

**ANALISIS KETERISIAN HASIL *SPIN CASTING* DENGAN
PENAMBAHAN VARIASI *LAYOUT RUNNER* DALAM
PENDISTRIBUSIAN LOGAM CAIR**

TUGAS AKHIR

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Mesin**



Disusun Oleh :

Nama : Fadlun Ghufron Atharisy
No. Mahasiswa : 18525096

**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA**

2023

PERNYATAAN KEASLIAN

Bismillahirrahmanirrahim, dengan ini saya menyatakan bahwa karya ini merupakan hasil kerja saya sendiri kecuali kutipan dan ringkasan yang telah saya cantumkan sumbernya sebagai referensi. Apabila di kemudian hari terbukti bahwa pengakuan saya tidak benar serta melanggar peraturan yang sah dalam hak kekayaan intelektual maka saya bersedia mengikuti hukuman maupun sanksi apapun sesuai hukum yang diberlakukan Universitas Islam Indonesia.

Yogyakarta, 26 Oktober 2023



Fadlon

(Fadlon Ghuftron Atharisy)
18525096

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING

**ANALISIS KETERISIAN HASIL *SPIN CASTING* DENGAN
PENAMBAHAN VARIASI *LAYOUT RUNNER* DALAM
PENDISTRIBUSIAN LOGAM CAIR**

TUGAS AKHIR

Disusun Oleh :

Nama : Fadlun Ghufron Atharisy
No. Mahasiswa : 18525096

Yogyakarta, 10 Oktober 2023

Pembimbing,



Dr. Eng. Ir. Risdiyono, S.T, M.Eng, IPM

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI

ANALISIS KETERISIAN HASIL *SPIN CASTING* DENGAN PENAMBAHAN VARIASI *LAYOUT RUNNER* DALAM PENDISTRIBUSIAN LOGAM CAIR


TUGAS AKHIR

Disusun Oleh :

Nama : Fadlun Ghufron Atharisy
No. Mahasiswa : 18525096

Tim Penguji


Dr. Eng. Ir. Risdiyono, S.T., M.Eng, IPM
Ketua


Tanggal : 27/10/2023

Ir. Arif Budi Wicaksono, S.T., M.Eng., IPP
Anggota I


Tanggal : 26/10/2023

Ir. Donny Suryawan, S.T., M.Eng., IPP
Anggota II


Tanggal : 27/10/2023

Mengetahui

Korusan Teknik Mesin



Dr. Ir. Mohammad Khafidh, S.T., M.T, IPP

HALAMAN PERSEMBAHAN

Laporan Tugas Akhir ini saya persembahkan kepada:

1. Kedua orang tua saya yang saya sayangi, Bapak Priyatin Suwandi dan Ibu Hera Laela yang selalu dan senantiasa memberikan do'a dan dukungan penuh hingga Tugas Akhir ini selesai.
2. Kedua adik saya yang tercinta, Faiz Hakim Assya'ban dan Fawwaz Hanif Al Ghifari yang sudah mendukung dan ikut mendoakan hingga Tugas Akhir ini selesai.
3. Dosen pembimbing saya, Bapak Dr. Eng, Risdiyono, ST. M.Eng., IPM yang selalu memberikan nasehat, saran, masukan, motivasi, semangat, serta ilmu yang bermanfaat untuk saya.
4. Teman-teman dan sahabat yang saya banggakan serta memberikan dukungan maupun masukan agar menjadi pribadi yang lebih baik.

HALAMAN MOTTO

“Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya”

(Qs. Al-Baqarah: 286)

*“Sesungguhnya Allah tidak akan mengubah keadaan suatu kaum sebelum mereka
mengubah keadaan diri mereka sendiri”*

(Qs. Ar Ra’d: 11)

*“Hidup jangan kebanyakan ngeluh dan cari alasan, jalanin aja! entar juga
lewat”*

(Penulis)

KATA PENGANTAR ATAU UCAPAN TERIMA KASIH

Assalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

Alhamdulillah rabbil 'Alamin Puji syukur saya panjatkan kepada Allah SWT, yang telah memberikan rahmatnya sehingga saya bisa menyelesaikan Tugas Akhir saya dengan baik. Oleh karena itu penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada :

1. Keluarga tercinta saya, Bapak Priyatin Suwandi dan Ibu Hera Laela dan serta Adik saya Faiz Hakim Assya'ban dan Fawwaz Hanif Al Ghifari yang senantiasa selalu mendoakan dan memberikan dukungan dalam segala urusan.
2. Bapak Dr.Eng. Ir. Risdiyono, S.T., M.Eng., IPM sebagai dosen pembimbing yang telah membantu dan membimbing saya dalam melakukan penelitian dan menyelesaikan laporan Tugas Akhir.
3. Seluruh Dosen Teknik Mesin FTI UII yang telah banyak mengajarkan ilmunya dengan sepenuh hati.
4. Salsa Nendrakinanti Adotin yang telah memberikan semangat, dukungan dan berbagai bantuan dalam menyelesaikan Tugas Akhir.
5. Rekan seperjuangan kontrakan YnD Corp, yang telah menemani, membantu dan menudukung selama kurang lebih 3 tahun terakhir ini.
6. Haikal, Ilham, Ibrahim, Rachmat, Ramdhan dan Rizky selaku teman satu penelitian *spin casting* yang telah membantu dalam proses menyelesaikan Tugas Akhir.
7. Teman-teman Angkatan 2018 Teknik Mesin UII yang telah memberi masukan dalam menyelesaikan Tugas Akhir.

Akhirnya dengan selesainya penyusunan laporan ini, semoga dapat diterima dan menjadi sebuah karya yang dapat bermanfaat bagi yang berkepentingan. Aamiiiiin.
Wassalamua'alaikum Warrahmatullahi Wabarakatuh.

Yogyakarta, 16 Oktober 2023



Fadlun Ghufron Atharisy

ABSTRAK

Pengecoran sentrifugal atau *spin casting* merupakan metode pengecoran yang memanfaatkan prinsip gaya sentrifugal untuk mendistribusikan logam cair menuju cetakan produk. Pada proses pengecoran *spin casting*, ada beberapa faktor yang mempengaruhi hasil dari produk *spin casting* salah satunya adalah desain bentuk saluran atau jalur (*runner*) pada *rubber mold*. Selama ini proses pengecoran *spin casting* masih terdapat kekurangan, yaitu saat proses pembuatan cetakan *runner* masih dibuat satu persatu untuk produk yang serupa dalam jumlah banyak.

Tujuan dari penelitian ini yaitu mengetahui pengaruh *layout runner* terhadap keterisian hasil *spin casting* serta mengetahui parameter kecepatan putar untuk mendapatkan hasil *spin casting* terbaik di setiap *layout runner*.

Runner pada penelitian ini dibuat menggunakan mesin *laser cutting* dengan bahan akrilik dan untuk *master* dibuat menggunakan mesin *3D print resin*. Penelitian ini menggunakan dua variasi *layout runner*, yaitu *runner* bercabang dengan cetakan menjauhi titik pusat *rubber mold* dan *runner* bercabang dengan cetakan mendekati/menjuju titik pusat *rubber mold*.

Hasil dari penelitian ini didapatkan bahwa *layout runner* dapat mempengaruhi keterisian hasil *spin casting* dan *layout runner* terbaik untuk digunakan pada proses *spin casting* adalah *runner* dengan cetakan menjauhi titik pusat lingkaran. Parameter terbaik untuk *runner* bercabang dengan cetakan menjauhi titik pusat lingkaran terdapat pada kecepatan putar 700 rpm. Sedangkan untuk *runner* bercabang dengan cetakan mendekati titik pusat lingkaran terdapat pada kecepatan putar 650 rpm.

Kata kunci: *Spin casting, Runner, Laser cutting, 3D print resin, Parameter*

ABSTRACT

Centrifugal casting is a casting method that utilizes the principle of centrifugal force to distribute liquid metal towards the product mold. There are various types of centrifugal casting, one of which is spin casting. In the spin casting process, there are several factors that influence the results of the spin casting product, one of which is the design of the shape of the channel or runner in the rubber mold. So far, the spin casting process still has shortcomings, that is during the process of making runner molds they are still made one by one for similar products in large quantities.

The aim of this research is to determine the effect of runner shape on the content of spin casting results and to determine the rotational speed parameters to get the best spin casting results in each runner shape.

The runner in this research was made using a laser cutting machine with acrylic material and the master was made using a 3D printing resin machine. This research uses two variations of runner shape, that's a branched runner with the mold away from the center point of the rubber mold and a branched runner with the mold approaching/toward the center point of the rubber mold.

The results of this research show that the shape of the runner can influence the fill in the spin casting results and the best shape of the runner to be used in the spin casting process is a runner with the mold away from the center of the circle. The best parameters for the inner runner with the mold away from the center of the circle are at a rotational speed of 700 rpm. Meanwhile, for the outer runner with the mold approaching the center of the circle, the rotation speed is 650 rpm.

Keywords: *Spin casting, Runner, Laser cutting, 3D print resin, Parameter*

DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
Lembar Pengesahan Dosen Pembimbing	iii
Lembar Pengesahan Dosen Penguji	iv
Halaman Persembahan	v
Halaman Motto	vi
Kata Pengantar atau Ucapan Terima Kasih	vii
Abstrak	viii
Daftar Isi	x
Daftar Tabel	xii
Daftar Gambar	xiii
Daftar Notasi	xv
BAB 1 Pendahuluan	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB 2 Tinjauan Pustaka	5
2.1 Kajian Pustaka	5
2.2 Dasar Teori	8
2.2.1 Gaya Sentrifugal	8
2.2.2 <i>Spin Casting</i>	8
2.2.3 Vulkanisasi	8
2.2.4 <i>Silicone Rubber Mold</i>	9
2.2.5 <i>Zinc Alloy</i>	9
2.2.6 Mesin <i>3D Print Resin</i>	9
2.2.7 Mesin <i>Laser Cutting</i>	10
2.2.8 <i>Runner</i>	10
BAB 3 Metode Penelitian	12
3.1 Alur Penelitian	12
3.1.1 Penjelasan Alur Penelitian	13
3.2 Peralatan dan Bahan	15

3.2.1	Peralatan	15
3.2.2	Bahan	19
3.3	Parameter Penelitian	22
3.3.1	Parameter Tetap (Konstan).....	22
3.3.2	Parameter Proses	22
BAB 4	Hasil dan Pembahasan.....	23
4.1	Proses Pembuatan <i>Runner</i> dan <i>Master</i>	23
4.1.1	Pembuatan Desain <i>Runner</i>	23
4.1.2	Pembuatan <i>Runner</i>	25
4.1.3	Pembuatan Desain <i>Master</i>	26
4.1.4	Pembuatan <i>Master</i>	27
4.2	Vulkanisasi.....	28
4.2.1	Perendaman <i>Master</i> dengan Campuran Aseton.....	28
4.2.2	Menata <i>Master</i> dan <i>Runner</i> pada <i>Silicone Rubber Mold</i>	29
4.2.3	Proses Vulkanisasi.....	29
4.2.4	Kondisi <i>Runner</i> setelah Vulkanisasi.....	30
4.2.5	Kondisi <i>Master</i> setelah Vulkanisasi	31
4.2.6	Pembuatan <i>Gate</i> Cetakan.....	31
4.3	Hasil Pengujian	32
4.4	Analisis dan Pembahasan.....	41
4.4.1	Hasil Pengukuran Massa Spesimen.....	41
4.5	Penentuan Parameter Terbaik	45
4.6	Kendala	47
BAB 5	Penutup.....	48
5.1	Kesimpulan	48
5.2	Saran atau Penelitian Selanjutnya	48
	Daftar Pustaka	49
	Lampiran.....	51

DAFTAR TABEL

Tabel 3-1 Parameter Tetap (Konstan)	22
Tabel 3-2 Parameter Proses	22
Tabel 4-1 Ukuran Desain <i>Runner A</i>	24
Tabel 4-2 Ukuran Desain <i>Runner B</i>	24
Tabel 4-3 Ukuran Desain 3D <i>Master</i>	26
Tabel 4-4 Hasil Pengecoran <i>Spin Casting</i> Kecepatan 600 rpm.....	32
Tabel 4-5 Hasil Pengecoran <i>Spin Casting</i> Kecepatan 600 rpm setelah <i>Finishing</i>	33
Tabel 4-6 Hasil Pengecoran <i>Spin Casting</i> Kecepatan 650 rpm.....	33
Tabel 4-7 Hasil Pengecoran <i>Spin Casting</i> Kecepatan 650 rpm setelah <i>Finishing</i>	34
Tabel 4-8 Hasil Pengecoran <i>Spin Casting</i> Kecepatan 700 rpm.....	35
Tabel 4-9 Hasil Pengecoran <i>Spin Casting</i> Kecepatan 700 rpm setelah <i>Finishing</i>	35
Tabel 4-10 Hasil Pengecoran <i>Spin Casting</i> Kecepatan 750 rpm.....	36
Tabel 4-11 Hasil Pengecoran <i>Spin Casting</i> Kecepatan 750 rpm setelah <i>Finishing</i>	37
Tabel 4-12 Hasil Pengecoran <i>Spin Casting</i> Kecepatan 800 rpm.....	38
Tabel 4-13 Hasil Pengecoran <i>Spin Casting</i> Kecepatan 800 rpm setelah <i>Finishing</i>	38
Tabel 4-14 Hasil Pengecoran <i>Spin Casting</i> Kecepatan 850 rpm.....	39
Tabel 4.15 Hasil Pengecoran <i>Spin Casting</i> Kecepatan 850 rpm setelah <i>Finishing</i>	40
Tabel 4-16 Massa Spesimen <i>Spin Casting</i> Kecepatan 600 rpm	41
Tabel 4-17 Massa Spesimen <i>Spin Casting</i> Kecepatan 650 rpm	41
Tabel 4-18 Massa Spesimen <i>Spin Casting</i> Kecepatan 700 rpm	42
Tabel 4-19 Massa Spesimen <i>Spin Casting</i> Kecepatan 750 rpm	42
Tabel 4-20 Massa Spesimen <i>Spin Casting</i> Kecepatan 800 rpm	43
Tabel 4-21 Massa Spesimen <i>Spin Casting</i> Kecepatan 850 rpm	43
Tabel 4-22 Persentase Deviasi <i>Runner Layout A</i>	45
Tabel 4-23 Persentase Deviasi <i>Runner Layout B</i>	45

