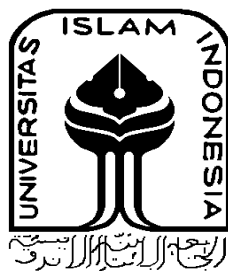


**PENGARUH BENTUK *RUNNER* MENGERUCUT PADA
HASIL *SPIN CASTING* DENGAN MENGGUNAKAN *MASTER*
CETAKAN DARI *3D PRINT RESIN***

TUGAS AKHIR

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



Disusun Oleh :

Nama : Rizky Wibowo Parindra

No. Mahasiswa : 17525115

NIRM : 1707100116

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

2023

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING

**PENGARUH BENTUK *RUNNER* MENGERUCUT PADA
HASIL *SPIN CASTING* DENGAN MENGGUNAKAN *MASTER*
CETAKAN DARI *3D PRINT RESIN***

TUGAS AKHIR

Disusun Oleh :

Nama : Rizky Wibowo Parindra

No. Mahasiswa : 17525115

NIRM : 1707100116

Yogyakarta, 09 Oktober 2023

Pembimbing,



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

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI

**PENGARUH BENTUK *RUNNER* MENERUCUT PADA
HASIL *SPIN CASTING* DENGAN MENGGUNAKAN *MASTER*
CETAKAN DARI *3D PRINT RESIN***

TUGAS AKHIR

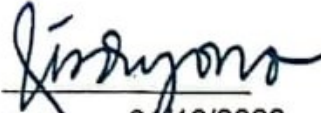
Disusun Oleh :

Nama : Rizky Wibowo Parindra
No. Mahasiswa : 17525115
NIRM : 1707100116

Tim Penguji


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

Ketua


Tanggal : 31/10/2023


Ir. Santo Ajie Dhewanto, S.T., M.M. IPP

Anggota I


Tanggal : 31/10/2023

Ir. Faisal Arif Nurgesang, S.T., M.Sc. IPP

Anggota II


Tanggal : 30/10/2023

Mengetahui

Dosen Jurusan Teknik Mesin



Imad Khafidh, S.T., M.T., IPP

PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini, Rizky Wibowo Parindra menyatakan bahwa tugas akhir dengan judul “Pengaruh Bentuk *Runner* Mengerucut Pada Hasil *Spin Casting* dengan Menggunakan *Master* Cetakan Dari *3D Print Resin*” adalah hasil tulisan saya sendiri. Dengan ini saya menyatakan bahwa sesungguhnya dalam tugas akhir ini tidak terdapat tulisan orang lain yang saya ambil dengan cara menyalin atau meniru dalam bentuk rangkaian kalimat atau simbol yang menunjukkan gagasan, pendapat atau pemikiran dari penulis lain yang saya akui sebagai tulisan saya sendiri atau yang saya ambil dari tulisan orang lain tanpa memberikan pengakuan penulis lainnya.

Yogyakarta, 09 Oktober 2023



Rizky Wibowo Parindra

NIM 17525115

HALAMAN PERSEMBAHAN

Alhamdulillah Hirobbil Alamin, Segala puji syukur penulis panjatkan kepada ALLAH SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini dengan baik, Karya tulis ini saya persembahkan kepada:

Kedua orang tua yang senantiasa mendoakan dan dukungan kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini selesai.

Bapak Dr. Eng. Ir. Risdiyono, ST., M.Eng., IPM selaku dosen pembimbing, penguji, dosen pengajar dan seluruh staff program Teknik Mesin Universitas Islam Indonesia yang telah membimbing dan membagikan ilmunya sehingga Laporan Tugas Akhir ini dapat diselesaikan dengan baik.

Rekan-rekan dari jurusan Teknik Mesin Universitas Islam Indonesia yang selalu memberikan saran, masukan, semangat, nasihat dan dukungan hingga selesainya Tugas Akhir ini.

Penulis berharap semoga Laporan Tugas Akhir ini dapat berguna dan bermanfaat untuk perkembangan ilmu pengetahuan khususnya pada bidang yang sesuai dengan topik penulis yang mendatang.

HALAMAN MOTTO

“Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya.”

(Q.S Al-Baqarah: 286)

“Dan barangsiapa yang bertakwa kepada Allah, niscaya Allah menjadikan baginya kemudahan dalam urusannya.”

(Q.S At-Talaq: 4)

“Hari kemarin adalah sebuah memori, hari ini adalah sebuah pemberian, hari esok adalah sebuah misteri”

(Penulis)

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Alhamdulillah rabbil'alamin segala puji dan syukur atas kehadiran ALLAH SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini dengan judul “Pengaruh Bentuk *Runner* Mengerucut Pada Hasil *Spin Casting* dengan Menggunakan *Master* Cetakan Dari *3D Print Resin*” dengan baik dan lancar. Shalawat serta salam tidak lupa penulis panjatkan kepada Nabi Muhammad SAW yang telah merubah zaman kegelapan menuju ke zaman yang terang benderang bagi seluruh umat manusia yang mempunyai keinginan untuk berfikir dan belajar.

Berkat bantuan dan dukungan dari berbagai pihak Laporan Tugas Akhir ini dapat terselesaikan. Oleh Karena itu penulis mengucapkan banyak terima kasih atas bantuannya, khususnya kepada:

1. Allah SWT, Tuhan semesta alam yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat mejalankan dan menyelesaikan laporan ini.
2. Keluarga tercinta Ayah, Mamah, dan Adik saya yang senantiasa selalu mendoakan dan memberikan dukungan dalam menempuh pendidikan.
3. Bapak Dr. Ir. Muhammad Khafidh, S.T., M.T., IPP selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin, FTI, UII.
4. Bapak Dr. Eng. Ir. Risdiyono, S.T., M.Eng., IPM selaku Pembimbing Tugas Akhir yang telah membantu dan membimbing penulis dalam melakukan penelitian dan menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini.
5. Bapak Ir. Donny Suryawan, S.T., M.Eng., IPP Selaku Kepala Laboratorium Teknik Mesin, FTI, UII
6. Mas Fariz Alfian, S.T dan Mas Rizki Wirantara, A.Md selaku Staf Laboran yang telah membimbing terhadap penggunaan mesin serta alat Laboratorium.
7. Teman-teman seperjuangan Tugas Akhir *spin casting* yang selalu memberikan dukungan, masukan dan saran kepada penulis dalam proses penyelesain Laporan Tugas Akhir ini.

8. Teman-teman Teknik Mesin UII dan semua pihak yang begitu berjasa membantu menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu oleh penulis.

Semoga segala kebaikan yang diberikan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini dicatat oleh Allah SWT sebagai amal kebaikan. Aamiin.

Penulis sangat menyadari bahwa masih banyak kekurangan dan kesalahan dalam penulisan laporan ini, oleh karena itu penulis mohon maaf apabila dalam penulisan Laporan Tugas Akhir ini masih belum sempurna baik dari materi dan teknik penyajiannya, mengingat masih kurangnya pengetahuan dan pengalaman penulis, oleh sebab itu kritik dan saran yang bersifat membangun demi kesempurnaan laporan ini akan penulis terima dengan senang hati.

Yogyakarta, 09 Oktober 2023



(Rizky Wibowo Parindra)

ABSTRAK

Pengecoran logam adalah proses pembuatan benda dengan menggunakan material logam yang dicairkan dan menuangkan logam cair ke dalam rongga cetakan. Proses ini dapat digunakan untuk membuat benda-benda dengan bentuk yang rumit atau membuat benda dengan ukuran besar, sulit apabila menggunakan metode yang lain. *Spin casting* dikenal juga dengan *centrifugal rubber mold casting* merupakan salah satu jenis pengecoran. Metode pengecoran yang digunakan adalah dengan memanfaatkan gaya sentrifugal untuk menghasilkan coran dari cetakan karet. Hasil *spin casting* dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu kecepatan putar, suhu tuang, tekanan pada cetakan, dan bentuk *runner* yang digunakan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh *runner* yang divariasikan mengerucut dengan *runner* yang tidak divariasikan serta mengetahui parameter kecepatan terbaik pada ketiga variasi *runner*. Metode yang digunakan yaitu dengan membuat *runner* berbentuk mengerucut dengan diameter lubang *output* 3 mm di kedua variasi, sedangkan diameter lubang *input* yang digunakan 5 mm dan 7 mm. *Runner* yang tidak divariasikan memiliki diameter *input* dan *output* 3 mm. Untuk panjang *runner* yang digunakan di ketiga variasi adalah 35 mm. Kecepatan putar yang digunakan 500 RPM, 600 RPM, 700 RPM dan 800 RPM. Pembuatan *master* menggunakan perangkat lunak CAD *solidworks* dengan menggabungkan produk, *gate* dan *runner* sehingga tidak ada pembuatan *runner* secara manual. *Runner* yang telah dibuat digunakan sebagai *master* pada proses vulkanisir. Selanjutnya dilakukan proses *spin casting* untuk melihat perbandingan secara *visual* dan perbandingan massa pada spesimen hasil *spin casting*. Hasil pengujian menunjukkan keterisian logam cair pada cetakan dengan *runner* yang divariasikan mengerucut lebih baik dibandingkan dengan yang tidak divariasikan. Kecepatan putar pada proses pengecoran yang terbaik pada ketiga variasi adalah 800 RPM.

Kata kunci: *Spin Casting*, *runner*, Kecepatan Putar

ABSTRACT

Metal casting is the process of making objects using molten metal material and pouring the molten metal into the mold cavity. This process can be used to make objects with complex shapes or make objects with large sizes, difficult when using other methods. Spin casting, also known as centrifugal rubber mold casting, is a type of casting. The casting method used is to utilize centrifugal force to produce castings from rubber molds. Spin casting results can be influenced by several factors, namely rotational speed, pouring temperature, pressure on the mold, and the shape of the runner used. This study aims to determine the effect of runners that are varied conical with runners that are not varied and determine the best speed parameters in the three runner variations. The method used is to make a conical runner with an output hole diameter of 3 mm in both variations, while the input hole diameters used are 5 mm and 7 mm. The unvaried runner has input and output diameters of 3 mm. The runner length used in all three variations is 35 mm. The rotational speeds used were 500 RPM, 600 RPM, 700 RPM and 800 RPM. Making the master using Solidworks CAD software by combining the product, gate and runner so that there is no manual runner making. The runner that has been made is used as a master in the vulcanizing process. Furthermore, the spin casting process was carried out to see the visual comparison and mass comparison of the spin casting specimens. The test results show that the filling of liquid metal in the mold with runners that are varied conical is better than those that are not varied. The best rotational speed in the casting process in all three variations is 800 RPM.

Keywords: Spin Casting, runner, Rotating speed

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI....	Error! Bookmark not defined.
PERNYATAAN KEASLIAN.....	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
HALAMAN MOTTO	vi
KATA PENGANTAR	vii
ABSTRAK	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR NOTASI.....	xviii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Sistematika Penulisan	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Kajian Pustaka.....	5
2.2 Dasar Teori.....	8
2.2.1 Gaya Sentrifugal.....	8
2.2.2 Hukum Bernoulli.....	9
2.2.3 Radian	10
2.2.4 Kecepatan Sudut.....	10
2.2.5 Spin Casting	10
2.2.6 Vulkanisir.....	11
2.2.7 <i>Silicone Rubber</i>	11
2.2.8 <i>Zinc alloy</i>	11
2.2.9 Mesin 3D Print SLA	12

2.2.10 <i>Runner</i>	12
BAB 3 METODE PENELITIAN.....	13
3.1 Alur Penelitian	13
3.1.1 Penjelasan Alur Penelitian	15
3.2 Peralatan dan Bahan.....	16
3.2.1 Peralatan.....	16
3.2.2 Bahan	21
3.3 Parameter penelitian.....	23
3.3.1 Parameter Konstan	24
3.3.2 Parameter Proses	24
3.4 Penelitian.....	24
3.4.1 Studi Literatur	25
3.4.2 Ide.....	25
3.4.3 Penentuan <i>Master</i>	25
3.4.4 Pembuatan <i>3D Master</i>	26
3.4.5 Pembuatan <i>Master</i> dengan <i>3D Print</i>	27
3.4.6 Proses Vulkanisir Cetakan <i>Master</i>	28
3.4.7 Proses Pengecoran.....	31
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....	33
4.1 Hasil <i>3D Master</i>	33
4.2 Hasil <i>Master</i> Cetakan.....	35
4.3 Hasil Proses Vulkanisir	37
4.4 Hasil Pengecoran.....	38
4.4.1 Pengecoran dengan menggunakan variasi kecepatan	38
4.4.2 Hasil <i>spin casting</i>	39
.....	44
4.5 Hasil pengukuran massa pada spesimen <i>spin casting</i>	45
4.5.1 Data Hasil <i>Spin Casting</i> 500 RPM.....	45
4.5.2 Data Hasil <i>Spin Casting</i> 600 RPM.....	46
4.5.3 Data Hasil <i>Spin Casting</i> 700 RPM.....	47
4.5.4 Data Hasil <i>Spin Casting</i> 800 RPM.....	48
4.6 Analisis dan Pembahasan.....	52
4.6.1 Pembahasan variasi <i>runner</i> terbaik	52

4.7 Kendala	57
BAB 5 PENUTUP	58
5.1 Kesimpulan	58
5.2 Saran atau Penelitian Selanjutnya	58
Daftar Pustaka	59
LAMPIRAN	63

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Parameter Konstan	24
Tabel 3. 3 Parameter Proses	24
Tabel 4. 1 Keterangan ukuran <i>master</i>	33
Tabel 4. 2 Keterangan dimensi <i>master</i> tidak divariasi.....	33
Tabel 4. 3 Desain <i>master</i> mengerucut variasi 1	34
Tabel 4. 4 Desain <i>master</i> mengerucut variasi 2	35
Tabel 4. 5 Parameter Vulkanisir.....	37
Tabel 4. 6 Dimensi <i>runner</i> tidak divariasi kecepatan putar 500 RPM.....	45
Tabel 4. 7 Dimensi <i>runner</i> variasi 1 kecepatan putar 500 RPM.....	45
Tabel 4. 8 Dimensi <i>runner</i> variasi 2 kecepatan putar 500 RPM.....	45
Tabel 4. 9 Dimensi <i>runner</i> tidak divariasi kecepatan putar 600 RPM.....	46
Tabel 4. 10 Dimensi <i>runner</i> variasi 1 kecepatan putar 600 RPM.....	46
Tabel 4. 11 Dimensi <i>runner</i> variasi 2 kecepatan putar 600 RPM.....	46
Tabel 4. 12 Dimensi <i>runner</i> tidak divariasi kecepatan putar 700 RPM.....	47
Tabel 4. 13 Dimensi <i>runner</i> variasi 1 kecepatan putar 700 RPM.....	47
Tabel 4. 14 Dimensi <i>runner</i> variasi 2 kecepatan putar 700 RPM.....	47
Tabel 4. 15 Dimensi <i>runner</i> tidak divariasi kecepatan putar 800 RPM.....	48
Tabel 4. 16 Dimensi <i>runner</i> variasi 1 kecepatan putar 800 RPM.....	48
Tabel 4. 17 Dimensi <i>runner</i> variasi 2 kecepatan putar 800 RPM.....	48
Tabel 4. 18 Persentase Deviasi Massa	53
Tabel 4. 19 Persentase Deviasi Diameter.....	54
Tabel 4. 20 Persentase Deviasi Tebal	55

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Hasil pengecoran suhu tinggi	6
Gambar 2. 2 Nilai kekerasan karet komposisi RTV <i>silicone rubber</i> dan katalis....	6
Gambar 2. 3 Grafik persentase porositas	7
Gambar 2. 4 Gaya yang terjadi pada cetakan.....	9
Gambar 3. 1 Diagram alur penelitian.....	14
Gambar 3. 2 Mesin Vulkanisir P-400	17
Gambar 3. 3 Mesin Pelebur Material F-120 <i>Matic</i>	17
Gambar 3. 4 Mesin <i>Spin Casting</i> C-400	18
Gambar 3. 5 Mesin 3d <i>Printing</i> Resin	18
Gambar 3. 6 Jangka Sorong	19
Gambar 3. 7 Timbangan Digital	19
Gambar 3. 8 Moulding Frame.....	20
Gambar 3. 9 Software <i>Soliworks</i>	20
Gambar 3. 10 Aplikasi Photon Workshop 64	21
Gambar 3. 11 Resin.....	21
Gambar 3. 12 <i>Zinc alloy</i>	22
Gambar 3. 13 <i>Silicone Rubber</i>	22
Gambar 3. 14 <i>Talc</i>	23
Gambar 3. 15 <i>Rubber</i> Elastis	23
Gambar 3. 16 Desain <i>Master</i>	26
Gambar 3. 17 Desain <i>master</i> silinder.....	26
Gambar 3. 18 Desain <i>master</i> mengerucut variasi 1	27
Gambar 3. 19 Desain <i>master</i> mengerucut variasi 2	27
Gambar 3. 20 Merendam master.....	29
Gambar 3. 21 Posisi <i>master</i> pada <i>silicone rubber</i>	30
Gambar 3. 22 Pemasangan <i>silicone rubber bagian atas</i>	30
Gambar 3. 23 Menutup <i>Silicone Rubber</i>	31
Gambar 3. 24 Pemberian <i>talc</i>	32
Gambar 3. 25 Proses penuangan logam <i>zinc</i> ke mesin spin casting	32
Gambar 4. 1 Desain <i>Master</i>	33

