan cetakan yang terbuat dari logam seperti baja, besi cor dan tembaga. Cetakan yang terbuat dari grafit harganya lebih mahal dan masa pakainya relatif rendah yaitu sekitar 10 sampai dengan 100 kali. Cetakan yang terbuat dari besi tuang masa pakai berkisar antara 500 sampai dengan 1000 kali, harganya lebih murah tetapi tidak cocok bila dipakai dengan pendinginan air. Baja memiliki masa pakai yang lebih tinggi dan harganya tidak terlalu mahal jika dibanding dengan cetakan besi cor, cetakan yang terbuat dari baja cocok bila diopersikan dengan pendinginan air, masa pakai berkisar antara 1000 sampai dengan 3000 kali.

Cetakan dalam proses pegecoran centrifugal memiliki berbagai jenis tipe diantaranya cetakan logam dan kulit/ investement (*koike dkk, 2011*). Menggunakan cetakan investement berbasis MgO untuk menginvestigasi

pengaruh kecepatan dan gaya pada pengecoran titanium tembaga berbrntuk baji. Cetakan MgO juga digunakan untuk melakukan pengecoran katup pada komponen otomotif (Liu dkk, 2005).

Bahan pelapis cetakan memiliki dua fungsi yaitu sebagai bahan pemisah antara coran dengan cetakan dan sebagai isolasi panas . cetakan dilapisi dengan bahan pelapis dengan cara penyemprotkannya, ketika pengecoran dilakukan maka bahan pelapis ini berfungsi untuk menjaga agar logam cair tidak melekat pada rongga cetakan sehingga coran dapat dengan mudah dikeluarkan.

2.8 Penuangan (*Pouring*)

Suhu penuangan pada proses pengecoran statik dan sentrifugal dalam berbagai hal adalah relative sama. Penuangan pada pengecoran sentrifugal dilakukan pada cetakan yang sedang berputar, logam cair dituangkan dengan kecepatan yang lebih besar dari kecepatan tuang pada pengecoran statik. Hal ini dimaksudkan untuk memberi tambahan energi pada logam cair tersebut untuk lebih mudah terbawa pada cetakan yang berputar. Pada kenyataannya suhu penuangan yang digunakan pada pengecoran sentrifugal lebih rendah dari pada suhu penuangan pengecoran statik.

Investigasi tentang pengisian cetakan dan pendinginan titanium paduan pada pengecoran sentrifugal vertical telah dilakukan. Luas

penampang potong cairan logam menurun dengan meningkatnya panjang pengisian tetapi memiliki kecenderungan berbalik pada bagian saluran masuk jika kecepatan pengisian pada saluran masuk berkurang. Perbedaan arah putaran cetakan menyebabkan perbedaan urutan pengisian logam cair pada cetakan. Hal ini tentu juga akan menyebabkan perubahan pada pendinginan dan pembentukan cacat pada benda cor, volume cacat pada bagian dalam benda mengalami penurunan dengan radius putaran dan kecepatan putaran (*Changyun dkk, 2010*).

Kecepatan putar pada proses pengecoran centrifugal vertical dan horizontal memiliki pengaruh yang lebih besar pada mikrostruktur yang terbentuk pada benda yang lebih tebal. Sementara itu, laju pendinginan memiliki pengaruh lebih besar terhadap distribusi ukuran butir dibandingkan kecepatan putarannya (*Wu dkk, 2010*).

Efek laju pendinginan pengecoran sentrifugal *rol high speed steel* pada morfologi dan distribusi karbida eutektik telah diinvestigasi. Peningkatan laju pendinginan akan memperkecil ukuran karbida eutektik serta penyebarannya lebih merata (*Luan dkk, 2010*). Gaya sentrifugal akan menyebabkan terjadinya perubahan-perubahan sifat fisik ataupun mekanik pada benda produknya.

BAB 3

METODOLOGI PENELITIAN

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 pembuatan mesin sentrifugal *casting* dilakukan selama 7 bulan.

