



**PENGARUH VARIASI PUTARAN CETAKAN
PENGECORAN SENTRIFUGAL TEGAK PADA
PENGECORAN PADUAN ALUMINIUM TERHADAP
KETANGGUHAN IMPAK DAN STRUKTUR MIKRO
PEMBUATAN *VELG* GOKART**

Skripsi

**diajukan sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar
Sarjana Pendidikan Program Studi Pendidikan Teknik Mesin**

Oleh

Ilman Nafiuddin

NIM.5201415055

**PENDIDIKAN TEKNIK MESIN
JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
2019**

PERSETUJUAN PEMBIMBING

Nama : Ilman Nafiuddin
NIM : 5201415055
Program Studi : Pendidikan Teknik Mesin
Judul : Pengaruh Variasi Putaran Cetakan Pengecoran Sentrifugal
Tegak pada Pengecoran Paduan Aluminium terhadap
Ketangguhan Impak dan Struktur Mikro Pembuatan *Velg*
Gokart

Skripsi ini telah disetujui oleh pembimbing untuk diajukan ke sidang panitia ujian
Skripsi Program Studi Pendidikan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas
Negeri Semarang.

Semarang, 16 September 2019

Pembimbing,



Prof. Dr. Samsudi, M.Pd.

NIP. 196008081987021001

PENGESAHAN

Skripsi dengan judul Pengaruh Variasi Putaran Cetakan Pengecoran Sentrifugal Tegak pada Pengecoran Paduan Aluminium terhadap Ketangguhan Impak dan Struktur Mikro Pembuatan *Velg* Gokart telah dipertahankan di depan Panitia Ujian Skripsi Fakultas Teknik UNNES pada tanggal 2 bulan Oktober tahun 2019.

Oleh

Nama : Ilman Nafiuddin
NIM : 5201415055
Program Studi : Pendidikan Teknik Mesin

Panitia:

Ketua

Sekretaris



Rusiyanto, S.Pd., M.T.
NIP. 197403211999031002



Dr. Ir. Rahmat Doni Widodo, S.T., M.T., IPP.
NIP. 197509272006041002

Penguji 1

Penguji 2

Penguji 3/Pembimbing



Dr. Muhammad Khumaedi, M.Pd.
NIP. 196209131991021001



Samsudin Anis, S.T., M.T., Ph.D.
NIP. 197601012003121002



Prof. Dr. Samsudi, M.Pd.
NIP. 196008081987021001

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik



Nur Qadus, M.T., IPM.
NIP. 196911301994031001

PERNYATAAN KEASLIAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Skripsi ini, adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik (sarjana, magister, dan/atau doktor), baik di Universitas Negeri Semarang (UNNES) maupun di perguruan tinggi lain.
2. Karya tulis ini adalah murni gagasan, rumusan, dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain, kecuali arahan Pembimbing dan masukan Tim Penguji.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
4. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya ini, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi ini.

Semarang, 16 September 2019
Yang membuat pernyataan,



Ilman Nafiuddin
NIM. 5201415055

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO

Man Jadda Wajada

Barangsiapa bersungguh-sungguh, maka dia akan berhasil
(Pepatah Arab)

Fainnama'al 'usri yusro, innama'al 'usri yusro

Karena sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan, sesungguhnya
sesudah kesulitan itu ada kemudahan.
(QS. Al Insyirah: 5-6)

Laa Yukallifullaahu Nafsan Illa Wus'ahaa

Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya.
(QS. Al-Baqarah: 286)

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Kedua orang tua saya Bapak Akhmad Muntoro dan Ibu Kholilah, yang senantiasa mendukung dan mendoakan saya untuk jadi pribadi yang baik.
2. Adik saya Faiz Nur Hidayat yang selalu mendoakan saya yang terbaik.
3. Teman – teman PTM 15, PPL SMK N 3 Salatiga dan KKN Baleagung yang saya banggakan.
4. Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.

SARI ATAU RINGKASAN

Nafiuddin, Iman. 2019. Pengaruh Variasi Putaran Cetakan Pengecoran Sentrifugal Tegak pada Pengecoran Paduan Aluminium terhadap Ketangguhan Impak dan Struktur Mikro Pembuatan *Velg* Gokart. Skripsi. Jurusan Teknik Mesin. Fakultas Teknik. Universitas Negeri Semarang. Prof. Dr. Samsudi, M.Pd.

Pengecoran sentrifugal memiliki keunggulan diantaranya struktur coran lebih padat, porositas rendah, dan produktivitas tinggi. Faktor-faktor yang mempengaruhi hasil pengecoran sentrifugal seperti suhu cetakan, kecepatan putar cetakan dan gaya sentrifugal yang terjadi. Tujuan penelitian untuk mengetahui pengaruh variasi putaran cetakan pengecoran sentrifugal tegak paduan aluminium terhadap ketangguhan impak dan struktur mikro pada pembuatan *velg* gokart.

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah variasi putaran cetakan 700 rpm, 800 rpm, dan 900 rpm. Variabel terikatnya adalah ketangguhan dan struktur mikro. Variabel kontrolnya yaitu suhu cetakan 250 °C dan suhu tuang 750 °C. Analisis data menggunakan metode analisis deskriptif dan *one way anova* yang dilengkapi dengan uji lanjut. Data yang diperoleh dari hasil pengujian berupa angka kemudian disajikan dalam bentuk tabel, grafik dan dideskripsikan berdasarkan hasil analisis yang dilakukan.

Hasil pengujian ketangguhan impak yaitu semakin tinggi putaran cetakan maka semakin besar nilai ketangguhan. Ketangguhan impak tertinggi yaitu pada spesimen putaran cetakan 900 rpm sebesar 0,013036 J/mm². Hasil uji anova didapatkan adanya pengaruh variasi putaran cetakan terhadap ketangguhan impak. Hasil uji lanjut didapatkan adanya pengaruh signifikan putaran cetakan 700 rpm dan 900 rpm. Hasil pengujian struktur mikro yaitu semakin tinggi putaran cetakan maka semakin kecil luasan butir Si yang terbentuk.

Kata Kunci: *pengecoran sentrifugal tegak, variasi putaran cetakan, ketangguhan impak, struktur mikro*

PRAKATA

Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi yang berjudul . Skripsi ini disusun sebagai salah satu persyaratan meraih gelar Sarjana Pendidikan pada Program Studi S1 Pendidikan Teknik Mesin Universitas Negeri Semarang. Shalawat dan salam disampaikan kepada Nabi Muhammad SAW, mudah-mudahan kita semua mendapatkan safaatnya di yaumul akhir nanti, Aamiin.

Penyelesaian karya tulis ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak, oleh karena itu pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih serta penghargaan kepada:

1. Prof. Dr. Fathur Rokhman, M.Hum, Rektor Universitas Negeri Semarang atas kesempatan yang diberikan kepada penulis untuk menempuh studi di Universitas Negeri Semarang.

2. Dr. Nur Qudus, M.T., IPM., Dekan Fakultas Teknik, Rusiyanto S.Pd., M.T., Ketua Jurusan Teknik Mesin sekaligus Koordinator Program Studi Pendidikan Teknik Mesin atas fasilitas yang disediakan bagi mahasiswa.

3. Prof. Dr. Samsudi, Dosen Pembimbing yang penuh perhatian dan atas perkenaan memberi bimbingan dan dapat dihubungi sewaktu-waktu disertai kemudahan menunjukkan sumber-sumber yang relevan dengan penulisan karya ini.

4. Dr. M. Khumaedi, M.Pd. dan Samsudin Anis, S.T., M.T., Ph.D., Penguji 1 dan Penguji 2 yang telah memberi masukan yang sangat berharga berupa saran, ralat, perbaikan, pertanyaan, komentar, tanggapan, menambah bobot dan kualitas karya tulis ini.

5. Semua dosen Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik UNNES yang telah memberi bekal pengetahuan yang berharga.

6. Berbagai pihak yang telah memberi bantuan untuk karya tulis ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis berharap semoga Skripsi ini dapat bermanfaat untuk pelaksanaan pembelajaran di Jurusan Teknik Mesin, Universitas Negeri Semarang.