Gambar 4. 2 Desain <i>master</i> tidak divariasi	33
Gambar 4. 3 Desain <i>master</i> mengerucut variasi 1	34
Gambar 4. 4 Desain <i>master</i> mengerucut variasi 2	35
Gambar 4. 5 Parameter 3D Printing Resin.....	36
Gambar 4. 6 Kendala Master	36
Gambar 4. 7 Setting Parameter Pada software photon workshop.....	36
Gambar 4. 8 Hasil Proses Vulkanisir	37
Gambar 4. 9 Proses Penyongkelan <i>Master</i>	38
Gambar 4. 10 Kondisi <i>Master</i> setelah Vulkanisir.....	38
Gambar 4. 11 Hasil <i>Spin Casting</i> 500 RPM Percobaan 1	39
Gambar 4. 12 Hasil <i>Spin Casting</i> 500 RPM Percobaan 2.....	39
Gambar 4. 13 Hasil <i>Spin Casting</i> 500 RPM Percobaan 3.....	40
Gambar 4. 14 Hasil <i>Spin Casting</i> 500 RPM Percobaan 4.....	40
Gambar 4. 15 Hasil <i>Spin Casting</i> 600 RPM Percobaan 1	40
Gambar 4. 16 Hasil <i>Spin Casting</i> 600 RPM Percobaan 2.....	41
Gambar 4. 17 Hasil <i>Spin Casting</i> 600 RPM Percobaan 3.....	41
Gambar 4. 18 Hasil <i>Spin Casting</i> 600 RPM Percobaan 4.....	41
Gambar 4. 19 Hasil <i>Spin Casting</i> 700 RPM Percobaan 1	42
Gambar 4. 20 Hasil <i>Spin Casting</i> 700 RPM Percobaan 2.....	42
Gambar 4. 21 Hasil <i>Spin Casting</i> 700 RPM Percobaan 3.....	42
Gambar 4. 22 Hasil <i>Spin Casting</i> 700 RPM Percobaan 4.....	42
Gambar 4. 23 Hasil <i>Spin Casting</i> 800 RPM Percobaan 1	43
Gambar 4. 24 Hasil <i>Spin Casting</i> 800 RPM Percobaan 2.....	43
Gambar 4. 25 Hasil <i>Spin Casting</i> 800 RPM Percobaan 3.....	43
Gambar 4. 26 Hasil <i>Spin Casting</i> 800 RPM Percobaan 4.....	44
Gambar 4. 27 Grafik Massa Spesimen <i>Spin Casting</i> Tidak Divariasi	49
Gambar 4. 28 Grafik Massa Spesimen <i>Spin Casting</i> Variasi 1.....	49
Gambar 4. 29 Grafik Massa Spesimen <i>Spin Casting</i> Variasi 2.....	49
Gambar 4. 30 Grafik Diameter Spesimen <i>Spin Casting</i> Tidak Divariasi	50
Gambar 4. 31 Grafik Diameter Spesimen <i>Spin Casting</i> Variasi 1	50
Gambar 4. 32 Grafik Diameter Spesimen <i>Spin Casting</i> Variasi 2.....	50
Gambar 4. 33 Grafik Tebal Spesimen <i>Spin Casting</i> Tidak Divariasi	51
Gambar 4. 34 Grafik Tebal Spesimen <i>Spin Casting</i> Variasi 1.....	51

Gambar 4. 35 Grafik Tebal Spesimen <i>Spin Casting</i> Variasi 2.....	51
Gambar 4. 36 <i>Mass Properties</i>	53
Gambar 4. 37 Grafik Persentase Deviasi Massa	54
Gambar 4. 38 Grafik Persentase Deviasi Diameter	55
Gambar 4. 39 Grafik Persentase Deviasi Tebal	55
Gambar 4. 40 Sisa Gate Setelah Pemotongan.....	57

DAFTAR NOTASI

CW = Clockwise

UII = Universitas Islam Indonesia

RPM = Revolution Per Minute

Psi = Pounds Per Inch

°C = Celcius

FTI = Fakultas Teknologi Industri

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dewasa ini, teknologi semakin berkembang pesat. Hadirnya teknologi dapat membantu pekerjaan manusia dalam kehidupan sehari-hari maupun pada dunia industri. Para insinyur berlomba-lomba menghadirkan inovasi dan teknologi terbaru terutama pada bidang industri manufaktur. Manufaktur adalah proses merubah dari bahan baku menjadi suatu produk (Supriyanto, 2013). Pada proses produksi suatu barang secara massal atau jumlah yang banyak untuk mengurangi ongkos produksi dapat menggunakan proses pengecoran karena proses yang murah dibandingkan dengan menggunakan proses yang lain.

Proses pengecoran merupakan salah satu proses pengerjaan produk yang dibuat secara massal atau *customize* yang sering digunakan pada industri kecil dan besar karena memiliki beberapa keunggulan yaitu menghemat waktu, dapat membentuk produk-produk yang rumit, produk yang dihasilkan dapat kembali di daur ulang. Prinsip dari pengecoran yaitu dengan melibatkan proses pembuatan cetakan lalu menuangkan material yang sebelumnya telah dileburkan kedalam cetakan yang telah disiapkan kemudian biarkan logam sampai membeku (Suprpto, 2017). Jika proses pengecoran telah selesai, material yang telah dituangkan akan mengeras kemudian akan membentuk mengikuti cetakan yang telah dibuat. Proses pengecoran logam terdapat beberapa jenis metode, salah satunya yaitu *centrifugal rubber mold casting (CRMC)*.

Centrifugal Rubber Mold Casting (CRMC) atau dikenal dengan *Spin Casting* merupakan proses pengecoran dengan memanfaatkan prinsip gaya sentrifugal pada prosesnya, mesin berputar mendorong material logam cair pada *runner* untuk meneruskan material logam cair hingga mengisi seluruh bagian permukaan di setiap rongga cetakan yang telah dibuat (Balingit & Maglaya, 2013).

Pada proses *spin casting* memiliki ciri khas yaitu penggunaan cetakan karet yang berbentuk cakram berbahan karet. Ciri lain yang dimiliki mesin ini dapat menggunakan material logam yang memiliki titik lebur dan viskositas yang rendah.

Hasil dari sebuah produk dapat dipengaruhi oleh banyak faktor seperti pemberian tekanan pada cetakan, kecepatan putar (*RPM*), suhu pada saat dilakukan pengecoran, Selain beberapa faktor yang telah dijelaskan diatas ada faktor lain yang dapat mempengaruhi proses akhir pemesinan *spin casting* diantaranya yaitu pembuatan *gate* sebagai pintu masuknya cairan logam, kemudian pembuatan jalur ventilator untuk membuang udara yang terjebak pada cetakan, kemudian pembuatan *runner* sebagai jalur yang digunakan untuk mengalirkan *zinc alloy* dari *sprue* menuju *gate*, penggunaan *runner* dengan bentuk lurus lebih baik dalam mengalirkan material dibandingkan dengan bentuk *runner* melengkung (Arifin & Eskani, 2019).

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh dari *runner* yang berbentuk kerucut terpancung dengan *runner* yang berbentuk silinder. *Runner* yang digunakan terdapat 3 variasi bentuk, yang pertama untuk ukuran pada *runner* yang berbentuk silinder dengan diameter 3 mm pada *input* dan *output* kemudian untuk yang kedua *runner* berbentuk kerucut terpancung dengan diameter *output* 3 mm dan diameter *input* 5 mm dan ketiga *runner* berbentuk kerucut terpancung dengan diameter *output* 3 mm dan diameter *input* 7 mm. Pemilihan dimensi ukuran pada *runner* dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu jika diameternya terlalu besar maka akan mengakibatkan semakin tipisnya *silicone rubber* kemudian jika ukuran *runner* terlalu kecil maka akan menghambat laju aliran material logam pada saat proses *spin casting*.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah disampaikan, didapat rumusan masalah pada penelitian ini yaitu :

1. Bagaimana pengaruh dari setiap bentuk *runner* terhadap hasil *spin casting*?
2. Bagaimana pengaruh variasi kecepatan putar mesin *spin casting* pada ketiga variasi *runner*?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini mencakup beberapa hal yaitu :

1. Ukuran *runner* yang digunakan tiga variasi, pada *runner* yang berbentuk silinder memiliki diameter 3 mm dan ukuran *runner* yang berbentuk kerucut terpancung untuk diameter yang digunakan memiliki *output* 3 mm pada kedua variasi dan diameter *input* 5 mm variasi 1 dan variasi 2 memiliki diameter input 7 mm.
2. Material logam yang digunakan pada proses casting yaitu *zinc alloy*.
3. Pembuatan model *master* menggunakan aplikasi solidworks 2020.
4. Penelitian ini menerapkan kecepatan putar 500 RPM, 600 RPM, 700 RPM dan 800 RPM dengan tekanan 40 psi dan waktu putar yang digunakan 20 detik pada mesin *spin casting*.
5. Proses pemesinan *master* pada penelitian ini menggunakan *3D Print Resin Anycubic Photon Mono X*.
6. Pada penelitian ini hanya membahas pengaruh *runner* yang divariasikan mengerucut dengan *runner* berbentuk silinder.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui pengaruh dari setiap bentuk *runner* terhadap hasil *spin casting*.
2. Mengetahui parameter kecepatan putar terbaik pada ketiga variasi *runner*.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

Hasil yang didapatkan pada penelitian ini diharapkan dapat menjadi acuan dan panduan dalam penggunaan *spin casting* untuk mengetahui pengaruh bentuk *runner* terhadap tingkat keterisian material logam. Sehingga dapat mempermudah bagi pengguna yang akan melaksanakan proses *spin casting*.

1.6 Sistematika Penulisan

Penyusun materi Laporan Tugas Akhir penelitian ini diuraikan secara berurutan bab demi bab agar pembahasan yang dijelaskan menjadi lebih mudah dipahami. Penulisan Laporan Tugas Akhir ini terdiri dari lima bab sebagai berikut:

BAB 1 Pendahuluan

Bab ini menguraikan mengenai latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian dan sistematika penelitian.

BAB 2 Tinjauan Pustaka

Pada bab ini berisi mengenai kajian pustaka dari hasil yang telah dicapai dan penelitian sebelumnya serta teori-teori yang digunakan sebagai acuan dasar untuk memecahkan masalah pada penelitian Tugas Akhir ini.

BAB 3 Metodologi Penelitian

Pada bab ini mengurai tentang bagaimana alur penelitian tersebut dilakukan.

BAB 4 Hasil dan Pembahasan

Pada bab ini membahas mengenai hasil atau data yang telah diperoleh pada penelitian yang dilakukan.

BAB 5 Penutup

Pada bab ini membahas kesimpulan yang didapatkan melalui penelitian yang telah dilakukan, dilengkapi dengan saran-saran agar penelitian selanjutnya agar lebih baik kedepannya.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kajian Pustaka

Seiring kemajuan teknologi terutama di bidang manufaktur, membuat proses produksi berbasis pengecoran sangatlah penting. Perbaikan terus dilakukan dalam proses pengecoran untuk mendapatkan hasil produk yang memiliki kualitas tinggi (Hadi Mukhammad & Setyoko, 2019). Perkembangan produksi dengan menggunakan proses pengecoran memiliki manfaat yang beragam terutama dalam bidang produksi secara massal maupun skala kecil seperti pembuatan part otomotif dan part mesin industri. Pengecoran logam memiliki berbagai jenis diantaranya *sand casting* pengecoran logam yang paling tertua proses pengecoran ini dapat memproduksi secara massal. Jenis pengecoran lain yaitu *centrifugal casting* proses pengecoran yang dapat digunakan untuk produksi skala kecil.

Centrifugal rubber mold casting (CRMC) atau dikenal dengan *spin casting* adalah proses pengecoran dengan memanfaatkan gaya sentrifugal, dilakukan dengan menuangkan cairan logam ke dalam cetakan *silicone rubber* sehingga dihasilkan coran yang mampat akibat pengaruh gaya sentrifugal. *Spin casting* sudah lama dikenal sebagai cara murah dalam melakukan pengecoran karena memiliki banyak keunggulan diantaranya hasil yang baik karena adanya tekanan yang dihasilkan dari gaya sentrifugal ketika material logam membeku, lebih ekonomis dibandingkan menggunakan pengecoran jenis lain (N. Santoso & Setiawan, 2015). Pada bagian kajian pustaka ini bertujuan sebagai acuan penulis dalam melakukan penelitian. Sebelum melakukan penelitian langkah pertama adalah mengetahui parameter – parameter pada proses *spin casting* berdasarkan penelitian yang dilakukan sebelumnya.

Sucahyono et al., (2019) melakukan penelitian mengenai pengaruh suhu tuang pada kualitas gantungan kunci berbahan baku pewter dengan metode *spin casting*. Penelitian ini menggunakan 3 suhu pada proses penuangan material logam suhu rendah pada kisaran 160°C - 171 °C, suhu sedang kisaran 190°C - 199 °C dan suhu tertinggi berada pada kisaran 200 °C - 220 °C, dari penelitian yang dilakukan suhu tinggi memiliki hasil cetakan yang paling bagus dan tajam serta memiliki

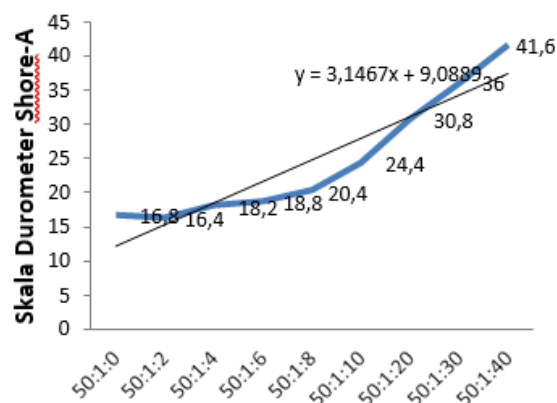
berat produk yang paling berat. Hasil pengecoran menggunakan suhu tinggi dapat dilihat pada gambar 2.1



Gambar 2. 1 Hasil pengecoran suhu tinggi

Sumber : (Sucahyono et al., 2019)

Penelitian selanjutnya dilakukan oleh Setiawan et al., (2017) mengenai pengaruh penambahan *talc* terhadap tingkat kekerasan cetakan *RTV silicone rubber*. Pada penelitian ini penambahan *talc* mempengaruhi tingkat kekerasan pada *RTV silicone rubber* dengan penggunaan komposisi 50:1:40 *RTV silicone rubber* : katalis : *talc* dapat meningkatkan kekerasan karet sebesar 41,6 pada skala *durometer shore-A* sehingga komposisi tersebut membuat hasil *spin casting* lebih presisi. Untuk grafik nilai kekerasan dengan perbandingan *RTV silicone rubber* dan katalis dapat dilihat pada gambar 2.2 berikut.

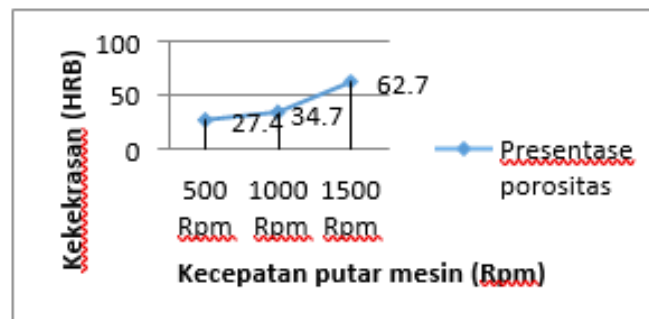


Gambar 2. 2 Nilai kekerasan karet komposisi *RTV silicone rubber* dan katalis

Sumber : (Setiawan et al., 2017)

Penelitian yang dilakukan oleh (Wahid et al., 1996), pada penelitiannya membahas pengaruh RPM terhadap jumlah porositas dan sifat mekanik al-paduan, penelitian dilakukan menggunakan parameter kecepatan putar sebesar 500 RPM sampai dengan 1500 RPM, pada kecepatan 1500 RPM produk yang dihasilkan memiliki ukuran butir paling kecil dan porositasnya, kesimpulan yang di dapatkan semakin tinggi kecepatan putarannya maka produk yang dihasilkan akan lebih baik.