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2-1 Bentuk <i>Runner</i> Lurus dan <i>Runner Centrifugal</i>	10
Gambar 2-2 Bentuk <i>Runner</i> Lurus, <i>Runner</i> Samping dan <i>Runner</i> Belakang.....	11
Gambar 3-1 Diagram Alir.....	12
Gambar 3-2 Mesin Pelebur Material	15
Gambar 3-3 Mesin Vulkanisir	15
Gambar 3-4 Mesin <i>Spin Casting</i>	16
Gambar 3-5 Mesin <i>3D Print Resin</i>	16
Gambar 3-6 Mesin <i>Laser Cutting</i>	17
Gambar 3-7 Timbangan.....	17
Gambar 3-8 <i>Software Solidworks</i>	18
Gambar 3-9 <i>Software Photon Workshop</i>	18
Gambar 3-10 <i>Software LaserCut 5.1</i>	18
Gambar 3-11 <i>Silicone Rubber Mold</i>	19
Gambar 3-12 <i>Zinc Alloy</i>	19
Gambar 3-13 Akrilik	20
Gambar 3-14 Resin.....	20
Gambar 3-15 <i>Talc</i>	20
Gambar 3-16 Aseton.....	21
Gambar 3-17 Bedak.....	21
Gambar 4-1 Desain 3D <i>Runner Layout A</i>	23
Gambar 4-2 Desain 3D <i>Runner Layout B</i>	24
Gambar 4-3 <i>Runner</i> Hasil Proses <i>Laser Cutting</i>	25
Gambar 4-4 Desain 3D <i>Master</i>	26
Gambar 4-5 Massa Desain <i>Master</i> pada <i>Solidworks</i>	27
Gambar 4-6 <i>Master</i> Hasil Proses <i>3D Print Resin</i>	27
Gambar 4-7 Proses Perendaman <i>Master</i>	28
Gambar 4-8 Pola Tata Letak <i>Master</i> dan <i>Runner</i>	28
Gambar 4-9 Proses Vulkanisir <i>Silicone Rubber Mold</i>	29
Gambar 4-10 Hasil <i>Silicone Rubber Mold</i> Setelah Proses Vulkanisasi	29
Gambar 4-11 Kondisi <i>Runner Layout A</i>	30

Gambar 4-12 Kondisi <i>Runner Layout B</i>	30
Gambar 4-13 Kondisi <i>Master</i>	31
Gambar 4-14 Bentuk <i>Gate</i>	31
Gambar 4-15 Grafik Persentase Deviasi <i>Runner Layout A</i>	46
Gambar 4-16 Grafik Persentase Deviasi <i>Runner Layout B</i>	46
Gambar 4-17 Kendala Cetakan <i>Silicone Rubber Mold</i>	47

DAFTAR NOTASI

CW = *clockwise*

rpm = *Revolutions Per Minute*

S = *Sekon*

$^{\circ}\text{C}$ = *Derajat Celsius*

mm = *Milimeter*

Psi = *Pounds-force per Square Inch*

SLA = *Stereolithography*

Percentage Deviation = *Persentase Deviasi*

Cast Size = *Ukuran Pengecoran (Massa Pengecoran)*

Original Size = *Ukuran Asli (Massa Desain)*

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pengecoran logam merupakan proses dimana membentuk sebuah benda dengan cara melebur logam hingga mencair kemudian dituang ke dalam cetakan lalu diamkan hingga mengeras. Seiring perkembangan teknologi industri, metode pengecoran logam mulai berkembang dan memiliki berbagai macam jenis pengecoran, salah satu metode yang populer digunakan yaitu metode pengecoran sentrifugal (Abduh & Irfa'i, 2019).

Pengecoran sentrifugal atau *centrifugal casting* merupakan proses pengecoran yang memanfaatkan gaya sentrifugal untuk mendistribusikan material yang sudah dilebur sebelumnya. Gaya sentrifugal yang dihasilkan oleh putaran cetakan akan menyebabkan logam cair yang dituang terdorong menjauhi sumbu putar menuju jari-jari terjauh cetakan dan akan mengisi rongga cetakan lebih sempurna (Faisol, 2018). Pengecoran sentrifugal atau biasa disebut dengan sebutan *spin casting*, pada umumnya banyak digunakan dalam proses pembuatan barang yang berukuran kecil dan mirip dalam jumlah yang banyak (Sucahyono dkk., 2019).

Pada proses pengecoran *spin casting*, ada beberapa parameter yang mempengaruhi proses permesinan *spin casting* diantaranya, kecepatan putar mesin, waktu putar mesin, tekanan mesin dan suhu pengecoran (Arifin & Eskani, 2019). Selain itu, ada beberapa faktor lain yang mempengaruhi proses permesinan, antara lain peletakan *master* cetakan pada *rubber mold* dan desain bentuk sistem saluran (*runner*) pada *rubber mold*.

Sistem saluran atau (*runner*) adalah saluran atau jalur masuk untuk logam cair yang berfungsi untuk mengalirkan logam cair dari saluran turun (*sprue*) ke saluran masuk (*ingate*) yang selanjutnya akan masuk ke rongga cetakan dalam proses pengecoran (J. Santoso, 2012).

Pada proses *spin casting* yang sudah dilakukan selama ini masih terdapat kekurangan. Kekurangan tersebut terjadi saat proses pembuatan *runner* pada *rubber mold*, akan menjadi tidak efisien jika *runner* dibuat satu persatu untuk produk yang serupa dalam jumlah banyak. Maka dari itu, pada penelitian ini akan menganalisis keterisian hasil pengecoran *spin casting* dengan penambahan variasi *layout runner* untuk mengetahui pengaruh variasi *layout runner* terhadap keterisian hasil *spin casting* serta menentukan kecepatan putaran yang terbaik pada setiap *layout runner*.

Penelitian ini menggunakan dua variasi *layout runner*, yaitu *runner* bercabang dengan cetakan menjauhi titik pusat *rubber mold* dan *runner* bercabang dengan cetakan mendekati/menjuju titik pusat *rubber mold*. Dengan menambahkan variasi *layout runner* pada *spin casting* ini diharapkan akan mempengaruhi pendistribusian logam cair agar lebih efisien untuk pengecoran. Selain itu penelitian ini menggunakan beberapa parameter kecepatan yang diteliti, sehingga dapat diketahui parameter terbaik untuk setiap *layout runner*.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah disampaikan, maka perlu dirumuskan masalah yaitu:

1. Bagaimana pengaruh *layout runner* terhadap keterisian hasil produk *spin casting* ?
2. Berapa variasi parameter kecepatan putar yang mendapatkan hasil *spin casting* terbaik di setiap *layout runner* ?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah yang meliputi penelitian ini yaitu:

1. Pembuatan produk menggunakan mesin *spin casting* C-400 Matic.
2. Bahan *master* menggunakan resin dan pembuatan *master* menggunakan metode *3D print resin*.
3. Bahan *runner* menggunakan akrilik dan pembuatan *runner* menggunakan metode *laser cutting*.
4. Variasi kecepatan putar mesin *spin casting* adalah 600 rpm - 850 rpm.
5. Waktu putar *spin casting* 20 detik, tekanan mesin *spin casting* 40 psi dan arah putar *spin casting* CW (*clockwise*).
6. Material yang digunakan menggunakan *zinc alloy*.
7. Penelitian ini hanya berfokus ke massa spesimen hasil *spin casting*.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini yaitu:

1. Mengetahui pengaruh *layout runner* terhadap keterisian hasil *spin casting*.
2. Mengetahui parameter kecepatan putar untuk mendapatkan hasil *spin casting* terbaik di setiap *layout runner*.

1.5 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan bisa menjadi panduan/referensi bagi pengguna untuk mengetahui parameter terbaik pada setiap variasi *layout runner*. Selain itu, pengguna dapat menentukan parameter kecepatan putar yang sesuai dengan desain *layout runner* yang akan digunakan dalam proses *spin casting* selanjutnya atau kedepannya.

1.6 Sistematika Penulisan

Penulisan materi tugas akhir ini terdiri dari lima bab dan diuraikan secara berurutan agar pembahasan yang dijelaskan dapat lebih mudah dipahami. Bab yang ditulis memiliki sistematika penulisan sebagai berikut:

1. **BAB 1 Pendahuluan**
Menguraikan tentang latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian dan sistematika penulisan laporan.
2. **BAB 2 Tinjauan Pustaka**
Membahas tentang kajian pustaka, dasar teori, sitasi yang digunakan pada Tugas Akhir.
3. **BAB 3 Metodologi Penelitian**
Menguraikan tentang bagaimana metodologi yang dilakukan dan bagaimana alur penelitian yang dilakukan pada penelitian ini.
4. **BAB 4 Hasil dan Pembahasan**
Membahas tentang hasil atau data yang diperoleh dari penelitian yang dilakukan.
5. **BAB 5 Penutup**
Membahas tentang simpulan yang didapatkan dari penelitian yang dilakukan serta memberikan saran untuk penelitian selanjutnya.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kajian Pustaka

Perkembangan teknologi di dunia industri sangatlah cepat. Seiring berjalannya waktu, inovasi-inovasi pada bidang industri yang bertujuan untuk mempermudah pekerjaan manusia semakin rumit dan dibutuhkan kualitas serta ketelitian produk yang tinggi. Maka dari itu, dibutuhkan proses manufaktur yang tepat, salah satunya adalah pengecoran logam untuk menghasilkan suatu produk (Sriyani, 2020). Terdapat berbagai jenis pengecoran logam dan salah satu jenis pengecoran yang sering dijumpai yaitu pengecoran sentrifugal.

Centrifugal casting atau pengecoran sentrifugal adalah suatu metode pengecoran yang menggunakan prinsip gaya sentrifugal untuk mendistribusikan logam cair menuju cetakan produk. *Centrifugal casting* memiliki beberapa keunggulan yaitu hasil penuangan yang padat, permukaan tuang yang halus, dan dapat membentuk dinding tuangan yang tipis (Hardi Sudjana, 2018). Terdapat berbagai jenis *centrifugal casting* yang ada, salah satu pengembangan jenis *centrifugal casting* adalah *Centrifugal Rubber Mold Casting* (CMRC).

Centrifugal Rubber Mold Casting (CRMC) atau biasa juga disebut *Spin Casting* adalah metode pengecoran yang memanfaatkan gaya sentrifugal untuk menghasilkan benda cor menggunakan cetakan karet. Biasanya, cetakan berbentuk cakram diputar pada sumbunya dengan kecepatan tertentu. Material cor biasanya logam cair yang dituangkan melalui corong di bagian atas tengah cetakan. Cetakan yang sudah terisi kemudian berputar hingga logam mengeras dan membentuk benda cor sesuai bentuknya (R. B. Santoso & Suheryanto, 2018).

Dalam penelitian yang dilakukan oleh Zhizhong Sun, Henry Hu, Xiang Chen, Qigui Wang dan Wenying Yang pada tahun 2008, membahas tentang perancangan sistem saluran untuk pengecoran paduan magnesium. Parameter sistem saluran (*runner*) yang digunakan pada penelitian ini yaitu, tinggi *ingate*, lebar *ingate*, tinggi *runner* dan lebar *runner*. Hasil dari penelitian ini yaitu, desain *runner* memiliki pengaruh yang signifikan terhadap kualitas pengecoran

magnesium. Desain parameter *runner* yang paling efektif yaitu *runner* pendek dengan lebar *runner* kecil (Sun dkk., 2008).

Dalam penelitian lain yang dilakukan oleh Joko Santoso pada tahun 2012, membahas tentang pengaruh bentuk penampang *runner* terhadap cacat porositas dan nilai kekerasan produk cor alumunium cetakan pasir. Bentuk penampang *runner* yang diteliti terdiri dari 3 bentuk yaitu, penampang *runner* bentuk lingkaran, penampang *runner* bentuk bujur sangkar dan penampang *runner* bentuk segitiga sama sisi. Hasil dari penelitian ini yaitu, bentuk penampang *runner* berpengaruh terhadap terjadinya cacat porositas dan nilai kekerasan produk cor alumunium cetakan pasir. Cacat porositas terendah terdapat pada bentuk penampang *runner* lingkaran sedangkan cacat porositas tertinggi terdapat pada bentuk penampang *runner* segitiga sama sisi. Nilai kekerasan tertinggi terdapat pada bentuk penampang *runner* lingkaran sedangkan nilai kekerasan terendah terdapat pada bentuk penampang *runner* segitiga sama sisi (J. Santoso, 2012).