Semarang, 16 September 2019

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
PERSETUJUAN PEMBIMBING.....	ii
PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN KEASLIAN.....	iv
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	v
SARI ATAU RINGKASAN	vi
PRAKATA.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL.....	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Identifikasi Masalah.....	3
1.3 Pembatasan Masalah	4
1.4 Rumusan Masalah	5
1.5 Tujuan Penelitian	5
1.6 Manfaat Penelitian	6
BAB II KAJIAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI	7
2.1 Kajian Pustaka.....	7
2.2 Landasan Teori.....	12
2.3 Hipotesis Penelitian.....	26

BAB III METODE PENELITIAN.....	27
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	27
3.2 Desain Penelitian.....	28
3.3 Alat dan Bahan Penelitian	28
3.4 Parameter Penelitian.....	37
3.5 Teknik Pengumpulan Data.....	38
3.6 Kalibrasi Alat Uji	44
3.7 Teknik Analisis Data.....	44
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	48
4.1 Hasil Penelitian	48
4.2 Pembahasan.....	62
BAB V PENUTUP.....	68
5.1 Kesimpulan	68
5.2 Saran.....	68
DAFTAR PUSTAKA	70
DAFTAR LAMPIRAN	73

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Pengecoran sentrifugal horizontal/mendatar	15
Gambar 2.2 Pengecoran sentrifugal vertical/tegak	16
Gambar 2.3 Diagram fasa Al-Si.....	20
Gambar 2.4 Spesimen uji metode Charpy dan metode Izod.....	21
Gambar 2.5 Ilustrasi pengujian impak Charpy	22
Gambar 2.6 <i>Velg</i> gokart	25
Gambar 3.1 Dapur peleburan coran	30
Gambar 3.2 Ladel.....	30
Gambar 3.3 Mesin pengecoran sentrifugal tegak.....	31
Gambar 3.4 Nama bagian-bagian mesin pengecoran sentrifugal.....	31
Gambar 3.5 Cetakan spesimen beserta dimensinya	32
Gambar 3.6 Cetakan permanen	32
Gambar 3.7 Termokopel	33
Gambar 3.8 <i>Speed Controller</i>	33
Gambar 3.9 Tachometer.....	34
Gambar 3.10 Alat uji impak charpy	34
Gambar 3.11 Mikroskop	35
Gambar 3.12 Mesin Frais	36
Gambar 3.13 Jangka sorong.....	36
Gambar 3.14 <i>Velg</i> motor bekas	37
Gambar 3.15 Diagram alir penelitian.....	38

Gambar 3.16 Spesimen uji impak	41
Gambar 4.1 Grafik uji impak	50
Gambar 4.2 Rata-rata uji impak	52
Gambar 4.3 Struktur mikro Al-Si <i>ASM Handbook Vol 9</i>	58
Gambar 4.4 Struktur mikro 700 rpm perbesaran 100x	59
Gambar 4.5 Struktur mikro 700 rpm perbesaran 200x	59
Gambar 4.6 Struktur mikro 800 rpm perbesaran 100x	60
Gambar 4.7 Struktur mikro 800 rpm perbesaran 200x	60
Gambar 4.8 Struktur mikro 900 rpm perbesaran 100x	61
Gambar 4.9 Struktur mikro 900 rpm perbesaran 200x	61

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Sifat-sifat fisik Aluminium	20
Tabel 3.1 Desain penelitian.....	28
Tabel 3.2 Pengumpulan data struktur mikro	42
Tabel 3.3 Pengumpulan data uji dampak.....	43
Tabel 4.1 Komposisi kimia hasil pengecoran menggunakan velg motor bekas	48
Tabel 4.2 Hasil pengujian dampak ASTM D-256	49
Tabel 4.3 Uji normalitas.....	53
Tabel 4.4 Uji homogenitas	54
Tabel 4.5 Uji <i>one way anova</i>	55
Tabel 4.6 Uji LSD	56
Tabel 4.7 Hasil pengujian struktur mikro	59

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Berkembangnya industri logam di Indonesia semakin meningkat, salah satu contohnya adalah industri logam aluminium. Logam aluminium adalah logam ringan yang tahan korosi, logam ini juga sebagai salah satu pengganti logam jenis lain seperti baja. Aluminium sering digunakan sebagai bahan untuk membuat komponen mesin, benda seni, dan alat-alat rumah tangga sampai produk yang mempunyai bentuk yang rumit dan sulit untuk dibentuk melalui proses permesinan, sehingga harus dibentuk melalui proses pengecoran. Contoh produk coran yang menggunakan aluminium tersebut yaitu panci, wajan, ketel, cetakan roti dan komponen kendaraan seperti *velg*, *stang*, dudukan kaki dan lain-lain.

Proses pengecoran merupakan proses penuangan logam yang dicairkan ke dalam cetakan kemudian dibiarkan dingin dan membeku. Proses pengecoran logam banyak dilakukan karena proses ini mempunyai beberapa keunggulan diantaranya adalah mampu menghasilkan produk dengan bentuk yang rumit dengan proses yang relatif ekonomis (Atmadja, 2006:41).

Dalam pengecoran logam terdapat beberapa metode pengecoran. Pada penelitian ini menggunakan metode pengecoran sentrifugal. Metode pengecoran sentrifugal dilakukan dengan cara menuangkan logam cair ke dalam cetakan yang berputar, sehingga akan memberikan gaya dorong pada logam cair ke dinding cetakan selama proses penuangan. Pengecoran sentrifugal memiliki keunggulan

diantaranya struktur coran lebih padat, porositas rendah, dan produktivitas tinggi untuk menghasilkan benda berbentuk silinder. Pengecoran sentrifugal juga memiliki kekurangan seperti distribusi ketebalan yang kurang merata, struktur yang tidak homogen akibat pembekuan yang tidak merata, timbulnya crack pada coran logam keras akibat putaran yang terlalu tinggi, dan struktur yang kurang padat akibat laju putaran yang terlalu rendah. Kekurangan ini dapat diminimalkan dengan cara mengatur laju putaran cetakan, sudut kemiringan, temperatur, dan sebagainya (Sugiarto dan Jamasri, 2014:14).

Pengecoran sentrifugal ini sangat cocok digunakan untuk memproduksi coran yang berbentuk silinder berongga, akan tetapi perlu diperhatikan faktor-faktor yang mempengaruhi hasil pengecoran sentrifugal seperti suhu cetakan, kecepatan putar cetakan dan gaya sentrifugal yang terjadi. Suhu pada cetakan perlu diperhatikan agar udara tidak terperangkap saat melakukan penuangan dan merusak hasil coran. Kecepatan putar cetakan juga perlu diperhatikan karena berpengaruh terhadap sifat mekanis hasil coran.

Berdasarkan hal tersebut maka perlu diadakan penelitian tentang pengaruh variasi putaran cetakan pada pengecoran sentrifugal terhadap ketangguhan dan struktur mikro. Meskipun sudah pernah ada penelitian tentang variasi putaran cetakan sentrifugal, tetapi pada penelitian tersebut menggunakan putaran cetakan yang tinggi hingga 2000 rpm serta menggunakan pengujian yang berbeda dengan penelitian ini. Pada penelitian ini putaran cetakan yang digunakan yaitu sebesar 700 rpm, 800 rpm dan 900 rpm. Pemilihan variasi putaran cetakan tersebut berdasarkan penelitian Shomad dan Iswanto (2014:122) yang menyatakan bahwa kecepatan

optimum pengecoran sentrifugal adalah 800 rpm. Sehingga peneliti menggunakan putaran cetakan dibawah 800 rpm yaitu sebesar 700 rpm, dan putaran cetakan diatas 800 rpm yaitu 900 rpm. Untuk mengetahui struktur coran aluminium tersebut menggunakan alat uji struktur mikro. Untuk mengetahui ketangguhan dilakukan pengujian impak yang bertujuan untuk mengetahui harga impak yang terdapat pada aluminium pada proses pengecoran sentrifugal tersebut yang nantinya akan diaplikasikan kedalam suatu produk yang memang membutuhkan tingkat ketangguhan yang sangat tinggi, salah satu contohnya adalah *velg* gokart, seperti diketahui *velg* gokart sangat membutuhkan tingkat ketangguhan yang sangat tinggi karena harus menopang beban yang berat, maka dari itu diperlukan material dengan kualitas yang tinggi pula. Fokus masalah yang ingin dipelajari dalam penelitian ini adalah seberapa pengaruh variasi putaran cetakan sebesar 700 rpm, 800 rpm dan 900 rpm pada pengecoran sentrifugal terhadap ketangguhan dan struktur mikro pada benda hasil pengecoran tersebut. Oleh karena itu, peneliti memberikan judul pada penelitian ini adalah “Pengaruh Variasi Putaran Cetakan Pengecoran Sentrifugal Tegak pada Pengecoran Paduan Aluminium terhadap Ketangguhan Impak dan Struktur Mikro Pembuatan *Velg* Gokart”.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas maka dapat diidentifikasi beberapa permasalahan seperti berikut:

1. Pemilihan bahan dalam pengecoran sangat berpengaruh terhadap hasil coran.
Pada penelitian ini menggunakan bahan Aluminium yang bersifat ringan dan

tahan korosi. Aluminium juga banyak digunakan untuk bahan pembuatan panci, wajan, ketel, cetakan roti dan komponen kendaraan seperti *velg*, *stang*, dudukan kaki dan lain-lain.