Pada penelitian (L. R. Putra, 2019) juga membahas mengenai pengaruh kecepatan putar pada mesin *spin casting* terhadap kekerasan dan porositas alumunium. Penelitian yang dilakukan menggunakan kecepatan 500 RPM, 1000 RPM dan 1500 RPM dengan tingkat kekerasan 27,4 HRB, 34,7 HRB dan 62,7 HRB. Maka dapat disimpulkan yang paling optimum adalah 1500 RPM dengan tingkat kekerasan 62,7 HRB. Pada gambar 2.3 menunjukkan tingkat kekerasan pada alumunium.



Gambar 2. 3 Grafik persentase porositas

Sumber : (L. R. Putra, 2019)

Kemudian (Fahmi Fikri Hanafi, 2021) pada penelitian yang dilakukan membahas kecepatan putar, tekanan cetakan dan waktu putar yang paling optimal. Dalam penelitian menggunakan beberapa parameter yaitu parameter kecepatan putar yang digunakan 450 RPM, 550 RPM, 650 RPM dan 750 RPM kemudian untuk tekanan yang digunakan 25 psi, 30 psi, 35 psi, 40 psi dan 45 psi yang terakhir parameter waktu putar yang digunakan 10 detik, 15 detik, 20 detik, 25 detik dan 30 detik. Pada penelitiannya didapatkan hasil yang paling optimal untuk kecepatan putar didapatkan pada 750 RPM, tekanan pada cetakan sebesar 45 psi dan waktu putar 25 detik.

Pada penelitian yang dilakukan oleh (Resa, 2022) didapatkan hasil terbaik dengan menggunakan parameter kecepatan putar 800 RPM dengan tekanan 40 psi dan waktu putar 20 detik, menggunakan arah putar CW.

Pada penelitian yang dilakukan (R. B. Santoso & Suheryanto, 2018) suhu pada permukaan cetakan karet silikon berpengaruh pada kualitas hasil pengecoran, terutama pengaruh dari sisi dimensi, pengaruh bobot, dan timbulnya burr (*flash*) pada produk akhirnya.

Menurut penelitian sebelumnya yang dilakukan (Beznák et al., 2010) *runner* dengan bentuk yang lurus lebih baik dibandingkan *runner* dengan bentuk lainnya dikarenakan jarak yang ditempuh logam cair lebih pendek. Untuk ukuran *runner* yang paling sesuai agar cetakan terisi dengan penuh adalah *runner* dengan jarak yang sependek mungkin agar mendapatkan hasil yang optimal.

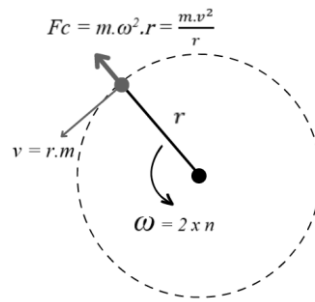
Menurut penelitian yang dilakukan (Hasana, 2021) menggunakan material resin lebih tahan terhadap tekanan dan panas dibandingkan dengan material filamen.

2.2 Dasar Teori

2.2.1 Gaya Sentrifugal

Gaya sentrifugal adalah efek yang timbul ketika objek bergerak dalam suatu lintasan melingkar dan gaya sentrifugal ini muncul sebagai gaya yang menjauhi dari titik pusatnya. Salah satu contoh penerapan gaya sentrifugal dalam industri manufaktur adalah *centrifugal casting*. Dalam proses *spin casting*, gaya sentrifugal digunakan untuk mendorong logam cair yang dituangkan ke dalam mesin agar material logam tersebut terdorong ke arah dinding terluar cetakan, sehingga logam cair dapat membeku sesuai dengan bentuk cetakan yang telah dibuat sebelumnya (Yüzbaşı & Graule, 2021).

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



Gambar 2. 4 Gaya yang terjadi pada cetakan

Persamaan yang digunakan untuk mencari gaya sentrifugal adalah menggunakan rumus sebagai berikut :

$$F_c = m \cdot \omega^2 \cdot r = \frac{m \cdot v^2}{r}$$

Diketahui:

F_c = gaya sentrifugal (N)

m = massa (kg)

v = kecepatan linear (m/s)

r = jari-jari (m)

ω = kecepatan sudut (Rad/min)

2.2.2 Hukum Bernoulli

Hukum Bernoulli adalah hukum yang membahas mengenai energi mekanik yang diterapkan pada fluida bergerak. Hukum ini membicarakan hubungan antara jumlah tekanan (p), kelajuan aliran air, dan ketinggian fluida tersebut untuk massa jenis yang tetap (Sultan et al., 2020). Pada hukum ini menyatakan bahwa jumlah tekanan energi kinetis persatuan volume dan energi potensial persatuan volume mempunyai nilai yang sama setiap titik sepanjang aliran. Jika Hukum Bernoulli dinyatakan dalam persamaan menjadi :

$$P_1 + \frac{1}{2} \rho v_1^2 + h_1 \rho g = P_2 + \frac{1}{2} \rho v_2^2 + h_2 \rho g$$

Dimana :

P_1 = Tekanan pada pipa 1 (Tinggi)

P_2 = Tekanan pada pipa 2 (Rendah)

ρ = Massa jenis fluida

v_1 = Kecepatan fluida pada pipa 1

v_2 = Kecepatan fluida pada pipa 2

h_1 = Ketinggian pipa 1

h_2 = Ketinggian pipa 2

2.2.3 Radian

Radian merupakan satuan pengukuran sudut dalam sistem satuan SI (Sistem International). Pada umumnya, penggunaan sudut dalam radian sangat berguna ketika melakukan perhitungan trigonometri, integral, dan diferensial (Y. E. Setiawan, 2021). Konversi antara radian dan derajat dapat dilakukan dengan menggunakan rumus :

$$\text{Radian} = (\text{derajat} \times \pi)/180$$

2.2.4 Kecepatan Sudut

Kecepatan sudut merupakan laju perubahan sudut. Kecepatan sudut sering dikatakan sebagai kecepatan rotasi dan besaran skalanya adalah laju rotasi (Novri et al., 2014). Simbol kecepatan sudut dinyatakan sebagai simbol omega (Ω atau ω). Dinyatakan dengan

$$\omega = d\theta/dt$$

2.2.5 Spin Casting

Centrifugal rubber mold casting (crmc) atau dikenal *spin casting* adalah salah satu metode pencetakan atau proses pengecoran dengan menggunakan cetakan *silicone rubber*. Cetakan berbentuk cakram diputar pada mesin pemutar (*spin casting*) dengan kecepatan putar yang sudah ditentukan dan parameter lainnya. Selanjutnya penuangan logam yang telah dicairkan ke dalam cetakan pada saat proses berputarnya cakram *rubber silicone*, logam cair yang sudah dituangkan akan terlempar menjauhi titik pusatnya menggunakan prinsip gaya sentrifugal yang timbul akibat putaran yang diperoleh mesin, sehingga logam tersebut akan memenuhi setiap bagian rongga dari cetakan dan menghasilkan spesimen yang sesuai dengan *master* yang sudah dicetak (Suchyono et al., 2019).

2.2.6 Vulkanisir

Proses vulkanisir adalah salah satu proses pembuatan cetakan dari *master* yang sudah di desain dengan cara memberikan gaya tekan dan suhu yang telah ditetapkan pada *silicone rubber* yang nantinya akan digunakan sebagai cetakan pada saat produksi, bentuk dan kontur pada *silicone rubber* akan mengikuti dari *master* yang telah dibuat secara detail. Vulkanisir yaitu ada 2 buah pemanas yang berada di atas dan bawah yang dapat digerakan secara vertikal (Untoro,2015).

2.2.7 Silicone Rubber

Cetakan karet *rubber mold* atau sering dikenal *silicone rubber* merupakan suatu cetakan berbahan karet silikon, cetakan tersebut digunakan sebagai tempat yang akan digunakan sebagai cetakan pada saat penuangan logam pada mesin *spin casting*. *rubber mold* memiliki beberapa kelebihan diantaranya memiliki sifat yang stabil atau tidak mudah berubah ukurannya serta memiliki ketahanan terhadap panas hingga 500°C sehingga digunakan sebagai cetakan pada proses casting (Setiawan et al., 2017).

2.2.8 Zinc alloy

Zinc alloy adalah salah satu material yang sering digunakan sebagai material pengecoran dalam spin casting, alasan penggunaan material *zinc alloy* karena memiliki ketahanan yang baik terhadap gesekan dan aus selain itu tahan terhadap korosi dalam berbagai kondisi (Li et al., 1995). Beberapa unsur yang terdapat pada *zinc alloy* yaitu, *zinc* (Zn) ditambah beberapa panduan lain yaitu aluminium (Al), Magnesium (Mg), *copper* (cu), Lead (pb), *nikel* (Ni), besi (Fe).

Zinc alloy memiliki keunggulan lain yaitu titik lebur yang rendah sehingga dapat menghemat waktu dan menurunkan konsumsi energi, selain itu panduan seng dapat mengisi rongga cetakan yang berbentuk kompleks karena memiliki sifat fluiditas yang tinggi (Pola et al., 2020).

2.2.9 Mesin 3D Print SLA

Penelitian ini menggunakan mesin *3D Print SLA (stereolithography)* untuk pembuatan *master* cetakan dikarenakan mempunyai tingkat ketelitian yang tinggi dan hasil permukaan yang halus (Cahyandari, 2016). *3D Print SLA* adalah mesin printer 3D dengan proses kerja mencetak layer demi layer menggunakan cahaya polimerisasi foto dimana cahaya yang akan menyebabkan rantai molekul dan akan membentuk polimer pada pembuatan model dan *prototype* (Rusianto & Huda, 2019)

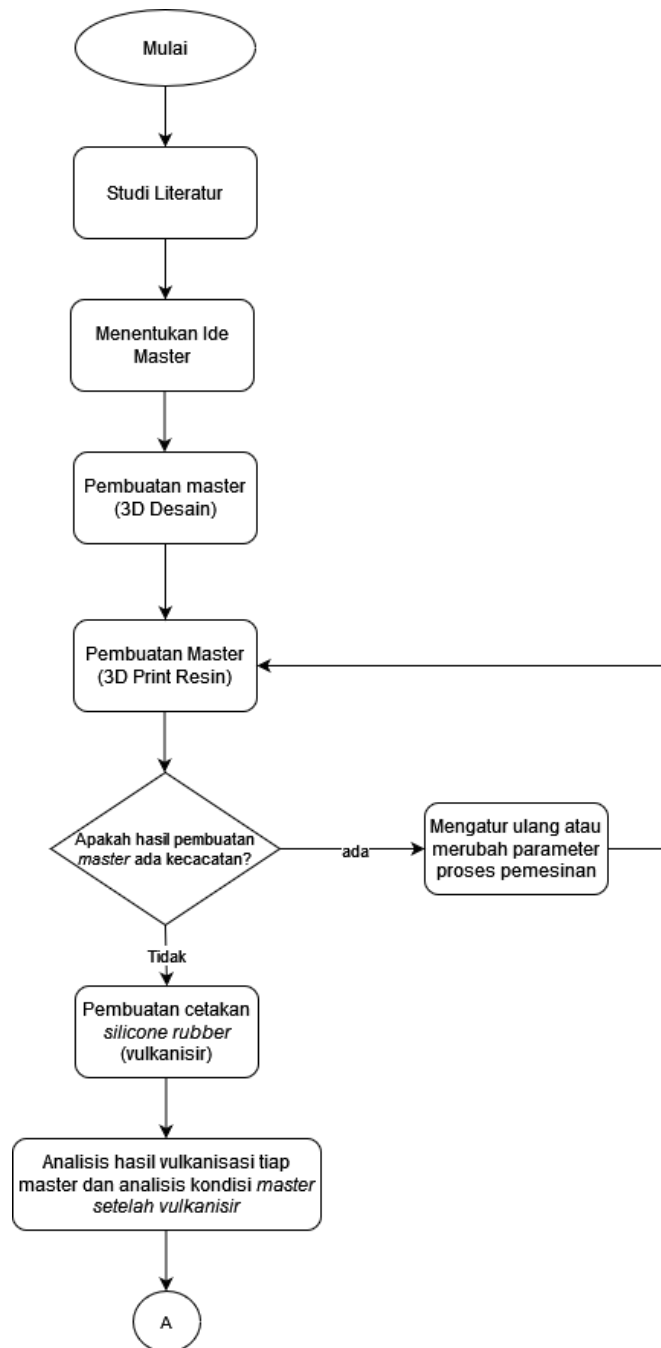
2.2.10 Runner

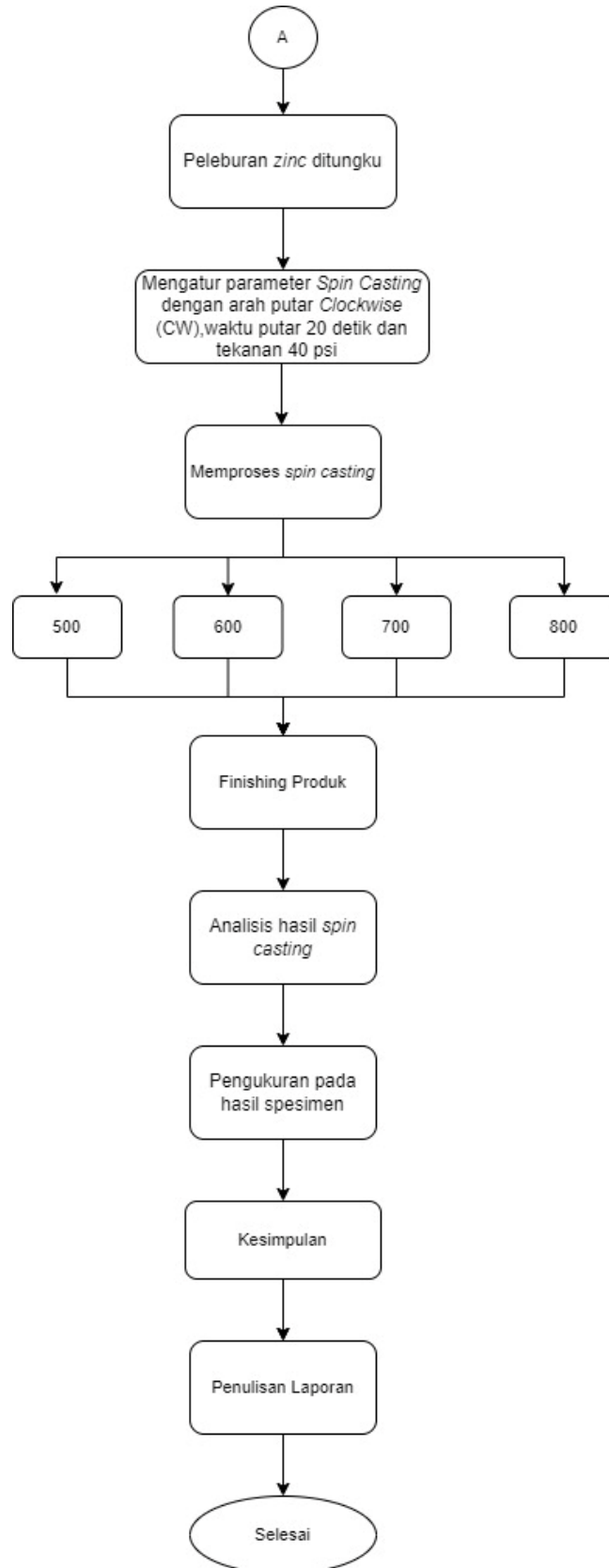
Runner adalah saluran yang menghubungkan bagian dasar *sprue* dengan *gate* (Erdian Suntosa, n.d.). *Runner* dengan bentuk lurus lebih baik dalam mengalirkan material logam cair dibandingkan dengan bentuk lainnya (Beznák et al., 2010)

BAB 3 METODE PENELITIAN

3.1 Alur Penelitian

Berikut merupakan diagram alur penelitian yang dapat dilihat pada gambar 3.1 sebagai berikut:





Gambar 3. 1 Diagram alur penelitian

3.1.1 Penjelasan Alur Penelitian

1. Studi Literatur

Dalam studi literatur disini mencari dan mengumpulkan data dari penelitian sebelumnya baik dari jurnal, prosiding atau buku yang digunakan sebagai acuan dalam penelitian ini.

2. Penentuan Ide *Master*

Menentukan bentuk *master* yang akan digunakan sebagai cetakan pada proses vulkanisasi dengan mengacu pada beberapa aspek diantaranya *master* tidak boleh terlalu besar, kemudian tebal *master* tidak boleh terlalu tebal, bertujuan agar *master* tidak mudah terisi oleh material logam pada saat proses *spin casting*.