Dalam penelitian lain yang dilakukan oleh Muhammad Rizki Pratama pada tahun 2021, membahas tentang desain *layout* dan analisis rpm *spin casting* pada produk *metal jig*. Bentuk desain *layout metal jig* yang diteliti terdiri dari 3 varian yaitu, *layout* varian 1 dengan *runner* diposisikan pada bagian ekor dengan sudut kemiringan 135° , *layout* varian 2 dengan *runner* diposisikan pada bagian badan dengan sudut kemiringan 90° dan *layout* varian 3 dengan *runner* diposisikan pada bagian kepala dengan sudut kemiringan 90° . Variasi parameter kecepatan yang diteliti yaitu, 250 rpm, 350 rpm dan 450 rpm. Hasil dari penelitian ini yaitu, desain *layout* varian 1 dengan posisi *runner* pada bagian ekor dengan sudut kemiringan 135° pada kecepatan 450 rpm merupakan hasil yang paling baik (Pratama, 2021).

Dalam penelitian lain yang dilakukan oleh Apirath Gositanon dkk, pada tahun 2011, membahas tentang pengaruh parameter *spin cast* terhadap porositas dan distribusi ukuran pori pada *zinc alloy*. Parameter yang diteliti yaitu, temperatur, kecepatan putar, ukuran *runner* dan *gate* terhadap porositas dan distribusi ukuran pori. Hasil dari penelitian ini yaitu, peningkatan temperatur pengecoran menghasilkan peningkatan porositas dan ukuran pori. Untuk peningkatan kecepatan putar menghasilkan penurunan porositas dan ukuran pori. Untuk ukuran *runner*

yang lebih panjang menghasilkan peningkatan jumlah pori namun menurunkan ukuran rata-rata pori. Untuk penurunan ukuran *gate* menghasilkan penurunan porositas (Gositanon dkk., 2011).

Dalam penelitian yang dilakukan oleh Arifin dan Eskani pada tahun 2019, membahas tentang pengaruh bentuk *runner* pada cetakan RTV, kecepatan dan arah putar pada mesin *spin casting* terhadap keberhasilan dan kualitas produk kerajinan *pewter*. Bentuk *runner* yang diteliti yaitu, bentuk *runner* lurus dan *runner centrifugal*. Hasil dari penelitian ini yaitu, bentuk *runner* lurus memiliki tingkat keberhasilan yang lebih tinggi dibandingkan dengan *runner centrifugal*. *Runner* lurus tidak terpengaruh pada arah putar sedangkan *runner centrifugal* bergantung pada arah putar serta kecepatan putar pada mesin (Arifin & Eskani, 2019).

Meskipun peneliti sebelumnya sudah sangat baik dalam melakukan pengujian terkait proses pengecoran dengan menggunakan metode *spin casting*, penulis akan melakukan penelitian terkait pengaruh variasi *layout runner* terhadap keterisian hasil *spin casting* dan menentukan kecepatan putaran yang optimal pada setiap *layout runner*.

2.2 Dasar Teori

2.2.1 Gaya Sentrifugal

Gaya Sentrifugal merupakan suatu efek atau akibat yang dirasakan atau ditimbulkan oleh suatu benda yang bergerak melingkar dengan efek yang dirasakan seperti menjauhi titik pusat. Arah gaya sentrifugal selalu menjauhi pusat lingkaran.

Menurut hukum fisika, gaya sentrifugal terjadi pada bagian yang berorientasi sebanding dengan jari-jari rotasi dan kuadrat dari kecepatannya (Furqon & Hafid, 2012).

2.2.2 *Spin Casting*

Spin casting merupakan proses pengecoran dan pengerasan bahan lebur logam dalam suatu cetakan dengan memanfaatkan prinsip gaya sentrifugal (Balingit & Maglaya, 2013). Metode pengecoran ini biasa digunakan dalam pembuatan barang yang sama atau serupa dalam jumlah yang banyak dengan sekali proses pengecoran. Secara garis besar cara kerja dari *spin casting* adalah sebuah cetakan *silicone rubber* yang sudah dibuat rongga cetakan, lalu diputar di sebuah mesin pemutar, kemudian logam yang telah dicairkan dimasukkan ke dalam cetakan tersebut dan menunggu logam hingga mengeras (Pratama, 2021).

2.2.3 Vulkanisasi

Vulkanisasi yaitu proses pembuatan cetakan dengan cara memasak karet agar dapat membentuk sifat mekanik, seperti elastisitas dan kekuatan tarik (Mostoni dkk., 2019). Sebelum melakukan vulkanisasi, *runner* dan *master* diletakkan dan disesuaikan terlebih dahulu di atas cetakan karet atau *silicone rubber mold*.

2.2.4 *Silicone Rubber Mold*

Silicone Rubber Mold (SRM) atau cetakan karet banyak digunakan pada industri pencetakan atau pengecoran karena memiliki sifat bahan yang mudah dibentuk dengan harga yang relatif rendah. Selain itu, kelebihan *silicone rubber* mampu mencetak produk dengan bentuk yang kompleks tanpa mengurangi detail bentuk dari produk (Salleh & Yusop, 2013).

2.2.5 *Zinc Alloy*

Zinc Alloy atau paduan seng memiliki kelebihan terutama dalam proses pengecoran, dikarenakan *zinc alloy* memiliki suhu lebur yang relatif rendah sehingga konsumsi energi yang dihasilkan juga rendah. Selain itu, *zinc alloy* memiliki sifat fluiditas yang tinggi sehingga dapat mengisi rongga cetakan dengan kompleksitas yang tinggi (Pola dkk., 2020).

2.2.6 *Mesin 3D Print Resin*

Pencetakan 3D atau *Additive Manufacturing* (AM) adalah suatu proses untuk membuat objek 3D dengan bentuk apa pun dari model 3D atau sumber data elektronik lainnya melalui proses dimana lapisan demi lapisan bahan ditumpuk di bawah kendali komputer (Gokhare & Raut, 2017).

Stereolithography (SLA) merupakan suatu teknologi mencetak model 3D dengan cara memadatkan bahan cair polimer lapisan demi lapisan menggunakan polimerisasi foto. Polimerisasi foto sendiri merupakan proses dimana cahaya menyebabkan rantai molekul saling terhubung dan membentuk polimer padat yang mencetak model 3D (Rusianto & Huda, 2019).

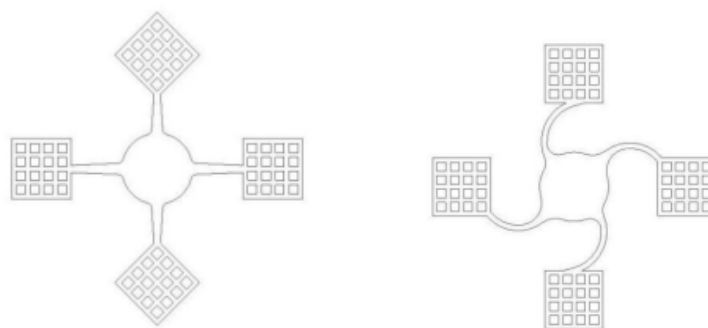
Kelebihan dari metode SLA adalah tingkat keakuratan yang tinggi untuk desain yang kompleks dan permukaan hasil yang halus. Namun kelemahan dari metode ini adalah harga bahan baku dan peralatan yang relatif mahal (Cahyandari, 2016).

2.2.7 Mesin Laser Cutting

Laser cutting adalah sebuah teknologi yang menggunakan laser untuk memotong material dan biasanya diaplikasikan pada industri manufaktur. *Laser cutting* bekerja dengan cara mengarahkan laser berkekuatan tinggi untuk memotong material dan digunakan komputer untuk mengarahkannya (Saputro & Darwis, 2020). Mesin *laser cutting* dalam dunia manufaktur telah digunakan untuk memotong berbagai jenis material baik logam, kayu, plastik maupun kain (Slamet dkk., 2021).

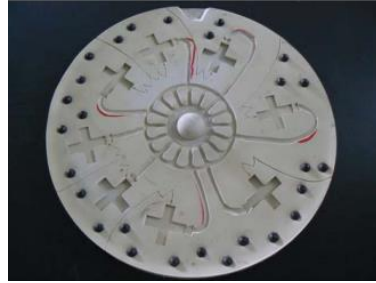
2.2.8 Runner

Runner atau sistem saluran adalah saluran atau jalur masuk untuk logam cair yang berfungsi untuk mengalirkan logam cair dari saluran turun (*sprue*) ke saluran masuk (*ingate*) yang selanjutnya akan masuk ke rongga cetakan dalam proses pengecoran (J. Santoso, 2012). Pada proses pengecoran *spin casting*, *runner* memiliki peran penting baik dari segi kualitas hasil pengecoran maupun nilai keterisian hasil pengecoran. Terdapat berbagai bentuk *layout runner* yang sudah diterapkan pada penelitian proses *spin casting* terdahulu, seperti pada penelitian yang dilakukan oleh Arifin dan Eskani pada tahun 2019. Pada penelitian ini, bentuk *runner* yang diteliti yaitu, bentuk *runner* lurus dan *runner centrifugal* (Arifin & Eskani, 2019). Untuk bentuk bentuk *runner* dapat dilihat pada Gambar 2-1.



Gambar 2-1 Bentuk *Runner* Lurus dan *Runner Centrifugal*

Adapun penelitian lain yang dilakukan oleh Beznák dkk, pada tahun 2010, penelitian ini menggunakan 3 bentuk *runner* yang disesuaikan dengan bentuk *master*. Bentuk *runner* yang diteliti yaitu, *runner* lurus, *runner* samping dan *runner* belakang (Beznák dkk., 2010). Untuk bentuk *runner* dapat dilihat pada Gambar 2-2.



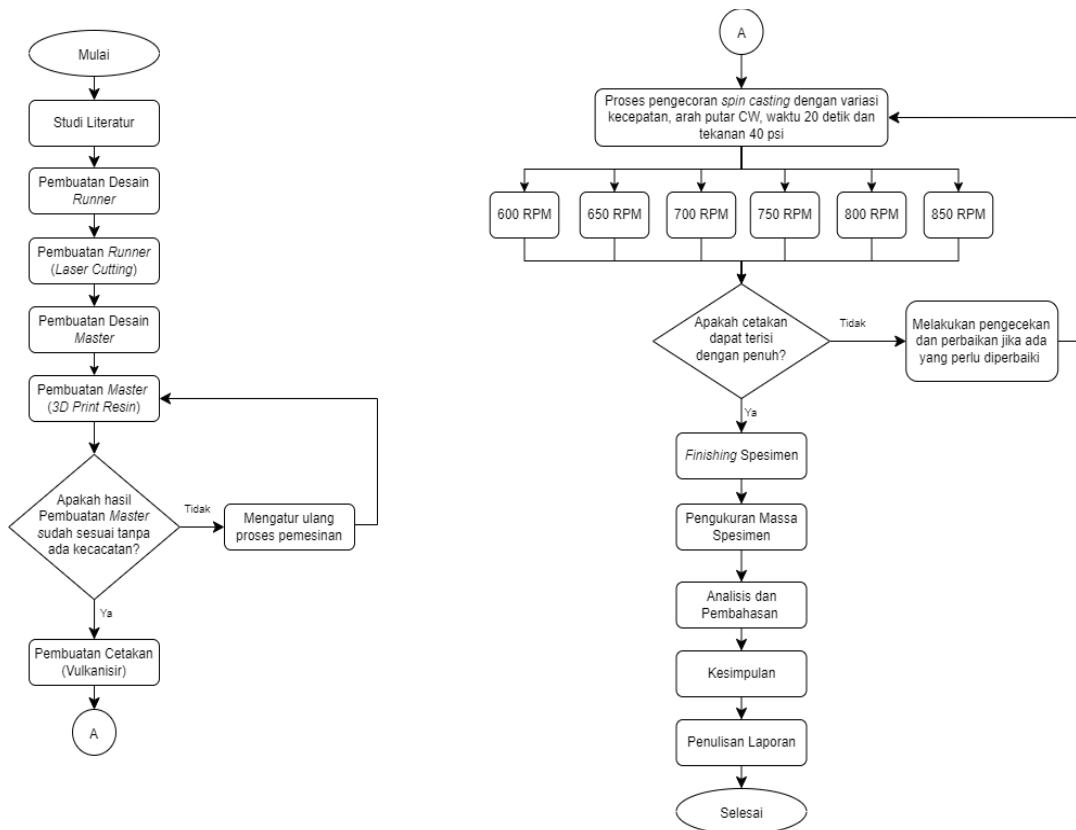
Gambar 2-2 Bentuk *Runner* Lurus, *Runner* Samping dan *Runner* Belakang

BAB 3 METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Pojok Inovasi dan Kreativitas Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia. Penelitian ini dilakukan dengan cara observasi penelitian sebelumnya dan eksperimen atau percobaan secara langsung (Arifin & Eskani, 2019).

3.1 Alur Penelitian

Berikut adalah alur penelitian yang dapat dilihat pada Gambar 3-1.



Gambar 3-1 Diagram Alir

3.1.1 Penjelasan Alur Penelitian

A. Mulai

Penelitian ini berjudul Analisis Hasil *Spin Casting* Dengan Variasi *Layout Runner* Dalam Pendistribusian Logam Cair Terhadap Keterisian Spesimen.

B. Studi Literatur

Dalam studi literatur ini yaitu mengumpulkan data-data dari literatur sebelumnya baik dari jurnal, buku, maupun penelitian orang lain yang digunakan sebagai acuan dari penelitian ini.

C. Pembuatan Desain *Runner*

Proses dimana konsep desain *runner* akan dibuat serta membuat desain 3D menggunakan *Software Solidworks 2021*.

D. Pembuatan *Runner (Laser Cutting)*

Proses dimana membuat *runner* menggunakan bahan akrilik dengan ketebalan 3 mm dan dibuat dari hasil pemesinan *laser cutting*.

