



**PENGARUH VARIASI TEMPERATUR TUANG
TERHADAP KETAHANAN IMPAK DAN STRUKTUR
MIKRO PADA HASIL PENGECORAN *VELG*
GOKART DENGAN METODE *CENTRIFUGAL*
*CASTING***

SKRIPSI

Oleh:

Muhammad Wildan Arif

NIM.5201415082

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

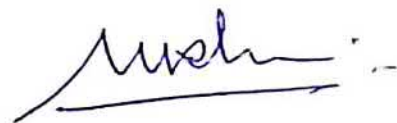
PERSETUJUAN PEMBIMBING

Nama : Muhammad Wildan Arif
NIM : 5201415082
Program Studi : Pendidikan Teknik Mesin
Judul : Pengaruh Variasi Temperatur Tuang Terhadap Ketahanan Impak dan Struktur Mikro pada Hasil Pengecoran *Velg* Gokart Dengan Metode *Centrifugal Casting*.

Skripsi ini telah disetujui oleh pembimbing untuk diajukan ke sidang panitia ujian Skripsi Program Studi Pendidikan Teknik Mesin S1 Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.

Semarang, 02 Oktober 2019

Pembimbing,



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

HALAMAN PENGESAHAN


Skripsi dengan judul “Pengaruh Variasi Temperatur Tuang Terhadap Ketahanan Impak dan Struktur Mikro pada Hasil Pengecoran *Velg* Gokart dengan Metode *Centrifugal Casting*” telah dipertahankan didepan Panitia Ujian Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang pada tanggal 16 Oktober 2019.

Oleh

Nama : Muhammad Wildan Arif
Nim : 5201415082
Program studi : Pendidikan Teknik Mesin

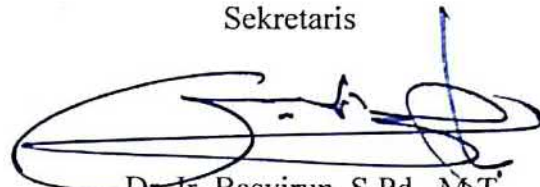
Panitia

Ketua




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

Sekretaris




Dr. Ir. Basyirun, S.Pd., M.T.,
IPM, ASEAN Eng.
NIP. 196809241994031002

Penguji 1




Drs. Sunyoto M.Si.
NIP. 196511051991021001

Penguji 2



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


Pembimbing



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

Mengetahui:

Fakultas Teknik UNNES



Dr. Nur Qudus, M.T.
NIP. 196911301994031001

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini

Nama Mahasiswa : Muhammad Wildan Arif

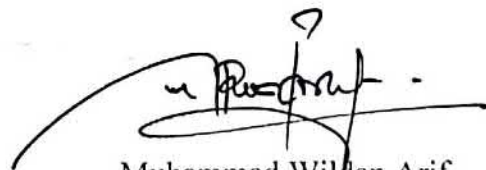
NIM : 5201415082

Program Studi : Pendidikan Teknik Mesin

Fakultas : Teknik Universitas Negeri Semarang

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi ini benar-benar hasil karya saya sendiri, bukan jiplakan dari karya orang lain, baik sebagian atau seluruhnya. Pendapat atau temuan lain yang terdapat dalam skripsi ini dikutip atau dirujuk berdasarkan kode etik ilmiah.

Semarang, 21 Agustus 2019



Muhammad Wildan Arif
NIM. 5201415082

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO

1. “Sekolahlah sampai kamu tahu dirimu dibodohi, dan kamu tahu sekolah gagal membodohimu” (Emha Ainun Najib)
2. “Pendidikan mempunyai akar yang pahit, tapi buahnya manis” (Aristoteles)
3. “Ketakutanmu terhadap kegagalan, itulah yang membuatmu gagal” (Habib Syech Abdul Qodir Assegaff)

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Kedua orang tua saya Bapak Slamet dan Ibu Siti, yang senantiasa mendukung dan mendoakan saya untuk jadi pribadi yang baik.
2. Kakak saya Yoga A. dan kerabat dekat yang selalu mendoakan saya yang terbaik.
3. Wanita yang saya kagumi Nadhifah R. dan teman dekat yang selalu ada selama 4 tahun kuliah.
4. Teman – teman PTM 15, PPL Cawang dan KKN Mbah Baong Squad.
5. Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.

ABSTRAK

Arif, Muhammad Wildan. 2019. Pengaruh Variasi Temperatur Tuang Terhadap Ketahanan Impak dan Struktur Mikro pada Hasil Pengecoran *Velg* Gokart dengan Metode *Centrifugal Casting*. Skripsi. Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang. Dr. M. Khumaedi, M.Pd. PTM.

Metode *gravity casting* merupakan metode yang paling sederhana dan sering digunakan akan tetapi metode ini masih memiliki kekurangan pada hasil coran, yaitu sifat mekanis dan sifat fisis yang kurang baik karena selama proses pengecoran berlangsung tanpa adanya penekanan pada logam cair di dalam cetakan, untuk itu perlu peningkatan pada kualitas hasil coran dengan perbaikan metode pengecorannya, salah satu alternatif yang dapat digunakan adalah metode *centrifugal casting*. Metode *centrifugal casting* dilakukan dengan cara menuangkan cairan logam ke dalam cetakan yang berputar, sehingga memberikan gaya tekanan pada logam cair di dalam cetakan. Parameter – parameter dari *centrifugal casting* antara lain; kecepatan putar cetakan, temperatur cetakan, temperatur tuang logam cair dan gaya sentrifugal yang terjadi. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh variasi temperatur tuang terhadap ketahanan impak dan struktur mikro pada hasil pengecoran *velg* gokart dengan metode *centrifugal casting*.

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan variabel bebas berupa variasi temperatur tuang sebesar 650°C, 750°C dan 850°C. Variabel terikatnya adalah ketahanan impak dan struktur mikro. Variabel kontrolnya adalah mesin *vertical centrifugal casting*, temperatur cetakan 250°C dan kecepatan putar 700 rpm. Analisis data yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan metode analisis deskriptif dan analisis statistik (*one way anova*). Data yang diperoleh dari hasil pengujian berupa angka atau bilangan kemudian disajikan dalam bentuk tabel, grafik dan dideskripsikan berdasarkan hasil analisis yang dilakukan.

Hasil pengujian ketahanan impak memperlihatkan semakin tinggi temperatur tuang maka semakin meningkat pula nilai ketahanan impak sampai dengan temperatur tuang 850°C. Berdasarkan hasil uji Anova didapatkan adanya pengaruh variasi temperatur tuang terhadap kekuatan impak. Dari uji lanjut didapatkan adanya pengaruh temperatur 650°C dan 850°C sedangkan yang lain tidak berpengaruh. Hasil uji struktur mikro pada temperatur tuang 850°C berupa *dendrite* dan susunan partikel Si yang berbentuk lebih besar panjang serta teratur yang berpengaruh pada hasil ketahanan impak.

Kata Kunci: *Centrifugal Casting*, Temperatur Tuang, Ketahanan Impak, *Velg* Gokart

ABSTRACT

Arif, Muhammad Wildan. 2019. The Effect of Pour Temperature Variation on Impact Resistance and Micro Structure on the Results of Karting Wheel Rims by Centrifugal Casting Method. Skripsi. Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, Semarang State University. Dr. M. Khumaedi, M.Pd. PTM.

Gravity casting method is the simplest method and is often used, but this method still has deficiencies in the results of castings, namely mechanical properties and physical properties that are not good because during the casting process takes place without any emphasis on the liquid metal in the mold, it is necessary an increase in the quality of castings by improving the casting method, one alternative that can be used is the centrifugal casting method. The centrifugal casting method is carried out by pouring molten metal into a rotating mold, thereby applying pressure to the liquid metal in the mold. The parameters of centrifugal casting include; rotational speed of the mold, the temperature of the mold, the pouring temperature of the molten metal and the centrifugal force that occurs. The purpose of this study was to determine the effect of pouring temperature variations on impact resistance and microstructure on the results of gokart alloy casting using the centrifugal casting method.

This study uses an experimental method with independent variables in the form of pouring temperature variations of 650°C, 750°C and 850°C. The dependent variable is impact resistance and microstructure. The control variables are vertical centrifugal casting machine, mold temperature of 250°C and rotational speed of 700 rpm. Analysis of the data used in this study uses descriptive analysis and statistical analysis (one way anova). Data obtained from the test results in the form of numbers or numbers are then presented in the form of tables, graphs and described based on the results of the analysis conducted.

The impact resistance test results show that the higher the pouring temperature, the higher the impact resistance will be up to the pouring temperature 850°C. Based on the Anova test results found the influence of pouring temperature variations on the impact strength. From further tests found the influence of temperature of 650°C and 850°C while others have no effect. The results of the microstructure test at 850°C pouring temperature in the form of dendrites and the composition of Si particles in the form of a longer and more regular shape that affect the impact resistance results.

Keywords: *Centrifugal Casting, Pour Temperature, Impact Resistance, Karting Wheels*

PRAKATA

Segala puji dan syukur kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi yang berjudul “Pengaruh Variasi Temperatur Tuang Terhadap Ketahanan Impak dan Struktur Mikro pada Hasil Pengecoran *Velg* Gokart dengan Metode *Centrifugal Casting*”. terselesaikannya skripsi ini tidak lepas dari bantuan semua pihak, oleh karena itu pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Fathur Rokhman, M. Hum, Rektor Universitas Negeri Semarang
2. Dr. Nur Qudus, M.T., Ketua Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.
3. Rusiyanto S.Pd., M.T., Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Negeri Semarang dan dosen Penguji 2 yang telah memberikan saran dan masukan.
4. Drs. Sunyoto, M.Si., dosen Penguji 1 yang telah memberikan saran dan masukan.
5. Dr. M. Khumaedi, M.Pd., dosen Pembimbing yang telah memberikan semangat dan membimbing hingga terselesaikannya skripsi.
6. Bapak dan Ibu tercinta yang senantiasa memberikan semangat dan doa selama pembuatan skripsi.
7. Keluarga dan rekan-rekan mahasiswa yang telah mendukung pembuatan skripsi.
8. Berbagai pihak yang telah memberi bantuan dan dukungan untuk karya tulis yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat dikemudian hari.