3. Pembuatan *Master 3D* desain

Pembuatan *master* yaitu pembuatan desain 3D menggunakan aplikasi *software 3D*, aplikasi yang digunakan pada penelitian ini adalah solidworks 2020 untuk desain yang digunakan berupa bentuk geometri.

4. Pembuatan Cetakan Dengan *Silicone Rubber*

Pembuatan cetakan menggunakan metode vulkanisir yaitu *master* yang telah dibuat diletakkan diantara *rubber mold* yang diberi tekanan dan suhu yang telah ditentukan selama waktu yang telah di atur.

5. Peleburan *Zinc* Pada Tungku Pelebur

Material logam *zinc* yang berbentuk batangan dimasukkan ke dalam mesin pelebur kemudian mengatur suhu mesin hingga material logam mencair.

6. Proses *Casting* Sesuai Dengan Parameter yang Diatur

Proses *spin casting* yang dilakukan menggunakan parameter yang telah ditentukan yaitu percobaan dilakukan sebanyak 4 kali pada setiap parameter yang telah ditentukan. Parameter tetap yang digunakan yaitu tekanan sebesar 40 psi, waktu *spin casting* 20 detik, suhu *zinc alloy* yang digunakan 550°C, arah putar searah jarum jam (CW). Kecepatan putar yang digunakan yaitu sebesar 500 RPM, 600 RPM, 700 RPM dan 800 RPM.

7. Proses Analisis Hasil Vulkanisir

Pada proses ini menganalisis hasil spesimen dengan melihat secara visual, dimensi dan kesesuaian dimensi dengan *master* pada setiap spesimen yang dihasilkan.

8. Menentukan Hasil Spesimen

Menentukan *runner* mana yang hasilnya mendekati dengan *master* yang telah dibuat.

9. Finishing Spesimen

Pada proses *finishing* ini merupakan proses penghalusan spesimen dengan menggunakan amplas dengan tujuan agar pada saat pengukuran mendapatkan hasil yang akurat.

10. Pengukuran Spesimen

Pengukuran spesimen dilakukan dengan menggunakan timbangan digital dengan ketelitian 200 mg untuk menimbang massa dari spesimen dan jangka sorong untuk mengukur dimensi spesimen selanjutnya mengumpulkan data yang didapat kemudian diolah dari data yang didapatkan.

11. Kesimpulan

Setelah dilakukan analisis selanjutnya dapat ditarik kesimpulan mengenai penelitian yang telah dilakukan

12. Penulisan laporan

13. Selesai

3.2 Peralatan dan Bahan

3.2.1 Peralatan

Peralatan dan bahan adalah penunjang dari sebuah penelitian, peralatan yang digunakan terbagi menjadi dua yaitu perangkat keras dan perangkat lunak.

1. Perangkat Keras

a. Mesin Vulkanisir

Pada proses vulkanisir dilakukan menggunakan mesin vulkanisir P-400 *matic* pada gambar 3.2 yang berada di Laboratorium Teknik Mesin UII, mesin ini berfungsi untuk membuat cetakan dari *silicone rubber* agar mencetak produk yang akan dilakukan pengecoran.



Gambar 3. 2 Mesin Vulkanisir P-400

Sumber: Dokumentasi Pribadi

b. Mesin pelebur material

Penelitian ini menggunakan mesin peleburan material *F-120 matic* pada gambar 3.3, yang berada di Laboratorium Teknik Mesin UII. Mesin ini berfungsi untuk meleburkan material yang akan di cor untuk digunakan pada penelitian ini yaitu material *zinc*.



Gambar 3. 3 Mesin Pelebur Material F-120 *Matic*

Sumber: Dokumentasi Pribadi

c. Mesin *Spin Casting*

Mesin *spin casting* merupakan mesin yang memanfaatkan gaya sentrifugal pada saat proses pengecoran dengan material *zinc* yang sudah cair kemudian mengisi rongga-rongga cetakan yang telah dibuat. Mesin yang dipakai yaitu *C-400 Matic* seperti pada gambar 3.4 yang berada di Laboratorium Teknik Mesin UII.

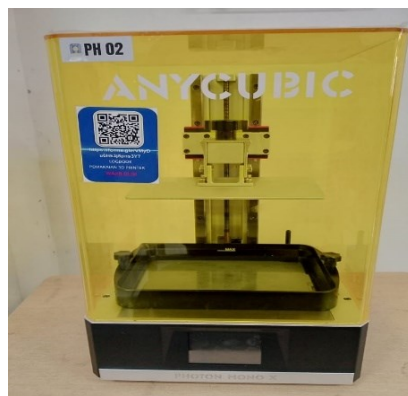


Gambar 3. 4 Mesin *Spin Casting* C-400

Sumber: Dokumentasi Pribadi

d. Mesin *3D Print Resin*

Pada penelitian ini *master* dicetak menggunakan mesin dengan merek *Anycubic photon mono x* seperti pada gambar 3.5, Mesin ini berada di Laboratorium Teknik Mesin UII. Untuk *master* 3D menggunakan bahan resin dengan metode sinar UV.



Gambar 3. 5 Mesin *3d Printing* Resin

Sumber: Dokumentasi Pribadi

e. Jangka sorong

Jangka sorong digunakan untuk mengukur dimensi produk yang telah dihasilkan pada penelitian ini. jangka sorong yang digunakan bermerek WIPRO dengan ketelitian 0,02 mm pada gambar 3.6.



Gambar 3. 6 Jangka Sorong

Sumber: Dokumentasi Pribadi

f. Timbangan Digital

Timbangan digital digunakan untuk menimbang berat dari hasil casting. Merk timbangan digital yang digunakan yaitu CAMRY EHA-401 dengan kapasitas maksimal 200 gram dan ketelitian 0,02 gram pada gambar 3.7.



Gambar 3. 7 Timbangan Digital

Sumber: Dokumentasi Pribadi

g. Moulding Frame



Gambar 3. 8 Moulding Frame

Sumber: Dokumentasi Pribadi

Moulding frame pada gambar 3.8 digunakan sebagai tempat *rubber mold* pada saat akan dilakukan proses vulkanisir dimana nanti bagian atas *moulding frame* akan ditekan oleh mesin vulkanisir.

2. Perangkat Lunak

a. Solidworks 2020

Software pada gambar 3.9 digunakan untuk mendesain 3D untuk pembuatan desain produk, *gate*, *runner* yang digabungkan menjadi satu untuk selanjutnya akan dilakukan proses *3D Print*.



Gambar 3. 9 Software *Soliworks*

b. Photon Workshop 64

Pada penelitian ini *software* pada gambar 3.10 digunakan untuk memproses pemesinan *3D Print Resin* yaitu software *3d print Photon Workshop 64*.



Gambar 3. 10 Aplikasi Photon Workshop 64

3.2.2 Bahan

a. Resin

Resin yang digunakan untuk membuat master, *runner* dan *gate* pada proses 3D *print resin* seperti pada gambar 3.11.



Gambar 3. 11 Resin

Sumber: Dokumentasi Pribadi

b. Zinc alloy

Material logam yang digunakan pada proses pengecoran pada penelitian ini menggunakan *zinc alloy* pada gambar 3.12.



Gambar 3. 12 *Zinc alloy*

Sumber: Dokumentasi Pribadi

3. *Silicone Rubber*

Silicone rubber digunakan sebagai cetakan pada produk saat vulkanisir sampai membentuk seperti model *master* yang telah dibuat, selanjutnya akan dilakukan proses pengecoran pada *rubber* tersebut.



Gambar 3. 13 *Silicone Rubber*

Sumber: Dokumentasi Pribadi

4. *Talc*

Penggunaan *talc* pada gambar 3.14 yaitu mencegah *silicone rubber* menempel diantara bagian atas dengan bagian bawah pada saat dilakukan proses vulkanisir.



Gambar 3. 14 *Talc*

Sumber: Dokumentasi Pribadi

5. *Rubber* Elastis

Penggunaan *rubber* Elastis pada gambar 3.15 digunakan untuk menambal bagian berlubang pada *master*, bertujuan agar mempermudah pada saat proses pengangkatan *master* dari *silicone rubber*.



Gambar 3. 15 *Rubber* Elastis

Sumber: Dokumentasi Pribadi

3.3 Parameter penelitian

Terdapat beberapa parameter yang digunakan pada penelitian ini yaitu parameter konstan dan parameter proses pada proses pengecoran dengan mesin *spin casting*.

3.3.1 Parameter Konstan

Parameter konstan yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada tabel 3.1 berdasarkan dari penelitian yang dilakukan sebelumnya dan juga arahan maupun masukan yang didapatkan pada saat mengikuti bimbingan.

Tabel 3. 1 Parameter Konstan

No	Variabel	Nilai	Satuan
1	Tekanan vulkanisir	100	psi
2	Suhu vulkanisir	180	°C
3	Waktu vulkanisir	5.400	s
4	Waktu penuangan pengecoran	2	s
6	Waktu putar <i>spin casting</i>	20	s
7	Tekanan <i>spin casting</i>	40	psi
8	Suhu peleburan logam	450-550	°C
9	Arah putar	<i>Clockwise</i> (CW)	

3.3.2 Parameter Proses

Parameter proses yaitu parameter yang nilai dan variasinya yang sudah ditentukan dengan tujuan mendapatkan analisis pengaruhnya terhadap parameter yang di variasikan (Damayanti,2017), untuk kecepatan putar yang digunakan dapat dilihat pada tabel 3.2.

Tabel 3. 2 Parameter Proses

No	Variabel	Nilai	Satuan
1	Kecepatan Putar	500,600,700,800	RPM

3.4 Penelitian

Penentuan kriteria dalam sebuah penelitian harus mewakili hasil sesuai dengan yang diharapkan dan variasi apa yang akan dilakukan pada proses penelitian yaitu:

3.4.1 Studi Literatur

Sebelum melakukan penelitian sebaiknya perlu dilakukan studi literatur terlebih dahulu. Proses ini bertujuan untuk mencari referensi dan mengumpulkan data-data dari literatur yang sebelumnya berkaitan dengan penelitian ini baik dari jurnal, buku dan penelitian orang lain yang digunakan sebagai acuan dari penelitian ini.

3.4.2 Ide

Pada penelitian ini yang menjadi fokus terletak pada *runner* yang berguna sebagai aliran material logam dari *sprue* menuju cetakan dimana Peneliti akan memvariasikan bentuk *runner* mengerucut dengan *runner* yang tidak divariasikan sebagai pembanding pada proses *spin casting* dan melihat pengaruhnya terhadap keterisian material logam.

Runner yang digunakan pada penelitian ini ada 3 variasi, untuk *runner* yang berbentuk kerucut terpancung memiliki 2 variasi dengan diameter *output* sebesar 3 mm pada kedua variasi sedangkan untuk *input* pada variasi 1 sebesar 5 mm dan untuk variasi 2 sebesar 7 mm sedangkan untuk *runner* yang berbentuk silinder sebagai perbandingan menggunakan ukuran diameter sebesar 3 mm. Ukuran *input* 5 mm dan 7 mm dipilih diharapkan dapat terlihat pengaruh keterisiannya dengan membuat selisih sebesar 2 mm, ukuran terbesar 7 mm dipilih dengan pertimbangan agar material logam dapat mengalir dengan optimal jika dibuat lebih besar maka aliran logam tidak maksimal sedangkan ukuran 3 mm dipilih berdasarkan *runner* yang dibuat manual pada penelitian sebelumnya.

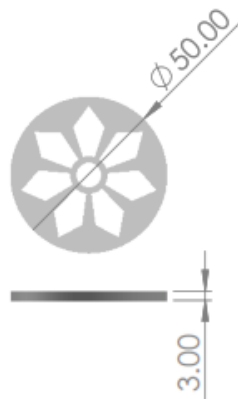
3.4.3 Penentuan *Master*

Sebelum melakukan pembuatan *master* pada perangkat lunak 3D CAD, Perlu adanya penentuan bentuk *master* yang akan digunakan sebagai cetakan pada proses vulkanisir. Syarat utama bentuk *master* yang akan digunakan pada penelitian ini harus memiliki ketebalan yang tipis agar sulit dimasuki oleh material logam cair bertujuan agar dapat dilihat perbandingan keterisiannya pada setiap *runner*. Panjang *runner* pada master tidak boleh terlalu pendek akan menyebabkan

tabrakan pada setiap master kemudian jika panjang *master* terlalu besar maka *master* akan menabrak pin pada saat vulkanisasi dan tidak akan bisa masuk kedalam *molding frame*.

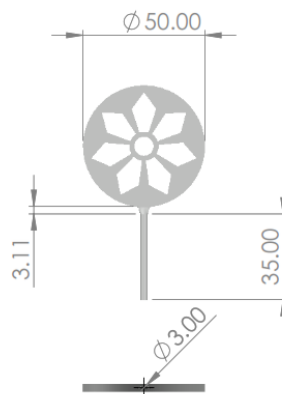
3.4.4 Pembuatan 3D Master

Dalam membuat desain *master* yang digunakan pada penelitian ini menggunakan aplikasi *software Solidworkss 2020* dimaksudkan untuk mempermudah peneliti dalam membuat desain *master* yang akan digunakan dalam proses vulkanisir. Bentuk desain *master* yang telah dibuat dapat dilihat pada gambar 3.15 berikut :



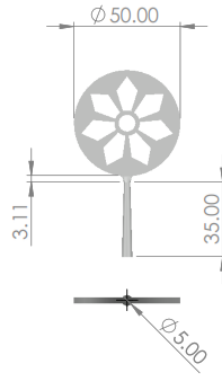
Gambar 3. 16 Desain *Master*

Bentuk *master* yang akan digunakan pada penelitian kali ini, memiliki ukuran diameter 50 mm dan memiliki ketebalan 3 mm.



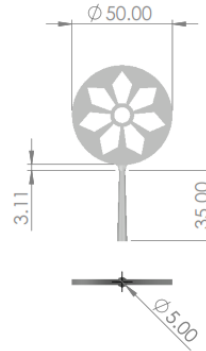
Gambar 3. 17 Desain *master* silinder

Pada gambar 3.16 merupakan desain *master* yang memiliki diameter *master* 50 mm dan ketebalan 3 mm, panjang *runner* 35 mm dengan diameter *input* dan *output* 3 mm, panjang *gate* 3,11 mm.



Gambar 3. 18 Desain *master* mengerucut variasi 1

Pada gambar 3.17 adalah desain *master* mengerucut variasi 1 dengan diameter *master* 50 mm ketebalan 3 mm, panjang *runner* 35 mm diameter *output* 3 mm dan diameter *input* 5 mm, panjang, *gate* 3,11 mm.



Gambar 3. 19 Desain *master* mengerucut variasi 2

Pada gambar 3.18 merupakan desain *master* mengerucut variasi 2 dengan diameter *master* 50 mm ketebalan 3 mm, panjang *runner* 35 mm diameter *output* 3 mm dan diameter *input* 7 mm, panjang *gate* 3,11 mm.

3.4.5 Pembuatan *Master* dengan *3D Print*

Setelah membuat bentuk *master* yang akan digunakan pada penelitian ini, tahap selanjutnya membuat *master* yang nantinya akan digunakan untuk proses

pengecoran. Pembuatan *master* dilakukan menggunakan mesin *3D Printing Resin* dengan merek *Anycubic Photon Mono X*. Untuk jenis resin yang digunakan berjenis *bio-photopolymer resin*. *Master* yang telah dibuat disimpan dengan format aplikasi yang digunakan pada mesin kemudian melakukan pengaturan sebelum masuk proses pencetakan. Beberapa hal yang perlu dipersiapkan pada saat pembuatan *master* adalah sebagai berikut:

1. Mempersiapkan *file master* dengan format (.stl)
2. Membuka perangkat lunak *photon* kemudian mengatur parameter sudut *master* dan menambahkan *support* serta mengatur posisi *master*.
3. Menyimpan *file* yang telah diatur dengan format *pwm*.
4. Memindahkan *file* dengan *flashdisk* yang telah disediakan selanjutnya memasang *flashdisk* pada mesin.
5. Menyalakan mesin *3D Print Resin* dan menuangkan *resin* pada mesin.
6. Mulai proses pemesinan.
7. Setelah selesai, dilakukan proses perendaman pada *master* di larutan alkohol dan kemudian pemanasan pada *master*.
8. Melakukan proses *finishing* pada *master* yang sudah dibuat, dari proses menghilangkan *support* dan membersihkan sisa *support* yang masih menempel pada *master*.
9. Kemudian *master* siap digunakan.