2. Pemilihan metode pengecoran berpengaruh terhadap hasil coran. Pengecoran sentrifugal memiliki keunggulan diantaranya struktur coran lebih padat, porositas rendah, dan produktivitas tinggi untuk menghasilkan benda berbentuk silinder.
3. Pemilihan kecepatan putar cetakan akan berpengaruh terhadap hasil coran. Semakin besar kecepatan putar maka gaya sentrifugal juga semakin besar. Dengan adanya gaya sentrifugal ini, dimana gaya sentrifugal mempunyai arah yang meninggalkan pusat putaran akan menekan logam cair ke dinding cetakan sehingga didapatkan hasil coran yang lebih padat.

1.3 Pembatasan Masalah

Berdasarkan latar belakang, identifikasi masalah dan agar pembahasan dalam penelitian ini tidak terlalu luas, maka pembatasan masalah dalam penelitian ini antara lain:

1. Material yang digunakan adalah aluminium.
2. Metode pengecoran yang digunakan adalah pengecoran sentrifugal dengan posisi cetakan tegak.
3. Variasi putaran cetakan yang digunakan yaitu sebesar 700 rpm, 800 rpm, dan 900 rpm.
4. Pengujian ketangguhan hasil coran menggunakan alat uji impak charpy.

5. Uji struktur mikro digunakan untuk mengetahui struktur mikro hasil coran.

1.4 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang, identifikasi masalah, pembatasan masalah maka rumusan masalah dalam penelitian ini antara lain:

1. Bagaimana pengaruh variasi putaran cetakan 700 rpm, 800 rpm dan 900 rpm pada pengecoran sentrifugal tegak paduan aluminium terhadap ketangguhan impact pada pembuatan *velg* gokart?
2. Bagaimana pengaruh variasi putaran cetakan 700 rpm, 800 rpm dan 900 rpm pada pengecoran sentrifugal tegak paduan aluminium terhadap struktur mikro pada pembuatan *velg* gokart?

1.5 Tujuan Penelitian

Berdasarkan latar belakang, identifikasi masalah, pembatasan masalah dan rumusan masalah maka tujuan penelitian ini antara lain:

1. Untuk menguji pengaruh variasi putaran cetakan 700 rpm, 800 rpm dan 900 rpm pada pengecoran sentrifugal tegak paduan aluminium terhadap ketangguhan impact pada pembuatan *velg* gokart?
2. Untuk menguji pengaruh variasi putaran cetakan 700 rpm, 800 rpm dan 900 rpm pada pengecoran sentrifugal tegak pada paduan aluminium terhadap struktur mikro pada pembuatan *velg* gokart?

1.6 Manfaat Penelitian

Berdasarkan latar belakang, Identifikasi masalah, pembatasan masalah dan rumusan masalah, manfaat penelitian ini antara lain:

1. Manfaat Teoritis

- a. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan sumbangan dan memperkaya hasil penelitian dalam bidang pengecoran logam yang telah ada.
- b. Sebagai bahan pertimbangan pada saat melakukan proses pengecoran khususnya menggunakan metode pengecoran sentrifugal tegak.
- c. Untuk mengkaji, mempelajari pengaruh variasi putaran cetakan pengecoran sentrifugal tegak terhadap ketangguhan dan struktur mikro.

2. Manfaat Praktis

- a. Mampu mengembangkan, memodifikasi, atau menciptakan karya yang bermanfaat bagi kegiatan praktik pengecoran.
- b. Meningkatkan peran serta program studi Pendidikan Teknik Mesin Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang dalam mengembangkan wawasan bidang keilmuan.
- c. Diharapkan mampu memberikan kontribusi yang positif terhadap pengembangan aplikasi ilmu dan teknologi, khususnya pada jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang.

BAB II

KAJIAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

2.1 Kajian Pustaka

Penelitian tentang pengaruh variasi putaran cetakan pengecoran sentrifugal telah dilakukan pada penelitian sebelumnya. Berikut diantara penelitiannya:

1. Sugiarto dan Jamasri (2014) meneliti tentang “Analisis Distribusi Ketebalan dan Kekerasan Hasil Coran Sentrifugal Aluminium Paduan (Al-Mg-Si) Akibat Perubahan Laju Putaran dan Kemiringan Sumbu Cetakan”. Berdasarkan penelitian tersebut dapat disimpulkan bahwa perubahan laju putaran dan sudut kemiringan cetakan berpengaruh terhadap distribusi ketebalan dan kekerasan coran. Pada putaran 1950 rpm dan 2300 rpm distribusi ketebalan relatif merata untuk semua variasi sudut.
2. Nugroho dan Hudawan (2016) meneliti tentang “Pengaruh Variasi Putaran Cetakan dan Penambahan Inokulan Ti-B pada Centrifugal Casting terhadap Sifat Mekanik dan Struktur Mikro Paduan Aluminium A356.0”. Berdasarkan penelitian tersebut dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi variasi putaran cetakan dan penambahan Ti-B sebesar 12 gram, struktur mikro pada specimen mengalami pengecilan butir. Semakin mengecilnya ukuran butir pada specimen akan menghasilkan nilai kekerasan dan kekuatan tarik meningkat. Kondisi ini dipengaruhi oleh adanya gaya centrigugal dan penambahan Ti-B.
3. Bintoro *et al* (2013) meneliti tentang “Penerapan Metode Sentrifugal pada Proses Pengecoran Produk Komponen Otomotif Velg Sepeda Motor”.

Berdasarkan penelitian tersebut dapat disimpulkan bahwa ketangguhan (impak) tertinggi pada produk ini adalah $0,0785 \text{ J/mm}^2$ pada L 25 lebih baik dari produk lokal dan pabrikan (lokal $0,013 \text{ J/mm}^2$ dan pabrikan $0,038 \text{ J/mm}^2$). Kualitas pengecoran vertical sentrifugal bisa ditingkatkan mutunya dengan menggunakan pengecoran sentrifugal pada putaran 1000 rpm pada temperatur cetakan $250 \text{ }^\circ\text{C}$ dan paduan Al-Ti-B sebesar 156 gr ke dalam 5 kg bahan baku.

4. Bintoro *et al* (2010) meneliti tentang “Pengaruh Temperatur Cetakan, Bentuk Produk dan Inokulan Ti-B pada Proses Pengecoran Sentrifugal terhadap Sifat Fisis dan Mekanis Paduan Aluminium”. Berdasarkan penelitian tersebut dapat disimpulkan bahwa bila dibandingkan diantara metoda penuangan sentrifugal vertikal, maka metoda penuangan sentrifugal vertical dengan 1000 Rpm secara rata rata sifat mekanisnya meningkat, ketangguhannya (*toughness*) mencapai angka 5 joule lebih unggul dibandingkan dengan metoda sentrifugal dengan variasi temperature cetak dan komposisi Ti-B yang lain.
5. Situngkir (2009) meneliti tentang “Pengaruh Putaran Cetakan Terhadap Sifat Mekanik Besi Cor Kelabu pada Pembuatan Silinder Liner Mesin Otomotif dengan Pengecoran Sentrifugal Mendatar”. Berdasarkan penelitian tersebut dapat disimpulkan bahwa putaran optimum yang dapat digunakan pada pembuatan bahan silinder liner yang terbuat dari material FC 300 dengan diameter dalam coran 60 mm berkisar antara 1100 sampai dengan 1450 rpm. Semakin tinggi putaran cetakan yang digunakan, semakin besar kekuatan tarik dan kekerasan.