E. Pembuatan Desain *Master*

Proses dimana konsep desain *master* cetakan akan dibuat serta membuat desain 3D menggunakan *Software Solidwork 2021*.

F. Pembuatan *Master (3D Print Resin)*

Proses dimana membuat *master* cetakan menggunakan bahan *Resin Bio Photopolymer* dan dibuat dari hasil pemesinan *3D Print Resin Anycubic Photon Mono X*.

G. Apakah Hasil Pembuatan *Master* Sudah Sesuai Tanpa Ada Kecacatan?

Proses ini melihat hasil pembuatan *master* dari sisi visual dan detail untuk mengetahui apakah ada kecacatan atau tidak pada setiap hasil pembuatan *master*. Jika hasil dari pembuatan *master* sudah sesuai tanpa ada kecacatan, maka akan lanjut ke tahap berikutnya. Jika hasil dari pembuatan *master* belum sesuai dan terdapat kecacatan, maka akan diulang pembuatan *master* dengan mengubah parameter hingga mendapatkan hasil yang diinginkan.

H. Pembuatan Cetakan (Vulkanisir)

Proses dimana membuat cetakan menggunakan *silicon rubber* yang akan dimasukkan kedalam mesin vulkanisir dan akan ditekan dengan kekuatan 100 psi dengan suhu 180°C selama 90 menit.

I. Proses Pengecoran *Spin Casting*

Dalam proses *spin casting* ini penulis memvariasikan parameter agar mendapatkan hasil dan data yang diinginkan, parameter yang divariasikan yaitu kecepatan putaran. Untuk kecepatan putarnya menggunakan 6 variasi 600 rpm, 650 rpm, 700 rpm, 750 rpm, 800 rpm dan 850 rpm. Untuk parameter tetap yang digunakan yaitu arah putar *clockwise*, tekanan 40 Psi, waktu putar 20 detik dan waktu tuang *zinc alloy* kurang lebih 2 detik.

J. Apakah Cetakan Dapat Terisi Dengan Penuh?

Proses ini melihat hasil spesimen dari *spin casting* untuk mengetahui apakah cetakan terisi dengan penuh atau tidak pada setiap hasil spesimen dari *spin casting*. Jika hasil spesimen dari *spin casting* sudah sesuai dengan yang diinginkan maka akan lanjut ke tahap berikutnya. Jika hasil spesimen dari *spin casting* belum sesuai dengan yang diinginkan, maka akan diulang proses *spin casting* dengan parameter yang sudah ditentukan.

K. *Finishing* Spesimen

Dalam proses ini spesimen yang sudah jadi akan dihaluskan dengan menggunakan amplas, hal ini bertujuan untuk mengurangi beberapa kelebihan *zinc alloy* agar pengukuran massa spesimen lebih maksimal.

L. Melakukan Pengukuran Massa Spesimen

Dalam proses ini pengukuran massa spesimen diukur dengan timbangan digital dengan ketelitian 0,02 g.

M. Analisis dan Pembahasan

Setelah melakukan pengukuran massa spesimen, maka akan didapatkan data yang akan diolah dan diperlukan untuk menentukan parameter terbaik dari variasi parameter penelitian.

N. Kesimpulan

Setelah melakukan analisis dan pembahasan mengenai spesimen dan mendapatkan data yang cukup, maka sudah bisa melakukan penarikan kesimpulan dari penelitian ini.

O. Penulisan Laporan.

P. Selesai.

3.2 Peralatan dan Bahan

3.2.1 Peralatan

1. Mesin Pelebur

Mesin yang digunakan di Laboratorium Pojok Inovasi dan Kreativitas bertipe F-120 *Matic* yang berfungsi untuk melebur material logam *zinc alloy* agar menjadi cair. Berikut mesin pelebur yang dapat dilihat pada Gambar 3-2.



Gambar 3-2 Mesin Pelebur Material

2. Mesin Vulkanisir

Mesin yang digunakan di Laboratorium Pojok Inovasi dan Kreativitas bertipe P-400 *Matic* yang berfungsi untuk membuat cetakan *silicone rubber* sesuai dengan *master* yang ingins dicetak. Berikut mesin vulkanisir yang dapat dilihat pada Gambar 3-3.



Gambar 3-3 Mesin Vulkanisir

3. Mesin *Spin Casting*

Mesin yang digunakan di Laboratorium Pojok Inovasi dan Kreativitas bertipe *C-400 Matic* yang berfungsi untuk melakukan proses pengecoran dengan bahan *zinc alloy* yang sudah cair. Berikut mesin *spin casting* yang dapat dilihat pada Gambar 3-4.



Gambar 3-4 Mesin *Spin Casting*

4. Mesin *3D Print Resin*

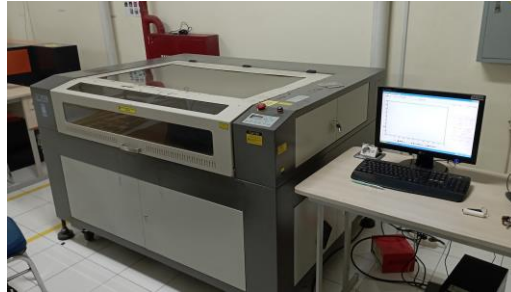
Mesin *3D Print Resin* yang digunakan di Laboratorium Mekatronika bertipe *Anycubic Photon Mono X* yang berfungsi untuk mencetak *master* spesimen yang akan dicetak pada *silicone rubber*. Berikut mesin *3D print resin* yang dapat dilihat pada Gambar 3-5.



Gambar 3-5 Mesin *3D Print Resin*

5. Mesin *Laser Cutting*

Mesin *Laser Cutting* yang digunakan di Laboratorium Sistem Manufaktur bertipe *G.WEIKE* yang berfungsi untuk membuat *runner* yang akan di vulkanisir pada proses pembuatan cetakan. Berikut mesin *laser cutting* yang dapat dilihat pada Gambar 3-6.



Gambar 3-6 Mesin *Laser Cutting*

6. Timbangan

Timbangan yang digunakan untuk mengukur massa spesimen *spin casting* memiliki ketelitian 0.02 gram dengan kapasitas maksimal 200 gram. Berikut timbangan yang dapat dilihat pada Gambar 3-7.



Gambar 3-7 Timbangan

7. Aplikasi Software

a. Solidworks 2021

Software Solidworks 2021 digunakan untuk proses perancangan *master* spesimen dan perancangan *runner*. Berikut Software Solidworks 2021 yang dapat dilihat pada Gambar 3-8.



Gambar 3-8 Software Solidworks

b. Photon Workshop

Software ini digunakan untuk pembuatan *sliced file*, *sliced file* ini digunakan untuk proses pemesinan *3D Print Resin*. Berikut Software Photon Workshop yang dapat dilihat pada Gambar 3-9.



Gambar 3-9 Software Photon Workshop

c. LaserCut 5.1

Software ini digunakan untuk proses pemesinan *laser cutting*, dengan file yang digunakan yaitu *dxf*. Berikut Software LaserCut 5.1 yang dapat dilihat pada Gambar 3-10.



Gambar 3-10 Software LaserCut 5.1

3.2.2 Bahan

1. *Silicone Rubber Mold*

Silicone Rubber Mold berfungsi sebagai cetakan produk yang akan digunakan pada saat proses *spin casting*. Berikut *silicone rubber mold* yang dapat dilihat pada Gambar 3-11.



Gambar 3-11 *Silicone Rubber Mold*

2. Material Logam

Material logam yang digunakan yaitu *zinc alloy* dan berfungsi untuk bahan material pada proses pengecoran *spin casting*. Berikut *zinc alloy* yang dapat dilihat pada Gambar 3-12.



Gambar 3-12 *Zinc Alloy*

3. Akrilik

Akrilik digunakan untuk pembuatan *runner* dengan ketebalan 3 mm dan untuk pembuatannya menggunakan proses pemesinan *Laser Cutting*. Berikut akrilik yang dapat dilihat pada Gambar 3-13.



Gambar 3-13 Akrilik

4. Resin

Resin digunakan untuk pembuatan spesimen *master* dengan jenis resin yaitu *Resin Bio Photopolymer* dan untuk pembuatannya menggunakan mesin *3D Print Anycubic Photon Mono X*. Berikut resin yang dapat dilihat pada Gambar 3-14.



Gambar 3-14 Resin

5. Talc

Talc digunakan untuk mencegah *silicone rubber* menempel saat vulkanisir dan proses *spin casting*. Berikut *talc* yang dapat dilihat pada Gambar 3-2.



Gambar 3-15 Talc

6. Aseton

Aseton digunakan untuk campuran pelapis *master* sebelum melakukan vulkanisir yang berfungsi agar *master* lebih tahan panas ketika proses vulkanisasi. Berikut aseton yang dapat dilihat pada Gambar 3-16.



Gambar 3-16 Aseton

7. Bedak

Bedak digunakan untuk campuran pelapis *master* sebelum melakukan vulkanisir yang berfungsi agar *master* lebih tahan panas ketika proses vulkanisasi. Berikut bedak yang dapat dilihat pada Gambar 3-17.



Gambar 3-17 Bedak

3.3 Parameter Penelitian

3.3.1 Parameter Tetap (Konstan)

Penelitian ini memakai parameter tetap atau konstan sebagai acuan. Parameter ini didapatkan dari penelitian terdahulu, dimana parameter yang terdahulu merupakan parameter yang terbaik. Parameter yang konstan atau tetap pada penelitian ini yaitu tekanan vulkanisir, suhu vulkanisir, waktu vulkanisir, tekanan *spin casting*, waktu putar *spin casting*, arah putar dan suhu peleburan. Rincian nilai parameter tetap (konstan) dapat dilihat pada Tabel 3-1.

Tabel 3-1 Parameter Tetap (Konstan)

No.	Variabel	Nilai	Satuan
1	Tekanan Vulkanisir	100	Psi
2	Suhu Vulkanisir	180	°C
3	Waktu Vulkanisir	5.400	s
4	Tekanan <i>Spin Casting</i>	40	Psi
5	Waktu Putar <i>Spin Casting</i>	20	s
6	Arah Putar	CW	-
7	Suhu Peleburan	460 - 550	°C

3.3.2 Parameter Proses

Penelitian ini memakai parameter proses, dimana nilai yang divariasikan yaitu parameter kecepatan putar *spin casting*. Rincian nilai parameter proses dapat dilihat pada Tabel 3-2.

Tabel 3-2 Parameter Proses

No.	Variabel	Nilai	Satuan
1.	Kecepatan <i>Spin Casting</i>	600 - 850	rpm

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

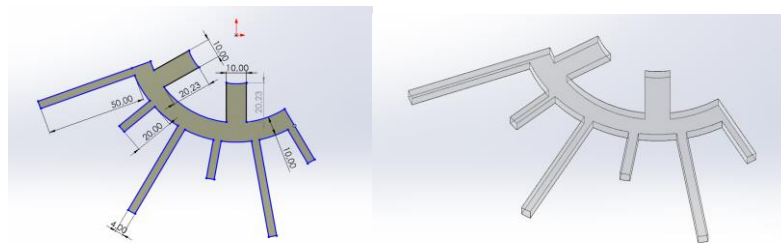
4.1 Proses Pembuatan *Runner* dan *Master*

4.1.1 Pembuatan Desain *Runner*

Pembuatan desain *runner* dilakukan dengan menggunakan *software* 3D yaitu *Solidworks* 2021 dan *LaserCut* 5.1. Bahan yang digunakan untuk membuat *runner* menggunakan material akrilik dengan tebal 3 mm. Terdapat dua variasi *layout* desain dari *runner* ini, yaitu *runner* bercabang dengan *master* cetakan menjauhi titik pusat *silicone rubber* (*layout* A) dan *runner* bercabang dengan *master* cetakan mendekati atau menuju titik pusat *silicone rubber* (*layout* B).

Ukuran desain *runner* telah ditentukan dengan panjang *runner* menuju *master* cetakan bervariasi. Desain dari *runner* ini dibuat dengan asumsi agar pendistribusian cairan logam saat *spin casting* lebih efisien untuk pengecoran khususnya pada cetakan yang kecil dan produksi massal. Bentuk *layout* dari *runner* dibuat sedemikian rupa dengan membagi setiap variasi *layout runner* $\frac{1}{3}$ lingkaran terhadap *silicone rubber*. Hal ini dilakukan untuk menghemat *silicone rubber* dengan membagi sisa ruang *silicone rubber* untuk digunakan peneliti lainnya.

Dalam desain 3D ini *runner* mempunyai ukuran yang beragam, berikut adalah ukuran desain 3D *runner* bercabang dengan *master* cetakan menjauhi titik pusat *silicone rubber* yang sudah dibuat:



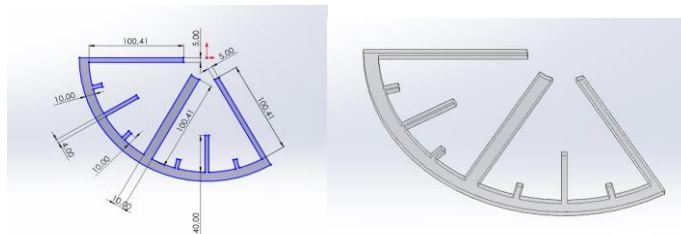
Gambar 4-1 Desain 3D *Runner Layout A*

Gambar 4-1 merupakan desain 3D dari *runner* bercabang dengan *master* cetakan menjauhi titik pusat *silicone rubber* yang akan dibuat. Untuk ukuran lebih jelasnya dari dapat dilihat pada Tabel 4-1.