Semarang, 21 Agustus 2019

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN PEMBIMBING	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERNYATAAAN KEASLIAN	iv
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACK	vii
PRAKATA	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Mengidentifikasi Masalah	5
1.3. Pembatasan Masalah	6
1.4. Perumusan Masalah	6
1.5. Tujuan Penelitian	7
1.6. Manfaat Penelitian	7
1.6.1. Teoritis	7
1.6.2. Praktis	8
BAB II KAJIAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI	9
2.1. Kajian Pustaka	9
2.2. Landasan Teori	13
2.2.1. Pengecoran Logam	13
2.2.2. <i>Centrifugal Casting</i>	14
2.2.3. Jenis Jenis <i>Centrifugal Casting</i>	18
2.2.3.1. <i>Semi Centrifugal</i>	18
2.2.3.2. <i>Centrifuging</i>	19
2.2.3.3. <i>True Centrifugal</i>	19
2.2.4. <i>Velg Gokart</i>	20
2.2.5. Aluminium	21
2.2.6. Temperatur Tuang	25
2.2.7. Pengujian Impak	25
2.2.8. Struktur Mikro	28
2.3. Kerangka Berfikir	31
2.4. Hipotesis	32

BAB III METODE PENELITIAN	33
3.1. Waktu dan Tempat Penelitian.....	33
3.1.1. Waktu Penelitian.....	33
3.1.2. Tempat Penelitian	33
3.2. Desain Penelitian	33
3.3. Alat dan Bahan Penelitian.....	35
3.3.1. Alat.....	35
3.3.2. Bahan	36
3.4. Parameter Penelitian	36
3.4.1. Variabel Penelitian.....	36
3.4.1.1. Variabel Bebas	37
3.4.1.2. Variabel Terikat	37
3.4.1.3. Variabel Kontrol	37
3.5. Prosedur Penelitian	38
3.5.1. Diagram Alir Pelaksanaan Penelitian	38
3.5.2. Kalibrasi Alat Uji.....	39
3.5.3. Proses Penelitian	40
3.5.3.1. Tahap Persiapan Penelitian	40
3.5.3.2. Tahap Pelaksanaan Penelitian.....	40
3.5.3.3. Tahap Pengujian Spesimen	41
3.6. Teknik Pengumpulan Data.....	43
3.6.1. Uji Laboratorium	44
3.7. Teknik Analisis Data.....	45
3.7.1. Analisis Deskriptif	45
3.7.2. Uji Persyaratan Analisis.....	45
3.7.3. Analisis Varian (ANOVA)	46
3.7.4. Uji Lanjut (<i>Post Hoc Test</i>).....	47
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	48
4.1 Hasil Penelitian	48
4.1.1. Hasil Ketangguhan Impak dengan Metode <i>Charpy</i>	48
4.1.2. Hasil Uji Persyaratan Analisis	50
4.1.3. Hasil Uji Hipotesis	52
4.1.4. Hasil Uji Lanjut (<i>Post Hoc Test</i>)	53
4.1.5. Hasil Uji Struktur Mikro.....	54
4.2 Pembahasan.....	58
BAB V PENUTUP.....	63
5.1. Kesimpulan	63
5.2. Saran	63
DAFTAR PUSTAKA	64
LAMPIRAN.....	67

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Gaya Sentrifugal.....	15
Gambar 2.2. <i>Horizontal Centrifugal Casting</i>	16
Gambar 2.3. <i>Vertical Centrifugal Casting</i>	17
Gambar 2.4. <i>Semi Centrifugal Casting</i>	19
Gambar 2.5. <i>True Centrifugal Casting</i>	50
Gambar 2.6. <i>Velg Gokart</i>	21
Gambar 2.7. Diagram Fasa Al-Si.....	23
Gambar 2.8. Kedudukan Spesimen Uji Impak <i>Izod</i>	26
Gambar 2.9. Kedudukan Spesimen Uji Impak <i>Charpy</i>	27
Gambar 2.10. Skematis Pengujian Impak	28
Gambar 2.11. Struktur Mikro Al-Si	30
Gambar 3.1. Desain Coran <i>Velg Gokart</i>	35
Gambar 3.2. Diagram Alir Pelaksanaan Penelitian.....	38
Gambar 3.3. Bentuk Spesimen Uji Impak <i>Charpy</i>	41
Gambar 4.1 Grafik Rata – Rata Hasil Uji Ketahanan Impak.....	49

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Batasan Komposisi Aluminium A.356	22
Tabel 2.2. Sifat – sifat Fisik Aluminium.....	24
Tabel 2.3. Sifat – sifat Mekanis Aluminium.....	24
Tabel 3.1. Desain Penelitian.....	34
Tabel 3.2. Data Pengujian Impak.....	44
Tabel 3.3. Data Pengujian Struktur Mikro	45
Tabel 4.1. Hasil Uji Ketahanan Impak.....	48
Tabel 4.2. Hasil Uji Normalitas Data Menggunakan Program SPSS	50
Tabel 4.3. Hasil Uji Homogenitas Data Menggunakan Program SPSS.....	51
Tabel 4.4. Hasil Uji Anova Data Menggunakan Program SPSS	52
Tabel 4.5. Hasil Uji Lanjut Data Menggunakan Program SPSS	53
Tabel 4.6. Struktur Mikro Temperatur Tuang 650°C	55
Tabel 4.7. Struktur Mikro Temperatur Tuang 750°C	56
Tabel 4.8. Struktur Mikro Temperatur Tuang 850°C	57

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Usulan Pembimbing	68
Lampiran 2. Surat Tugas Dosen Pembimbing	69
Lampiran 3. Persetujuan Seminar Proposal	70
Lampiran 4. Surat Tugas Penguji Seminar Proposal	71
Lampiran 5. Presensi Seminar Proposal.....	72
Lampiran 6. Berita Acara Seminar Proposal.....	73
Lampiran 7. Pernyataan Selesai Revisi Seminar Proposal.....	74
Lampiran 8. Surat Izin Penelitian.....	75
Lampiran 9. Surat Keterangan Pengujian	76
Lampiran 10. Laporan Pengujian Impak.....	77
Lampiran 11. Perhitungan Harga Impak.....	78
Lampiran 12. Hasil Uji Statistik.....	84
Lampiran 13. Dokumentasi Kegiatan	85

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Perkembangan teknologi yang semakin tumbuh pesat khususnya pada bidang industri otomotif dalam memproduksi sparepart sudah menggunakan proses manufaktur yang canggih dan modern, hal ini menjadikan sebuah tantangan bagi lingkungan industri lokal pengecoran di Indonesia untuk dapat bersaing dengan industri pabrik. Keterbatasan pengetahuan dan teknologi di bidang pengecoran logam dimana pemilihan proses-proses manufaktur dan metode yang tepat sangatlah penting untuk menghasilkan sebuah produk dengan biaya produksi yang lebih ringan akan tetapi mempunyai kualitas dan ketelitian yang tidak kalah saing dengan produk industri pabrik. Menurut Nugroho (2014:57) kualitas produk *velg* kendaraan dari industri lokal masih jauh lebih rendah dibanding dengan *velg* produksi pabrik. Hal ini dimungkinkan karena metode pengecoran dan bahan baku pada industri lokal berbeda dengan pabrik.

Pada proses pembuatan *velg* di industri lokal masih menggunakan metode *gravity casting* mengingat metode ini adalah metode yang paling sederhana dan sangat mudah dilaksanakan (Nugroho, 2015:72). Metode *gravity casting* ini biasanya masih memiliki banyak kekurangan pada sifat fisis dan sifat mekanis, karena metode *gravity casting* ini dalam proses pengecoran logam cair yang masuk

ke dalam rongga cetak hanya dengan memanfaatkan gaya gravitasi tanpa adanya gaya dorong sehingga menyebabkan kualitas hasil coran kurang baik pada sifat mekanik dan sifat fisis karena selama proses pengecoran berlangsung tanpa adanya penekanan pada logam cair didalam cetakan. Peningkatan kualitas produk hasil pengecoran dapat dilakukan dengan memperbaiki proses pengecorannya yakni menggunakan metode *centrifugal casting* yang memanfaatkan gaya gravitasi dan putaran dari cetakan cor yang memberikan tekanan dari pada logam cair selama proses pengisian rongga cetak.

Pemilihan metode *centrifugal casting* ini adalah salah satu alternatif pilihan yang tepat, mengingat biaya investasi yang tidak terlalu besar namun dapat meningkatkan kualitas hasil pengecoran jika dibandingkan dengan metode *pressure die casting* yang digunakan pada industri besar. Beberapa hasil penelitian yang sudah dilakukan sebelumnya menyatakan bahwa proses pengecoran dengan metode *centrifugal casting* ini dapat meningkatkan sifat mekanik dan sifat fisik dari produk hasil pengecoran. Pengecoran dengan cetakan pasir menyebabkan laju temperatur yang kecil dan membentuk struktur kolom yang tidak jelas. Di samping itu cetakan pasir menyebabkan permukaan kasar, sedangkan cetakan logam menghasilkan permukaan yang lebih halus (Surdia, 2000:248).