6. Santoso dan Setiawan (2015) meneliti tentang “Variasi Perubahan Putaran pada Pengecoran Aluminium Bentuk Puli dengan Metode Centrifugal Casting terhadap Peningkatan Kekuatan Mekanik”. Berdasarkan penelitian tersebut dapat disimpulkan bahwa gaya sentrifugal terhadap coran akan menghasilkan coran yang mampat atau padat sehingga cacat – cacat seperti rongga penyusutan dan rongga udara bisa diminimalkan. Pengurangan cacat ini akan berpengaruh terhadap kekuatan mekaniknya. Gaya sentrifugal pada coran pulley pada putaran 0 rpm, 263 rpm dan 400 rpm meningkatkan kekuatan mekaniknya. Semakin besar putaran akan memperbesar gaya sentrifugal, sehingga hasil coran akan semakin meningkat densitasnya dari 2,58, 2,63 hingga 2,7 gr/cm³.
7. Setyarini (2011) meneliti tentang “Perilaku Impak dan Porositas Paduan Al-Si-Mg pada Pengecoran Sentrifugal akibat Temperatur Pemanasan Awal Cetakan”. Berdasarkan penelitian tersebut dapat disimpulkan bahwa penambahan temperatur pemanasan pada proses pengecoran sentrifugal diperoleh peningkatan kekuatan impak yang terjadi dari data tanpa pemanasan sebesar 1,611 (kg.mm/mm²) sampai temperatur pemanasan cetakan 700°C sebesar 2,934 (kg.mm/mm²) dan penurunan porositas.
8. Shomad dan Iswanto (2014) meneliti tentang “Pengaruh Variasi Putaran Rendah dan Putaran Sedang pada Centrifugal Casting Terhadap Sifat Fatik Paduan A 356 untuk Velg Sepeda Motor”. Berdasarkan penelitian tersebut dapat disimpulkan bahwa spesimen patahan permukaan 0 rpm menunjukkan pola patahan radial dimana pola ini menggambarkan spesimen yang tidak rata

dan memiliki pola radial yang perpatahan terjadi di tengah. Sedang pada spesimen benda uji 350 rpm menunjukkan pola patahan yang merata secara linear dengan membuat garis pantai semakin rapat dan halus, sedang pada patahan spesimen 550 rpm dengan permukaan/pola patahan yang kasar, peristiwa ini terjadi disebabkan karena getaran berlebih pada mesin uji akibat beban yang diberikan terlalu kecil.

9. Tjitro dan Sugiharto (2004) meneliti tentang “Pengaruh Kecepatan Putar Pada Proses Pengecoran Aluminium Centrifugal”. Berdasarkan penelitian tersebut dapat disimpulkan bahwa orientasi pertumbuhan butir terutama pada bagian dalam mengalami pembelokan arah sesuai dengan arah putaran mesin centrifugal. Struktur butir equaxed terjadi pada bagian luar (bagian yang bersinggungan dengan dinding cetakan) dan butir tidak sempat berkembang karena pendinginan yang sangat cepat dan adanya gaya desak akibat gaya sentrifugal.
10. Haris dan Iswanto (2012) meneliti tentang “Pengaruh Natural dan Artificial Aging pada Velg Bahan A356.0 Centrifugal Casting dengan Variasi Putaran terhadap Sifat Fisis dan Mekanis”. Berdasarkan penelitian tersebut dapat disimpulkan bahwa penambahan inoculan Al-TiB pada paduan aluminium cor sebesar 0.008% dengan perlakuan natural dan artificial aging dapat memberikan pengaruh terhadap sifat mekanis hasil coran. Setelah proses perlakuan panas T6 terlihat adanya perbedaan morfologi pada batas butir matrik aluminium, yaitu terbentuknya presipitat yang diduga adalah senyawa Mg₂Si. Penambahan inoculan Al-TiB belum memberikan pengaruh terhadap

ukuran butir, tetapi mengubah bentuk butiran menjadi lebih tajam seperti jarum dan kasar.

11. Madhusudhan *et al* (2013) meneliti tentang “*Properties of Centrifugal Casting at Different Rotational Speeds of the Die*”. Berdasarkan penelitian tersebut dapat disimpulkan bahwa terdapat pengaruh antara variasi putaran cetakan terhadap struktur mikro dan nilai mekanik. Tingkat kepadatan akan mempengaruhi struktur mikro, kualitas, dan sifat mekanik dari hasil coran. Pada kecepatan 800 rpm menunjukkan hasil coran yang memiliki butiran lebih halus dibandingkan pada kecepatan dibawahnya.
12. Oyedeji *et al* (2016) meneliti tentang “*Effect of Casting Speed and Delay Time on the Residual Stresses in Centrifugal Casting of Aluminium Rods*”. Berdasarkan penelitian tersebut dapat disimpulkan bahwa pada variasi kecepatan pengecoran, rasio tegangan sisa, γ , menurun dengan meningkatnya kecepatan rotasi pengecoran. Pengurangan tegangan sisa dapat dikaitkan dengan gaya sentrifugal yang lebih besar pada aluminium cair yang memadat dengan peningkatan kecepatan pengecoran.
13. Elsayed (2014) meneliti tentang “*Effect of the Mould Rotational Speed on the Quality of Centrifugal Castings*”. Berdasarkan penelitian tersebut dapat disimpulkan bahwa kecepatan rotasi cetakan adalah salah satu variabel proses dalam pengecoran sentrifugal yang mempengaruhi tidak hanya pola aliran lelehan di dalam cetakan tetapi juga keseragaman dan konsistensi dimensi dari cetakan yang dihasilkan, dan pada sifat mekaniknya.

14. Jamulwar *et al* (2012) meneliti tentang “*Design and Implementation of Centrifugal Casting Plate*”. Berdasarkan penelitian tersebut dapat disimpulkan bahwa pada proses pengecoran sentrifugal yang terjadi mengakibatkan logam cair dapat keluar dari cetakan. Oleh karena itu, diperlukan sebuah desain dari tutup cetakan yang dapat mencegah keluarnya logam cair selama proses penuangan berlangsung.
15. Chirita *et al* (2006) meneliti tentang “*Advantages of The Centrifugal Casting Technique for The Production of Structural Components with Al–Si Alloys*”. Berdasarkan penelitian tersebut dapat disimpulkan bahwa proses pengecoran sentrifugal terutama karena gaya sentrifugal efektif untuk bahan dengan kerapatan fase yang sama atau kerapatan logam dalam paduan yang sama. Sifat mekanik dan sifat fatik jauh lebih baik diperoleh dengan pengecoran sentrifugal dibandingkan dengan proses pengecoran gravitasi.

Berdasarkan penelitian di atas, dapat ditarik kesimpulan bahwa pengecoran sentrifugal mempengaruhi hasil coran, struktur mikro, dan sifat mekanisnya. Faktor-faktor yang mempengaruhi proses pengecoran sentrifugal tersebut yaitu sudut kemiringan cetakan, putaran cetakan dan temperatur cetakan.

2.2 Landasan Teori

1. Pengecoran logam

Pengecoran merupakan salah satu proses pembentukan bahan baku atau bahan benda kerja yang relatif mahal dimana pengendalian kualitas benda kerja dimulai sejak bahan tersebut masih dalam keadaan mentah. Komposisi unsur serta

kadarnya dianalisis agar diperoleh suatu sifat bahan sesuai dengan kebutuhan sifat produk yang direncanakan namun dengan komposisi yang homogen serta larut dalam keadaan padat (Sudjana, 2008: 144). Pengecoran logam merupakan proses dimana logam dicairkan pada suhu tertentu dan dicetak menggunakan cetakan untuk menghasilkan produk dengan bentuk yang mendekati bentuk produk jadi. Proses pengecoran ini banyak dilakukan karena proses ini mempunyai keunggulan diantaranya adalah mampu menghasilkan produk dengan geometri yang rumit dengan proses yang ekonomis (Atmadja, 2006:41). Banyak logam yang dapat digunakan sebagai bahan pengecoran seperti, logam ferro dan non ferro. Beberapa benda yang terbuat dari metode pengecoran diantaranya piston, tutup silinder, velg, tromol dan lain sebagainya.