Tabel 4-1 Ukuran Desain *Runner A*

Tebal	3,00 mm
Lebar Penampung	10,00 mm
Lebar <i>Runner</i>	4,00 mm
Panjang <i>Runner</i> Panjang	50,00 mm
Panjang <i>Runner</i> Pendek	20,00 mm
Lebar Jalur Kiri	10,00 mm
Lebar Jalur Kanan	10,00 mm
Panjang Jalur Kiri	20,23 mm
Panjang Jalur Kanan	20,23 mm

Untuk desain 3D dari *runner* bercabang dengan *master* cetakan mendekati atau menuju titik pusat *silicone rubber*, berikut adalah ukuran desain 3D yang sudah dibuat:



Gambar 4-2 Desain 3D *Runner Layout B*

Gambar 4-2 merupakan desain 3D dari *runner* bercabang dengan *master* cetakan menjauhi titik pusat *silicone rubber* yang akan dibuat. Untuk ukuran lebih jelasnya dari dapat dilihat pada Tabel 4-2.

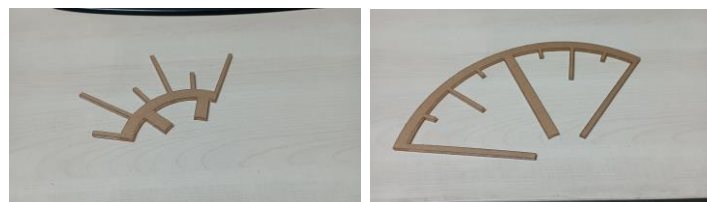
Tabel 4-2 Ukuran Desain *Runner B*

Tebal	3,00 mm
Lebar Penampung	10,00 mm
Lebar <i>Runner</i>	4,00 mm
Panjang <i>Runner</i> Panjang	40,00 mm

Panjang <i>Runner</i> Pendek	10,00 mm
Lebar Jalur Tengah	10,00 mm
Lebar Jalur Kiri	5,00 mm
Lebar Jalur Kanan	5,00 mm
Panjang Jalur Tengah	100,41 mm
Panjang Jalur Kiri	100,41 mm
Panjang Jalur Kanan	100,41 mm

4.1.2 Pembuatan *Runner*

Proses pembuatan *runner* dilakukan dengan menggunakan mesin *Laser Cutting* bertipe *G.WEIKE*. Bahan yang digunakan untuk membuat *runner* menggunakan material akrilik dengan tebal 3 mm. Pembuatan *runner* ini menggunakan permesinan *laser cutting* karena untuk pembuatan *runner* dengan ukuran yang besar dibutuhkan bidang kerja yang besar. Maka dari itu pembuatan *runner* ini menggunakan mesin *laser cutting*. Untuk hasil *runner* dari proses *laser cutting* dapat dilihat pada Gambar 4-3.



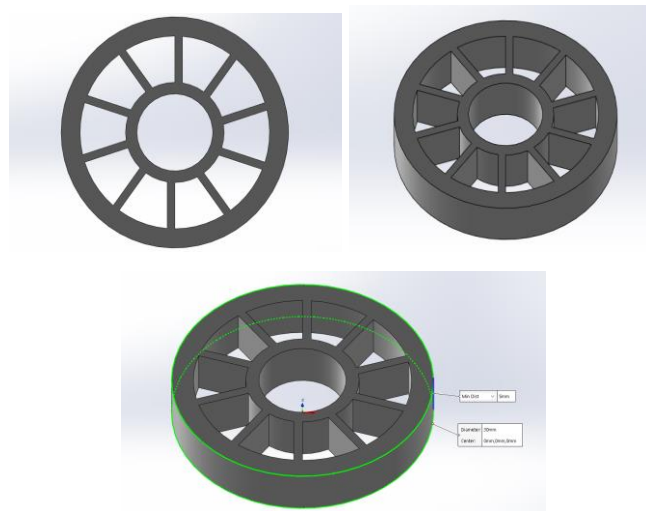
Gambar 4-3 *Runner* Hasil Proses *Laser Cutting*

Hasil pemotongan akrilik untuk membuat *runner* menggunakan mesin *laser cutting* sudah sesuai dan bisa digunakan untuk tahap selanjutnya.

4.1.3 Pembuatan Desain *Master*

Pembuatan desain *master* dilakukan dengan menggunakan *software* 3D yaitu *Solidworks* 2021 dan *Photon Workshop*. Ukuran desain *master* telah ditentukan dan akan dibuat dengan tebal 5 mm dan diameter 30 mm. Desain dari *master* ini dibuat agar cairan logam tidak mudah masuk sehingga keterisian cetakan bisa lebih terlihat. Jumlah dari spesimen *master* yaitu 12 spesimen, dengan pembagian 6 spesimen *master* untuk *layout runner* bercabang dengan cetakan menjauhi titik pusat *rubber mold* dan 6 spesimen *master* lagi untuk *layout runner* bercabang dengan cetakan mendekati/menuju titik pusat *rubber mold*. Hal ini dilakukan untuk memaksimalkan jumlah *master* yang bisa dicetak dalam *rubber mold*.

Dalam desain 3D *master* ini mempunyai ukuran yang terbilang kecil, berikut adalah ukuran desain 3D *master* yang sudah dibuat:



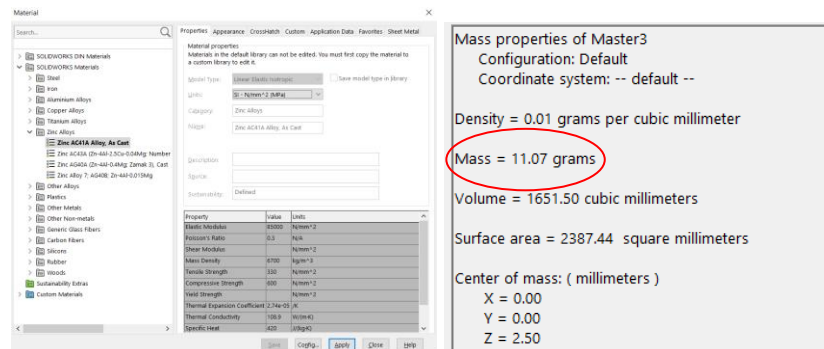
Gambar 4-4 Desain 3D *Master*

Gambar 4-4 merupakan desain 3D *master* yang akan dibuat. Untuk ukuran desain 3D *master* lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 4-3.

Tabel 4-3 Ukuran Desain 3D *Master*

Tebal	5 mm
Diameter	30 mm

Massa pada desain 3D *master* ini menggunakan material *zinc alloy* yang disimulasikan pada *software Solidworks 2021* dengan nilai massa 11.07 gram. Untuk detailnya dapat dilihat pada Gambar 4-5.



Gambar 4-5 Massa Desain *Master* pada *Solidworks*

4.1.4 Pembuatan *Master*

Proses pembuatan *master* dilakukan dengan menggunakan mesin *3D Print Resin* bertipe *Anycubic Photon Mono X*. Bahan yang digunakan untuk membuat *master* menggunakan material *Resin Bio Photopolymer*. Pembuatan spesimen *master* menggunakan mesin *3D Print Resin* karena resin lebih tahan terhadap tekanan dan panas dibandingkan dengan menggunakan mesin *3D print* dengan material *filament* (Hasana, 2021). Untuk hasil spesimen *master* dari *3D print resin* dapat dilihat pada Gambar 4-6.



Gambar 4-6 *Master* Hasil Proses *3D Print Resin*

Hasil spesimen *master* dari *3D print resin* sudah sesuai namun masih perlu dilakukan sedikit pengamplasan pada bagian sisa *support master* cetakan.

4.2 Vulkanisasi

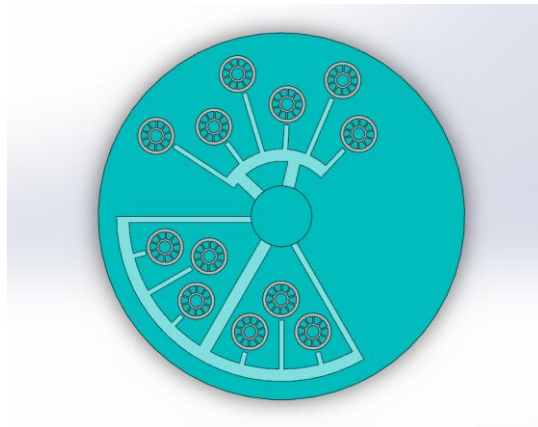
4.2.1 Perendaman *Master* dengan Campuran Aseton

Sebelum melakukan proses vulkanisir, *master* dari hasil *3D print resin* direndam terlebih dahulu ke dalam campuran aseton dan bedak dengan komposisi 14 gram bedak dan 200 ml aseton.



Gambar 4-7 Proses Perendaman *Master*

Gambar 4-7 merupakan proses perendaman *master 3D print resin* ke dalam campuran aseton dan bedak dengan tujuan untuk melapisi *master* agar lebih tahan panas saat proses vulkanisir dilakukan. Untuk waktu perendaman *master* membutuhkan waktu sekitar 15 menit. Setelah proses perendaman *master* selesai, tahapan selanjutnya yaitu peletakan dan penataan *master* dan *runner* yang sudah diatur dan direncanakan sebelumnya. Berikut adalah gambaran tata letak *master* dan *runner* yang dapat dilihat pada Gambar 4-8.



Gambar 4-8 Pola Tata Letak *Master* dan *Runner*

4.2.2 Menata *Master* dan *Runner* pada *Silicone Rubber Mold*

Pada proses ini, *master* dan *runner* diatur sedemikian rupa dan diletakan diatas cetakan *silicone rubber mold* kemudian dimasukan kedalam tempat cetakan.

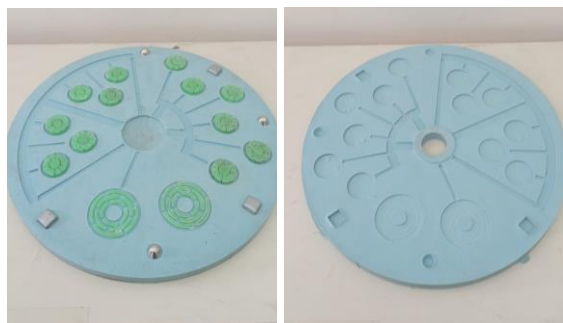


Gambar 4-9 Proses Vulkanisir *Silicone Rubber Mold*

Gambar 4-9 merupakan proses peletakan *master* dan *runner* diatas *silicone rubber mold* yang sebelumnya *silicone rubber mold* sudah diletakan kedalam tempat cetakan (*moulding frame*). Kemudian mengoleskan *talc* ke permukaan *silicone rubber mold*, *runner* dan *master* hingga merata. Selanjutnya, *silicone rubber mold* bagian atas diletakan dan ditekan sampai rapat dengan bagian *silicone rubber mold* bawah, lalu meratakan permukaan atas *silicone rubber mold* dengan cara menyayat bagian yang menonjol. Selanjutnya tutup *moulding frames* dan masukan kedalam mesin vulkanisir.

4.2.3 Proses Vulkanisasi

Pada saat proses vulkanisasi, parameter yang digunakan yaitu suhu vulkanisir 180 °C, tekanan vulkanisir 100 psi dan waktu vulkanisir 1,5 jam. Setelah melakukan tahapan vulkanisasi, hasil *silicone rubber mold* mengeras dan terbentuk cetakan yang sesuai dengan *master* dan *runner* yang sudah divulkanisir. Berikut adalah hasil dari proses vulkanisasi yang dapat dilihat pada Gambar 4-10.



Gambar 4-10 Hasil *Silicone Rubber Mold* Setelah Proses Vulkanisasi

4.2.4 Kondisi *Runner* setelah Vulkanisasi

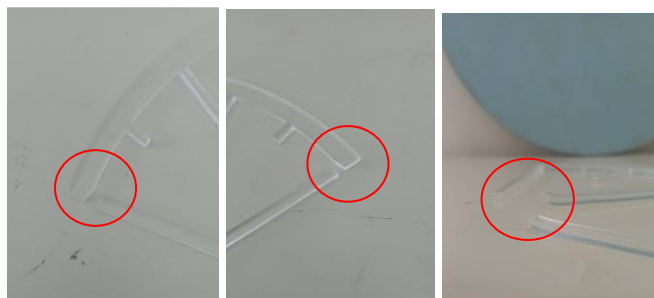
Pada *runner* bercabang dengan *master* cetakan menjauhi titik pusat, *runner* masih utuh dan tidak ada yang patah. Tetapi terdapat perubahan pada bagian jalur yang dekat dengan titik pusat *rubber mold*.



Gambar 4-11 Kondisi *Runner Layout A*

Gambar 4-11 merupakan kondisi *runner* bercabang dengan *master* cetakan menjauhi titik pusat setelah vulkanisasi. Berdasarkan gambar, terdapat pembengkokan pada jalur yang dekat dengan titik pusat *rubber mold*. Hal ini bisa terjadi dikarenakan material akrilik yang digunakan tipis dan tidak dapat menahan panas pada saat proses vulkanisasi.

Pada *runner* bercabang dengan *master* cetakan mendekati atau menuju titik pusat, *runner* patah dan terdapat perubahan pada bagian jalur yang dekat dengan titik pusat *rubber mold*.



Gambar 4-12 Kondisi *Runner Layout B*

Gambar 4-12 merupakan kondisi *runner* bercabang dengan *master* cetakan mendekati atau menuju titik pusat setelah vulkanisasi. Berdasarkan gambar, terdapat bagian yang patah dan pembengkokan pada jalur yang dekat dengan titik pusat *rubber mold*. Hal ini bisa terjadi dikarenakan material akrilik yang digunakan tipis dan tidak dapat menahan panas serta tekanan pada saat proses vulkanisasi.