Chirita, et al (2008:20) membuat perbandingan sifat mekanik spesimen yang diperoleh dari hasil pengecoran dengan metode *centrifugal casting* dan *gravity casting* dari tiga jenis paduan Al-Si yang berbeda. Paduan yang digunakan adalah *hypoeutectic alloy*, *eutectic alloy*, dan *hypereutectic alloy*. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa efek *centrifugal casting* meningkatkan kekuatan pecah 35%,

regangan pecah sekitar 160% dari metode *gravity casting* dan *young modulus* meningkat sekitar 18%. Kelelahan penggunaan mengalami peningkatan sekitar 1.500% dan batas kelelahan meningkat sekitar 45%. Metode pengecoran sentrifugal jauh lebih efektif pada sifat mekanis yang diperoleh dan sifat kelelahan dibandingkan dengan *gravity casting*.

Selain itu, temperatur tuang adalah unsur penting yang merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi kualitas hasil pengecoran yang meliputi struktur mikro dan sifat mekanik sehingga didapatkan hasil pengecoran dengan sifat fisis yang baik. Wijaya, dkk (2017:220) menyatakan temperatur tuang merupakan salah satu variabel dari sekian banyak variabel yang terdapat pada proses pengecoran. Variabel ini penting karena jika temperatur tuang terlalu rendah maka rongga cetakan tidak akan terisi penuh dimana logam cair akan membeku terlebih dahulu pada saluran masuk, dan jika suhu temperatur terlalu tinggi maka hal ini akan mengakibatkan penyusutan dan kehilangan akan keakuratan dimensi hasil pengecoran. Vassiliou, et al (2008:347) menyatakan bahwa pada *centrifugal casting* temperatur cetakan, temperatur tuang dan kecepatan putar mempengaruhi kualitas dari sebuah produk coran yang dihasilkan.

Pada proses pengecoran *velg* gokart bahan baku yang digunakan adalah aluminium A.365. Nugroho (2014:57) menyatakan bahwa paduan aluminium A.356 merupakan salah satu material yang cocok untuk bahan baku pembuatan *velg racing (cast wheel)* mobil maupun sepeda motor, karena memiliki beberapa kelebihan seperti: ringan, tahan korosi dan warnanya menarik. Aluminium A.356 (Al-7%Si) mempunyai temperatur titik lebur yang tidak terlalu tinggi yakni $\pm 660^{\circ}\text{C}$

(Irfan, 2017:11). Tingkat fluiditas paduan aluminium meningkat seiring dengan meningkatnya temperatur tuang (Ravi, et al 2008:201). Menurut Wijaya, dkk (2017:219) seiring dengan kenaikan temperatur tuang pada proses pengecoran maka nilai ketangguhan impak juga semakin meningkat. Pada penelitian Taufikurrahman, dkk (2015:30) temperatur tuang yang optimal terdapat pada temperatur 750°C dengan harga ketahanan impak sebesar 3.36 J/mm². Dari temperatur optimal tersebut peneliti mengambil rentang temperatur tuang 650°C, 750°C dan 850°C sebagai variasi temperatur tuang pada penelitian karena apabila temperatur terlalu rendah aluminium tidak akan mencair dengan sempurna dan apabila temperatur terlalu tinggi maka penyusutan pada hasil coran akan lebih besar. Selain itu pemanasan cetakan pada proses *centrifugal casting* juga dapat memperlambat proses *solidification* yakni proses pembekuan akan lebih lama dan homogen sehingga mampu meningkatkan ketahanan impak.

Hasil produk *velg* gokart yang baik dan berkualitas salah satunya dapat dilihat pada besarnya ketahanan impak dari produk *velg* gokart tersebut. Menurut Nugroho E, (2016:58) *velg* gokart merupakan bagian inti pada roda yang mengalami pembebanan dinamis yang berulang dan mengalami beban kejut pada saat digunakan. Besarnya ketahanan impak pada sebuah produk *velg* gokart yang baik dan berkualitas sangatlah dibutuhkan agar tidak terjadinya deformasi pada *velg* gokart akibat pembebanan kejut yang berulang. Maka dari itu pengujian impak perlu dilakukan untuk mengetahui seberapa besar ketahanan impak pada produk *velg* gokart akibat perlakuan tersebut.

Struktur mikro dalam penelitian juga perlu diteliti karena untuk mengetahui sifat – sifat mekanik dari produk hasil pengecoran *velg* gokart dimana struktur mikro tersebut dapat memprediksi sifat – sifat mekanik yang dilihat dari bentuk, ukuran butiran dan fasa yang terjadi. Oleh karena itu penelitian tentang pengaruh variasi temperatur tuang terhadap sifat mekanik dari hasil produk *velg* gokart yang menggunakan metode *centrifugal casting* perlu dilakukan. Maka penulis mengambil judul “Pengaruh Variasi Temperatur Tuang terhadap Ketahanan Impak dan Struktur Mikro pada Hasil Pengecoran *Velg* Gokart dengan Metode *Centrifugal Casting*”.

1.2. Identifikasi Permasalahan

Berdasarkan latar belakang diatas, dapat di Identifikasikan beberapa permasalahan sebagai berikut:

1. Kualitas produk hasil pengecoran *velg* gokart industri lokal masih kurang baik dalam sifat- sifat mekanik khususnya pada ketahanan impaknya.
2. Kurangnya pengkajian dalam pemilihan temperatur tuang yang optimal untuk menghasilkan kualitas produk *velg* gokart dengan ketahanan impak yang baik pada pengecoran *velg* gokart di industri lokal, sehingga perlu diadakannya variasi metode.
3. Pemilihan metode pengecoran *velg* gokart di industri lokal yang masih menggunakan metode *gravity casting* yang mempunyai nilai ketahanan impak yang kurang baik dan susunan struktur mikro pada produk *velg* gokart yang masih buruk.

4. Deformasi atau perubahan bentuk *velg* gokart akibat pembebanan kejut pada *velg* masih sering terjadi akibat kurangnya nilai ketahanan impact yang baik produk *velg* gokart.
5. Salah satu faktor yang mempengaruhi nilai ketahanan impact dan struktur mikro yang baik pada proses pengecoran *velg* gokart adalah temperatur tuang.

1.3. Pembatasan Masalah

Penelitian ini dilakukan dengan fokus dan mendalam pada permasalahan yang memiliki batasan – batasan agar permasalahan tidak terbawa pada persoalan yang terlalu lebar. Beberapa variabel yang difokuskan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Metode pengecoran yang digunakan yaitu *vertical centrifugal casting*.
2. Material yang digunakan adalah aluminium A.356 yang berupa *velg – velg* bekas sepeda motor.
3. Temperatur tuang dengan variasi 650°C, 750°C, 850°C.
4. Temperatur cetakan sebesar 250°C dan kecepatan putar sebesar 700 rpm.
5. Pengujian ketangguhan impact hasil coran menggunakan mesin uji impact *charpy*.
6. Pengujian struktur mikro digunakan untuk mengamati struktur hasil coran.

1.4. Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah dipaparkan, maka pernyataan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Apakah ada pengaruh variasi temperatur tuang 650°C, 750°C dan 850°C terhadap ketahanan impak pada hasil pengecoran *velg* gokart dengan metode *centrifugal casting*?
2. Apakah ada pengaruh variasi temperatur tuang 650°C, 750°C dan 850°C terhadap struktur mikro pada hasil pengecoran *velg* gokart dengan metode *centrifugal casting*?

1.5. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari pelaksanaan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menguji pengaruh variasi temperatur tuang 650°C, 750°C dan 850°C terhadap ketahanan impak pada hasil pengecoran *velg* gokart dengan metode *centrifugal casting*.
2. Mengetahui struktur mikro pada hasil pengecoran *velg* gokart dengan metode *centrifugal casting* pada temperatur tuang 650°C, 750°C dan 850°C.

1.6 Manfaat Penelitian

Dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat yang baik dari segi teoritis dan praktisi:

1.6.1. Teoritis

1. Dapat mengetahui tentang pengecoran dengan metode *centrifugal casting*.
2. Dapat mengetahui ketahanan impak dan struktur mikro pada hasil pengecoran *velg* gokart.
3. Dapat menambah informasi dan memperluas wawasan pengetahuan teknologi pengecoran secara umum.

1.6.2. Praktis

1. Sebagai bahan perbandingan pada industri lokal pengecoran logam di Indonesia dari segi efisiensi dan segi ekonomisnya.
2. Sebagai masukan bagi industri lokal pengecoran logam di Indonesia untuk meningkatkan kualitas hasil pengecoran *velg* gokart.

BAB II

KAJIAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

2.1. Kajian Pustaka

Berdasarkan penelitian terdahulu terdapat beberapa kesamaan antara peneliti satu dengan peneliti yang lain. Sehingga dapat dijadikan sebagai acuan pada penelitian selanjutnya. Berikut beberapa penelitian terdahulu yang dijadikan acuan pada penelitian ini:

Wijaya, dkk (2017:219) dalam penelitiannya yang berjudul “Pengaruh Variasi Temperatur Tuang Terhadap Ketangguhan Impak dan Struktur Mikro pada Pengecoran Aluminium” menyatakan bahwa variasi temperatur tuang pada proses pengecoran cetakan pasir berpengaruh terhadap nilai ketangguhan impak dan struktur mikro hasil coran. Dari tiga variasi temperatur tuang yang telah dilakukan yaitu 660°C, 700°C dan 740°C, semakin tinggi temperatur tuang maka nilai ketangguhan impak juga semakin meningkat serta struktur mikro yang terbentuk dari logam paduan aluminium coran secara umum memiliki bentuk berupa struktur *dendrite*.