Dalam perkembangan teknologi, terdapat banyak jenis pengecoran logam yang dikembangkan. Menurut Sudjana (2008:186-195), jenis-jenis pengecoran logam tersebut diantaranya:

a. *Sand Casting*

Sand Casting adalah jenis pengecoran logam dengan menggunakan cetakan pasir. Jenis pengecoran ini paling banyak dipakai karena ongkos produksinya murah dan dapat membuat benda coran yang berkapasitas berton-ton. Contoh benda coran yang menggunakan jenis pengecoran tersebut yaitu piston, dudukan kanpas rem dan lain sebagainya.

b. *Centrifugal Casting*

Centrifugal Casting adalah jenis pengecoran logam yang menggunakan cetakan berputar. Pengecoran ini bertujuan agar logam cair terdorong oleh gaya

sentrifugal akibat berputarnya cetakan, sehingga logam cair tedesak dan benda yang dihasilkan semakin padat. Contoh benda coran yang biasanya menggunakan jenis pengecoran ini adalah *velg* dan benda coran lain yang berbentuk silinder.

c. *Die Casting*

Die Casting adalah jenis pengecoran logam yang menggunakan cetakan permanen yang terbuat dari logam. Sehingga cetakannya dapat digunakan berulang-ulang. Biasanya logam yang digunakan untuk mengecor adalah logam non ferro.

d. *Investment Casting*

Investment Casting adalah jenis pengecoran logam yang polanya terbuat dari lilin (*wax*), dan cetakan terbuat dari keramik. Contoh benda coran yang biasa menggunakan jenis pengecoran ini adalah benda coran yang memiliki kepresisian yang tinggi misalnya rotor turbin.

Ada empat faktor yang berpengaruh terhadap proses pengecoran, yaitu:

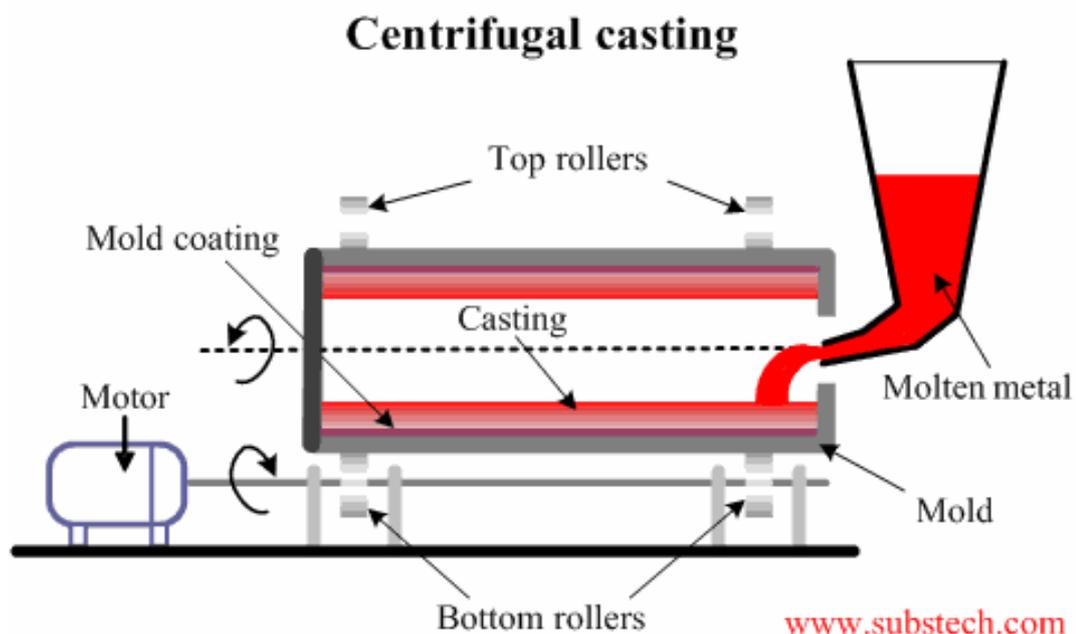
- 1) Adanya aliran logam cair kedalam rongga cetak.
- 2) Terjadi perpindahan panas selama pembekuan dan pendinginan dari logam dalam cetakan.
- 3) Pengaruh material yang digunakan untuk cetakan.
- 4) Pembekuan logam dari kondisi cair.

2. Pengecoran Sentrifugal

Pengecoran sentrifugal adalah suatu cara pengecoran di mana cetakan diputar dan logam cair dituangkan ke dalamnya, sehingga logam cair tertekan oleh gaya sentrifugal dan kemudian membeku (Surdia dan Chijiiwa, 1986:3).

Pengecoran sentrifugal adalah proses penuangan logam cair ke dalam cetakan yang berputar, proses pengecoran ini dapat menghasilkan produk coran yang relatif bebas dari gas dan *shrinkage porosity* karena pengaruh gaya sentrifugal hasil coran akan lebih padat, permukaan halus dan struktur logam yang di hasilkan akan memberikan sifat mekanik yang baik (Nugroho dan Hudawan, 2016:58).

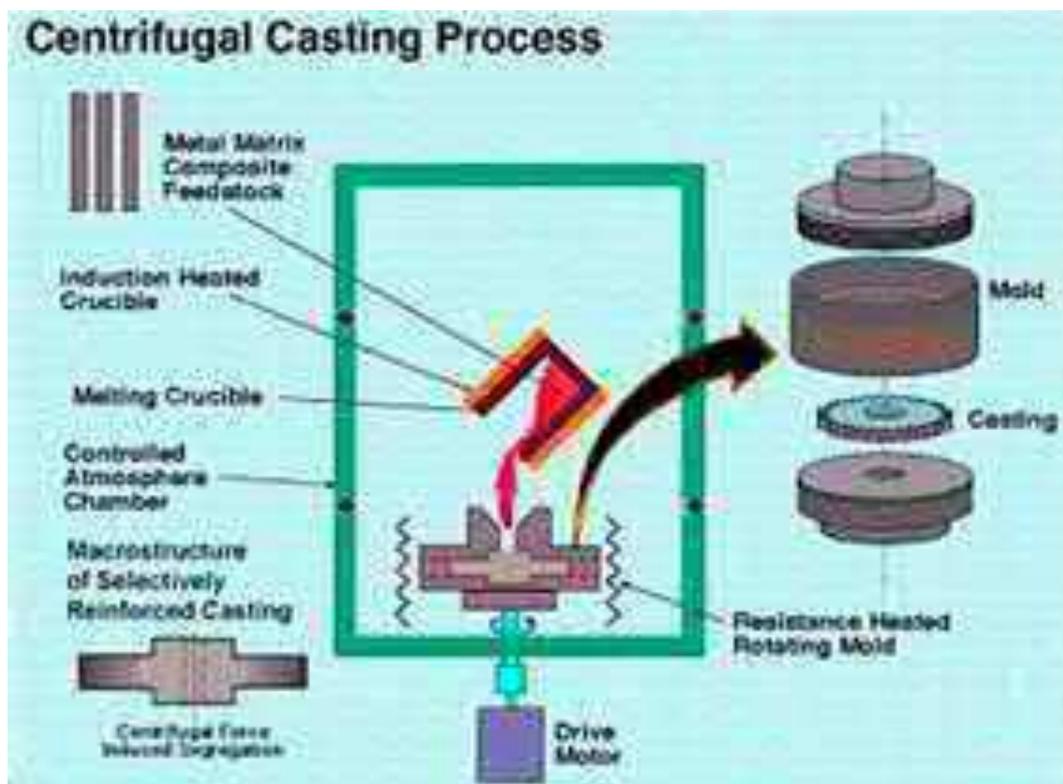
Pada dasarnya pengecoran sentrifugal dibagi menjadi dua jenis yaitu horizontal dan vertikal. Pengecoran sentrifugal horizontal adalah pengecoran dengan proses penuangan logam cair ke dalam cetakan yang berputar pada posisi mendatar. Sedangkan pengecoran sentrifugal vertikal adalah pengecoran dengan proses penuangan logam cair ke dalam cetakan yang berputar pada posisi tegak.



Gambar 2.1 Pengecoran sentrifugal horizontal/mendatar (Atmanto *et al*, 2014:45)

Pengecoran sentrifugal horizontal digunakan pada benda kerja yang memiliki ukuran relatif panjang yaitu lebih dari 100 mm. Pengecoran sentrifugal horizontal pada umumnya digunakan dalam pembuatan pipa tabung, bushing, liner

dan beberapa komponen yang berbentuk silinder ydengan bentuk yang relatif simple. Pengecoran sentrifugal vertikal digunakan pada benda kerja yang memiliki panjang relatif pendek yaitu maximal 100 mm. Aplikasi pengecoran vertikal bisa lebih luas karena dapat membuat benda kerja yang relatif lebih rumit seperti velg, tromol kendaraan bermotor (Atmanto *et al*, 2014:44).