4.2.5 Kondisi *Master* setelah Vulkanisasi

Kondisi *master 3D print resin* setelah vulkanisasi yaitu terdapat beberapa *master* yang pecah dan sebagian *master* masih terlihat utuh.



Gambar 4-13 Kondisi *Master*

Gambar 4-13 merupakan kondisi *master* setelah vulkanisasi. Berdasarkan gambar, sebagian besar *master* masih terlihat utuh namun terdapat retakan dan coakan pecah. Hal ini bisa terjadi dikarenakan *master* hasil *3D print resin* tidak dapat menahan panas pada saat proses vulkanisasi.

4.2.6 Pembuatan *Gate* Cetakan

Gate merupakan salah satu bagian yang berfungsi sebagai saluran masuk logam cair ke dalam rongga cetakan. Biasanya posisi dari *gate* berada diantara rongga cetakan dan *runner*. Selain itu, *gate* juga berfungsi untuk mempermudah melepas hasil cetakan dengan *runner*. Pada pembuatan *gate* cetakan, *gate* dibuat semaksimal mungkin agar ukuran satu *gate* dengan *gate* yang lain sama atau mendekati. *Gate* dibentuk melancip menghadap *runner* dan melebar ke arah cetakan dengan rata-rata berukuran 4,30 mm. Berikut adalah hasil pembuatan *gate* yang dapat dilihat pada Gambar 4-14.









Gambar 4-14 Bentuk *Gate*

4.3 Hasil Pengujian



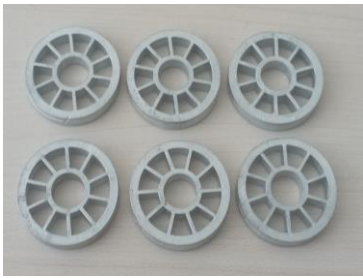



Pada pengujian ini, penelitian dilakukan menggunakan mesin *spin casting* C-400 *Matic* dengan parameter tekanan mesin 40 psi, waktu putar mesin 20 detik dan arah putar mesin *clockwise* (CW) atau searah jarum jam. Penelitian ini dilakukan sebanyak 3 kali percobaan pada setiap variasi parameter kecepatan dan variasi *layout runner*. Untuk parameter kecepatan putar mesin, variasi kecepataannya yaitu 600 rpm, 650 rpm, 700 rpm, 750 rpm, 800 rpm dan 850 rpm. Berikut adalah hasil dari pengecoran dari beberapa variasi kecepatan putar:

1. Hasil Pengujian pada Kecepatan 600 rpm

Tabel 4-4 Hasil Pengecoran *Spin Casting* Kecepatan 600 rpm

Percobaan	<i>Runner</i> bercabang dengan <i>master</i> cetakan menjauhi titik pusat	<i>Runner</i> bercabang dengan <i>master</i> cetakan mendekati titik pusat
Percobaan 1		
Percobaan 2		
Percobaan 3		

Tabel 4-5 Hasil Pengecoran *Spin Casting* Kecepatan 600 rpm setelah *Finishing*

Percobaan	<i>Runner</i> bercabang dengan <i>master</i> cetakan menjauhi titik pusat	<i>Runner</i> bercabang dengan <i>master</i> cetakan mendekati titik pusat
Percobaan 1		
Percobaan 2		
Percobaan 3		







2. Hasil Pengujian pada Kecepatan 650 rpm

Tabel 4-6 Hasil Pengecoran *Spin Casting* Kecepatan 650 rpm

Percobaan	<i>Runner</i> bercabang dengan <i>master</i> cetakan menjauhi titik pusat	<i>Runner</i> bercabang dengan <i>master</i> cetakan mendekati titik pusat
Percobaan 1		


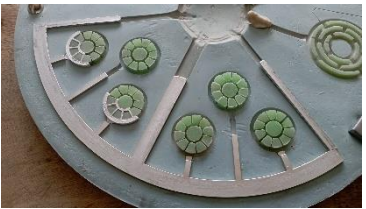






Tabel 4-7 Hasil Pengecoran *Spin Casting* Kecepatan 650 rpm setelah *Finishing*



Percobaan	<i>Runner</i> bercabang dengan <i>master</i> cetakan menjauhi titik pusat	<i>Runner</i> bercabang dengan <i>master</i> cetakan mendekati titik pusat
Percobaan 1		
Percobaan 2		
Percobaan 3		





3. Hasil Pengujian pada Kecepatan 700 rpm

Tabel 4-8 Hasil Pengecoran *Spin Casting* Kecepatan 700 rpm

Percobaan	<i>Runner</i> bercabang dengan <i>master</i> cetakan menjauhi titik pusat	<i>Runner</i> bercabang dengan <i>master</i> cetakan mendekati titik pusat
Percobaan 1		
Percobaan 2		
Percobaan 3		





Tabel 4-9 Hasil Pengecoran *Spin Casting* Kecepatan 700 rpm setelah *Finishing*




Percobaan	<i>Runner</i> bercabang dengan <i>master</i> cetakan menjauhi titik pusat	<i>Runner</i> bercabang dengan <i>master</i> cetakan mendekati titik pusat
Percobaan 1		

Percobaan 2		
Percobaan 3		







4. Hasil Pengujian pada Kecepatan 750 rpm

Tabel 4-10 Hasil Pengecoran *Spin Casting* Kecepatan 750 rpm

Percobaan	<i>Runner</i> bercabang dengan <i>master</i> cetakan menjauhi titik pusat	<i>Runner</i> bercabang dengan <i>master</i> cetakan mendekati titik pusat
Percobaan 1		
Percobaan 2		







		
Percobaan 3		

Tabel 4-11 Hasil Pengecoran *Spin Casting* Kecepatan 750 rpm setelah *Finishing*



Percobaan	<i>Runner</i> bercabang dengan <i>master</i> cetakan menjauhi titik pusat	<i>Runner</i> bercabang dengan <i>master</i> cetakan mendekati titik pusat
Percobaan 1		
Percobaan 2		
Percobaan 3		





5. Hasil Pengujian pada Kecepatan 800 rpm

Tabel 4-12 Hasil Pengecoran *Spin Casting* Kecepatan 800 rpm

Percobaan	<i>Runner</i> bercabang dengan <i>master</i> cetakan menjauhi titik pusat	<i>Runner</i> bercabang dengan <i>master</i> cetakan mendekati titik pusat
Percobaan 1		
Percobaan 2		
Percobaan 3		







Tabel 4-13 Hasil Pengecoran *Spin Casting* Kecepatan 800 rpm setelah *Finishing*

Percobaan	<i>Runner</i> bercabang dengan <i>master</i> cetakan menjauhi titik pusat	<i>Runner</i> bercabang dengan <i>master</i> cetakan mendekati titik pusat
Percobaan 1		







Percobaan 2		
Percobaan 3		

6. Hasil Pengujian pada Kecepatan 850 rpm

Tabel 4-14 Hasil Pengecoran *Spin Casting* Kecepatan 850 rpm

Percobaan	<i>Runner</i> bercabang dengan <i>master</i> cetakan menjauhi titik pusat	<i>Runner</i> bercabang dengan <i>master</i> cetakan mendekati titik pusat
Percobaan 1		
Percobaan 2		
Percobaan 3		

Tabel 4.15 Hasil Pengecoran *Spin Casting* Kecepatan 850 rpm setelah *Finishing*

Percobaan	<i>Runner</i> bercabang dengan <i>master</i> cetakan menjauhi titik pusat	<i>Runner</i> bercabang dengan <i>master</i> cetakan mendekati titik pusat
Percobaan 1		
Percobaan 2		
Percobaan 3		

4.4 Analisis dan Pembahasan

4.4.1 Hasil Pengukuran Massa Spesimen

Pengukuran massa spesimen dilakukan dengan menggunakan timbangan digital dengan tujuan untuk mengetahui massa spesimen yang telah dibuat. Berikut adalah hasil pengukuran spesimen untuk setiap parameter dan *layout runner*:

1. Hasil Pengukuran Massa pada Kecepatan 600 rpm

Tabel 4-16 Massa Spesimen *Spin Casting* Kecepatan 600 rpm

<i>Runner bercabang dengan master cetakan menjauhi titik pusat</i>						
Percobaan	Massa Spesimen (gram)					
	1	2	3	4	5	6
Percobaan 1	11,32	10,68	11,06	10,44	10,78	6,24
Percobaan 2	10,74	10,80	11,40	10,50	11,14	10,40
Percobaan 3	10,64	10,42	11,20	10,66	11,02	10,84
Rata - rata	10,57					
<i>Runner bercabang dengan master cetakan mendekati titik pusat</i>						
Percobaan	Massa Spesimen (gram)					
	1	2	3	4	5	6
Percobaan 1	10,60	11,00	10,62	9,92	-	-
Percobaan 2	10,18	5,96	6,08	-	-	-
Percobaan 3	10,46	10,56	10,86	10,54	-	-
Rata - rata	9,71					

2. Hasil Pengukuran Massa pada Kecepatan 650 rpm

Tabel 4-17 Massa Spesimen *Spin Casting* Kecepatan 650 rpm

<i>Runner bercabang dengan master cetakan menjauhi titik pusat</i>						
Percobaan	Massa Spesimen (gram)					
	1	2	3	4	5	6
Percobaan 1	11,52	10,60	11,72	11,20	10,82	11,02
Percobaan 2	11,30	10,64	11,74	10,94	11,46	10,88
Percobaan 3	11,74	10,94	11,88	11,14	11,48	10,90
Rata - rata	11,22					
<i>Runner bercabang dengan master cetakan mendekati titik pusat</i>						
Percobaan	Massa Spesimen (gram)					
	1	2	3	4	5	6
Percobaan 1	10,64	11,04	10,68	10,64	-	-
Percobaan 2	10,96	10,56	5,88	-	-	-
Percobaan 3	10,82	10,88	10,68	11,16	-	-
Rata - rata	10,36					

3. Hasil Pengukuran Massa pada Kecepatan 700 rpm

Tabel 4-18 Massa Spesimen *Spin Casting* Kecepatan 700 rpm

<i>Runner bercabang dengan master cetakan menjauhi titik pusat</i>						
Percobaan	Massa Spesimen (gram)					
	1	2	3	4	5	6
Percobaan 1	10,58	11,30	11,48	11,46	10,60	10,60
Percobaan 2	10,68	10,40	11,08	11,46	10,50	11,70
Percobaan 3	10,50	10,86	11,26	11,88	10,66	11,56
Rata - rata	11,03					
<i>Runner bercabang dengan master cetakan mendekati titik pusat</i>						
Percobaan	Massa Spesimen (gram)					
	1	2	3	4	5	6
Percobaan 1	4,50	4,68	-	-	-	-
Percobaan 2	10,26	5,22	4,54	-	-	-
Percobaan 3	10,94	7,40	3,02	-	-	-
Rata - rata	6,32					

4. Hasil Pengukuran Massa pada Kecepatan 750 rpm

Tabel 4-19 Massa Spesimen *Spin Casting* Kecepatan 750 rpm

<i>Runner bercabang dengan master cetakan menjauhi titik pusat</i>						
Percobaan	Massa Spesimen (gram)					
	1	2	3	4	5	6
Percobaan 1	12,36	11,32	10,90	11,72	10,74	12,30
Percobaan 2	11,50	10,86	10,70	12,02	11,12	12,08
Percobaan 3	11,52	11,96	10,80	11,94	11,00	10,76
Rata - rata	11,42					
<i>Runner bercabang dengan master cetakan mendekati titik pusat</i>						
Percobaan	Massa Spesimen (gram)					
	1	2	3	4	5	6
Percobaan 1	10,76	11,28	5,22	-	-	-
Percobaan 2	11,06	10,66	10,70	-	-	-
Percobaan 3	9,76	-	-	-	-	-
Rata - rata	9,92					

5. Hasil Pengukuran Massa pada Kecepatan 800 rpm

Tabel 4-20 Massa Spesimen *Spin Casting* Kecepatan 800 rpm

<i>Runner bercabang dengan master cetakan menjauhi titik pusat</i>						
Percobaan	Massa Spesimen (gram)					
	1	2	3	4	5	6
Percobaan 1	12,30	10,66	11,52	10,98	12,10	10,00
Percobaan 2	10,98	12,08	10,96	12,46	12,46	11,18
Percobaan 3	12,10	10,72	12,16	10,82	11,78	10,66
Rata - rata	11,42					
<i>Runner bercabang dengan master cetakan mendekati titik pusat</i>						
Percobaan	Massa Spesimen (gram)					
	1	2	3	4	5	6
Percobaan 1	10,78	11,30	10,90	-	-	-
Percobaan 2	8,78	-	-	-	-	-
Percobaan 3	4,68	5,18	-	-	-	-
Rata - rata	8,60					

6. Hasil Pengukuran Massa pada Kecepatan 850 rpm

Tabel 4-21 Massa Spesimen *Spin Casting* Kecepatan 850 rpm

<i>Runner bercabang dengan master cetakan menjauhi titik pusat</i>						
Percobaan	Massa Spesimen (gram)					
	1	2	3	4	5	6
Percobaan 1	11,38	11,08	12,66	12,80	10,82	12,04
Percobaan 2	11,02	12,36	12,32	10,86	12,54	10,92
Percobaan 3	11,56	10,96	13,02	13,10	12,38	11,22
Rata - rata	11,84					
<i>Runner bercabang dengan master cetakan mendekati titik pusat</i>						
Percobaan	Massa Spesimen (gram)					
	1	2	3	4	5	6
Percobaan 1	11,38	10,82	-	-	-	-
Percobaan 2	4,66	4,20	5,26	-	-	-
Percobaan 3	10,54	3,94	4,86	-	-	-
Rata - rata	6,96					

Dilihat dari Tabel 4-16, Tabel 4-17, Tabel 4-18, Tabel 4-19, Tabel 4-20 dan Tabel 4-21, menunjukkan hasil pengukuran massa spesimen untuk setiap *layout runner* dengan parameter kecepatan yang berbeda beda. Rata-rata hasil pengukuran massa spesimen dari dua variasi *layout runner* memiliki perbedaan yang cukup jauh. Hal ini terjadi karena *layout runner* mempengaruhi hasil cetakan.