Tabel 3.1. Waktu kegiatan

N0	Kegiatan	Bulan						
		1	2	3	4	5	6	7
1	Studi Literatur	■						
2	Design Gambar		■	■				
3	Penyediaan Material				■			
4	Proses Pembuatan Alat					■		
5	Pengujian Alat						■	
6	Evaluasi Data							■

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 harus 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. Las Argon

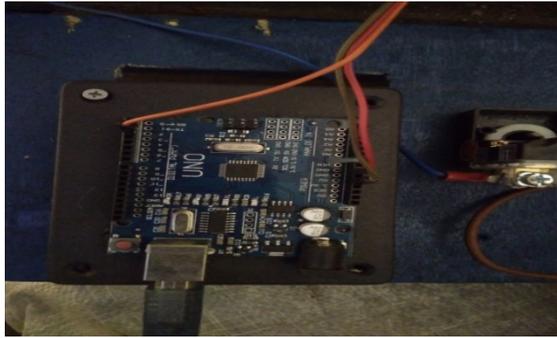
Digunakan untuk melebur bahan aluminium yang akan dicor. Dapat dilihat pada gambar 3.1.



Gambar 3.1. Las Argon

2. Arduino UNO

Digunakan sebagai pembaca sensor kecepatan motor AC yang terhubung dengan komputer. Dapat dilihat pada gambar 3.2.



Gambar 3.2 *Arduino UNO*

3. Sensor kecepatan

Digunakan untuk pendeteksi kecepatan motor, Rpm, pengukuran putaran, pembatas kecepatan dan lain-lain. Dapat dilihat pada gambar 3.3.



Gambar 3.3 *Sensor Kecepatan*

4. Tungku Peleburan

Digunakan untuk peleburan bahan Aluminium. Dapat dilihat pada gambar 3.4.



Gambar 3.4 Tungku Peleburan

5. Cetakan

Digunakan untuk mencetak hasil produk dari mesin sentrifugal *casting*. Dapat dilihat pada gambar 3.5.



Gambar 3.5 Cetakan

6. Thermometer Digital

Digunakan untuk mengukur laju penurunan suhu yang terjadi pada proses pengecoran. Dapat dilihat pada gambar 3.6.



Gambar 3.6 Thermometer Digital

3.2.2. Bahan

1. Aluminium

Bahan baku pokok cetakan mesin sentrifugal casting. Dapat dilihat pada gambar 3.7.



Gambar 3.7. Aluminium

3.3. Prosedur Eksperimental

Prosedur pengujian yang dilakukan yaitu :

1. Menimbang terlebih dahulu bahan aluminium yang akan dilebur seberat 70 gr selama pengujian, pastikan setiap penimbangan

aluminium yang akan dilebur harus benar-benar sama rata berat masing-masing.



Gambar 3.8 Timbangan

2. Mengkoneksikan semua alat ukur yang terprogram dalam *Arduino Uno* kelaptop, dan buka *software* petunjuk alat ukur tersebut.
3. Melakukan peleburan aluminium dengan temperatur 500°C .



Gambar 3.9 Data Temperatur

4. Menentukan putaran pada inverter dengan variasi putaran disetiap pengujiannya, yang dimana pada pengujian pertama dengan 300 Rpm, pengujian kedua 900 Rpm, dan pengujian ketiga 1500 Rpm.