Gambar 2.2 Pengecoran sentrifugal vertikal/tegak (Atmanto *et al*, 2014:45)

Pada pengecoran sentrifugal vertikal, penuangan dimulai ketika cetakan diam, kemudian cetakan diputar sampai pada kecepatan tertentu sehingga pembekuan logam terjadi pada saat cetakan tersebut berputar. Pada pengecoran sentrifugal horizontal, pengisian logam dilakukan pada saat cetakan berputar pada kecepatan putar yang rendah, setelah cetakan penuh putaran dinaikkan sampai pada

putaran tertentu dengan percepatan yang tinggi dan ditahan pada putaran itu sampai pembekuan terjadi (Situngkir, 2009:21).

3. Kecepatan Putaran Cetakan

Kecepatan putaran cetakan pada proses pengecoran sentrifugal adalah banyaknya putaran cetakan tiap waktu. Kecepatan putar ini berhubungan langsung dengan proses solidifikasi logam cair ketika logam cair dituangkan ke dalam cetakan. Hal ini disebabkan kecepatan putaran berbanding lurus dengan gaya sentrifugal seperti terlihat pada persamaan 2.1 menurut Sugiarto dan Jamasri (2014:15) berikut ini:

$$F_c = m \cdot \omega \cdot r = \frac{m \cdot v^2}{r} \dots\dots\dots (2.1)$$

Keterangan : F_c = gaya sentrifugal (N)

m = massa (kg)

ω = kecepatan putar (rad/s)

r = radius (m)

v = kecepatan linier (m/s)

Semakin besar kecepatan putar maka gaya sentrifugal juga semakin besar, begitu juga sebaliknya. Dengan adanya gaya sentrifugal ini, dimana gaya sentrifugal mempunyai arah yang meninggalkan pusat putaran akan menekan logam cair ke dinding cetakan sehingga didapatkan hasil coran yang lebih padat (Sugiarto dan Jamasri, 2014:16).

Menurut Tjitro dan Sugiharto (2004:3), pengaturan kecepatan putar proses pengecoran sentrifugal dapat dibagi menjadi tiga bagian:

- a. Pada saat proses penuangan, cetakan diputar pada kecepatan yang cukup untuk melontarkan logam cair ke dinding cetakan.
- b. Pada saat logam mencapai ujung cetakan yang lain, kecepatan putar ditingkatkan.
- c. Kecepatan putar dipertahankan konstan selama beberapa waktu setelah penuangan.

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.

Kecepatan putar yang terlalu rendah menghasilkan permukaan 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 atau retakan ketika logam mengalami penyusutan selama proses pembekuan.

Untuk mengukur kecepatan putaran cetakan sebesar 700 rpm, 800 rpm dan 900 rpm menggunakan tachometer yang diarahkan pada sisi cetakan yang telah ditandai dengan sebuah strip sebagai sinyal untuk tachometer.

4. Aluminium

Menurut Surdia sebagaimana dikutip oleh Kurniawan *et al* (2013:2), Aluminium adalah logam yang ringan dan cukup penting dalam kehidupan

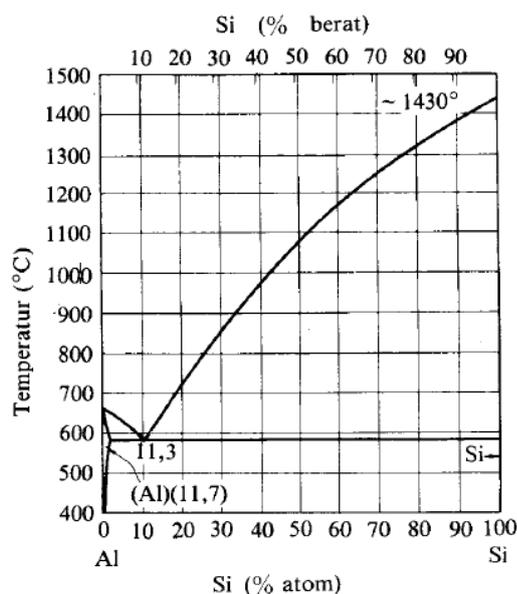
manusia. Aluminium merupakan unsur kimia golongan IIIA dalam sistim periodik unsur, dengan nomor atom 13 dan berat atom 26,98 gram per mol (sma). Struktur kristal aluminium adalah struktur kristal FCC, sehingga aluminium tetap ulet meskipun pada temperatur yang sangat rendah. Keuletan yang tinggi dari aluminium menyebabkan logam tersebut mudah dibentuk atau mempunyai sifat mampu bentuk yang baik. Aluminium memiliki beberapa kekurangan yaitu kekuatan dan kekerasan yang rendah bila dibanding dengan logam lain seperti besi dan baja. Aluminium memiliki karakteristik sebagai logam ringan dengan densitas $2,7 \text{ g/cm}^3$.

Selain sifat-sifat tersebut Aluminium mempunyai sifat-sifat yang sangat baik bila dipadu dengan logam lain bisa mendapatkan sifat-sifat yang tidak bisa ditemui pada logam lain. Adapun sifat-sifat dari aluminium antara lain: ringan, tahan korosi, penghantar panas dan listrik yang baik. Sifat tahan korosi pada aluminium diperoleh karena terbentuknya lapisan oksida aluminium pada permukaan aluminium. Aluminium merupakan salah satu logam yang berasal dari material Bauksit (Al_2O_3). Saat ini penggunaan aluminium sudah sangat luas, diantaranya aluminium banyak digunakan sebagai peralatan rumah tangga, industri otomotif, industri pesawat terbang, konstruksi bangunan, dan sebagainya (Kurniawan *et al*, 2013:2).

Tabel 2.1 Sifat-sifat fisik aluminium (Surdia dan Saito, 1999:134)

Sifat-sifat	Kemurnian Al (%)	
	99,996	>99,0
Massa jenis (20 °C)	2,6989	2,71
Titik cair	660,2	653-657
Panas jenis (cal/g. °C) (100 °C)	0,2226	0,2297
Hantaran listrik (%)	64,94	59 (dianil)
Tahanan listrik koefisien temperatur (/°C)	0,00429	0,0115
Koefisien pemuaian (20-100 °C)	$23,86 \times 10^{-6}$	$23,5 \times 10^{-6}$
Jenis kristal, konstanta kisi	<i>fcc</i> , $a=4,013 \text{ kX}$	<i>fcc</i> , $a=4,04 \text{ kX}$

Aluminium merupakan logam ringan mempunyai ketahanan korosi yang baik dan hantaran listrik yang baik dan sifat-sifat yang lainnya sebagai sifat logam (Surdia dan Saito, 1999:129). Sebagai tambahan terhadap kekuatan mekaniknya, dapat diperbaiki dengan menambahkan tembaga, silisium, magnesium, mangan, nikel, dan sebagainya. Aluminium juga mempunyai titik cair yang tidak terlalu tinggi yaitu $\pm 660^\circ\text{C}$, sehingga banyak digunakan untuk bahan pengecoran logam (Raharja, 2011:38).

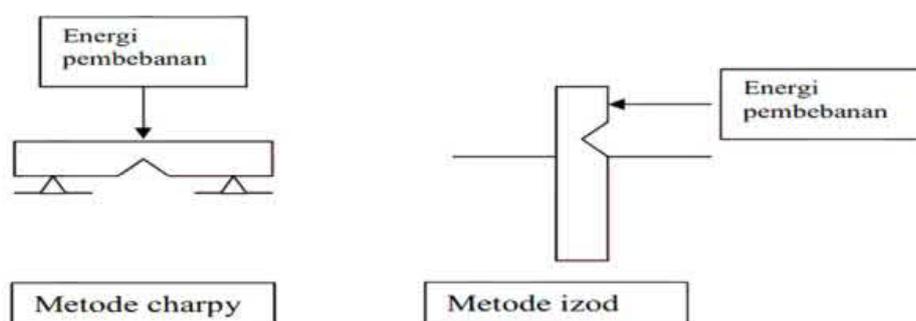


Gambar 2.3 Diagram fasa Al-Si (Surdia dan Saito, 1999:137)