Pengaruh kenaikan temperatur menyebabkan kekerasan permukaan mengalami penurunan dan unsur Mn, Zn, Mn, Mg, Pb, Sn, Ti mengalami penurunan akibat proses penguapan karena kenaikan temperatur. Kenaikan temperatur tidak berpengaruh pada ketebalan permukaan. Kekerasan permukaan tertinggi pada ketebalan coran 3 mm dengan temperatur 650°C sebesar 86, 58 HBN. Harga

ketahanan impak sebesar 3.36 J/mm^2 pada ketebalan 10 mm dengan temperatur 750°C (Taufikurrahman dkk, 2015:30).

Sujana, dkk (2010:17) dalam penelitiannya menyatakan bahwa pada proses pengecoran sangat penting untuk diperhatikan tentang penentuan temperatur penuangan dan waktu penuangan karena kedua faktor tersebut memberikan pengaruh terhadap hasil pengecoran tepatnya terhadap penyusutan hasil coran.

Chirita, et al (2008:20) pada penelitiannya yang berjudul “*Advantages of the Centrifugal Casting Technique for The Production of Structural Components with Al-Si Alloy*” tentang perbandingan sifat mekanis hasil *centrifugal casting* dan *grafity casting* yang menyatakan bahwa gaya sentrifugal dapat meningkatkan kekuatan pecah di 35%, dan regangan pecah di sekitar 160% dari metode *gravity casting*. *Young modulus* juga meningkat sekitar 18%. Kelelahan penggunaan mengalami peningkatan sekitar 1.500% dan batas kelelahan meningkat sekitar 45%. Metode *centrifugal casting* jauh lebih efektif dalam sifat mekanis yang diperoleh dan sifat kelelahan dibandingkan dengan metode *gravity casting*.

Penerapan metode VCC (*vertical centrifugal casting*) logam cair ditekan oleh gaya sentrifugal sehingga menimbulkan tekanan pada logam cair pada saat proses pengecoran berlangsung. Produk yang dibuat dengan menggunakan metode ini bebas cacat, sisi terluar dari produk *centrifugal casting* memiliki nilai kekerasan yang tinggi dibandingkan dengan sisi tengah hasil coran, sifat mekanisnya memiliki nilai yang tinggi pada tekanan terbesar gaya sentrifugal (sisi terluar) dibandingkan kebagian tengah dan temperatur cetakan juga berpengaruh pada nilai kekerasan hasil corannya (Bintoro dkk, 2013:369).

Aprilian, dkk (2018:14) dalam penelitiannya yang berjudul “Optimalisasi Temperatur Tuang Terhadap Kekerasan Paduan Al-Si dengan Menggunakan Cetakan Logam” yang menyatakan bahwa dalam variasi temperatur tuang yang telah dilakukan yaitu 680°C, 705°C, 730°C, 755°C, dan 780°C nilai kekerasan meningkat seiring dengan kenaikan temperatur tuang. Kekerasan optimal terjadi pada temperatur tuang 780°C sebesar 113.60HV.

Drihandono, dkk (2016:38) menyimpulkan bahwa struktur mikro mempunyai hubungan terhadap nilai kekerasan yaitu fasa eutektik silikon yang terbentuk semakin rapat dan mengecil jika nilai kekerasannya semakin tinggi. Kekerasan tertinggi didapatkan pada temperatur cetakan 250°C, temperatur tuang 750°C dengan tekanan 75 bar yaitu 79,94 BHN.

Sabastino, et al (2005:9) dalam penelitiannya menyatakan bahwa dengan meningkatkan temperatur tuang dapat meningkatkan panjang fluiditas paduan A356. Dilihat dari hasil simulasi yang dilakukan sesuai dengan hasil eksperimen menggunakan uji spiral dan metode uji vakum. Peningkatan koefisien perpindahan panas dan temperatur koherensi menyebabkan penurunan tingkat fluiditas yang lebih lama pada paduan A356.

Raharjo, dkk (2010:27) menyatakan bahwa temperatur penuangan dan temperatur cetakan mempunyai pengaruh terhadap nilai kekerasan pada pengecoran bahan paduan Al-Zn dan nilai kekerasan tertinggi didapat pada temperatur tuang 850°C dengan temperatur cetakan 350°C. Variasi temperatur penuangan juga berpengaruh terhadap perubahan sifat mekanik bahan paduan Al-Zn hasil pengecoran.

Siswanto (2017:49) pada hasil penelitiannya menyimpulkan bahwa temperatur tuang berpengaruh terhadap nilai kekerasan dan kekuatan tarik. Pada hasil penelitiannya menunjukkan temperatur di atas 650°C nilai kekerasan mengalami penurunan seiring dengan kenaikan temperatur penuangan. Pada temperatur di atas 650°C tegangan tarik mengalami peningkatan setiap kenaikan temperatur penuangannya.

Rogo, dkk (2013) menyatakan bahwa variasi temperatur tuang 700°C menghasilkan kekerasan optimal dan struktur mikro yang baik, dan kualitas produk peleburan aluminium mendekati kualitas tromol aluminium belakang sepeda motor Supra X. Kekerasan produk peleburan aluminium menurun seiring dengan peningkatan temperatur tuang, dan ukuran butiran struktur mikro menjadi lebih besar seiring dengan peningkatan temperatur tuangan.

Fluiditas paduan aluminium meningkat seiring dengan meningkatnya temperatur tuang dan fluiditas paduan aluminium meningkat seiring dengan meningkatnya permeabilitas, permukaan akhir dan temperatur cetakan (Ravi et al, 2008:201).

Vassiliou, et al (2008:355) dalam penelitiannya yang berjudul "*Investigation of Centrifugal Casting Conditions Influence on Part Quality*" menyatakan bahwa porositas susut berkurang pada kecepatan rotasi yang lebih tinggi dan dengan meningkatnya temperatur cetakan, waktu pemadatan maksimum akan meningkat, sedangkan waktu pemadatan minimum tetap rendah. Secara umum, kecepatan rotasi dalam *centrifugal casting*, temperatur cetakan dan temperatur awal logam cair mempengaruhi kualitas produk coran.

Peningkatan temperatur penuangan menghasilkan peningkatan fluiditas. Penurunan temperatur penuangan menghasilkan penurunan perceraian eutektik, endapan terputus dari $Mg_{17}Al_{12}$ dan fraksi area inklusi (Rzychon et al, 2007:604).

Yanwei, et al (2016) menyatakan pada penelitiannya bahwa ketebalan pada lapisan reaksi antarmuka meningkat dengan menaikkan temperatur penuangan. Elemen-elemen dalam cetakan dan matriks terdifusi ganda dan bereaksi pada antarmuka selama proses pengecoran, dan membentuk solusi padat dengan presipitasi fase baru seperti Al_2O_3 dan TiO_2 . Kekasaran struktur antarmuka dan ketebalan lapisan reaksi meningkat seiring meningkatnya temperatur dan reaksi antar muka lebih intens.

Berdasarkan penelitian diatas, dapat ditarik kesimpulan bahwa penerapan metode *centrifugal casting* mempengaruhi kualitas hasil coran, struktur mikro dan sifat – sifat mekanik hasil coran. Faktor – faktor yang mempengaruhi tersebut adalah temperatur tuang, temperatur cetakan, sudut kemiringan cetakan dan waktu tuang logam cair.

2.2. Landasan Teori

2.2.1. Pengecoran Logam

Pengecoran logam adalah proses pembuatan benda dengan mencairkan logam dan menuangkan cairan logam ke dalam rongga cetakan yang kemudian dibiarkan mendingin dan membeku (Surdia, 2000:1). Pengecoran logam merupakan proses dimana logam dicairkan pada suhu tertentu dan dicetak menggunakan cetakan untuk menghasilkan produk dengan bentuk yang mendekati

bentuk geometri produk jadi (Kurniawan dkk, 2014:55). Pengecoran digunakan untuk membuat bagian – bagian mesin dengan bentuk yang kompleks. Benda berlubang yang sangat besar dan sangat sulit atau sangat mahal jika dibuat dengan metode lain, dapat diproduksi masal secara ekonomis menggunakan teknik pengecoran yang tepat. Beberapa contoh hasil produk pengecoran diantaranya tromol, *velg*, *buring*, *piston*, *flange*, pipa, *pulley* dan sebagainya.

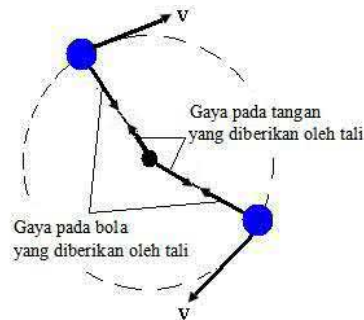
Sudjana (2008:144) dalam perkembangan teknologi, pengecoran logam terdapat beberapa macam metode pengecoran yang digunakan dalam dunia industri diantaranya:

1. *Sand Casting* (Pengecoran dengan cetakan pasir)
2. *Die Casting* (Pengecoran dengan cetakan matres)
3. *Centrifugal Casting* (Pengecoran dengan cetakan putar)
4. *Continuous Casting* (Pengecoran dengan cetakan berlanjut)
5. *Shell Moulding* (Pengecoran cetak)
6. *Investment Casting* (Proses lilin hilang)

2.2.2. *Centrifugal Casting* (Pengecoraan sentrifugal)

Centrifugal casting adalah salah satu metode pengecoran yang pada proses penuangan logam cair kedalam cetakan cor yang berputar sehingga logam cair tertekan oleh gaya sentrifugal dan menghasilkan hasil coran yang mampat (Surdia, 2000:3). Gaya sentrifugal adalah lawan dari gaya sentripetal dan merupakan efek semu yang ditimbulkan ketika sebuah benda melakukan gerak melingkar. Arah gaya sentrifugal selalu menjauhi pusat lingkaran. Fungsi gaya sentrifugal ini

hanyalah untuk mengimbangi gaya sentripetal sehingga benda yang melakukan gerak melingkar berada dalam keadaan setimbang. Gaya sentrifugal hanya dapat diamati atau dirasakan jika kita menggunakan kerangka acuan non-inersial atau kerangka acuan yang bergerak dengan kecepatan tidak konstan terhadap bumi.