Pada *runner* bercabang dengan cetakan menjauhi titik pusat, hasil pengecoran selalu memenuhi setiap cetakan spesimen. Sedangkan untuk *runner* bercabang dengan cetakan mendekati titik pusat, hasil pengecoran tidak pernah memenuhi setiap cetakan. Hal ini bisa terjadi dikarenakan gaya sentrifugal yang berbanding lurus dengan kecepatan putar dan jari-jari *rubber mold*. Semakin besar kecepatan putar, maka gaya sentrifugalnya semakin besar yang membuat logam cair terdorong menjauhi titik pusat dan menumpuk di daerah *runner*. Maka dari itu, spesimen pada *runner* bercabang dengan cetakan mendekati titik pusat tidak dapat mengisi cetakan dengan sempurna.

4.5 Penentuan Parameter Terbaik

Penentuan parameter terbaik dilihat dari perhitungan massa produk *spin casting* dan massa pada desain *software solidworks*. Penentuan parameter terbaik dari massa spesimen dapat dilihat dari selisih massa desain *solidworks* dengan massa spesimen *spin casting* yang persentase deviasi paling kecil. Massa *master* pada desain *solidworks* yang digunakan sebagai acuan pemilihan parameter terbaik yaitu 11,07 gram sebagai *Original Size*, sedangkan massa spesimen *spin casting* sebagai *Cast Size*. Berikut adalah rumus yang digunakan untuk mencari persentase deviasi:

$$\text{Percentage Deviation} = 100 - \left(\frac{\text{Cast Size}}{\text{Original Size}} \right) \times 100$$

(Barnard dkk., 2009)

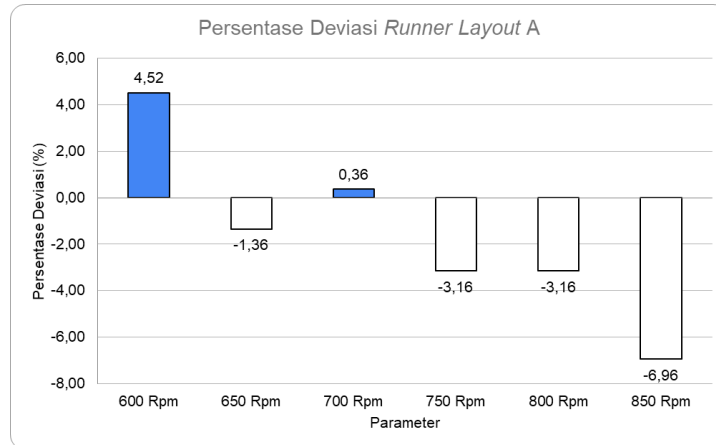
Untuk hasil perhitungan persentase deviasi pada *runner* bercabang dengan cetakan menjauhi titik pusat (*layout A*), dapat dilihat pada Tabel 4-22. Untuk hasil perhitungan persentase deviasi pada *runner* bercabang dengan cetakan mendekati titik pusat (*layout B*), dapat dilihat pada Tabel 4-23.

Tabel 4-22 Persentase Deviasi *Runner Layout A*

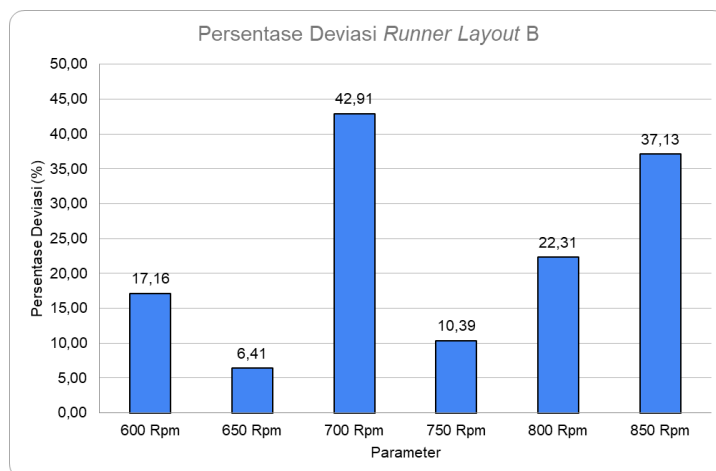
Parameter	Rata - rata (gr)	Persentase Deviasi (%)
600 Rpm	10,57	4,52
650 Rpm	11,22	-1,36
700 Rpm	11,03	0,36
750 Rpm	11,42	-3,16
800 Rpm	11,42	-3,16
850 Rpm	11,84	-6,96

Tabel 4-23 Persentase Deviasi *Runner Layout B*

Parameter	Rata - rata (gr)	Persentase Deviasi (%)
600 Rpm	9,71	17,16
650 Rpm	10,36	6,41
700 Rpm	6,32	42,91
750 Rpm	9,92	10,39
800 Rpm	8,60	22,31
850 Rpm	6,96	37,13



Gambar 4-15 Grafik Persentase Deviasi *Runner Layout A*



Gambar 4-16 Grafik Persentase Deviasi *Runner Layout B*

Dilihat pada Gambar 4-15 dan Gambar 4-16, bahwa parameter kecepatan putar *spin casting* terbaik terdapat pada 700 rpm pada *runner* bercabang dengan cetakan menjauhi titik pusat (*layout A*) di karenakan selisih hasil massa *spin casting* dengan massa didesain *solidworks* paling kecil atau nilai persentase deviasi paling kecil. Sedangkan untuk *runner* bercabang dengan cetakan mendekati titik pusat (*layout B*), kecepatan putar *spin casting* pada 650 rpm yang nilai persentase deviasi paling kecil. Massa spesimen *spin casting* berbeda dengan massa pada desain *solidworks*, karena *master* cetakan yang dibuat pada proses *3D print resin* memiliki toleransi yang berbeda dari desain pada *solidworks*. Dengan adanya toleransi yang berbeda seperti dimensi dan tebal hasil pencetakan *master 3D print resin*, maka hal ini bisa mempengaruhi keterisian spesimen *spin casting*.

Massa pada *master* cetakan tidak digunakan sebagai acuan penentuan parameter terbaik karena material *master* cetakan tidak sama dengan hasil spesimen *spin casting*. Material bahan untuk *master* memakai *Resin Bio Photopolymer*, sedangkan bahan spesimen *spin casting* menggunakan *zinc alloy*. Maka dari itu, dipakai massa desain *solidworks* yang memakai material *zinc alloy*.

Meskipun demikian, parameter terbaik untuk *runner* bercabang dengan cetakan menjauhi titik pusat (*layout A*) terdapat pada kecepatan putar *spin casting* 700 rpm dan parameter terbaik untuk *runner* bercabang dengan cetakan mendekati titik pusat (*layout B*) terdapat pada kecepatan putar *spin casting* 650 rpm.

4.6 Kendala

Terdapat kendala pada penelitian ini yaitu pada bagian *silicone rubber mold* yang tidak sempurna seperti pada Gambar 4-17.



Gambar 4-17 Kendala Cetakan *Silicone Rubber Mold*

Penyebab:

Terjadi pematangan akrilik saat proses vulkanisir. Hal ini bisa terjadi dikarenakan material akrilik yang tipis dan tekanan vulkanisir yang tinggi, sehingga bagian *runner* yang patah membuat bagian *silicone rubber mold* tidak sesuai bentuknya.

Solusi:

Memotong bagian *silicone rubber mold* yang terbagi menggunakan pisau agar logam cair dapat mengalir dan mengisi rongga cetakan.

BAB 5

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, maka dapat diambil beberapa simpulan, yaitu:

1. *Layout runner* mempengaruhi hasil *spin casting* dan nilai keterisian spesimen *spin casting*. *Layout runner* bercabang dengan cetakan menjauhi titik pusat lingkaran (*layout A*) lebih baik jika dibandingkan dengan *runner* bercabang dengan cetakan mendekati titik pusat lingkaran (*layout B*). Hal ini didasarkan pada jumlah spesimen yang berhasil memenuhi cetakan dibandingkan dengan *layout runner* bercabang dengan cetakan mendekati titik pusat lingkaran. Pada *runner* bercabang dengan cetakan mendekati titik pusat lingkaran, logam cair tidak dapat memenuhi setiap cetakan. Hal ini bisa terjadi dikarenakan gaya sentrifugal yang berbanding lurus dengan kecepatan putar dan jari-jari *rubber mold*. Semakin besar kecepatan putar, maka gaya sentrifugalnya semakin besar yang membuat logam cair terdorong menjauhi titik pusat dan menumpuk di daerah *runner*.
2. Parameter kecepatan putar terbaik untuk proses *spin casting* dengan *runner* cetakan menjauhi titik pusat lingkaran (*layout A*) terdapat pada kecepatan 700 rpm. Sedangkan parameter kecepatan putar terbaik untuk proses *spin casting* dengan *runner* cetakan mendekati titik pusat lingkaran (*layout B*) terdapat pada kecepatan 650 rpm.

5.2 Saran atau Penelitian Selanjutnya

1. Perlu adanya penelitian lanjutan untuk variasi *layout runner* yang memiliki sudut yang berbeda beda.
2. Perlu adanya penelitian lanjutan untuk variasi parameter lain yang belum diuji pada penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Abduh, M. J., & Irfa'i, M. A. (2019). *Pengaruh Kecepatan Putar Mesin Centrifugal Casting Pada Proses Pengecoran Timah Terhadap Porositas*. 07.
- Arifin, Z., & Eskani, I. N. (2019). *The Effect of RTV Silicone Rubber Mold Runner, Speed and Direction of Spin Casting Machine on The Success and Quality of Pewter Craft Product*. 36(2).
- Balingit, W. H., & Maglaya, A. B. (2013). *Numerical Optimization of the Spin Casting Process Parameters*.
- Barnard, L., Beer, D. D., & Campbell, R. (2009). *Parameters affecting spin casting of decorative and mechanical parts*. 7(2).
- Beznák, M., Baj, M., & Šuba, R. (2010). *THE POSSIBILITIES OF RUNNER PLACEMENTS FOR CASTINGS PRODUCED BY SPIN CASTING INTO SILICON RUBBER MOULDS*.
- Cahyandari, D. (2016). *Review: Rapid Prototyping Technology Untuk Aplikasi Pembuatan Implan Tulang Dan Gigi*. 16(1).
- Faisol, M. (2018). *Rancang Bangun Mesin Centrifugal Casting Horizontal Untuk Pengecoran Aluminium Skala Laboratorium*. 1(1).
- Furqon, M., & Hafid. (2012). *Pengembangan Produk Cor Aluminium Pada Proses Pengecoran Centrifugal (Spinning Casting)*.
- Gokhare, V. G., & Raut, D. D. N. (2017). A Review paper on 3D-Printing Aspects and Various Processes Used in the 3D-Printing. *International Journal of Engineering Research*, 6(06).
- Gositanon, A., Rojananan, S., Rojananan, S., & Srimanosaowapak, S. (2011). *The Effect of Spin Cast Parameters on Porosity and Pore Size Distribution in Zinc Alloy*. 38(4), 363–371.
- Hardi Sudjana. (2018). *Teknik Pengecoran Jilid 2 (Jilid 2)*. Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan, Direktorat Jendral Pendidikan Dasar dan Menengah, Departemen Pendidikan Nasional.
- Hasana, G. R. (2021). *Pengaruh Kecepatan Putar Dan Tekanan Dari Mesin Spin Casting C-400 Matic Dalam Pembuatan Suvenir Bertema UII*.

- Mostoni, Milana, Credico, D'Arienzo, & Scotti. (2019). Zinc-Based Curing Activators: New Trends for Reducing Zinc Content in Rubber Vulcanization Process. *Catalysts*, 9(8), 664. <https://doi.org/10.3390/catal9080664>
- Pola, A., Tocci, M., & Goodwin, F. E. (2020). Review of Microstructures and Properties of Zinc Alloys. *Metals*, 10(2), 253. <https://doi.org/10.3390/met10020253>
- Pratama, M. R. (2021). *Desain Layout Dan Analisis Rpm Spin Casting Pada Produk Metal Jig*.
- Rusianto, T., & Huda, S. (2019). A Riview: Jenis Dan Pencetakan 3D (3D Printing) Untuk Pembuatan Prototipe. *Jurnal Teknologi*, 12.
- Salleh, Z., & Yusop, M. Y. M. (2013). *Design And Fabrication Of Silicon Rubber Mould (SRM)*. 2(3), 63–68.
- Santoso, J. (2012). *Pengaruh Bentuk Runner terhadap Cacat Porositas dan Nilai Kekerasan Produk Cor Alumunium Cetakan Pasir*.
- Santoso, R. B., & Suheryanto, D. (2018). *The Effect of Rubber Mold Temperature in Spin Casting Process*.
- Saputro, A. E., & Darwis, M. (2020). *Rancang Bangun Mesin Laser Engraver and Cutter Untuk Membuat Kemasan Modul Praktikum Berbahan Akrilik*.
- Slamet, S., Harmoko, S., Hariyanto, & Suyitno. (2021). Akurasi dan Produktivitas Mesin LaserCutting untuk Memproduksi Alat Pelindung Diri (APD) Covid-19. *Department of Mechanical and Industrial Engineering, Faculty of Engineering Universitas Gadjah Mada*, 3(2), 83–92.
- Sriyani, M. (2020). *Studi Pengecoran Aluminium Dengan Metode Centrifugal Casting Dengan Variasi Kemiringan Cetakan 0°, 15°, 30° Terhadap Komposisi Kimia, Density, Porositas Dan Struktur Mikro*.
- Sucahyono, A. E., Nugraha, P., & Risdiyono, R. (2019). Pengaruh Suhu Tuang Pada Kualitas Gantungan Kunci Berbahan Baku Pewter Dengan Metode Spin Casting. *Dinamika Kerajinan dan Batik: Majalah Ilmiah*, 36(1), 47. <https://doi.org/10.22322/dkb.v36i1.4158>
- Sun, Z., Hu, H., Chen, X., Wang, Q., & Yang, W. (2008). Gating System Design for a Magnesium Alloy Casting. *J. Mater. Sci. Technol.*

LAMPIRAN

1. Spesifikasi Mesin *Spin casting C-400 Matic*


INSTRUCTION MANUAL

1.2 PROCESS INFORMATION

The moulds are positioned between the plates, after which the cover is closed and the cycle start button must be pressed by the operator. At this point, the lower plate raises until it gets in touch with the upper plate which starts to rotate automatically. Meanwhile, the operator pours the metal into the mould through a special opening in the upper part of the machine. At the end of the cycle, the lower plate stops, and comes back in its original position and it is possible to remove the used mould and replace it with a new one ready for the next production cycle.