5. Ketangguhan Impak

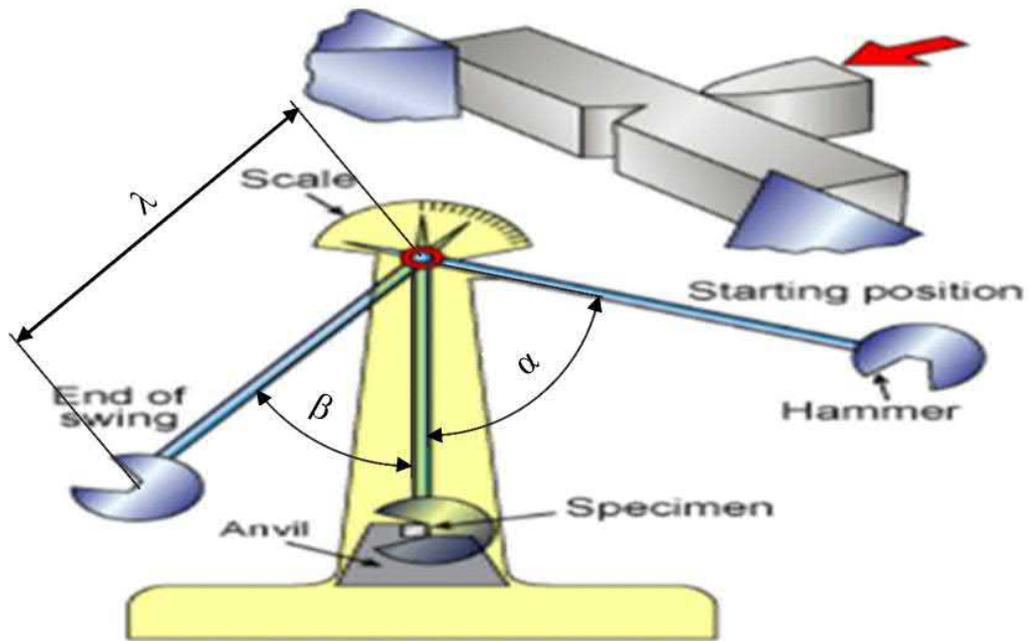
Ketangguhan adalah kekuatan suatu bahan menerima beban tumbuk secara tiba-tiba. Menurut Callister (2010:169), ketangguhan adalah sifat bahan yang menunjukkan ketahanan material terhadap patah ketika ada retak atau cacat. Ketangguhan juga merupakan kemampuan bahan untuk menyerap energi dan deformasi plastis sebelum mengalami patah. Untuk mengetahui ketangguhan suatu material menggunakan pengujian impak, spesimen (benda kerja) mendapatkan beban kejut hingga patah (Setyarini, 2011:3).

Menurut Callister (2010:251), terdapat dua jenis metode pengujian impak yaitu Charpy dan Izod, yang biasa disebut juga dengan *notch toughness*. Teknik Charpy V-Notch (CVN) paling umum digunakan di Amerika. Dimensi spesimen untuk uji impak Charpy sama dengan untuk uji impak Izod. Perbedaan kedua jenis pengujian impak ini terletak pada posisi spesimen yang akan diuji. Untuk uji impak Charpy posisi spesimen horisontal sedangkan untuk uji impak Izod posisi spesimen vertikal.



Gambar 2.4 Spesimen uji metode Charpy dan metode Izod (Handoyo, 2013:46)

Standar pengujian impak Charpy pada penelitian ini berdasarkan ASTM D-256. Ilustrasi pengujian impak digambarkan sebagai berikut:



Gambar 2.5 Ilustrasi pengujian impak Charpy (Handoyo, 2013:46)

Untuk perhitungan pengujian impak menurut Handoyo (2013:47), yaitu sebagai berikut:

$$E = m \cdot g \cdot \lambda (\cos \beta - \cos \alpha) \dots\dots\dots(2.2)$$

Keterangan:

m = Massa pendulum/pembentur (kg)

g = Gravitasi = 9,81 (m/s²)

λ = Jarak lengan pengayun (m)

E = Energi yang diserap (kg m²/s² = Joule)

α = Sudut posisi awal pendulum

β = Sudut posisi akhir pendulum

Setelah diketahui besarnya energi yang diperlukan pendulum untuk mematahkan spesimen, maka besarnya harga impak (HI) suatu bahan yang diuji dengan metode Charpy dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$HI = \frac{E}{A} \dots\dots\dots(2.3)$$

Keterangan:

E = energi yang diserap (Joule)

A = luas penampang di bawah takik (mm²)

HI = Harga Impak/Ketangguhan Impak (Joule/mm²)

Ketika beban menumbuk spesimen terjadi proses penyerapan energi yang besar pada uji impact. Prinsip perbedaan energi potensial dapat digunakan untuk menghitung energi yang diserap material ini. Dasar pengujiannya yakni penyerapan energi potensial dari pendulum beban yang berayun dari suatu ketinggian tertentu dan menumbuk benda uji, sehingga benda uji mengalami deformasi. Pada pengujian impact ini banyaknya energi yang diserap oleh bahan untuk terjadinya perpatahan merupakan ukuran ketahanan impact atau ketangguhan bahan tersebut. Beban pada pengujian impact secara tiba-tiba. Dari hasil pengujian impact dapat diketahui sifat ketangguhan logam.

Pada penelitian ini menggunakan alat uji impact charpy. Langkah-langkah penggunaannya yaitu:

- a. Hidupkan setting pendulum pada mesin uji impact sebesar 150°.
- b. Taruh spesimen mendatar pada mesin uji impact.
- c. Lakukan pemukulan pada spesimen.
- d. Hentikan pemukul dengan menarik tuas pengunci.
- e. Lihat hasil energi impact yang diperlukan pendulum untuk mematahkan spesimen uji.
- f. Hasil energi impact terlihat pada monitor mesin uji impact.

6. Struktur Mikro

Struktur mikro adalah struktur terkecil yang terdapat pada suatu bahan yang keberadaannya tidak dapat dilihat dengan mata telanjang, tetapi harus menggunakan alat pengamat struktur mikro, diantaranya; mikroskop cahaya, mikroskop *electron* dan mikroskop sinar-X (Tarkono, 2013:5).

Hasil pengamatan struktur akan diperlihatkan berbagai fase yang dapat dipelajari dan jika sifat-sifatnya diketahui dapat digunakan untuk mengetahui informasi-informasi tentang spesimen. Penelitian ini menggunakan mikroskop cahaya, adapun manfaat dari pengamatan struktur mikro ini adalah:

- a. Mempelajari hubungan antara sifat-sifat bahan dengan struktur dan cacat pada bahan.
- b. Memperkirakan sifat bahan jika hubungan tersebut jika diketahui.

Pada umumnya pengamatan struktur mikro yang perlu diamati adalah ukuran butiran, bentuk butiran, dan larutan padat yang terbentuk, dimana larutan mekanis akan bertambah baik.

Langkah-langkah melakukan pengujian struktur mikro adalah sebagai berikut:

- a. Siapkan spesimen yang akan diperiksa strukturnya dengan ukuran kurang lebih \emptyset 20 x 15 mm diratakan dan dihaluskan hingga bebas dari goresan bekas pemotongan.
- b. Proses selanjutnya ialah pengetsan yakni pengikisan dengan menggunakan larutan kimia sesuai dengan jenis bahan yang akan diperiksa. Maksud peng“etsa”-an ini ialah untuk memeperjelas batas dan garis-garis struktur serta

merangsang pembentukan warna dari setiap komposisi unsur dari logam tersebut, dimana setiap unsur akan memiliki reaksi pembentukan warna yang berbeda terhadap bahan etsa, dengan demikian akan mudah membedakan prosentase kadar unsur yang terdapat pada logam tersebut.

- c. Langkah berikutnya adalah pencucian logam dari bahan etsa yang telah bereaksi selama waktu yang ditentukan dalam proses etsa. Pencucian dilakukan dengan membasuhnya pada air yang mengalir.
- d. Langkah selanjutnya adalah memeriksa tiap spesimen pada mikroskop dengan perbesaran yang telah ditentukan.

7. *Velg* Gokart

Velg adalah benda melingkar yang berputar pada poros dan dipasang di bagian bawah kendaraan untuk memungkinkan bergerak dengan mudah di atas tanah. *Velg* gokart digunakan pada mobil gokart yaitu varian dari kendaraan roda empat atap terbuka sederhana dan kecil untuk olahraga balap.