Gambar 2.1. Gaya Sentrifugal

Rumus gaya sentrifugal dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\Sigma F_{sp} = ma_{sp}$$

$$\Sigma F_{sp} = mv^2/R$$

Karena $T = F_{sp}$ maka

$$T = mv^2/R$$

Keterangan:

F_{sp} = gaya sentripetal (N)

T = gaya tegangan tali (N)

m = massa benda (kg)

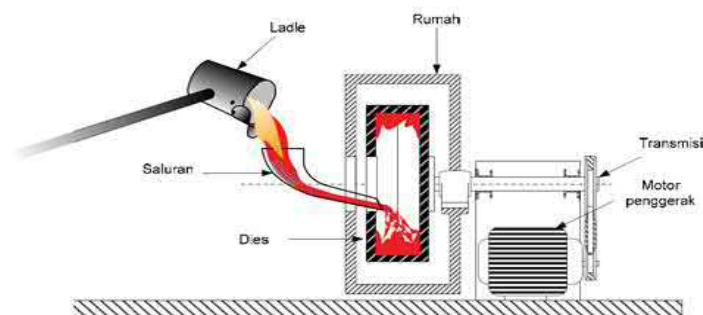
a_{sp} = percepatan sentripetal (m/s^2)

v = kecepatan linear (m/s)

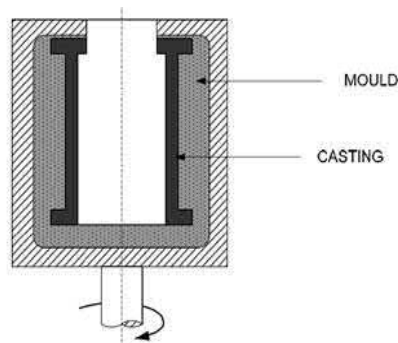
R = jari-jari lingkaran (m)

Produk coran 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 metode *gravity casting* (Putra, 2018:10).

Proses *centrifugal casting* berbeda dengan proses pengecoran statik, pada *centrifugal casting* pembekuan logam terjadi pada cetakan yang berputar, sedangkan pada pengecoran statik pembekuan logam terjadi pada cetakan yang diam. *Centrifugal casting* terbagi menjadi dua posisi yaitu vertikal dan horizontal. VCC (*Vertical Centrifugal Casting*) adalah proses penuangan logam cair ke dalam cetakan yang berputar pada posisi tegak. Pada HCC (*Horizontal Centrifugal Casting*) adalah proses penuangan logam cair ke dalam cetakan yang berputar pada posisi mendatar.



Gambar 2.2. *Horizontal Centrifugal Casting* (Sudjana, 2008:186)



Gambar 2.3. *Vertical Centrifugal Casting* (Sudjana, 2008:188)

Pada *centrifugal casting*, penuangan logam cair pada cetakan (*pouring*) dilakukan ketika cetakan cor sedang berputar, walaupun pada penerapan tertentu terutama pada VCC (*Vertical Centrifugal Casting*), proses penuangan dilakukan ketika cetakan cor diam, kemudian cetakan diputar sampai pada kecepatan tertentu sehingga pembekuan logam terjadi pada saat cetakan tersebut berputar. Pada HCC (*Horizontal Centrifugal Casting*), pengisian logam dilakukan pada saat cetakan cor berputar pada kecepatan putar yang rendah, setelah cetakan penuh putaran dinaikkan sampai pada putaran tertentu dengan percepatan yang tinggi dan sampai pembekuan terjadi pada kecepatan putaran tersebut.

Semua logam dan logam paduan mengalami penurunan volume ketika berubah dari fasa cair ke fasa padat. Penurunan volume ini disebut dengan penyusutan, besarnya penyusutan tergantung dari jenis logamnya, penyusutan dapat terjadi sampai 5 % atau lebih. Pada pengecoran statik menggunakan penambah (*riser*) yang berfungsi untuk mengisi cetakan ketika penyusutan berlangsung.

Temperatur logam pada proses pengecoran mengalami penurunan dalam cetakan sampai pada akhirnya membeku secara keseluruhan. Pada kondisi tersebut terjadi penurunan volume seiring dengan penurunan temperatur logam coran, sehingga ukuran coran menjadi lebih kecil pada temperatur kamar, untuk itu

mengatasi hal tersebut biasanya dilakukan penambahan ukuran pada cetakan (*pattern allowance*). Pada *centrifugal casting*, proses pembekuan terjadi pada cetakan logam dan proses penyerapan panas dari logam cair yang paling besar terjadi pada dinding cetakan bagian luar.

Penyerapan panas yang lebih kecil terjadi pada bagian diameter dalam dari coran, karena pada bagian diameter luar logam cair bersentuhan langsung dengan dinding cetakan yang terbuat dari logam dan pada bagian diameter dalam bersentuhan dengan udara. Oleh sebab itu arah pembekuan coran terjadi dari bagian diameter luar mengarah ke bagian diameter dalam. Pada bagian coran yang membeku terlebih dahulu adalah bagian diameter luar, maka pengurangan volume akibat penyusutan akan terisi oleh logam cair yang tersisa pada bagian diameter dalam, oleh karena itu pada *horizontal centrifugal casting* tidak digunakan penambah (Situngkir, 2009:21).

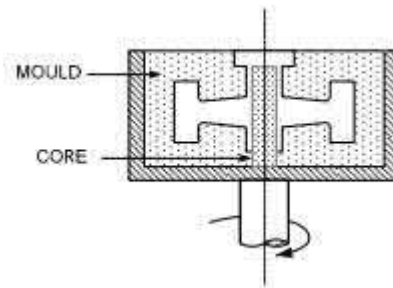
2.2.3. Jenis Jenis *Centrifugal Casting*

2.2.3.1. *Semi Centrifugal (Vertical Centrifugal Casting)*

Pada proses ini cetakan diisi penuh oleh logam cair dan biasanya di putar pada sumbu *vertical*. Dapat digunakan inti untuk menghasilkan produk cor yang berongga bila dibutuhkan. Pengecoran dengan bentuk kompleks yang dihasilkan melalui pengecoran statis dapat dilakukan dengan menggunakan metode ini, karena 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. Penerapan dari pengecoran *semi centrifugal casting* adalah untuk membuat *pulley*, *gear blanks*, roda, rotor motor listrik, *impeller* dan lain – lain (Situngkir, 2009:22).



Gambar 2.4. Semi Centrifugal Casting (*Vertikal Centrifugal Casting*) (Sudjana, 2008:188)

2.2.3.2. Centrifuging

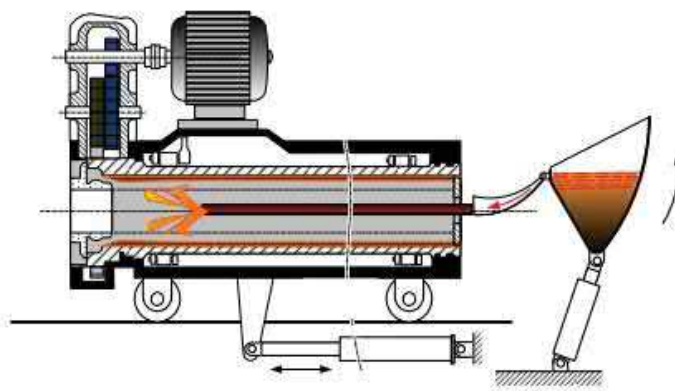
Centrifuging (pressure) memiliki penerapan yang paling luas. Pada metode *centrifuging casting* ini, lubang pengecoran disusun pada sekitar pusat sumbu putaran seperti jari-jari roda, sehingga memungkinkan proses produksi pengecoran lebih dari satu produk coran. Gaya sentrifugal memberikan tekanan pada logam cair seperti yang terdapat pada metode *semi centrifugal casting*. Metode pengecoran ini khususnya digunakan untuk memproduksi *bonnet*, *valve bodies*, *plugs*, *brackets*, *yokes* dan lain lain.

2.2.3.3. True Centrifugal (*Horizontal Centrifugal Casting*)

Metode *True Centrifugal* ini digunakan untuk menghasilkan produk coran yang berbentuk turbular atau silindris dengan memutar cetakan pada sumbu utamanya. Hasil coran memiliki pembekuan yang terarah atau pembekuan dari bagian terluar coran menuju bagian dalam sumbu putaran. Pembekuan terarah ini

menghasilkan coran berkualitas tinggi tanpa cacat penyusutan (*shrinkage*) yang merupakan penyebab utama cacat coran produk hasil dari cetakan pasir.

Pada umumnya metode *true centrifugal* ini diputar pada sumbu *horizontal*. Metode ini digunakan untuk membuat produk seperti pipa, bantalan luncur, rol, silinder liner, ring piston, plat kopling, dan lain-lain (Situngkir, 2009:22).



Gambar 2.5. *True Centrifugal Casting (Horizontal Centrifugal Casting)* (Sudjana, 2008:187).

Pada penelitian ini metode centrifugal casting yang digunakan adalah metode semi centrifugal karena mengingat bentuk dari produk coran yang dibuat berupa velg gokart yang berbentuk simetris dengan menggunakan inti pada cetakan coran. Metode ini cetakan berputar pada sumbu *vertical* dan saluran tuang berada di sumbu putar.