1.3 TECHNICAL CHARACTERISTICS

DENOMINATION	UNIT	DIMENSIONS DATA
TECHNICAL CHARACTERISTICS OF THE MACHINE		C 400 MATIC
Total installed power	kW	2.5
Power supply voltage	V	230 / 400 threephase
Frequency	Hz	50 / 60
Centrifugal speed	r.p.m.	0 + 1500
Production	castings/hour	50 + 180
Mould diameter	mm	230 / 400
Mould thickness (max)	mm	60
Working pressure	bar	2 + 6
Dimensions	mm	700 x 865 x 1222
Weight	kg	330
Noise (continuous equivalent acoustic pressure level A measured at the work station)	Leq - db(A)	< 80
CENTRIFUGAL MOTOR CHARACTERISTICS		
Power	kW (HP)	2.2 (3)
Rotation speed	r.p.m.	1420
Power supply voltage	V	230 / 400 threephase
Frequency	Hz	50 / 60
Rated absorption	A	9.2 / 5.3
Degree of protection	IP	54

Niccm  MACHINE EDITION PAGE/PAGE SECTION
C 400 MATIC 21/04/08 11/12 1

2. Proses Pengukuran Massa Hasil Produk *Spin casting*



4

3

2

1

F

F

E

E

D

D

C

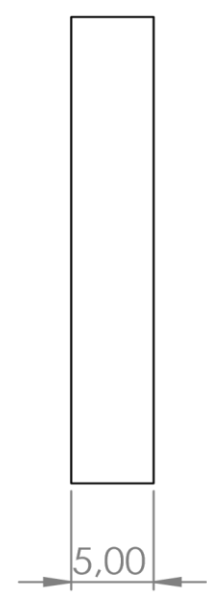
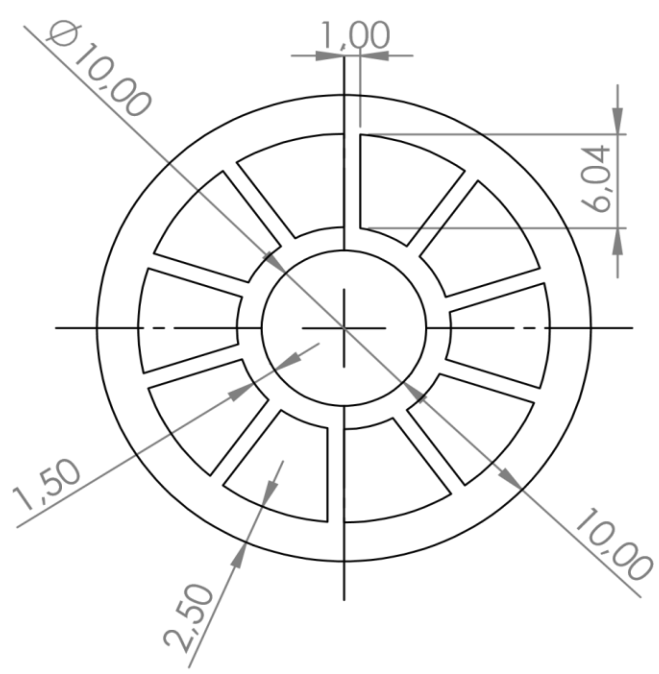
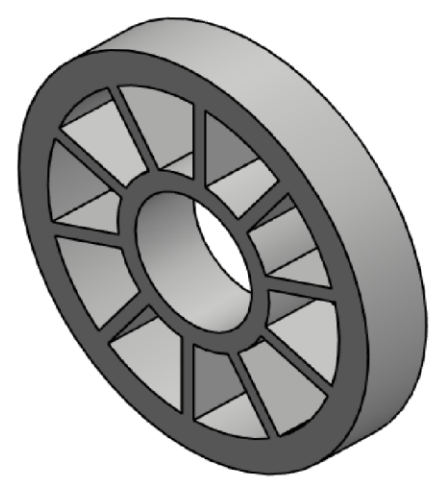
C

B

B

A

A



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:
 DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS
 SURFACE FINISH:
 TOLERANCES:
 LINEAR:
 ANGULAR:

FINISH:

DEBURR AND
 BREAK SHARP
 EDGES

DO NOT SCALE DRAWING

REVISION

	NAME	SIGNATURE	DATE
DRAWN			
CHK'D			
APPV'D			
MFG			
Q.A			

TITLE:	<h1>Master</h1>				
MATERIAL:	53 Zinc Alloy		DWG NO.	<h1>1</h1>	A4
WEIGHT:			SCALE:2:1	SHEET 1 OF 1	

4

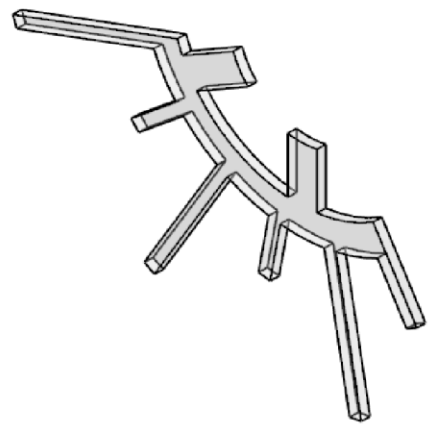
3

2

1

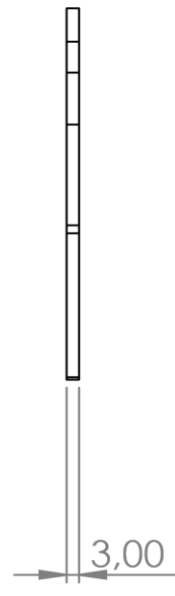
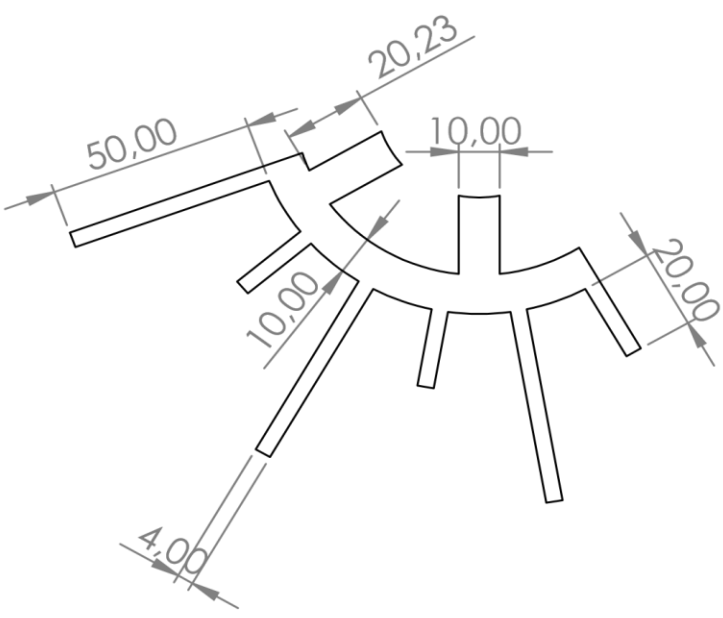
4 3 2 1

F F



E E

D D



C C

B B

UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS SURFACE FINISH: TOLERANCES: LINEAR: ANGULAR:	FINISH:	DEBURR AND BREAK SHARP EDGES	DO NOT SCALE DRAWING	REVISION

	NAME	SIGNATURE	DATE	
DRAWN				
CHK'D				
APPV'D				
MFG				54
Q.A				

MATERIAL: Acrylic

WEIGHT:

TITLE: Runner A

DWG NO. 2

SCALE: 1:2

SHEET 1 OF 1

A4

A A

4 3 2 1

4

3

2

1

F

F

E

E

D

D

C

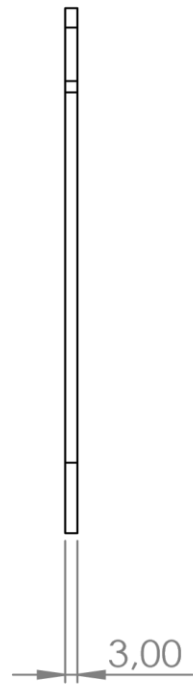
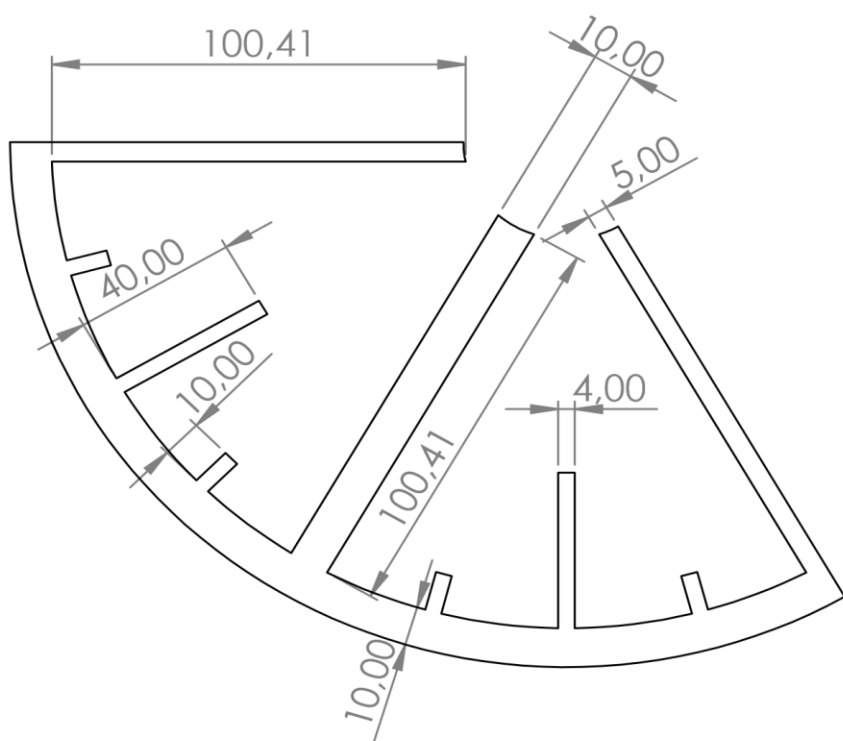
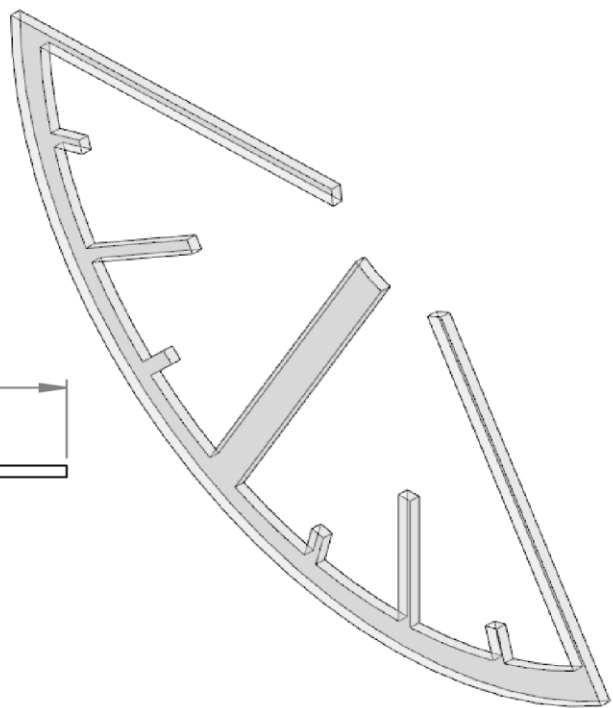
C

B

B

A

A



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:
 DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS
 SURFACE FINISH:
 TOLERANCES:
 LINEAR:
 ANGULAR:

FINISH:
 DEBURR AND
 BREAK SHARP
 EDGES

DO NOT SCALE DRAWING
 REVISION

NAME	SIGNATURE	DATE
DRAWN		
CHK'D		
APPV'D		
MFG		
Q.A		

TITLE:
Runner B

MATERIAL: 55
Acrylic

DWG NO. **3**

SCALE: 1:2

SHEET 1 OF 1

4

3

2

1