Gambar 2.6 *Velg* Gokart

2.3 Hipotesis Penelitian

Dalam penelitian ini peneliti mengajukan beberapa hipotesis yaitu:

1. Ada pengaruh variasi putaran 700 rpm, 800 rpm dan 900 rpm cetakan pengecoran sentrifugal tegak pada pengecoran paduan aluminium terhadap ketangguhan impak pembuatan *velg* gokart.
2. Ada pengaruh variasi putaran 700 rpm, 800 rpm dan 900 rpm cetakan pengecoran sentrifugal tegak pada pengecoran paduan aluminium terhadap struktur mikro pembuatan *velg* gokart.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari penelitian yang telah dilakukan dapat dihasilkan beberapa kesimpulan yaitu:

1. Ada pengaruh pemberian variasi putaran cetakan 700 rpm, 800 rpm dan 900 rpm pada pengecoran sentrifugal tegak pada pengecoran aluminium terhadap ketangguhan impact hasil pengecoran yaitu semakin tinggi putaran cetakan pada pengecoran sentrifugal maka semakin besar nilai ketangguhan coran. Antara variasi putaran cetakan 700 rpm dan 900 rpm mempunyai pengaruh paling besar. Pada penelitian ini spesimen dengan variasi putaran 900 rpm memiliki ketangguhan yang paling baik sehingga putaran 900 rpm cocok untuk membuat velg gokart dengan ketangguhan yang tinggi.
2. Ada pengaruh pemberian variasi putaran cetakan 700 rpm, 800 rpm dan 900 rpm pada pengecoran sentrifugal tegak pada pengecoran aluminium terhadap struktur mikro hasil pengecoran yaitu semakin tinggi putaran cetakan pada pengecoran sentrifugal maka semakin kecil luasan butir Si yang terbentuk. Sehingga pada putaran 900 rpm jika diaplikasikan pada pembuatan velg gokart, maka velg gokart akan memiliki struktur mikro dengan luasan butir yang kecil.

5.2 Saran

Adapun saran yang diberikan terhadap penelitian yang telah dilakukan adalah sebagai berikut.

1. Pada saat melakukan pengecoran sentrifugal gunakan APD yang sesuai.
2. Pada saat melakukan pengujian ketangguhan dengan menggunakan alat uji impak hendaklah melakukan dengan benar.
3. Pada proses pengujian mikro pastikan permukaan logam benar-benar rata tanpa menyisakan bekas pengamplasan agar susunan struktur mikro dapat terlihat dengan jelas.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 1992. *ASM Handbook Vol 9: Metallography and Microstructures*. ASM International.
- Atmadja, S. T. 2006. Analisa Cacat Cor pada Proses Pengecoran Burner Kompor. *Jurnal Rotasi* 8(3): 41-46.
- Atmanto, I. S., A. F. H. Mukhammad, B. Setyoko, dan N. Santoso. 2014. Rancang Bangun Mesin Centrifugal Casting Kombinasi untuk Memperoduksi Diesel Cylinder Liner (DCL) Skala Laboratorium. *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Semarang* 14(2): 43-52.
- Bintoro, W. M., B. Undiana, dan Y. P. Dudy . 2013. Penerapan Metode Sentrifugal pada Proses Pengecoran Produk Komponen Otomotif Velg Sepeda Motor. *Jurnal Energi dan Manufaktur* 6(2): 135-142.
- Bintoro, W. M., H. R. Sukrisno, P. T. Iswanto. 2010. Pengaruh Temperatur Cetakan, Bentuk Produk dan Inokulan Ti-B pada Proses Pengecoran Sentrifugal terhadap Sifat Fisis dan Mekanis Paduan Alumunium. *Jurnal Politeknik Negeri Bandung* 1(1): .
- Chirita, G., D. Soares, F.S. Silva. 2008. Advantages of The Centrifugal Casting Technique for The Production of Structural Components with Al–Si Alloys. *Journal Elsevier Material and Design* 29(1): 20-27.
- Elsayed, M. A. 2014. Effect of Mould Rotational Speed on the Quality of Centrifugal Casting. *International Journal of Applied Engineering Research* 9(21): 11575-11582.
- Handoyo, Y. 2013. Perancangan Alat Uji Impak Metode Charpy Kapasitas 100 Joule. *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin* 1(2): 45-53.
- Haris, E., P. T. Iswanto. 2012. Pengaruh Natural dan Artificial Aging Pada Velg Bahan A356.0 Centrifugal Casting dengan Variasi Putaran Terhadap Sifat Fisis dan Mekanis. *Industrial Research Workshop and National Seminar* 1(1): 87-94.
- Jamulwar, N., K. Chimote, dan A. Bhambulkar. 2012. Design and Implementation of Centrifugal Casting Looking Plate. *International Journal of Computer Technology and Electronics Engineering (IJCTEE)* 2(2): 202-205
- Jr., W. D. Callister. 2010. *Materials Science and Engineering an Introduction, 8th ed.* New York: John Wiley & Sons Inc.

- Kurniawan, A., S. A. Widyanto, dan Y. Umardani. 2013. Pengaruh Temperatur Cetakan pada Cacat Visual Produk Piston dengan Metode Die Casting. *Jurnal Teknik Mesin S-1* 1(3): 1-10.
- Madhusudhan, S. Narendranath, dan G. C. M. Kumar. 2013. Properties of Centrifugal Casting at Different Rotational Speeds of the Die. *International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering* 3(1): 727-731.
- Nugroho, E. dan Y. Hudawan. 2016. Pengaruh Variasi Putaran Cetakan dan Penambahan Inokulan Ti-B pada Centrifugal Casting terhadap Sifat Mekanik dan Struktur Mikro Paduan Aluminium A356.0. *Jurnal Teknik Mesin Univ. Muhammadiyah Metro* 5(1): 57-61.
- Oyedeji, A. A., K. C. Bala, M. S. Abolarin, dan M. B. Adeyemi. 2016. Effect of Casting Speed and Delay Time on the Residual Stresses in Centrifugal Casting of Aluminium Rods. *Leonardo Electronic Journal of Practices and Technologies* 6(28): 157-168.
- Raharja, A. B. 2011. *Teknik Pengecoran Logam*. Yogyakarta: PT Pustaka Insan Madadi.
- Santoso, N. dan W. Setiawan. 2015. Variasi Perubahan Putaran pada Pengecoran Aluminium Bentuk Puli dengan Metode Centrifugal Casting terhadap Peningkatan Kekuatan Mekanik. *Jurnal Material Teknologi Proses* 1(1): 9-11.
- Setyarini, P. H. 2011. Perilaku Impak dan Porositas Paduan Al-Si-Mg pada Pengecoran Sentrifugal akibat Temperatur Pemanasan Awal Cetakan. *Jurnal Rekayasa Mesin* 2(1): 1-5.
- Shomad, M. A., dan P. T. Iswanto. 2014. Pengaruh Variasi Putaran Rendah dan Putaran Sedang pada Centrifugal Casting terhadap Sifat Fatik Paduan A356 untuk Velg Sepeda Motor. *Prosiding Seminar Nasional Aplikasi Sains & Teknologi (SNAST)*. Program Vokasi Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Yogyakarta. 121-126.
- Situngkir, H. 2009. Pengaruh Putaran Cetakan terhadap Sifat Mekanik Besi Cor Kelabu pada Pembuatan Silinder Linier Mesin Otomotif dengan Pengecoran Sentrifugal Mendatar. *Jurnal Dinamis* 2(4): 19-28.
- Sudjana, H. 2008. *Teknik Pengecoran Logam (Jilid II)*. Jakarta: Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan, Direktorat Jenderal Pendidikan Dasar dan Menengah, Departemen Pendidikan Nasional.

- Sugiarto, T. O. dan M. W. W. Jamasri. 2014. Analisis Distribusi Ketebalan dan Kekerasan Hasil Coran Sentrifugal Aluminium Paduan (Al-Si-Mg) Akibat Perubahan Laju Putaran dan Kemiringan Sumbu Cetakan. *Journal Of Environmental Engineering & Sustainable Technology* 1(1): 13-20.
- Sugiyono. 2017. *Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Penerbit Alfabeta.
- Surdia, T. dan K. Chijjiwa. 1986. *Teknik Pengecoran Logam*. Jakarta: Pradnya Paramita.
- Surdia, T. dan S. Saito. 1999. *Pengetahuan Bahan Teknik*. Jakarta: Pradnya Paramita.
- Tarkono, S. Harnowo, dan D. Sewandono. 2013. Pengaruh Variasi Abu Sekam dan Bentotit pada Cetakan Pasir terhadap Kekerasan dan Struktur Mikro Hasil Coran Aluminium AA 1100. *Journal Fema* 1(3): 1-12.
- Tjitro, S. dan Sugiharto. 2004. Pengaruh Kecepatan Putar pada Proses Pengecoran Aluminium Centrifugal. *Jurnal Teknik Mesin* 6(1): 1-7.