3.4.6 Proses Vulkanisir Cetakan *Master*

Proses vulkanisir merupakan proses pemberian tekanan dan panas pada *master* diantara dua *silicone rubber* dengan tujuan agar *silicon rubber* menjadi cetakan sesuai dengan *master* yang telah dibuat. Proses vulkanisir yang dilakukan pada penelitian ini menggunakan mesin vulkanisir seri P-400 Matic yang berada di Laboratorium Pojok Inovasi dan Kreativitas serta dengan menggunakan parameter-parameter yang sudah ditentukan sebagai berikut:

1. Suhu vulkanisir: 180°C
2. Tekanan vulkanisir: 100 psi
3. Waktu vulkanisir: 5.400 s

Beberapa tahapan yang dilakukan pada proses vulkanisir, berikut tahapan proses vulkanisir:

1. Merendam *master* dengan cairan resin yang telah dicetak dengan mesin *3D Print Resin*, proses ini bertujuan agar *master* tahan terhadap panas dan tekanan ketika vulkanisir.



Gambar 3. 20 Merendam master

2. Menambal lubang pada *master* dengan menggunakan *rubber* hal ini dilakukan agar *master* mudah untuk dilepas dengan *silicone rubber* setelah dilakukan proses vulkanisir.
3. Menyiapkan *silicone rubber* bagian atas dan bawah dan *master* yang akan digunakan.
4. Menata *master* hingga terisi seluruh *silicone rubber* proses ini bertujuan agar tidak ada ruang kosong pada *silicone rubber*.
5. Memasukan *silicone rubber* kedalam *moulding frame* setelah itu meletakkan pin pengunci dengan menekan pin tersebut sampai dengan masuk ke dalam *silicone rubber*, pemberian lapisan talc pada *silicon rubber* dengan tujuan tidak lengket.



Gambar 3. 21 Posisi *master* pada *silicone rubber*

6. Pemasangan *silicon rubber* bagian atas dengan penekanan *silicon rubber* bertujuan agar pin pengunci sedikit menonjol keluar *silicon rubber*.



Gambar 3. 22 Pemasangan *silicone rubber* bagian atas

7. Mengikis benjolan pada *master* dan pin pengunci pada *silicone rubber* hingga menjadi rata dilanjutkan dengan memberi talc pada permukaan *rubber*.
8. Setelah selesai, tutup dan kunci *moulding frame* tersebut seperti pada gambar 3.23.



Gambar 3. 23 Menutup *Silicone Rubber*

9. Memasukkan *molding frame* kedalam mesin vulkanisir serta memastikan posisi *molding frame* berada di bagian tengah.
10. Melakukan proses vulkanisir dengan mengatur parameter tekanan sebesar 100 psi dan pengaturan suhu 180°C, Proses vulkanisir dilakukan selama kurang lebih 1,5 jam.
11. Setelah proses vulkanisir selesai, diamkan hingga *molding frame* dingin, kemudian keluarkan *silicon rubber* dari *molding frame* setelah itu ratakan bagian yang masih kurang rata.

3.4.7 Proses Pengecoran

Proses pengecoran pada penelitian ini menggunakan mesin spin casting C-400 dan material logam yang digunakan yaitu *zinc alloy*. Langkah-langkahnya sebagai berikut:

1. Menyalakan mesin pelebur logam *zinc* dan mengatur suhu pada mesin di angka 450 – 550°C dengan tujuan *zinc* dapat mencair.
2. Menyalakan mesin spin casting C-400 Matic dan mengatur parameter mesin *spin casting* dengan parameter yang ingin digunakan pada penelitian ini dan menghidupkan kompresor untuk tekanan pada mesin.
3. Menyiapkan *silicone rubber* dan memberikan bedak pada permukaannya bertujuan ketika nanti dilepas setelah dilakukan pengecoran tidak lengket pada *silicone rubber*nya seperti pada gambar 3.24.



Gambar 3. 24 Pemberian *talc*

4. Memasukkan *silicone rubber* kedalam mesin dan memposisikan *silicone rubber* di tengah mesin.
5. Menuangkan material logam *zinc* yang sudah mencair kedalam mesin *spin casting* melalui corong yang berada di atas mesin pada saat mesin sudah berputar.



Gambar 3. 25 Proses penuangan logam *zinc* ke mesin spin casting

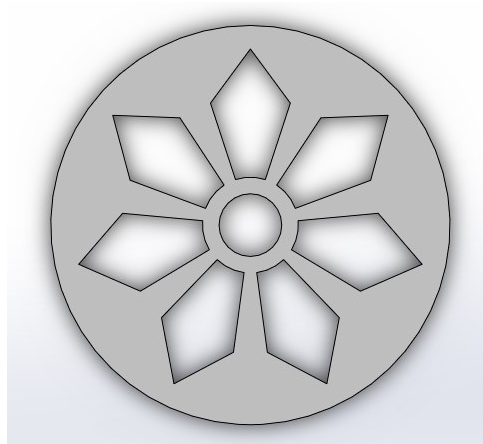
6. Pada penelitian ini, peneliti memvariasikan parameter kecepatan 500 RPM, 600 RPM, 700 RPM, 800 RPM, Namun untuk tekanan dan waktu putarnya tidak divariasikan dan arah putar yang digunakan searah jarum jam atau *clockwise* (CW) parameter ini berdasarkan jurnal yang sudah pernah dibuat.

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil 3D *Master*

Proses pembuatan *master* pada penelitian ini menggunakan *software* 3D yaitu *Solidworks* 2020.

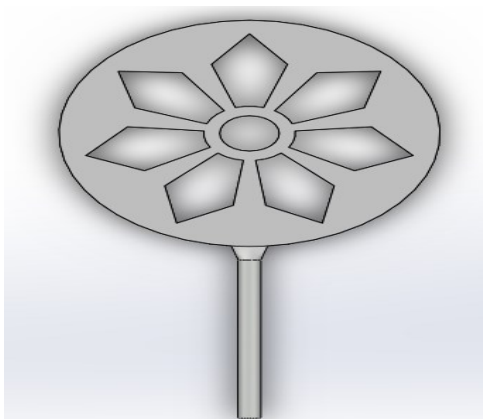


Gambar 4. 1 Desain *Master*

Pada gambar 4.1 merupakan desain *master* yang digunakan pada proses *spin casting* dengan rincian dimensi *master* pada tabel 4.1 sebagai berikut:

Tabel 4. 1 Keterangan ukuran *master*

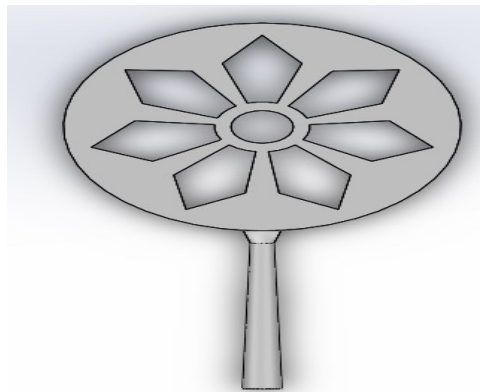
Diameter <i>master</i>	50 mm
Tebal	3 mm



Gambar 4. 2 Desain *master* tidak divariasi

Tabel 4. 2 Keterangan dimensi *master* tidak divariasi

Diameter <i>master</i>	50 mm
Tebal <i>Master</i>	3 mm
Panjang <i>runner</i>	35 mm
Diameter <i>runner</i>	3 mm
Panjang <i>gate</i>	3,11 mm
Tinggi <i>gate</i>	0,95 mm
Lebar <i>gate</i>	4,79 mm



Gambar 4. 3 Desain *master* mengerucut variasi 1

Tabel 4. 3 Desain *master* mengerucut variasi 1

Diameter <i>master</i>	50 mm
Tebal <i>Master</i>	3 mm
Panjang <i>runner</i>	35 mm
Diameter <i>runner input</i>	3 mm
Diameter <i>runner output</i>	5 mm
Panjang <i>gate</i>	3,11 mm
Tinggi <i>gate</i>	0,95 mm
Lebar <i>gate</i>	4,79 mm
Sudut <i>runner</i>	3,66°



Gambar 4. 4 Desain *master* mengerucut variasi 2

Tabel 4. 4 Desain *master* mengerucut variasi 2

Diameter <i>master</i>	50 mm
Tebal <i>Master</i>	3 mm
Panjang <i>runner</i>	35 mm
Diameter <i>runner input</i>	3 mm
Diameter <i>runner output</i>	7 mm
Panjang <i>gate</i>	3,11 mm
Tinggi <i>gate</i>	0,95 mm
Lebar <i>gate</i>	4,79 mm
Sudut <i>runner</i>	6,53°

Pada gambar 4.2 sampai gambar 4.4 merupakan desain *master* yang menggabungkan *master*, *gate*, *runner* pada proses *spin casting* dengan rincian dimensi *master* pada tabel 4.2 sampai tabel 4.4.

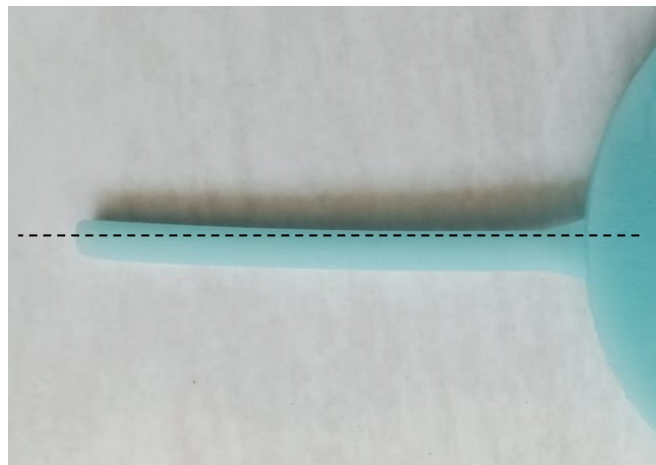
4.2 Hasil *Master* Cetakan

Setelah melakukan proses pembuatan *master* dengan aplikasi 3D maka selanjutnya adalah proses pembuatan *master* dengan menggunakan *3D Printing Resin Photon Mono X*. Proses pembuatan *master* menggunakan *3D printing resin* yang tersedia di Laboratorium Mekatronika dengan melakukan beberapa kali percobaan untuk menghasilkan *master* yang terbaik dengan desain yang telah dibuat sebelumnya. Parameter yang digunakan pada *Photon Mono x* dapat dilihat pada gambar 4.5 sebagai berikut:

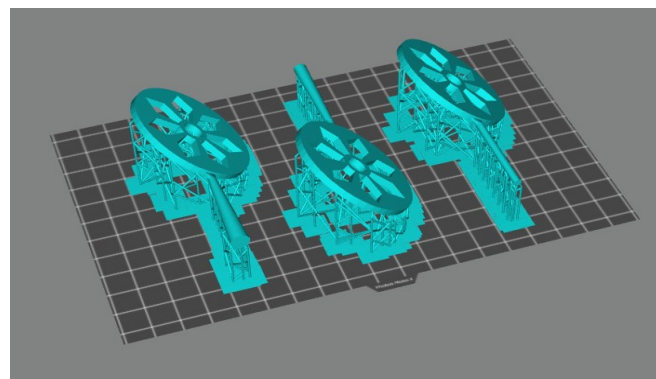
Resin Type:	Basic
Resin Price:	218.00 ¥
Resin Volume(ml):	500.00
Layer Thickness(mm):	0.050
Normal Exposure Time(s):	2.00
Off Time(s):	0.50
Bottom Exposure Time(s):	40.00
Bottom layers:	6

Gambar 4. 5 Parameter 3D Printing Resin

Dari percobaan pertama dengan aplikasi photon workshop kemiringan 30 mm deg dan 5 deg tinggi 10 mm terdapat kendala *runner* yang dihasilkan dari mesin 3D Print mengalami kemiringan pada ujungnya seperti pada gambar 4.6.



Gambar 4. 6 Kendala Master



Gambar 4. 7 Setting Parameter Pada software photon workshop

Solusi dari permasalahan melengkungnya *runner* pada *master* yaitu dengan menambah kemiringan *master* menjadi 40 mm dan menambah ketinggian menjadi 15 mm kemudian menambah *support* secara manual pada bagian *runner* seperti pada gambar 4.7 dengan tujuan untuk memperkuat struktur pada bagian *runner*.

4.3 Hasil Proses Vulkanisir

Setelah proses pembuatan *master* cetakan kemudian memasuki proses vulkanisir *silicone rubber* yang nantinya akan menjadi *mold* untuk proses *casting*. Proses vulkanisir yang dilakukan menggunakan parameter yang telah ditentukan dengan rincian pada tabel 4.5.

Tabel 4. 5 Parameter Vulkanisir

No	Variabel	Nilai	Satuan
1	Suhu Vulkanisir	180	°C
2	Tekanan Vulkanisir	100	psi
3	Waktu Vulkanisir	5400	s

Berikut ini merupakan hasil dari proses vulkanisir *silicone rubber* dengan menggunakan parameter yang telah ditentukan pada gambar 4.8 berikut.



Gambar 4. 8 Hasil Proses Vulkanisir

Setelah proses vulkanisir dilanjutkan dengan proses pengambilan *master* yang ada pada *silicone rubber* dengan menggunakan alat pencongkel.



Gambar 4. 9 Proses Penyongkelan *Master*

Dengan hasil vulkanisir yang baik maka hasil pengecorannya juga akan menjadi baik, karena cairan logam *zinc* hanya akan memenuhi wadah yang dilewatinya. Kondisi *master* cetakan setelah vulkanisir dapat dilihat pada gambar 4.10.



Gambar 4. 10 Kondisi *Master* setelah Vulkanisir

Dari proses vulkanisir yang dilakukan, *master* cetakan mengalami perubahan bentuk yaitu terdapat 2 *master* yang kondisinya tidak utuh. hal ini dapat terjadi karena terdapat 2 kemungkinan, pertama *resin* yang digunakan tidak kuat menahan tekanan dan panas dari mesin vulkanisir, kedua ukuran *gate* yang terlalu tipis sehingga pada saat proses pencongkelan, *gate* tidak kuat menahan tekanan yang diberikan.

4.4 Hasil Pengecoran

4.4.1 Pengecoran dengan menggunakan variasi kecepatan

Proses pengecoran ini dilakukan dengan menggunakan mesin *spin casting C-400 Matic* dengan arah putar searah jarum jam / *clockwise* (CW). Parameter yang

digunakan pada penelitian ini menggunakan waktu putar 20 detik, tekanan 40 psi dan kecepatan putar 500 RPM, 600 RPM, 700 RPM dan 800 RPM. Berikut ini hasil dari proses pengecoran yang dilakukan:

4.4.2 Hasil *spin casting*

Berikut hasil *spin casting* dari *runner* yang tidak divariasikan dengan diameter 3 mm dan *runner* yang divariasikan mengerucut yaitu variasi 1 dengan diameter *output* 3 mm dan diameter *input* 5 mm kemudian variasi 2 yaitu diameter *output* 3 mm dan *input* 7 mm.

a. Hasil *Spin Casting* Kecepatan Putar 500 RPM

Pengujian yang dilakukan pada penelitian ini dilakukan pengulangan percobaan sebanyak 4 kali bertujuan agar data yang didapat mencukupi untuk dilakukan analisis dengan menggunakan parameter konstan dan parameter tetap yang ditentukan sebelumnya.