Gambar 3.10 Data rpm

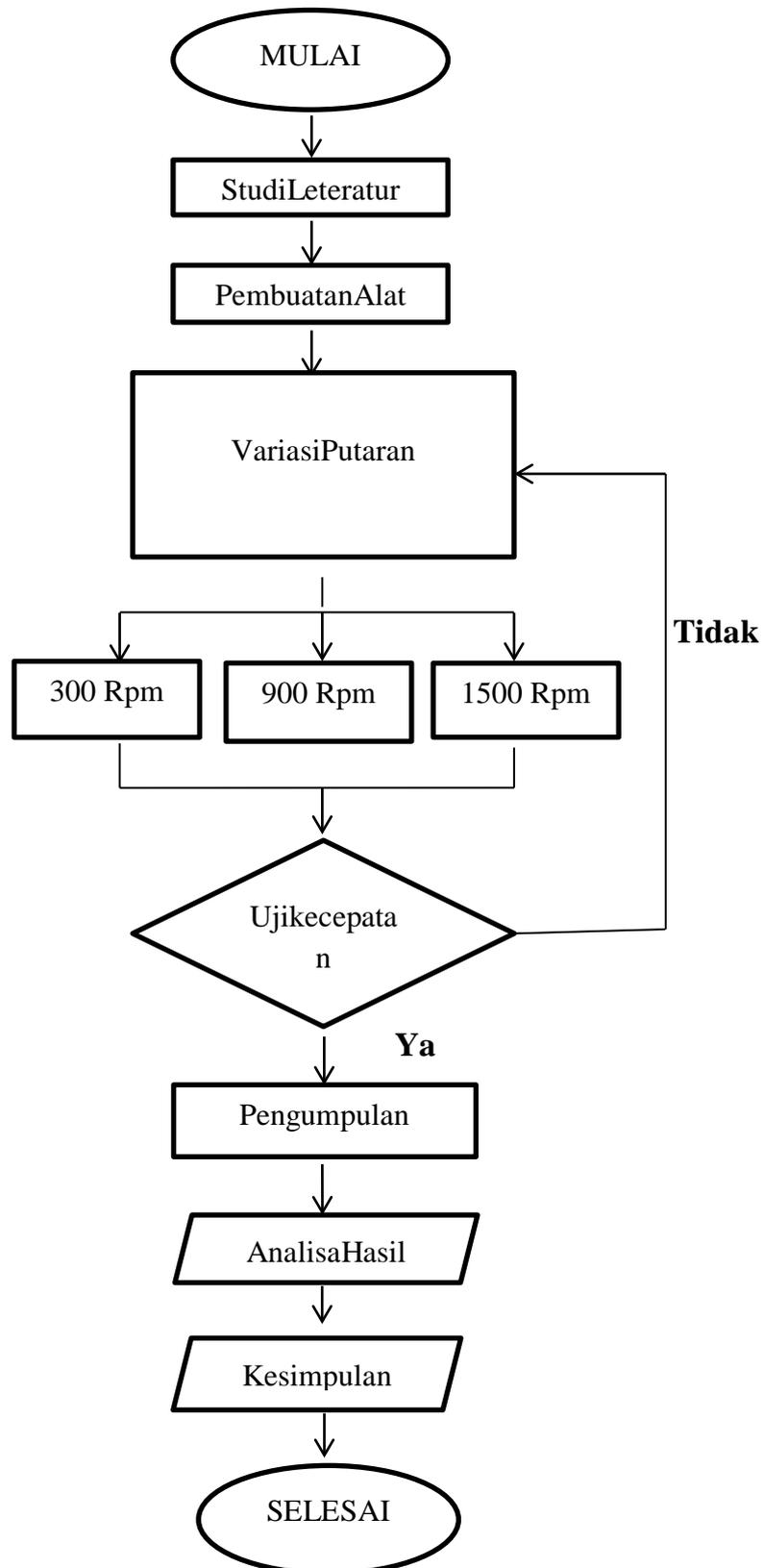
5. Melakukan penuangan cairan aluminium ke cetakan dengan temperatur yang telah ditentukan.
6. Pada saat dilakukannya penuangan cairan aluminium ke cetakan kemudian menekan tombol *connect* pada tampilan layar software *Arduino Uno*.
7. Menekan tombol *disconnect* pada tampilan layar software *Arduino Uno* jika waktu pengujian sudah mencapai 20 detik.
8. Memulai pengambilan data hasil.

Pengecoran sentrifugal merupakan pengecoran dengan memanfaatkan gaya sentrifugal. Metode ini memiliki bidang aplikasi yang sangat luas misalnya dalam pengecoran logam *ferro* ataupun *non ferro*. Cetakan dalam pengecoran sentrifugal dapat menggunakan cetakan logam permanen.