2.2.4. *Velg Gokart*

Velg gokart merupakan salah satu komponen yang memiliki fungsi penting pada sebuah mobil gokart. *Velg gokart* adalah bagian inti pada roda yang bekerja untuk menopang beban berat mesin dan pengendara yang mengalami pembebanan dinamis berulang, dan mengalami beban kejut pada saat digunakan (Nugroho E,

2016:58). Komposisi *velg* gokart pada umumnya menggunakan bahan aluminium A356 yang merupakan salah satu material yang cocok untuk pembuatan *velg* gokart. Produk *velg* gokart pada penelitian ini berukuran ring 5" inch atau berdiameter 127mm untuk ban ukuran 10 x 4.50 – 5.



Gambar 2.6. *Velg* Gokart

2.2.5. Aluminium

Aluminium adalah logam ringan yang mempunyai ketahanan korosi, hantara listrik yang baik serta sifat sifat logam yang kuat (Sudjana, 2008:9). Aluminium paling banyak terdapat di lapisan bumi, dan merupakan unsur ketiga terbanyak setelah oksigen dan silikon. Di dunia industri aluminium sering digunakan sebagai material pembuatan komponen – komponen mesin dan alat – alat teknik. Aluminium yang digunakan pada penelitian ini adalah jenis paduan aluminium A.356 (Al7%Si) merupakan salah satu material yang sesuai untuk bahan baku pembuatan *velg racing (cast wheel)* mobil maupun sepeda motor, karena memiliki beberapa kelebihan seperti: ringan, tahan korosi dan warnanya menarik (Nugroho E, 2016:58). Aluminium A.356 memiliki kekuatan tarik 16.86 J/cm²,

Kekerasan 54.1 Hv dan titik cair yang tidak terlalu tinggi yaitu $\pm 660^{\circ}\text{C}$, sehingga banyak digunakan sebagai material pengecoran di industri pengecoran logam.

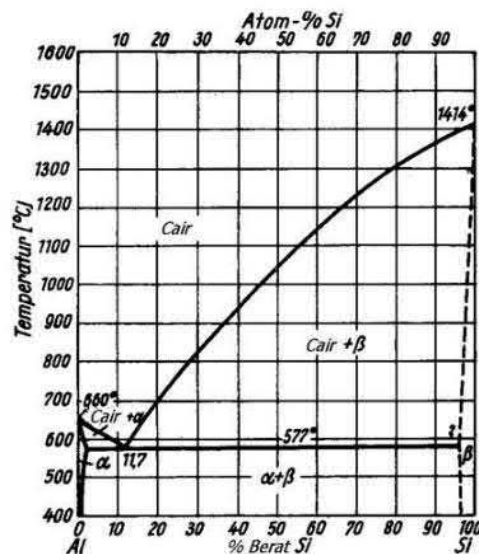
Tabel 2.1 Batasan Komposisi Aluminium A.356

Unsur	Si	Cu	Mg	Fe	Mn	Zn	Ti	Others	Al
% berat	6,5–7,5	0,2 maks	0,25–0,45	0,20 maks	0,1 maks	0,10 maks	0,20 maks	0,15 maks	Balanc e

2.2.5.1. Paduan Al-Si

Paduan Al-Si mempunyai tingkat kecairan yang baik, yang mempunyai permukaan bagus sekali, tanpa kegetasan panas, dan sangat baik untuk paduan coran, Sebagai tambahan paduan ini mempunyai ketahanan korosi yang baik, sangat ringan, koefisien pemuaian yang kecil dan sebagai penghantar yang baik untuk listrik dan panas. Karena mempunyai kelebihan yang mencolok, paduan ini sangat banyak dipakai. Paduan Al-12%-Si sangat banyak dipakai untuk paduan cor cetak.

Tetapi dalam hal ini modifikasitidak perlu dilakukan. Paduan Al-Si yang telah diperlakukan panas dinamakan silumin. Sifat – sifat silumin sangat diperbaiki oleh perlakuan panas dan sedikit diperbaiki oleh unsur paduan. Paduan Al-Si umumnya dipakai dengan 0,15% – 0,4%Mn dan 0,5 % Mg. Paduan yang diberi perlakuan pelarutan, *quenching*, dan *aging* dinamakan silumin γ , dan yang hanya mendapat perlakuan temper saja dinamakan silumin β . Paduan Al-Si yang memerlukan perlakuan panas ditambah dengan Mg juga Cu serta Ni untuk memberikan kekerasan pada saat panas bahan ini biasa dipakai untuk torak motor.



Gambar 2.7. Diagram Fasa Al-Si (Surdia dan Saito, 1999: 137).

2.2.5.2. Sifat Alumunium

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 7 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 g/cm³ (Wiryo Sumarto dan Okumura, 2008).

Selain sifat-sifat tersebut aluminium mempunyai sifat-sifat yang sangat baik dan 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. Perlu diketahui aluminium merupakan logam yang paling banyak terkandung di kerak bumi. Aluminium terdapat di kerak bumi sebanyak kira-kira 8,07% hingga 8,23% dari seluruh massa padat dari kerak bumi, dengan produksi tahunan dunia sekitar 30 juta ton pertahun dalam bentuk bauksit dan bebatuan lain. Saat ini aluminium berkembang luas dalam banyak aplikasi industri seperti industri otomotif, rumah tangga, maupun elektrik

Tabel 2.2 Sifat-sifat Fisik Aluminium (Haword,1998)

Sifat-sifat	Kemurnian aluminium	
	(%) 99,996	>99,0
Massa jenis (20°C)	2,6968	2,71
Titik cair	660,2	653-657
Panas jenis (cal/g.°C)(100°C)	0,2226	0,229
Tahanan listrik (%)	64,94	59
Hantaran listrik koefisien temperature (°C)	0,00429	0,0115
Koefisien pemuaian (20-100°C)	$23,86 \times 10^{-3}$	$23,5 \times 10$
Jenis Kristal, konstanta kisi	$Fcc, a = 4,013 \text{ kX}$	$Fcc, a = 4,40 \text{ Ka}$

Tabel 2.3 Sifat-sifat Mekanis Aluminium (Surdia dan Saito, 1992: 134)

Sifat-sifat	Kemurnian Al (%)			
	99,996		>99,0	
	Dianil	75% dirol dingin	Dianil	H18
Kekuatan tarik (kg/mm ²)	4,9	11,6	9,3	16,9
Kekuatan mulur (0,2%) (kg/mm ²)	1,3	11,0	3,5	14,8
Perpanjangan (%)	48,8	5,5	35	5
Kekerasan Brinell	17	27	23	44

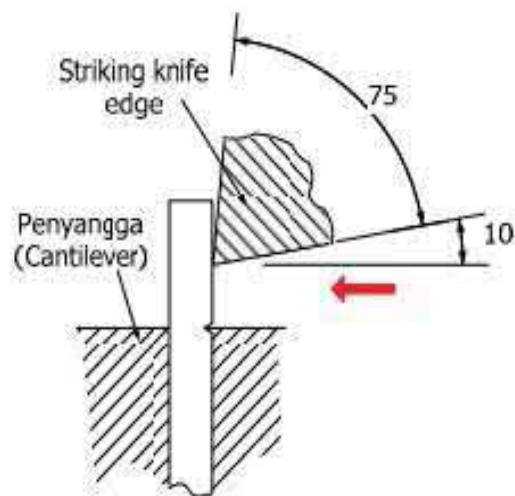
2.2.6. Temperatur Tuang

Temperatur tuang adalah salah satu unsur penting yang harus diperhatikan dalam memproduksi produk pengecoran yang berkualitas tinggi, karena faktor ini sangat berpengaruh terhadap kualitas coran yang meliputi struktur mikro dan sifat mekanik sehingga didapatkan hasil coran yang mempunyai sifat fisik yang baik. Temperatur yang digunakan pada penelitian ini adalah sebesar 650°C, 750°C, dan 850°C, karena apabila temperatur terlalu rendah aluminium tidak akan mencair dengan sempurna dan apabila temperatur terlalu tinggi maka penyusutan pada hasil coran akan lebih besar. Temperatur tuang ini salah satu variabel dari sekian banyak variabel yang terdapat pada proses pengecoran. Variabel ini sangatlah penting karena jika temperatur tuang terlalu rendah maka rongga cetakan tidak akan terisi penuh dimana logam cair akan membeku terlebih dahulu pada saluran masuk, dan jika temperatur tuang terlalu tinggi maka hal ini akan mengakibatkan penyusutan dan kehilangan akan keakuratan dimensi coran (Wijaya, 2017:220).

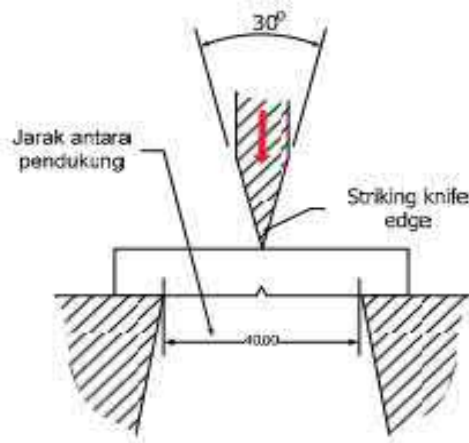
2.2.7. Pengujian Impak

Pengujian impak adalah pengujian yang dilakukan untuk mengukur sifat ketangguhan material dari sebuah produk. Ketangguhan adalah suatu ukuran energi yang diperlukan untuk mematahkan suatu material, energi ini dinyatakan dalam joule. Pengujian impak dilakukan untuk mengetahui ketangguhan material terhadap pembebanan kejut (*shock resistance*), seperti kerapuhan yang disebabkan dari perlakuan panas atau sifat kerapuhan dari produk tuangan (*Casting*) serta pengaruh bentuk dari produk tersebut (Sudjana, 2008:453).