1. Hasil spesimen kecepatan putar 500 RPM percobaan 1



Gambar 4. 11 Hasil *Spin Casting* 500 RPM Percobaan 1

b. Hasil spesimen kecepatan putar 500 RPM percobaan 2



Gambar 4. 12 Hasil *Spin Casting* 500 RPM Percobaan 2

c. Hasil spesimen kecepatan putar 500 RPM percobaan 3



Gambar 4. 13 Hasil *Spin Casting* 500 RPM Percobaan 3

d. Hasil spesimen kecepatan putar 500 RPM percobaan 4



Gambar 4. 14 Hasil *Spin Casting* 500 RPM Percobaan 4

b. Hasil *Spin Casting* Kecepatan Putar 600 RPM

Pengujian yang dilakukan pada penelitian ini dilakukan pengulangan percobaan sebanyak 4 kali bertujuan agar data yang didapat mencukupi untuk dilakukan analisis dengan menggunakan parameter konstan dan parameter tetap yang ditentukan sebelumnya.

a. Hasil spesimen kecepatan putar 600 RPM percobaan 1



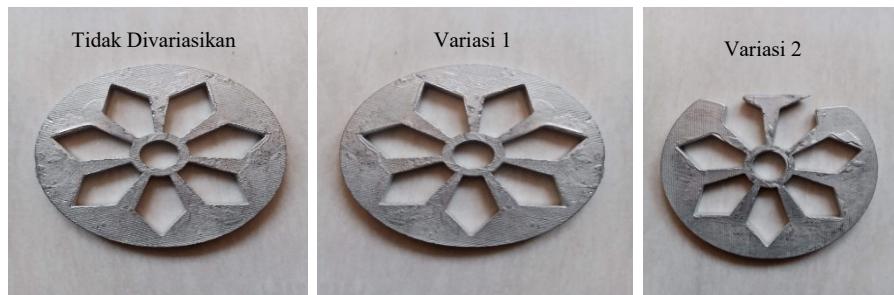
Gambar 4. 15 Hasil *Spin Casting* 600 RPM Percobaan 1

c. Hasil spesimen kecepatan putar 600 RPM percobaan 2



Gambar 4. 16 Hasil *Spin Casting* 600 RPM Percobaan 2

c. Hasil spesimen kecepatan putar 600 RPM percobaan 3



Gambar 4. 17 Hasil *Spin Casting* 600 RPM Percobaan 3

d. Hasil spesimen kecepatan putar 600 RPM percobaan 4



Gambar 4. 18 Hasil *Spin Casting* 600 RPM Percobaan 4

d. Hasil *Spin Casting* Kecepatan Putar 700 RPM

Pengujian yang dilakukan pada penelitian ini dilakukan pengulangan percobaan sebanyak 4 kali bertujuan agar data yang didapat mencukupi untuk dilakukan analisis dengan menggunakan parameter konstan dan parameter tetap yang ditentukan sebelumnya.

a. Hasil spesimen kecepatan putar 700 RPM percobaan 1



Gambar 4. 19 Hasil *Spin Casting* 700 RPM Percobaan 1

b. Hasil spesimen kecepatan putar 700 RPM percobaan 2



Gambar 4. 20 Hasil *Spin Casting* 700 RPM Percobaan 2

c. Hasil spesimen kecepatan putar 700 RPM percobaan 3



Gambar 4. 21 Hasil *Spin Casting* 700 RPM Percobaan 3

d. Hasil spesimen kecepatan putar 700 RPM percobaan 4



Gambar 4. 22 Hasil *Spin Casting* 700 RPM Percobaan 4

e. Hasil *Spin Casting* Kecepatan Putar 800 RPM

Pengujian yang dilakukan pada penelitian ini dilakukan pengulangan percobaan sebanyak 4 kali bertujuan agar data yang didapat mencukupi untuk dilakukan analisis dengan menggunakan parameter konstan dan parameter tetap yang ditentukan sebelumnya.

a. Hasil spesimen kecepatan putar 800 RPM percobaan 1



Gambar 4. 23 Hasil *Spin Casting* 800 RPM Percobaan 1

b. Hasil spesimen kecepatan putar 800 RPM percobaan 2



Gambar 4. 24 Hasil *Spin Casting* 800 RPM Percobaan 2

c. Hasil spesimen kecepatan putar 800 RPM percobaan 3



Gambar 4. 25 Hasil *Spin Casting* 800 RPM Percobaan 3

d. Hasil spesimen kecepatan putar 800 RPM percobaan 4



Gambar 4. 26 Hasil *Spin Casting* 800 RPM Percobaan 4

4.5 Hasil pengukuran massa pada spesimen spin casting

4.5.1 Data Hasil *Spin Casting* 500 RPM

Pada tabel 4.6 hingga tabel 4.8 merupakan hasil pengukuran spesimen dengan kecepatan 500 RPM, tekanan 40 psi dan waktu 20 detik. Pengukuran yang dilakukan dengan menggunakan *vernier caliper* (jangka sorong) dengan tingkat ketelitian 0.02 mm, bertujuan untuk mengetahui dimensi spesimen yang telah dibuat.

Tabel 4. 6 Dimensi *runner* tidak divariasi kecepatan putar 500 RPM

Runner Tidak Divariasi (500 RPM)			
	Diameter (mm)	Tebal (mm)	Massa (gr)
Percobaan 1	46,58	2,78	7,44
Percobaan 2	49,42	3,18	22
Percobaan 3	49,62	3,04	22,48
Percobaan 4	20,2	2,86	7,38
Rata-Rata	46,58	2,97	14,83

Tabel 4. 7 Dimensi *runner* variasi 1 kecepatan putar 500 RPM

Runner Variasi 1 (500 RPM)			
	Diameter (mm)	Tebal (mm)	Massa (gr)
Percobaan 1	48,54	3,1	16,42
Percobaan 2	49,44	3,12	22,42
Percobaan 3	49,4	3,14	22,84
Percobaan 4	49,58	3,14	23,08
Rata-Rata	49,24	3,13	21,19

Tabel 4. 8 Dimensi *runner* variasi 2 kecepatan putar 500 RPM

Runner Variasi 2 (500 RPM)			
	Diameter (mm)	Tebal (mm)	Massa (gr)
Percobaan 1	47,24	2,86	13,16
Percobaan 2	49,16	3,04	21,48
Percobaan 3	49,22	3,05	21,66
Percobaan 4	49,34	3,07	22,94
Rata-Rata	48,74	3,01	19,81

4.5.2 Data Hasil *Spin Casting* 600 RPM

Pada tabel 4.9 hingga tabel 4.11 merupakan hasil pengukuran spesimen dengan kecepatan 600 RPM, tekanan 40 psi dan waktu 20 detik. Pengukuran yang dilakukan dengan menggunakan *vernier caliper* (jangka sorong) dengan tingkat ketelitian 0.02 mm, bertujuan untuk mengetahui dimensi spesimen yang telah dibuat.

Tabel 4. 9 Dimensi *runner* tidak divariasi kecepatan putar 600 RPM

Runner Tidak Divariasi (600 RPM)			
	Diameter (mm)	Tebal (mm)	Massa (gr)
Percobaan 1	47,32	3,02	22,12
Percobaan 2	49,12	3,16	22,22
Percobaan 3	49,24	2,8	13,16
Percobaan 4	48,36	3,14	22,76
Rata-Rata	48,51	3,03	20,07

Tabel 4. 10 Dimensi *runner* variasi 1 kecepatan putar 600 RPM

Runner Variasi 1 (600 RPM)			
	Diameter (mm)	Tebal (mm)	Massa (gr)
Percobaan 1	49,72	3,1	23,12
Percobaan 2	49,44	3,14	23,18
Percobaan 3	49,58	3,14	22,56
Percobaan 4	49,42	3,2	23,76
Rata-Rata	49,54	3,15	23,16

Tabel 4. 11 Dimensi *runner* variasi 2 kecepatan putar 600 RPM

Runner Variasi 2 (600 RPM)			
	Diameter (mm)	Tebal (mm)	Massa (gr)
Percobaan 1	48,84	3,02	22,46
Percobaan 2	48,77	3,02	22,82
Percobaan 3	47,86	3,18	19,32
Percobaan 4	49,66	3,19	23,34
Rata-Rata	48,78	3,10	21,99

4.5.3 Data Hasil *Spin Casting* 700 RPM

Pada tabel 4.12 hingga tabel 4.14 merupakan hasil pengukuran spesimen dengan kecepatan 700 RPM, tekanan 40 psi dan waktu 20 detik. Pengukuran yang dilakukan dengan menggunakan *vernier caliper* (jangka sorong) dengan tingkat ketelitian 0.02 mm, bertujuan untuk mengetahui dimensi spesimen yang telah dibuat.

Tabel 4. 12 Dimensi *runner* tidak divariasi kecepatan putar 700 RPM

Runner Tidak Divariasi (700 RPM)			
	Diameter (mm)	Tebal (mm)	Massa (gr)
Percobaan 1	39,12	2,96	19,36
Percobaan 2	39,92	3,26	20,02
Percobaan 3	38,87	2,94	17,42
Percobaan 4	48,06	3,04	21,32
Rata-Rata	41,49	3,05	19,53

Tabel 4. 13 Dimensi *runner* variasi 1 kecepatan putar 700 RPM

Runner Variasi 1 (700 RPM)			
	Diameter (mm)	Tebal (mm)	Massa (gr)
Percobaan 1	39,82	3,12	18,96
Percobaan 2	49,44	3,13	23,18
Percobaan 3	49,62	3,01	23,02
Percobaan 4	50,02	3,14	24,38
Rata-Rata	47,23	3,10	22,39

Tabel 4. 14 Dimensi *runner* variasi 2 kecepatan putar 700 RPM

Runner Variasi 2 (700 RPM)			
	Diameter (mm)	Tebal (mm)	Massa (gr)
Percobaan 1	39,16	3,06	17
Percobaan 2	50,02	3,14	23,6
Percobaan 3	49,82	3,02	22,76
Percobaan 4	49,66	3,14	23,72
Rata-Rata	47,17	3,09	21,77

4.5.4 Data Hasil *Spin Casting* 800 RPM

Pada tabel 4.15 hingga tabel 4.17 merupakan hasil pengukuran spesimen dengan kecepatan 800 RPM, tekanan 40 psi dan waktu 20 detik. Pengukuran yang dilakukan dengan menggunakan *vernier caliper* (jangka sorong) dengan tingkat ketelitian 0.02 mm, bertujuan untuk mengetahui dimensi spesimen yang telah dibuat.

Tabel 4. 15 Dimensi *runner* tidak divariasi kecepatan putar 800 RPM

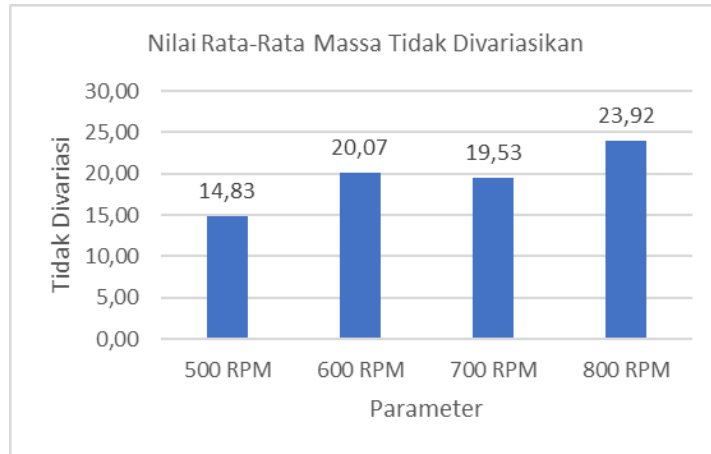
Runner Tidak Divariasi (800 RPM)			
	Diameter (mm)	Tebal (mm)	Massa (gr)
Percobaan 1	49,58	3,08	23,62
Percobaan 2	50,3	3,32	24,02
Percobaan 3	49,5	3,04	23,24
Percobaan 4	50,02	3,06	24,78
Rata-Rata	49,85	3,13	23,92

Tabel 4. 16 Dimensi *runner* variasi 1 kecepatan putar 800 RPM

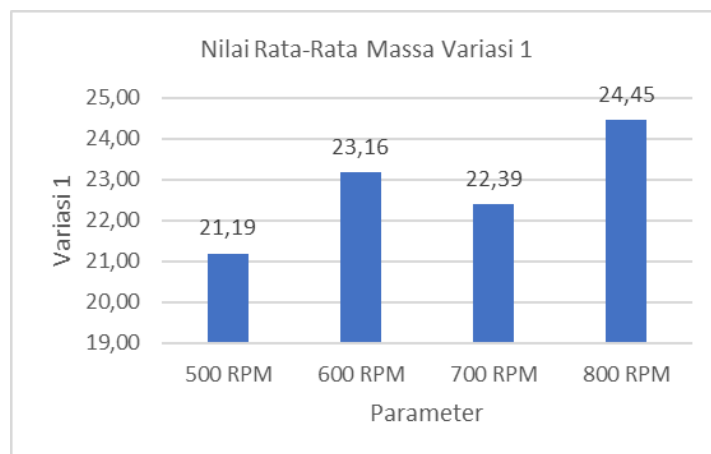
Runner Variasi 1 (800 RPM)			
	Diameter (mm)	Tebal (mm)	Massa (gr)
Percobaan 1	49,82	3,24	24,66
Percobaan 2	50,2	3,18	24,92
Percobaan 3	49,74	3,14	24,38
Percobaan 4	50,28	3,21	23,82
Rata-Rata	50,01	3,19	24,45

Tabel 4. 17 Dimensi *runner* variasi 2 kecepatan putar 800 RPM

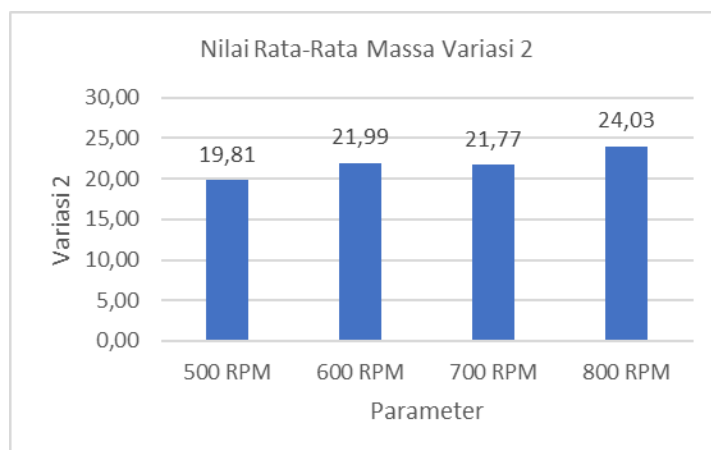
Runner Variasi 2 (800 RPM)			
	Diameter (mm)	Tebal (mm)	Massa (gr)
Percobaan 1	50,1	3,18	24,48
Percobaan 2	49,9	3,15	23,78
Percobaan 3	49,74	3,02	23,52
Percobaan 4	49,82	3,19	24,34
Rata-Rata	49,89	3,14	24,03



Gambar 4. 27 Grafik Massa Spesimen *Spin Casting* Tidak Divariasiasi

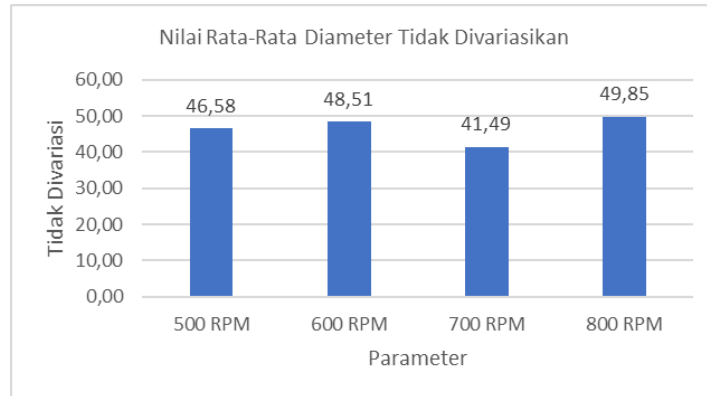


Gambar 4. 28 Grafik Massa Spesimen *Spin Casting* Variasi 1

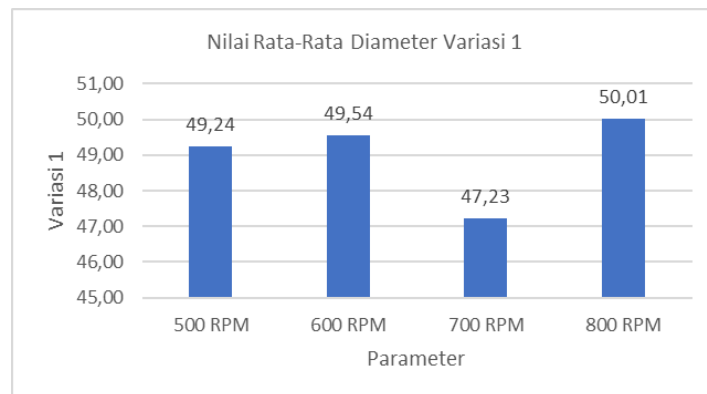


Gambar 4. 29 Grafik Massa Spesimen *Spin Casting* Variasi 2

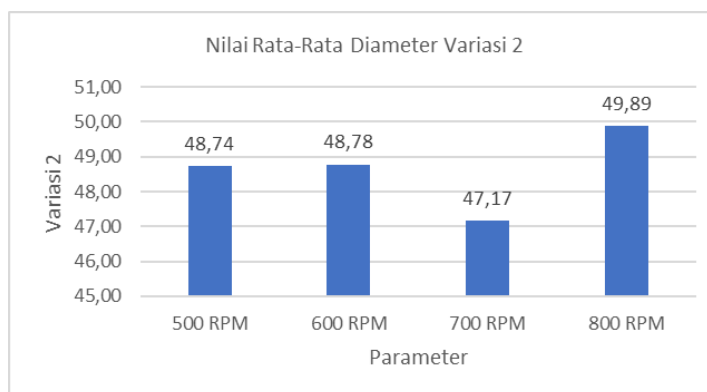
Dapat dilihat pada gambar 4.27 sampai gambar 4.29 dari hasil yang didapatkan menunjukkan hasil, massa pada *runner* dengan variasi mengerucut lebih baik terhadap keterisian material logam dibandingkan dengan *runner* yang tidak divariasikan. Parameter kecepatan terbaik pada setiap variasi *runner* adalah 800 RPM.