Pada pengujian ini dapat kita simpulkan pada putaran rendah maupun putaran tinggi. Yang dimana pada putaran rendah hasil dari produk

lebih baik dibandingkan dengan putaran tinggi, hal itu dikarenakan pada saat putaran tinggi semakin cepat putaran mesin maka cairan aluminium yang dimasukkan ke cetakan akan terlempar ke sudut-sudut cetakan, maka dari itu mengakibatkan hasil cetakan yang tidak beraturan. Pada pengujian sentrifugal *casting* ini menggunakan bahan aluminium yang dimana disetiap pengujiannya aluminium harus ditimbang terlebih dahulu seberat 70 gr sebelum dileburkan dan sampai temperatur 500⁰C dan melakukan variasi putaran 300 rpm, 900 rpm, dan 1500 rpm. Hal ini dilakukan agar lebih mudah membandingkan hasil dari produk. Pada alat sentrifugal *casting* ini kecepatan dan suhu akan terlihat oleh sensor yang terpasang pada tiap bagian dan grafiknya akan muncul dimonitor.

3.4. Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.11. Diagram Alir Penelitian

3.5. Set Up Alat Uji Sentrifugal *Casting*



Gambar 3.12 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 outputnya.

3. Tombol *Emergency*

Berfungsi untuk mengontrol kondisi ON atau OFF dari suatu rangkaian listrik 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 platform*, dirancang untuk memudahkan pengguna elektronik dalam berbagai bidang.

12. Cetakan (*mold*)

Kegunaanya untuk membuat spesimen yang kita inginkan.

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Data Hasil Pengujian.

Hasil pengujian pada mesin sentrifugal *casting* dapat di lihat di masing-masing pengujian. Pada pengujian putaran dan suhu di lakukan 3 kali pengujian dengan melakukan variasi putaran dan suhu 500⁰C dengan aluminium yang akan di leburkan seberat 70 gr.

Dimana analisa yang akan dibuat dalam tabel dan grafik mencari hasil dari putaran (rpm) dan skala kecacatan produk dari hasil cetakan dengan melakukan penimbangan bahan pada saat sebelum di lebur dan melakukan kembali penimbangan dari hasil cetakan. Dari itu dapat dilakukan analisa dari hasil dari cetakan yang dengan melakukan pengujian sebanyak 3 kali pengujian dengan melakukan variasi putaran dan suhu yang telah di tentukan. Dimana variasi putaran 300 Rpm, 900 Rpm, 1500 Rpm dengan suhu 500⁰C.

4.2. Putaran 300 Rpm dengan Temperatur 500⁰C.

Pada pengujian pertama, dilakukan dengan putaran 300 Rpm dan di lebur dengan temperature 500⁰C dalam waktu 20 detik dengan beban alumunium yang di lebur seberat 70 gr, hasil dari pengujian ini dapat di lihat pada tabel data dibawah ini.

Tabel 4.1. Parameter kecacatan pada putaran 300 rpm dengan temperatur 500°C.

No	Cacat Produk	Skala
1	+ Permukaan hasil produk tidak merata	1
2	+ Hasil produk terdapat lubang-lubang kecil	2



Gambar 4.1. hasil cetakan pada putaran 300 rpm dengan temperatur 500°C

Pada gambar 4.1 dapat kita lihat pengujian sentrifugal casting pada putaran 300 Rpm dengan massa 70 gr dengan suhu 500°C dimana hasil cetakan cukup baik. Tetapi di hasil produk masih memiliki beberapa kecacatan.

4.3. Putaran 900 Rpm dengan Temperatur 500⁰C.

Pada pengujian kedua, dilakukan dengan putaran 900 Rpm dan di lebur dengan temperatur 500⁰C dalam waktu 20 detik dengan beban alumunium yang di lebur seberat 70 gr, hasil dari pengujian ini dapat dilihat pada tabel data di bawah ini.

Tabel 4.2. Parameter Kecacatan Pada Putaran 900 Rpm Dengan Temperatur 500⁰C.

No	Cacat Produk	Skala
1	+ Bentuk hasil produk tidak sempurna	3
2	+ Batang hasil produk tidak lurus	4



Gambar 4.2. Hasil cetakan pada putaran 900 rpm dengan suhu 500⁰C.

Pada gambar 4.2. dapat kita lihat pengujian sentrifugal casting pada putaran 900 Rpm dengan suhu 500⁰C dan massa aluminium seberat 70 gr,

dimana hasil cetakan kurang cukup baik, karna semakin cepat putaran cairan aluminium yang di masukan kecetakan terlempar kesudut-sudut cetakan maka itu mengakibatkan hasil cetakan yang tidak beraturan.