Pengujian impact juga merupakan suatu upaya untuk mensimulasikan kondisi operasi material yang sering ditemui dalam peralatan transportasi atau konstruksi dimana beban tidak selamanya terjadi secara perlahan-lahan melainkan datang secara tiba-tiba. Pengujian impact terdapat dua macam pengujian yakni pengujian impact *Izod* dan pengujian impact *Charpy* yang membedakan adalah arah pembebanan terhadap spesimen uji serta kedudukan spesimen uji. Menurut Callister, didalam irfan (2017:17) pengujian impact *Izod* posisi spesimen secara vertikal sedangkan untuk uji impact *Charpy* posisi spesimen secara horisontal. Posisi kedudukan spesimen untuk uji impact *Izod* dan *Charpy* dapat dilihat pada gambar 2.8. & 2.9. :



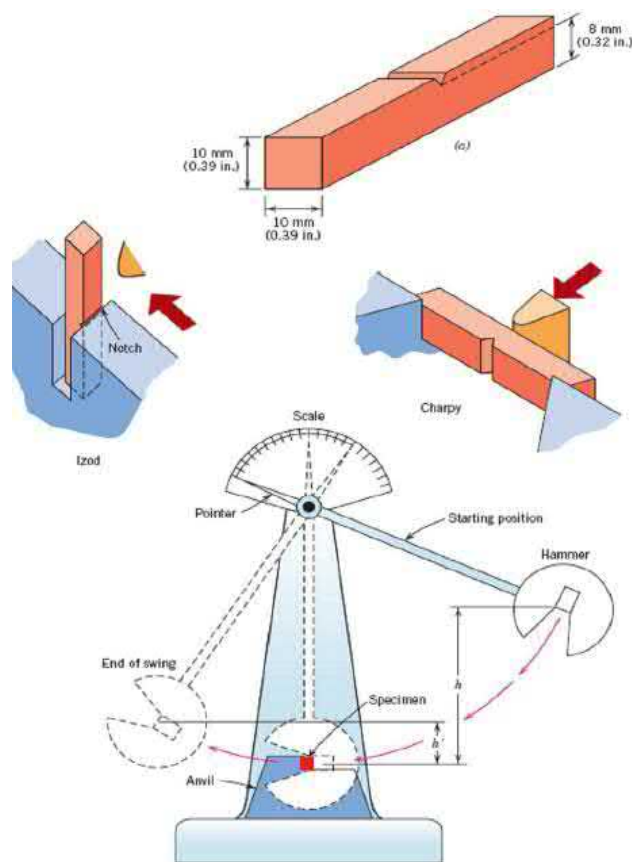
Gambar 2.8. Kedudukan Spesimen Uji Impact *Izod* (Sudjana, 2008: 454)



Gambar 2.9. Kedudukan Spesimen Uji Impak *Charpy* (Sudjana, 2008: 454).

Pada uji impact terjadi proses penyerapan energi yang besar ketika beban menumbuk spesimen. Energi yang diserap material ini dapat dihitung dengan menggunakan prinsip perbedaan energi potensial. 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 tolak ukuran dari ketahanan impact atau ketangguhan material yang diuji dan hasil dari pengujian impact dapat diketahui sifat ketangguhan materialnya. Skematis pengujian impact dapat dilihat pada gambar 2.10. berikut:



Gambar 2.10. Skematis Pengujian Impak (Ifiran,2017:18).

Dalam proses pengujian, ketinggian H tidak diketahui, yang diketahui ialah besarnya sudut awal (α) yang ditentukan menurut spesifikasi mesin (150°) serta sudut akhir (β) yang diketahui setelah proses pembebanan dilakukan. Momen yang bekerja untuk melakukan pembebanan Impak adalah (Sudjana,2008:456):

$$\text{Momen Impact (M)} = \mathbf{G \times R}$$

Keterangan:

G = Berat pemukul (kg)

R = Jarak pisau pemukul (*knife edge*) terhadap sumbu putar (m)

Menurut Sudjana (2008:456) besarnya energi (E) yang diperlukan pemukul untuk mematahkan spesimen material dapat diketahui dengan:

$$E = G \times R (\text{Cos } \beta - \text{Cos } \alpha) \text{ (kg.m)}$$

Keterangan:

G = Berat beban/pemukul (kg)

R = Jarak pisau pemukul (knife edge) terhadap sumbu putar (m)

α = Besar sudut awal pemukul

β = Sudut akhir ayunan pemukul setelah mematahkan spesimen

Besarnya harga impact (HI) suatu bahan yang telah diuji dengan metode *Charpy* dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut: (Sudjana, 2008:457).

$$HI = \frac{E}{A}$$

Keterangan:

E = Energi yang diperlukan untuk mematahkan spesimen (Joule)

A = luas penampang di bawah takik (mm²)

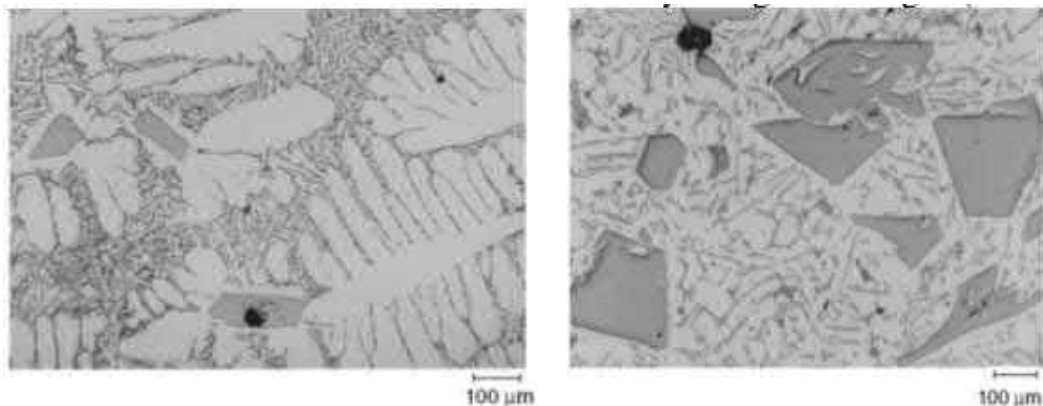
Pada penelitian ini untuk menguji ketahanan impact dari hasil pengecoran *velg* gokart menggunakan alat uji impact *Charpy*. Metode ini dilakukan karena penekanan atau pembebanan terjadi dari arah atas permukaan *velg* gokart, sehingga untuk dapat mengetahui besarnya nilai impact dapat diketahui dengan cara sebagai berikut:

1. Melakukan pemasangan spesimen benda dan memasukkan data spesimen pada alat uji impact.
2. Melakukan uji impact pada spesimen dengan cara menekan tombol **test** pada alat uji impact dan setelah spesimen terkena pukulan, kemudian hentikan pemukul dengan menarik sampai penguncinya.

3. Hasil besar energi impact dapat dilihat pada layar monitor alat uji impact, yang kemudian dapat dihitung harga impactnya menggunakan rumus diatas.

2.2.8. Struktur Mikro

Pengamatan struktur mikro adalah suatu proses pengamatan yang dilakukan untuk mengamati cacat dan bagian yang tidak teratur pada hasil coran (Surdia, 2000:210). Struktur mikro adalah satu pengujian atau pengamatan untuk mengetahui fasa – fasa yang terjadi (Nugroho A, 2015:73). Pengamatan struktur mikro bertujuan untuk mengetahui sifat fisis logam dan perubahan – perubahan yang disebabkan oleh perubahan temperatur, yang dapat diketahui melalui struktur mikro yang didapatkan dari hasil foto mikro. Struktur mikro pada sebuah material dapat ditunjukkan melalui besar, bentuk, orientasi butir, jumlah fasa, dan jumlah yang tersusun atau terdistribusi.



Gambar 2.11. Struktur Mikro Al-Si (*ASM Handbook* vol 09 : 2004)

Pada penelitian ini untuk melihat struktur mikro hasil pengecoran dapat dilihat menggunakan alat mikroskop dengan cara:

1. Menyiapkan spesimen uji dan melakukan pengamplasan dan pemolesan pada permukaan spesimen uji

2. Melakukan proses etsa pada spesimen dengan memberikan larutan asam kuat untuk menampilkan desain permukaan spesimen lebih jelas
3. Menempatkan spesimen uji pada *stage*.
4. Mengatur cahaya yang sesuai dengan cara memutar *light intensity control knob*.
5. Mengatur perbesaran lensa objektif dengan memutar revolving nosepiece, pebesaran sebesar 200x.
6. Melakukan pengambilan foto struktur mikro pada spesimen uji dengan pemotretan.

2.3. Kerangka Berfikir

Metode pengecoran yang sering digunakan adalah metode *gravity casting*, metode ini menghasilkan produk coran yang kurang baik atau relatif rendah pada sifat fisis dan mekanisnya. Peningkatan kualitas produk pengecoran dapat dilakukan dengan penerapan metode *centrifugal casting*. Faktor faktor yang mempengaruhi pengecoran sentrifugal casting adalah temperatur tuang, temperatur cetakan, kecepatan dan sudut kemiringan.

Penelitian ini menggunakan metode *vertical centrifugal casting* dengan sudut kemiringan 90° , temperatur cetakan 250°C , kecepatan putar cetakan 700rpm dan variasi temperatur tuang sebesar 650°C , 750°C dan 850°C . Temperatur tuang dan sudut kemiringan cetakan berpengaruh terhadap kecepatan fluiditas logam cair. Pada saat logam cair memasuki cetakan, gaya sentrifugal akan mendorong logam cair ke dinding cetakan selama proses penuangan yang dapat mengakibatkan logam cair mengisi setiap rongga didalamnya sehingga tidak ada udara yang terjebak pada

coran. Proses tersebut dapat menghasilkan coran produk *velg* gokart dengan permukaan yang halus, serta meningkatkan sifat fisis dan mekanisnya.