Gambar 4. 30 Grafik Diameter Spesimen *Spin Casting* Tidak Divariasiasi

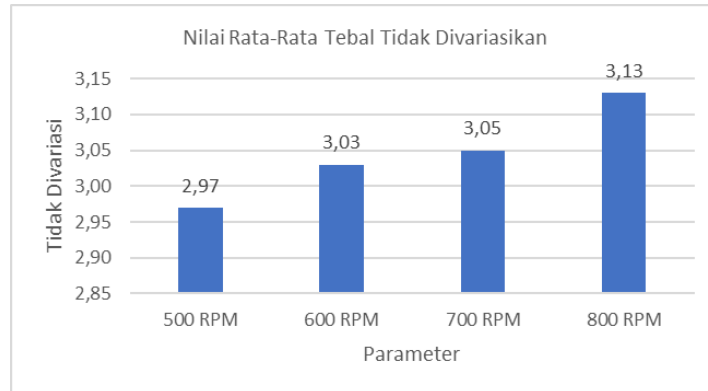


Gambar 4. 31 Grafik Diameter Spesimen *Spin Casting* Variasi 1

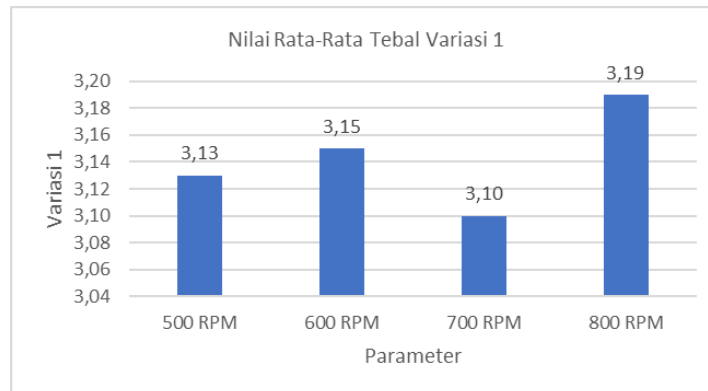


Gambar 4. 32 Grafik Diameter Spesimen *Spin Casting* Variasi 2

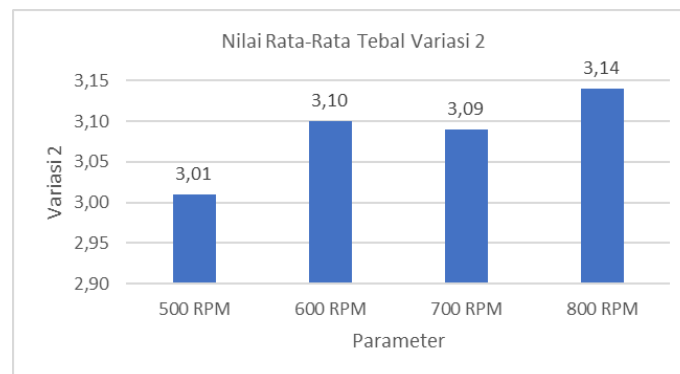
Dapat dilihat pada gambar 4.30 sampai gambar 4.32 dari hasil yang didapatkan menunjukkan hasil, massa pada *runner* dengan variasi mengerucut lebih baik terhadap keterisian material logam dibandingkan dengan *runner* yang tidak divariasikan. Parameter kecepatan terbaik pada setiap variasi *runner* adalah 800 RPM.



Gambar 4. 33 Grafik Tebal Spesimen *Spin Casting* Tidak Divariansi



Gambar 4. 34 Grafik Tebal Spesimen *Spin Casting* Variasi 1



Gambar 4. 35 Grafik Tebal Spesimen *Spin Casting* Variasi 2

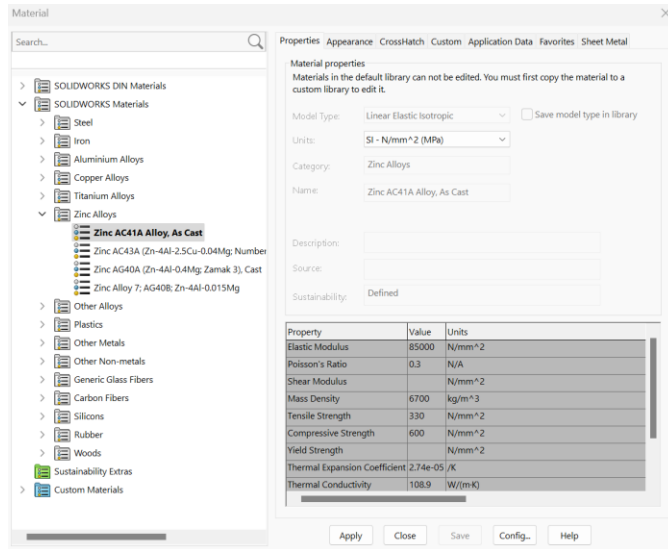
Dapat dilihat pada gambar 4.33 sampai gambar 4.35 dari hasil yang didapatkan menunjukkan hasil, massa pada *runner* dengan variasi mengerucut lebih baik terhadap keterisian material logam dibandingkan dengan *runner* yang tidak divariasikan. Parameter kecepatan terbaik pada setiap variasi *runner* adalah 800 RPM.

Dari hasil pengujian yang dilakukan oleh peneliti menunjukkan *runner* yang divariasikan mengerucut lebih baik dalam mengisi ke dalam cetakan, dibandingkan dengan yang tidak divariasikan. Untuk *runner* variasi 1 atau *runner* dengan diameter *output* 3 mm dan diameter *input* 5 mm tingkat keterisian material logam *zinc* paling mendekati massa actual, dibandingkan dengan *runner* lainnya. Hal ini dapat terjadi dikarenakan beberapa sebab diantaranya semakin besar diameter *runner* maka akan membuat material logam *zinc* tidak optimal dalam mengisi ruang pada cetakan, kemungkinan besar udara yang terjebak akan semakin banyak sehingga mengakibatkan terhambatnya logam cair yang masuk kedalam cetakan, sedangkan jika ukuran diameter *runner* yang terlalu kecil mengakibatkan material logam *zinc* terhambat masuk kedalam cetakan.

4.6 Analisis dan Pembahasan

4.6.1 Pembahasan variasi *runner* terbaik

Data hasil pengukuran yang telah didapatkan, selanjutnya melakukan perhitungan terkait persentase deviasi massa spesimen terhadap massa *master*. Perhitungan standar deviasi digunakan untuk mengetahui massa hasil pengecoran dengan dimensi *master*. Untuk *original size* menggunakan *mass properties* pada aplikasi *solidworks* dengan massa 24,57 gram seperti pada gambar 4.36. Material yang digunakan yaitu Zinc AC41A Alloy, As Cast.



Mass properties of master tes
 Configuration: Default
 Coordinate system: -- default --

Density = 0.01 grams per cubic millimeter

Mass = 24.57 grams

Volume = 3667.42 cubic millimeters

Surface area = 3846.97 square millimeters

Center of mass: (millimeters)
 X = 0.00
 Y = 1.50
 Z = 0.00

Gambar 4. 36 Mass Properties

Rumus yang digunakan untuk mengetahui persentase deviasi sebagai berikut :

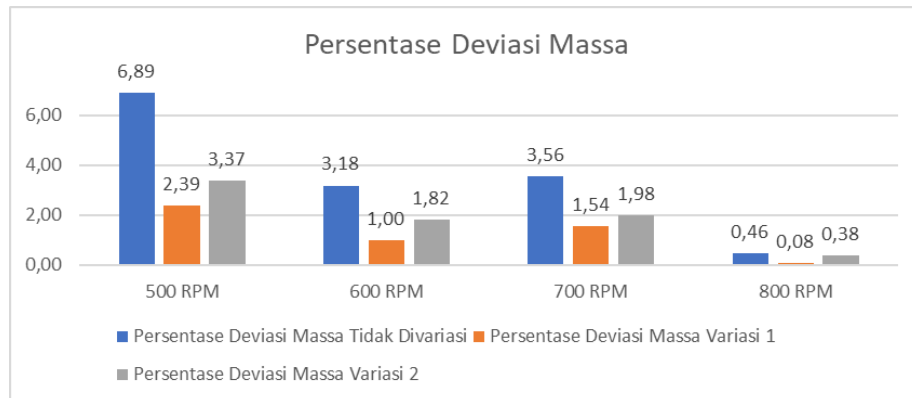
$$\text{Percentage deviation} = 100 - \left(\frac{\text{Cast Size}}{\text{Original Size}} \right) \times 100$$

(Barnard et al., n.d.)

Tabel 4. 18 Persentase Deviasi Massa

Persentase Deviasi Massa			
	Tidak Divariansi	Variasi 1	Variasi 2
500 RPM	6,89	2,39	3,37
600 RPM	3,18	1,00	1,82
700 RPM	3,56	1,54	1,98
800 RPM	0,46	0,08	0,38

Pada tabel 4.18 adalah hasil nilai persentase deviasi massa pada spesimen, dapat dilihat pada tabel pada kecepatan 800 RPM menunjukkan hasil nilai persentase deviasi terkecil atau paling mendekati *original size* dibandingkan dengan kecepatan putar lainnya.



Gambar 4. 37 Grafik Persentase Deviasi Massa

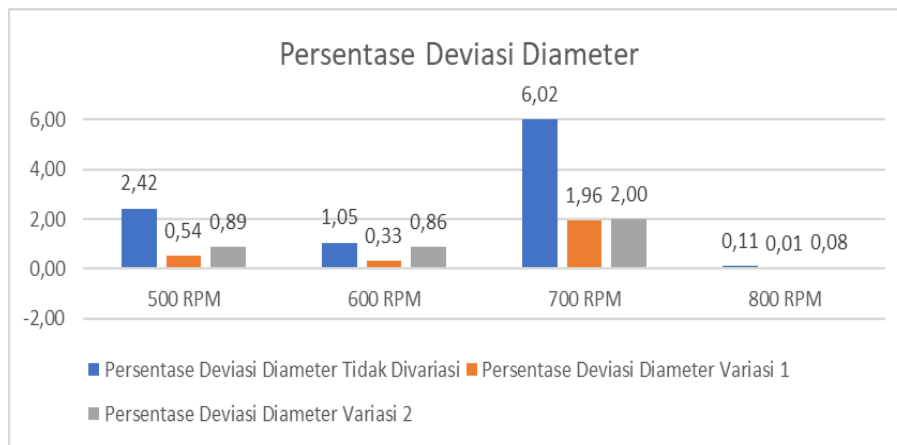
Dapat dilihat pada gambar 4. 37 untuk *runner* variasi 1 dan kecepatan putar *spin casting* 800 RPM yang persentasenya paling kecil. Massa spesimen *spin casting* dengan massa yang ada pada *solidworks* tidak sama karena *master* cetakan yang digunakan melalui beberapa rangkaian proses, setiap rangkaian memungkinkan terjadi penyusutan pada *master* yang digunakan sehingga spesimen yang dihasilkan akan berbeda dengan yang ada di *solidworks*.

Tabel 4. 19 Persentase Deviasi Diameter

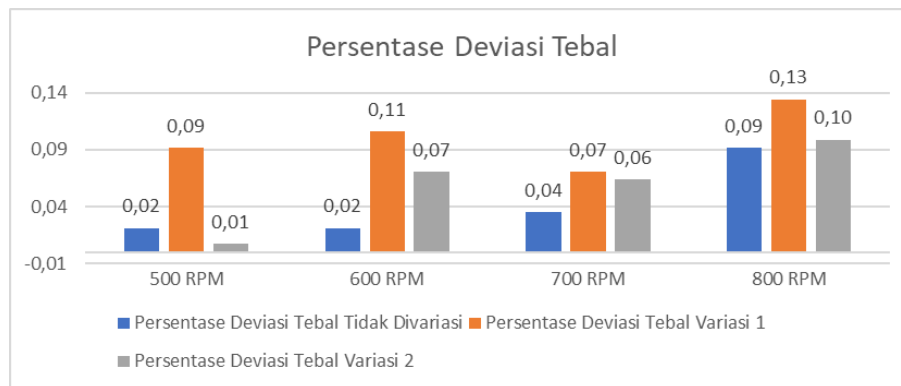
Persentase Deviasi Diameter			
	Tidak Divariasi	Variasi 1	Variasi 2
500 RPM	2,42	0,54	0,89
600 RPM	1,05	0,33	0,86
700 RPM	6,02	1,96	2,00
800 RPM	0,11	0,01	0,08

Tabel 4. 20 Persentase Deviasi Tebal

Persentase Deviasi Tebal			
	Tidak Divariasi	Variasi 1	Variasi 2
500 RPM	0,02	0,09	0,01
600 RPM	0,02	0,11	0,07
700 RPM	0,04	0,07	0,06
800 RPM	0,09	0,13	0,10



Gambar 4. 38 Grafik Persentase Deviasi Diameter



Gambar 4. 39 Grafik Persentase Deviasi Tebal

Pada gambar 4.38 dan gambar 4.39 menunjukkan untuk kecepatan 800 rpm merupakan persentase deviasi paling kecil, yang menunjukkan selisih antara dimensi specimen dengan master.

Massa pada *master* cetakan tidak digunakan sebagai acuan penentuan parameter terbaik dikarenakan material *master* cetakan tidak memakai *zinc alloy* sedangkan spesimen *spin casting* menggunakan material tersebut. Menyebabkan *master* cetakan tidak dapat digunakan sebagai acuan, maka digunakanlah massa dari desain yang memakai material *zinc alloy*.

Pada hasil pengujian terdapat beberapa spesimen yang memiliki massa yang rendah dan tidak mengisi cetakan dengan baik. Hal ini dapat terjadi disebabkan pada saat mesin *spin casting* berputar terdapat beberapa percobaan *silicone rubber* yang digunakan tidak rapat antara bagian atas dan bawah sehingga terdapat celah yang membuat sebagian material logam cair terlempar keluar *silicone rubber*.

Dari persentase deviasi massa pada gambar 4.37 menunjukkan persentase deviasi massa pada *runner* variasi 1 lebih baik dibandingkan *runner* variasi 2. Hal ini dapat terjadi dikarenakan diameter *runner* variasi 2 memiliki ukuran diameter lebih besar daripada diameter variasi 1 sehingga udara yang terjebak lebih banyak dan mengakibatkan material logam cair terhambat masuk kedalam cetakan.

Pada penelitian ini tekanan yang masuk pada *runner* tidak dapat diukur dikarenakan proses penuangan material logam cair dilakukan secara manual. Sehingga volume material logam cair tidak diketahui secara pasti.

4.7 Kendala

Dalam melakukan beberapa kali pengecoran, terdapat beberapa master terdapat sisa gate yang masih menempel pada produk.



Gambar 4. 40 Sisa Gate Setelah Pemotongan

Penyebab permasalahan pada gambar 4.40 diatas dapat disebabkan ketebalan gate pada master yang masih tebal mengakibatkan pada saat melakukan pemotongan masih tersisa, sehingga menyebabkan permukaan samping pada master tidak terlalu rata.

Solusi :

1. Mengamplas master dengan amplas kasar hingga sampai terkikis gate yang masih tersisa.
2. Mengamplas permukaan master yang masih kasar hingga halus dengan menggunakan amplas halus.

BAB 5

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang sudah dilaksanakan, dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Dari hasil percobaan *spin casting* yang telah dilakukan, maka mendapatkan kesimpulan variasi *runner* kerucut terpancung lebih baik dibandingkan dengan *runner* yang berbentuk silinder, *runner* yang paling optimal adalah *runner* kerucut terpancung dengan diameter *input* 5 mm dan diameter *output* 3 mm.
2. Hasil percobaan *spin casting* yang telah dilakukan maka diperoleh kecepatan putar yang paling optimal adalah kecepatan 800 RPM. Pada kecepatan 800 RPM spesimen memiliki tingkat keterisian paling tinggi dibandingkan dengan kecepatan putar yang lain.

5.2 Saran atau Penelitian Selanjutnya

Perlu adanya penelitian mengenai panjang *runner* yang paling optimal pada proses *spin casting*.