4.4. Putaran 1500 Rpm dengan Temperatur 500⁰C.

Pada pengujian ketiga, dilakukan dengan putaran 1500 Rpm dan di lebur dengan temperatur 500⁰C dalam waktu 20 detik dengan beban aluminium yang di lebur seberat 70 gr, hasil dari pengujian ini dapat di lihat pada tabel data di bawah ini.

Tabel 4.3. Parameter Kecacatan pada putaran 1500 Rpm dengan temperatur 500⁰C.

No	Cacat Produk	Skala
1	+ Hasil produk tidak berbentuk sesuai cetakan yang diinginkan	5



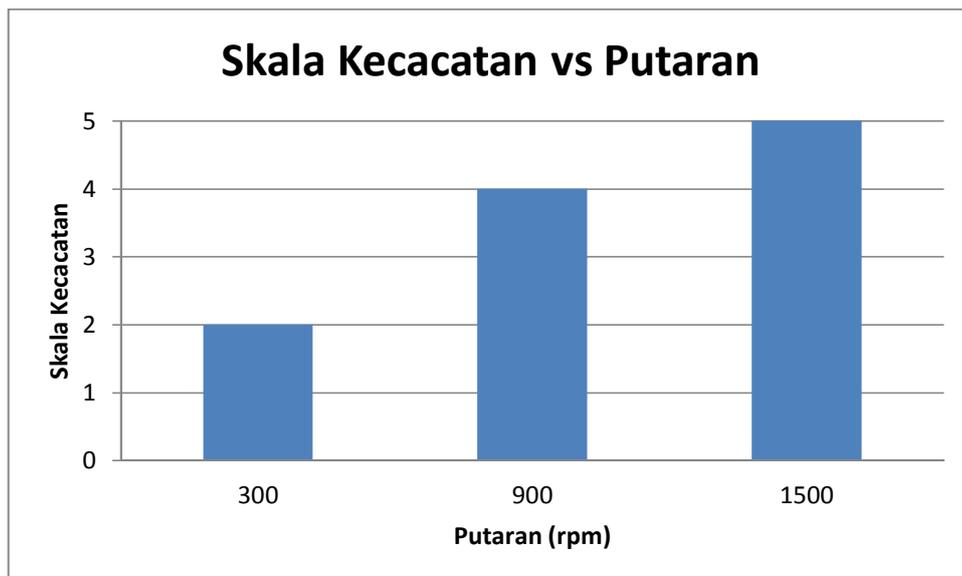
Gambar 4.3. Hasil cetakan sentrifugal pada putaran 1500 rpm dengan suhu 500⁰C.

Pada gambar grafik 4.3. dapat kita lihat pengujian sentrifugal casting pada putaran 1500 Rpm dengan suhu 500⁰C dan massa aluminium 70 gr,

dimana hasil cetakan tidak baik, dikarenakan semakin cepat putaran mesin maka cairan aluminium yang di masukan ke cetakan akan terlempar kesudut-sudut cetakan maka dari itu mengakibatkan hasil cetakan yang tidak beraturan.

4.5. Hasil Grafik Sentrifugal Casting Pada Putaran 300 rpm, 900 rpm, 1500 rpm dengan Skala Kecacatan.

Adapun grafik dari variasi putaran dengan skala kecacatan dapat dilihat pada grafik dibawah ini:



Gambar 4.4. Grafik Pengujian Sentrifugal Casting Pada Putaran 300 rpm, 900 rpm, 1500 rpm.

Dari pengujian yang di atas dapat kita simpulkan perbandingan hasil cetakan pada putaran rendah dan putaran tinggi. Dimana di putaran rendah skala hasil kecacatan cetakan lebih rendah dibandingkan pada putaran yang lebih tinggi. Dan juga melakukan penimbangan bahan aluminium seberat

70 gr dengan melakukan variasi putaran dengan temperatur yang tetap 500⁰C seperti putaran 300 rpm, 900 rpm, dan 1500 rpm. Dari itu dapat dilakukan analisa dari hasil cetakan yang dengan melakukan pengujian sebanyak 3 kali pengujian dengan melakukan variasi putaran dan suhu yang telah di tentukan. Maka dari itu semua perbandingan hasil cetakan tergantung dari kecepatan putaran mesin. Dan juga dapat membandingkan kecacatan dari hasil produk mesin sentrifugal *casting*, yang dimana kecacatan banyak terdapat pada putaran tinggi dibandingkan dengan putaran rendah.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Pada pembuatan alat uji sentrifugal casting ini didapat beberapa kesimpulan yaitu :