Pengaruh lain yang ditimbulkan dari variasi temperatur tuang adalah ketangguhan impak produk coran *velg* gokart. Semakin meningkatnya temperatur tuang berpengaruh terhadap tingkat fluiditas logam cair yang dapat mendistribusikan logam cair secara merata sehingga menghasilkan produk pengecoran *velg* gokart yang padat dan mampat.

Berdasarkan uraian diatas, pengaruh temperatur tuang pada pengecoran *velg* gokart dengan metode *vertical centrifugal casting* diduga dapat menghasilkan produk coran *velg* gokart yang padat dan mampat yang dapat berpengaruh terhadap meningkatnya nilai ketahanan impak dan struktur mikro pada temperatur tuang yang berbeda - beda.

2.4. Hipotesis

Hipotesis Kerja (H1) pada penelitian ini adalah:

1. Terdapat pengaruh variasi temperatur tuang 650°C, 750°C dan 850°C terhadap ketahanan impak pada hasil pengecoran *velg* gokart dengan metode *centrifugal casting*.
2. Terdapat pengaruh variasi temperatur tuang 650°C, 750°C dan 850°C terhadap struktur mikro pada hasil pengecoran *velg* gokart dengan metode *centrifugal casting*.

BAB V

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis dalam penelitian ini dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Ada pengaruh variasi temperatur tuang 650°C, 750°C dan 850°C terhadap ketahanan impak pada hasil pengecoran *velg* gokart dengan metode *centrifugal casting*. Antara temperatur 650°C dan 850°C berpengaruh, sedangkan untuk temperatur dibawah dan diatas variasi temperatur tersebut tidak berpengaruh.
2. Ada pengaruh variasi temperatur tuang 650°C, 750°C dan 850°C terhadap struktur mikro pada hasil pengecoran *velg* gokart dengan metode *centrifugal casting*. Semakin tinggi temperatur tuang sampai dengan temperatur 850°C maka hasil pembentukan partikel Al semakin halus, struktur *dendrite* semakin jelas dengan pembentukan partikel Si semakin besar dan panjang serta teratur.

5.2. Saran

Berdasarkan proses, hasil pengujian, dan analisis penelitian ini saran yang dapat diberikan adalah sebagai berikut:

1. Pada proses *centrifugal casting* sebaiknya menggunakan temperatur tuang 850°C.
2. Penelitian ini sebagai referensi untuk penelitian selanjutnya mengenai temperatur tuang yang mempengaruhi ketahanan impak pada hasil pengecoran *velg* gokart dengan metode *sentrifugal casting*.

DAFTAR PUSTAKA

- Aprilian, Choirul dan Irfa'i. 2018. Optimalisasi Temperatur Tuang Terhadap Kekerasan Paduan Al-Si dengan Menggunakan Cetakan Logam. *Jurnal Teknik Mesin*, 6/1: 11-15.
- Arikunto, S. 2006. *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik*. Edisi revisi VI. Jakarta. PT. Rineka Cipta
- Bintoro, Waluyo M. dkk. 2013. Penerapan Metode Sentrifugal pada Proses Pengecoran Produk Komponen Otomotif Velg Sepeda motor. *Jurnal Energi dan Manufaktur*, 6: 135-142.
- Chirita, G., Soares, D., and Silvia, F.S. 2008. Advantages of the centrifugal casting technique for the production of structural components with Al-Si alloy. *International Scientific Journal*, 29: 20-27.
- Drihandono, S., dan Budiyanto. 2016. Pengaruh Temperatur Tuang, Temperatur Cetakan, dan Tekanan Pada Pengecoran Bertekanan (High Pressure Die Casting/HPDC) Terhadap Kekerasan dan Struktur Mikro Aluminium Paduan Silikon (Al-Si 7,79 %). *Jurnal Teknik Mesin*, 5/1: 30-38.
- Irfan, Al H. 2017. Pengaruh Kecepatan Putar Cetakan Vertical Centrifugal Casting Pada Pengecoran Aluminium Terhadap Cacat Coran, Ketangguhan, dan Struktur Mikro. *Jurnal Teknik Mesin Unnes*, hal: 1-8.
- Kurniawan, A.E., Purwanto dan Respati. 2014. Analisa Pengaruh Variasi Temperatur Cetakan Pada Sepatu Kampas Rem Berbahan Paduan Aluminium Silikon (Al-Si) Daur Ulang Dengan Penambahan Unsur Titanium (Ti) 0,059%. *Jurnal Teknik Mesin*, 10/2: 55-61.
- Nugroho, Agung. 2015. Pengaruh penambahan unsur Ti-B Terhadap Struktur Mikro Hasil Pengecoran Centrifugal dengan Bahan Dasar Aluminium Velg Bekas. *Jurnal Teknik Unisfat*, 10/2: 72-85.
- Nugroho, Eko. 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.
- Putra, Sandi. 2018. Pengaruh Putaran pada Proses Pengecoran dengan Bahan Aluminium Terhadap Kecacatan Produk Menggunakan Mesin Pengecoran Sentrifugal. *Skripsi Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*.

- Raharjo, T., dan Sujana, W. 2010. Analisis Pengaruh Temperatur Penuangan Dan Temperatur Cetakan Terhadap Sifat Mekanis Bahan Paduan Al-Zn. *Jurnal Flywheel*, 3/1: 21-27.
- Ravi, K.R., Pillai, R.M., Amaranathan, K.R., Pai, B.C., and Chakraborty, M. 2008. Fluidity of aluminum alloys and composites: A review. *Journal of Alloys and Compounds*, 456: 201-210.
- Rogo, Jiwo G.K.C., Suharno, Y. 2013. Pengaruh Variasi Suhu Tuang Terhadap Kekerasan dan Struktur Mikro Pada Hasil Remelting Aluminium Tromol Supra X dengan Cetakan Logam. *Jurnal teknik mesin*.
- Rzychon, T., and Kielbus, A. 2007. The influence of pouring temperature on the microstructure and fluidity of AE42 alloy. *International Scientific Journal*, 28/10: 601-604.
- Sabatino, M.D., Arnberg, L., and Bonollo, F. 2005. Simulation of Fluidity in Al-Si Alloys. *Metallurgical Science and Technology*, hal: 3-10.
- Siswanto, Rudi. 2017. Analisis Pengaruh Temperatur Tuang Terhadap Kekerasan Dan Kekuatan Tarik Dari Paduan Al-19, 6si-2,5cu, 2,3zn (Daur Ulang) Hasil Pengecoran Evaporative. *Prosiding SNRT (Seminar Nasional Riset Terapan)*. Politeknik Negeri Banjarmasin.
- Situngkir, Hapusan. 2009. Pengaruh Putaran Cetakan Terhadap Sifat Mekanik Besi Cor Kelabu pada Pembuatan Silinder Liner Mesin Otomotif Dengan Pengecoran Sentrifugal Mendatar. *Jurnal Dinamis*, 2/4: 19-28.
- Sudjana, Hardi. 2008. *Teknik Pengecoran Logam (Jilid II)*. Jakarta: Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan, Direktorat Jenderal Pendidikan Dasar dan Menengah, Departemen Pendidikan Indonesia.
- _____. 2008. *Teknik Pengecoran Logam (Jilid III)*. Jakarta: Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan, Direktorat Jenderal Pendidikan Dasar dan Menengah, Departemen Pendidikan Indonesia.
- Sugiyono. 2016. *Metode Penelitian Kombinasi*. Bandung. Alfabeta.
- _____. 2015. *Metode Penelitian Pendidikan*. Bandung. Alfabeta.
- _____. 2012. *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D*. Bandung. Alfabeta.
- Sujana, Wayan dan Agus, S. 2010. Pengaruh Temperatur Tuang Dan Waktu Tuang Terhadap Penyusutan Silinder Coran Aluminium dengan Cetakan Logam. *Jurnal Flywheel*, 3/1: 17-23.

- Surdia, Tata, dan Shaito S. 1996. *Pengetahuan Bahan Teknik*. Jakarta: Pradnya Paramita.
- _____, Tata dan Kenji Chijiwa. 2000. *Teknik Pengecoran Logam*. Jakarta: Pradnya Paramita.
- Taufikurrahman dan Ella, S. 2015. Pengaruh Temperatur Dan Ketebalan Benda Cor Terhadap Sifat Mekanik pada Proses Pengecoran Alumunium. *Jurnal Austenit*, 7/2: 25-30.
- Tjitro, Soejono dan Sugiharto. 2004. Pengaruh Kecepatan Putar pada Proses Pengecoran Aluminium Sentrifugal. *Jurnal Teknik Mesin*, 6/1: 1-7.
- Vassiliou, A.N., Pantelis, D.I., and Vosniakos, G.C. 2008. Investigation of Centrifugal Casting Conditions Influence on Part Quality. *Proceedings of the 3rd International Conference on Manufacturing Engineering (ICMEN)*, Chalkidiki, hal: 347-356.
- Wijaya, Tofa M., Zubaidi, dan Wijoyo. 2017. Pengaruh Variasi Temperatur Tuang Terhadap Ketangguhan Impak Dan Struktur Mikro Pada Pengecoran Aluminium, *Jurnal Simetris*, 8/1: 219-224.
- Yanwei, S., Cheng, C., Xiao, C., Jiqin, Q., Y, H., Q, M.,. 2016. Effects of Pouring Temperature on Interfacial Reaction between Ti-47.5Al-2.5V-1Cr Alloy and Mold during Centrifugal Casting. *Jurnal of Wuhan University Oof Technology*, 31/5: 1105-1108.