1. Pengujian sentrifugal *casting* pada putaran 300 rpm dengan massa 70 gr dan suhu 500⁰C dimana hasil cetakan cukup baik, tapi hasil ketebalan cetakan tidak merata.
2. Pengujian sentrifugal *casting* pada putaran 900 rpm dengan suhu 500⁰C dan massa 70 gr dimana hasil cetakan kurang cukup baik, karena semakin cepat putaran cairan aluminium yang dimasukkan kecetakan terlempar kesudut-sudut cetakan, maka itu mengakibatkan hasil cetakan yang tidak beraturan.
3. Pengujian sentrifugal *casting* pada putaran 1500 rpm dengan suhu 500⁰C dan massa 70 gr, dimana hasil cetakan tidak baik, dikarenakan semakin cepat putaran mesin maka cairan aluminium yang dimasukkan kecetakan akan terlempar kesudut-sudut cetakan. Maka dari itu mengakibatkan hasil cetakan yang tidak beraturan.
4. Dari pengujian diatas dapat kita simpulkan perbandingan hasil cetakan pada putaran rendah dan putaran tinggi. Dimana putaran rendah hasil cetakan lebih baik dari pada putaran yang lebih tinggi. Dan juga dilakukan penimbangan bahan aluminium yang sebelum

dilebur dan hasil dari cetakan. Maka dari itu semua perbandingan hasil cetakan tergantung dari kecepatan putaran mesin.

5.2. Saran

Sebaiknya untuk pengujian selanjutnya pada pembuatan alat uji sentrifugal casting ini agar disempurnakan kembali supaya bisa dikembangkan di bidang Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU).

DAFTAR PUSTAKA

- Amir Arifin, Junaidi, (2017), Pengaruh Parameter *Stir Casting* Terhadap Sifat Mekanik Aluminium *Matrix Composite (AMC)*, Palembang. Vol.(3), hal. 21-28.
- Brown, J.R, (1999), *Foseco Non-Ferrous Foundryman's handbook*, Butterworth Heinemann, Eleventh Edition Oxford.
- Changyun, L, Haiyan, W., Shipping, W.,Lei, X., Kuangfei, W., Dan Hengzhi, F.,2010. *Research on mould filling and solidification of titanium alloy in vertical centrifugal casting. Rare metal materials and engeneering*, 39(3), 388-392.
- Doyle, Lawrence E, Cark A. Keyser, (1985), *Manufacturing Processes and Materials For Engineerers*, New jersey: Prentice Hall Inc.
- Erich Umbu Kondi Malemu, Priyo Tri Iswanto, (2011), Pengaruh Putaran *Centrifugal Casting Velg* Dari Bahan Aluminium *Scrap*, Yogyakarta. Vol.(8), hal. 52-57.
- Haposan Situngkir, (2009), Pengaruh Putaran Cetakan Terhadap Sifat Mekanik *Centrifugal* Mendatar, Medan. Vol.(2), hal. 19-28.
- Ikwansyah Isranuri, Jamil, Suprianto, (2011), Pengaruh Putaran Terhadap Laju Keusan Menggunakan Metode *PIN ON DISK TEST*, Medan. Vol.(2), hal. 9-13.
- Koike, M, Krysiak, A., Chan, K. S., Guo, L., & Okabe, T., (2011). Effect of centrifugal rotational speed on wedge castability of titanium. *Journal of Materials Processing Technology*, 211(4), 560-565.
- Liu, K., Ma, Y. C., Gao, M., Rao, G. B., Li, Y. Y., Wei, K.,... Loretto, M. H., 2005. Single Step Centrifugal Casting TiAl Automotive Valves. *Intermetallics*, 13(9), 925-928.
- Luan, Y., Song, N., Bai, Y., Kang, X., & Li, D., 2010. *Effect of solidification rate on the morphology and distribution of eutectic carbides in*

centrifugal casting high-speed steel rolls. Journal of manufacturing processing technology, 210, 536-541.

Muhammad Abdus Shomad, Priyo Tri Iswanto, (2014), Pengaruh Variasi Putaran Rendah Dan Putaran Sedang Pada *Centrifugal Casting*, Yogyakarta. Vol.(15), hal. 121-126.

Masy'ari, (2013), *Pengaruh Kecepatan Putar Dan Inokulan Al-Tib Pada Centrifugal Casting*, Pontianak. Vol.(6), hal. 134-140.

Nugroho Santoso, Widia Setiawan, (2015), Variasi Perubahan Putaran Pada Pengecoran Aluminium Bentuk Puli Dengan Metode *Centrifugal Casting*, Yogyakarta. Vol.(1), hal. 9-11.

Nathan Janco, (1992), *Centrifugal Casting*. USA.

Soejono Tjitro, Sugiharto, (2004), Pengaruh Kecepatan Putar Pada Proses Pengecoran Sentrifugal *Casting*. Surabaya. Vol.(1), hal. 1-3.

Tata Surdia, Kenji Chijiwa, (1975), Teknik Pengecoran Logam. Jakarta: Pradnya Paramita.

Wu, S., Xu, Q., Xue, X., Guo, J., Fu, H., (2010). *Solidified structure of thin walled and complicated titanium castings during vertical centrifugal process*. 69th world foundry congress 2010, 3, 864-867.

Kode sensor kecepatan putaran menggunakan *microcontroller* berbasis *Arduino UNO*

```
int encoder_pin = 2; // The pin the encoder is connected

unsigned int rpm; // rpm reading

volatile byte pulses; // number of pulses

unsigned long timeold;

// The number of pulses per revolution

// depends on your index disc!!

unsigned int pulsesperturn = 4;

void counter()

{

    //Update count

    pulses++;

}

void setup()

{

    Serial.begin(9600);

    //Use statusPin to flash along with interrupts

    pinMode(encoder_pin, INPUT);

    Serial.println("CLEARDATA");

    Serial.println("LABEL,Waktu,RPM");
```

```

//Interrupt 0 is digital pin 2, so that is where the IR detector is connected

//Triggers on FALLING (change from HIGH to LOW)

attachInterrupt(0, counter, FALLING);

// Initialize

pulses = 0;

rpm = 0;

timeold = 0;

}

void loop()

{

  if (millis() - timeold >= 1000){ /*Uptade every one second, this will be
equal to reading frecueny (Hz).*/

//Don't process interrupts during calculations

detachInterrupt(0);

//Note that this would be 60*1000/(millis() - timeold)*pulses if the interrupt
//happened once per revolution

rpm = (60 * 1000 / pulsesperturn )/ (millis() - timeold)* pulses;

timeold = millis();

pulses = 0;

```

```
//Write it out to serial port
//Serial.print("RPM = ");
Serial.print("DATA,TIME");
Serial.print(",");

Serial.println(rpm,DEC);

//Restart the interrupt processing
attachInterrupt(0, counter, FALLING);
}
}
```

LAMPIRAN

CURRICULUM VITAE



A. DATA PRIBADI

1. Nama : SANDI PUTRA
2. Jenis Kelamin : Laki – Laki
3. Tempat, Tanggal Lahir : Medan, 14 Mei 1992
4. Kebangsaan : Indonesia
5. Status : Belum Menikah
6. Tinggi / Berat Badan : 168 cm / 68 kg
7. Agama : Islam
8. Alamat : Jl.Letda Sujono Gg.Subur No.5 MEDAN
Kecamatan Tembung
9. No. Hp : 0853-6173-7440
10. Email : sandyputra4520@gmail.com

B. Riwayat Pendidikan

1. 1997 – 2004 : Lulus SD Swasta BUDISATRYA
Medan Tembung, Medan
2. 2004 – 2007 : Lulus SMP Swasta BUDISATRYA
Medan Tembung, Medan
3. 2007 – 2010 : Lulus SMK Negeri 4 Medan
4. 2012 – 2018 : Kuliah di Universitas Muhammadiyah
Sumatera Utara, Fakultas Teknik, Program
Studi Teknik Mesin S1