Daftar Pustaka

- 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. (n.d.). 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).
- Erdian Suntosa, A. H. G. A. (n.d.). Desain Cetakan Injeksi Plastik Produk Gantungan Dinding. Politeknik Manufaktur Bangka Belitung.
- Fahmi Fikri Hanafi. (2021). Pengaruh Kecepatan, Tekanan Cetakan, Dan Waktu Putar Pada Mesin Spin Casting Terhadap Kualitas Dan Keberhasilan Produk. Universitas Islam Indonesia.
- Hadi Mukhammad, A. F., & Setyoko, B. (2019). PENGARUH KECEPATAN CETAKAN HORIZONTAL CENTRIFUGAL CASTING TERHADAP KEKERASAN DAN STRUKTUR MIKRO PADA RADIAL SLIDING BEARING BABBITT-BAJA KARBON. T R A K SI, 18(2), 61. <https://doi.org/10.26714/traksi.18.2.2018.61-68>

- Hafid, M. furqon. (2012). PENGEMBANGAN PRODUK COR ALUMINIUM PADA PROSES PENGECORAN CENTRIFUGAL (SPINNING CASTING). 11.
- Hasana, G. R. (2021). Pengaruh Kecepatan Putar Dan Tekanan Dari Mesin Spin Casting C-400 Matic Dalam Pembuatan Souvenir Bbertema UII. Universitas Islam Indonesia.
- Li, Y., Luo, J., Luo, Z., Xiao, Z., & Leo Ngai, T. (1995). The microstructure and wear mechanism of a novel high-strength, wear-resistant zinc alloy (ZMJ). *Journal of Materials Processing Technology*, 55(3–4), 154–161. [https://doi.org/10.1016/0924-0136\(95\)01948-0](https://doi.org/10.1016/0924-0136(95)01948-0)
- Novri, T., Su'udi, A., & Nugroho, H. G. (2014). Analisis Kecepatan dan Percepatan Gerak Robot Joules Menggunakan Metode Bilangan Kompleks.
- 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>
- Putra, L. R. (2019). PENGARUH KECEPATAN PUTAR MESIN CENTRIFUGAL CASTING PADA PROSES PENGECORAN ALUMINIUM TERHADAP KEKERASAN DAN POROSITAS.
- Resa, A. M. (2022). ANALISIS HASIL SPIN CASTING DENGAN MASTER HASIL PERMESINAN 3D PRINT DAN LASER CUTTING. Universitas Islam Indonesia.

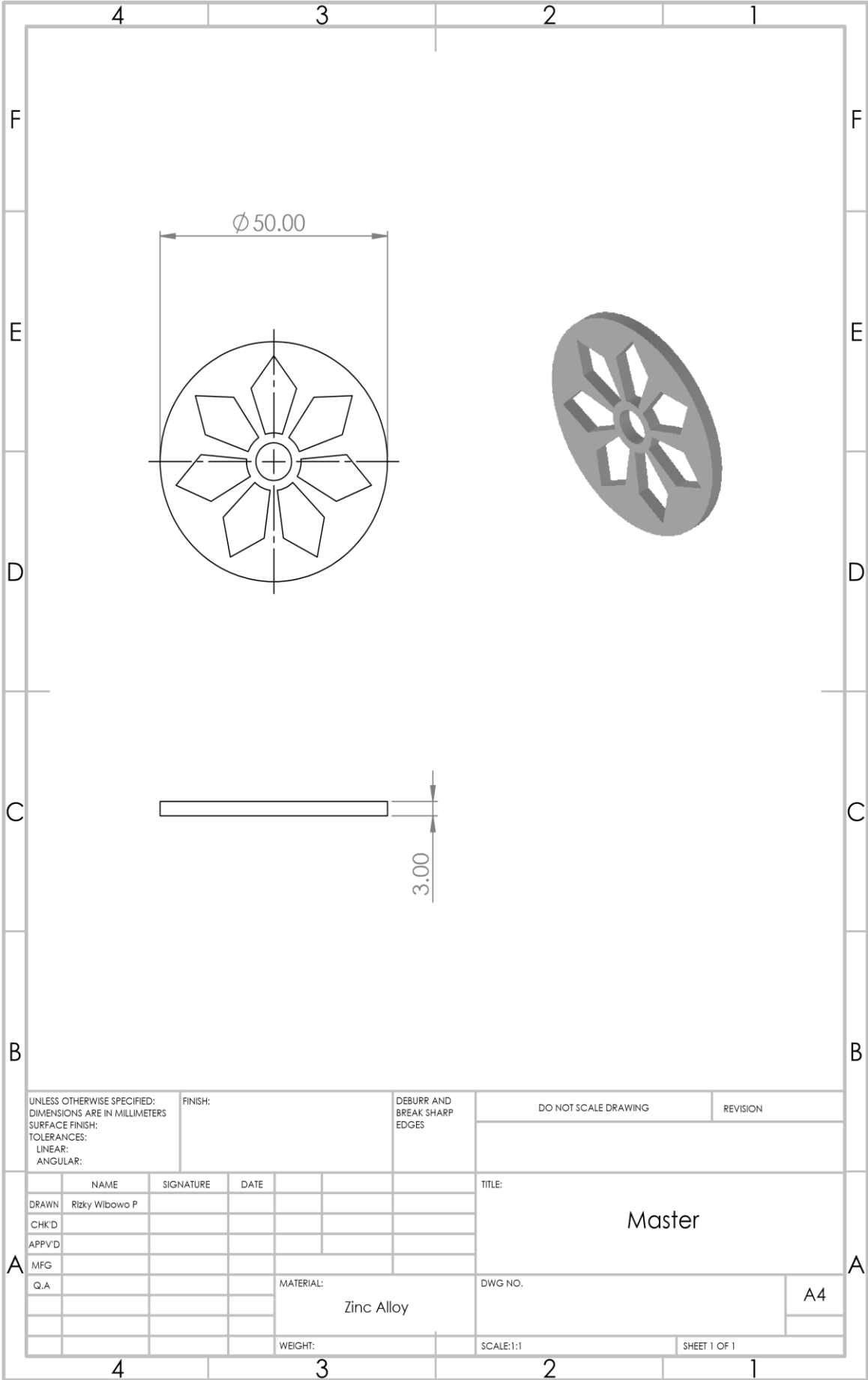
- Rusianto, T., & Huda, S. (2019). A RIVIEW: JENIS DAN PENCETAKAN 3D (3D PRINTING) UNTUK PEMBUATAN PROTOTIPE. *Jurnal Teknologi*, 12.
- Santoso, N., & Setiawan, W. (2015). VARIASI PERUBAHAN PUTARAN PADA PENGEORAN ALUMINIUM BENTUK PULI DENGAN METODE CENTRIFUGAL CASTING TERHADAP PENINGKATAN KEKUATAN MEKANIK. 1.
- Santoso, R. B., & Suheryanto, D. (2018). The Effect of Rubber Mold Temperature in Spin Casting Process.
- Setiawan, J., Prasetyo, A., & Risdiyono, R. (2017). PENGARUH PENAMBAHAN TALC TERHADAP PENINGKATAN NILAI KEKERASAN CETAKAN RTV SILICONE RUBBER PADA PROSES SPIN CASTING. *Dinamika Kerajinan dan Batik: Majalah Ilmiah*, 34(1), 1. <https://doi.org/10.22322/dkb.v34i1.2586>
- Setiawan, Y. E. (2021). Kesalahan mahasiswa semester pertama dalam menyelesaikan masalah kecepatan sudut pada mata kuliah trigonometri.
- 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>
- Sultan, A. D., Rizky, Hidayat, Mulyani, S., & Yusuf, W. A. (2020). Analysis of the Effect of Cross-sectional Area on Water Flow Velocity by Using Venturimeter Tubes.

- Suprpto, W. (2017). Teknologi Pencoran Logam.
https://www.google.co.id/books/edition/Teknologi_Pengecoran_Logam/C-RVDwAAQBAJ?hl=id&gbpv=1&dq=teknologi+pengecoran+logam&printsec=frontcover
- Supriyanto, E. (2013). “MANUFAKTUR“ DALAM DUNIA TEKNIK INDUSTRI. 3(3).
- Untoro, Y. V. (n.d.). PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA YOGYAKARTA 2015.
- Wahid, A., Taryamaw, T., & Hutagalung, T. Z. (1996). PENGARUH RPM DALAM SPIN CASTING PADA JUMLAH POROSITAS DAN SIFAT MEKANIK AL-PADUAN.
- Yüzbaşı, N. S., & Graule, T. (2021). Colloid Casting Processes: Slip Casting, Centrifugal Casting, and Gel Casting. In *Encyclopedia of Materials: Technical Ceramics and Glasses* (pp. 146–153). Elsevier.
<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-803581-8.11767-9>

LAMPIRAN

1. Persiapan penuangan material *zinc alloy*





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

FINISH:

DEBURR AND
 BREAK SHARP
 EDGES

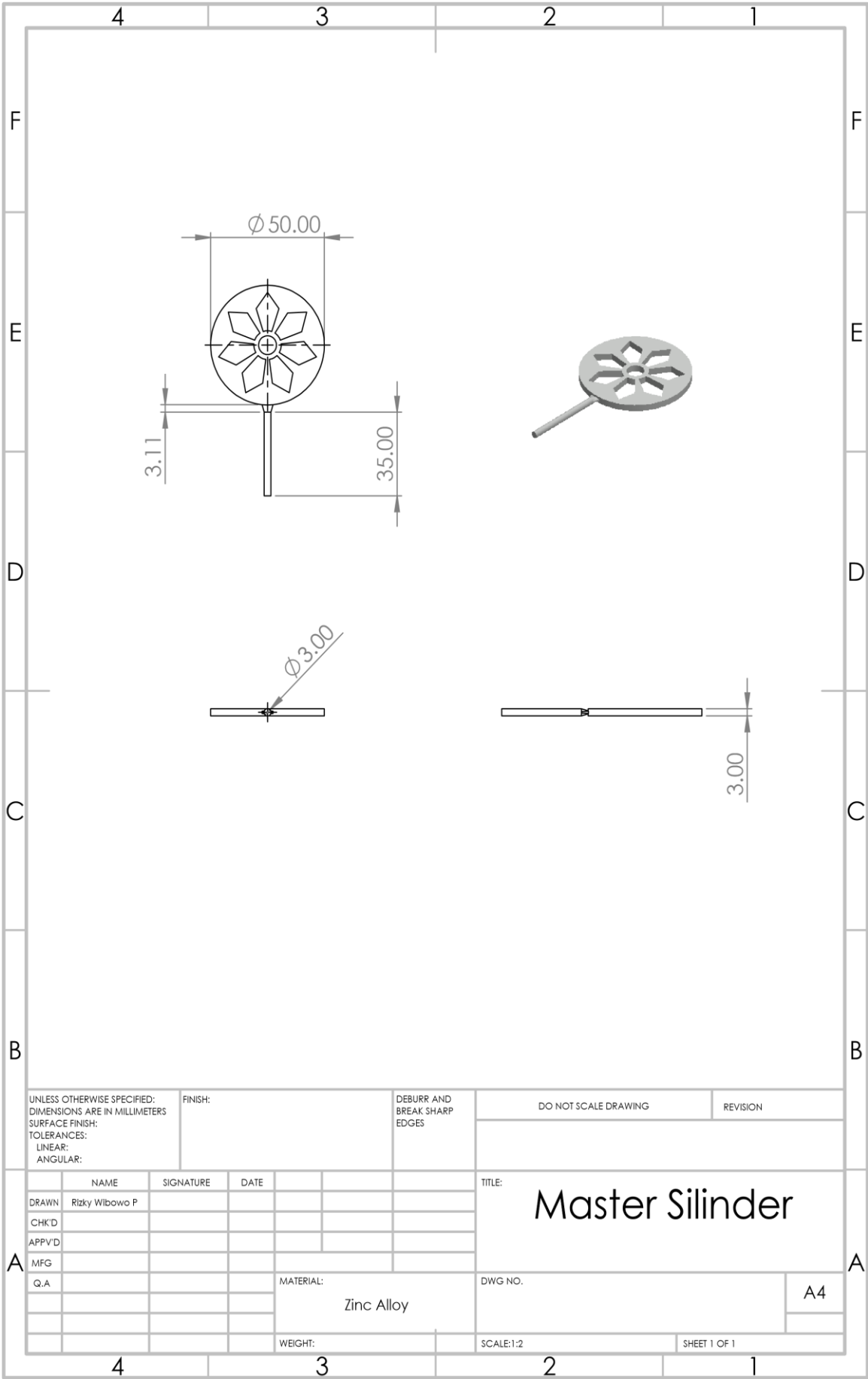
DO NOT SCALE DRAWING

REVISION

	NAME	SIGNATURE	DATE		
DRAWN	Rizky Wibowo P				
CHK'D					
APP'V'D					
MFG					
Q.A					
				MATERIAL:	
				Zinc Alloy	
				WEIGHT:	

TITLE:	Master
DWG NO.	
SCALE:1:1	
SHEET 1 OF 1	

A4



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 Rizky Wibowo P		
CHK'D		
APPV'D		
MFG		
Q.A		

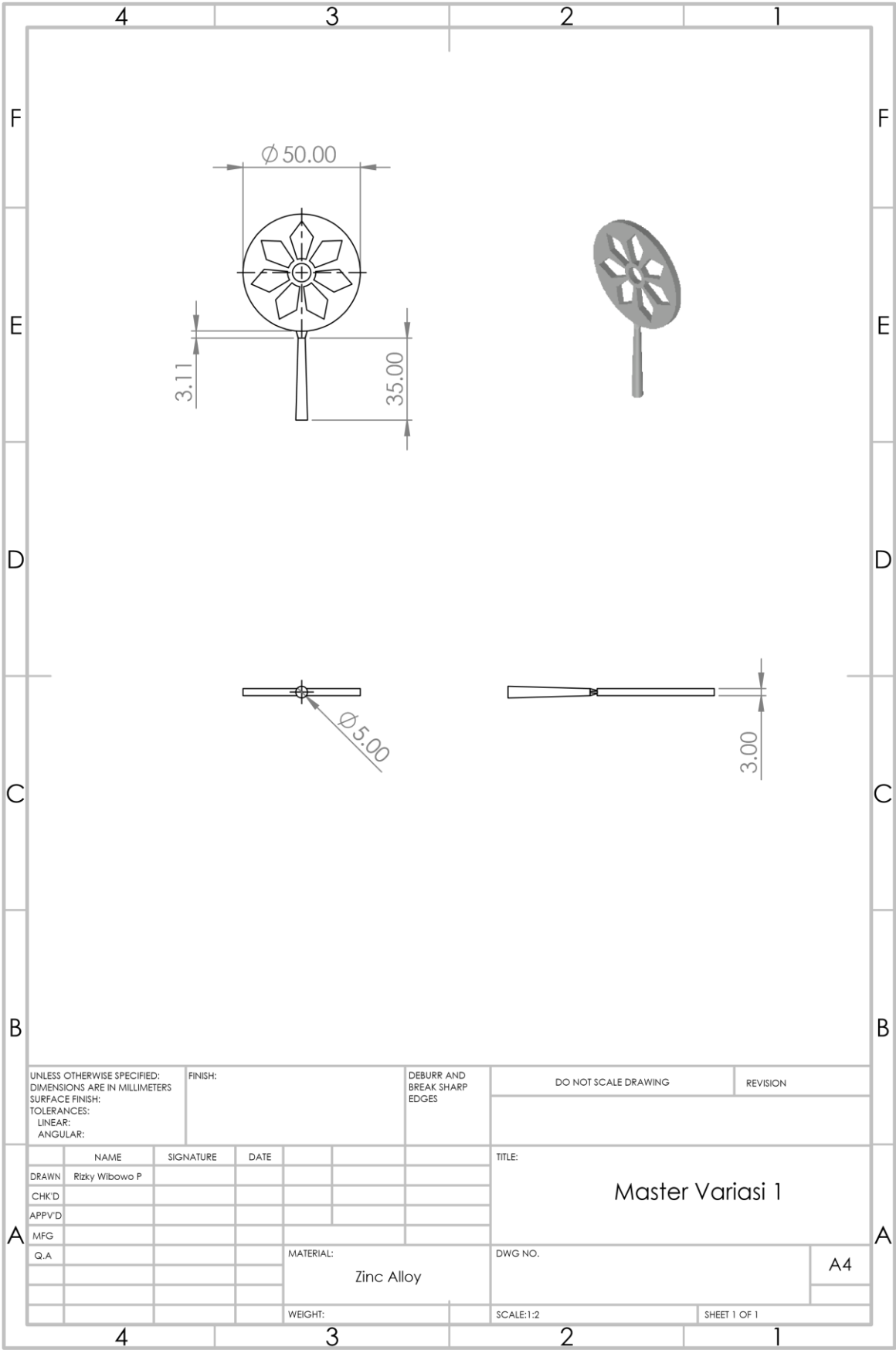
TITLE:
Master Silinder

MATERIAL:
Zinc Alloy

DWG NO. A4

WEIGHT:

SCALE:1:2 SHEET 1 OF 1



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	Rizky Wilbowo P		
CHK'D			
APPV'D			
MFG			
Q.A			

TITLE:
Master Variasi 1

DWG NO.

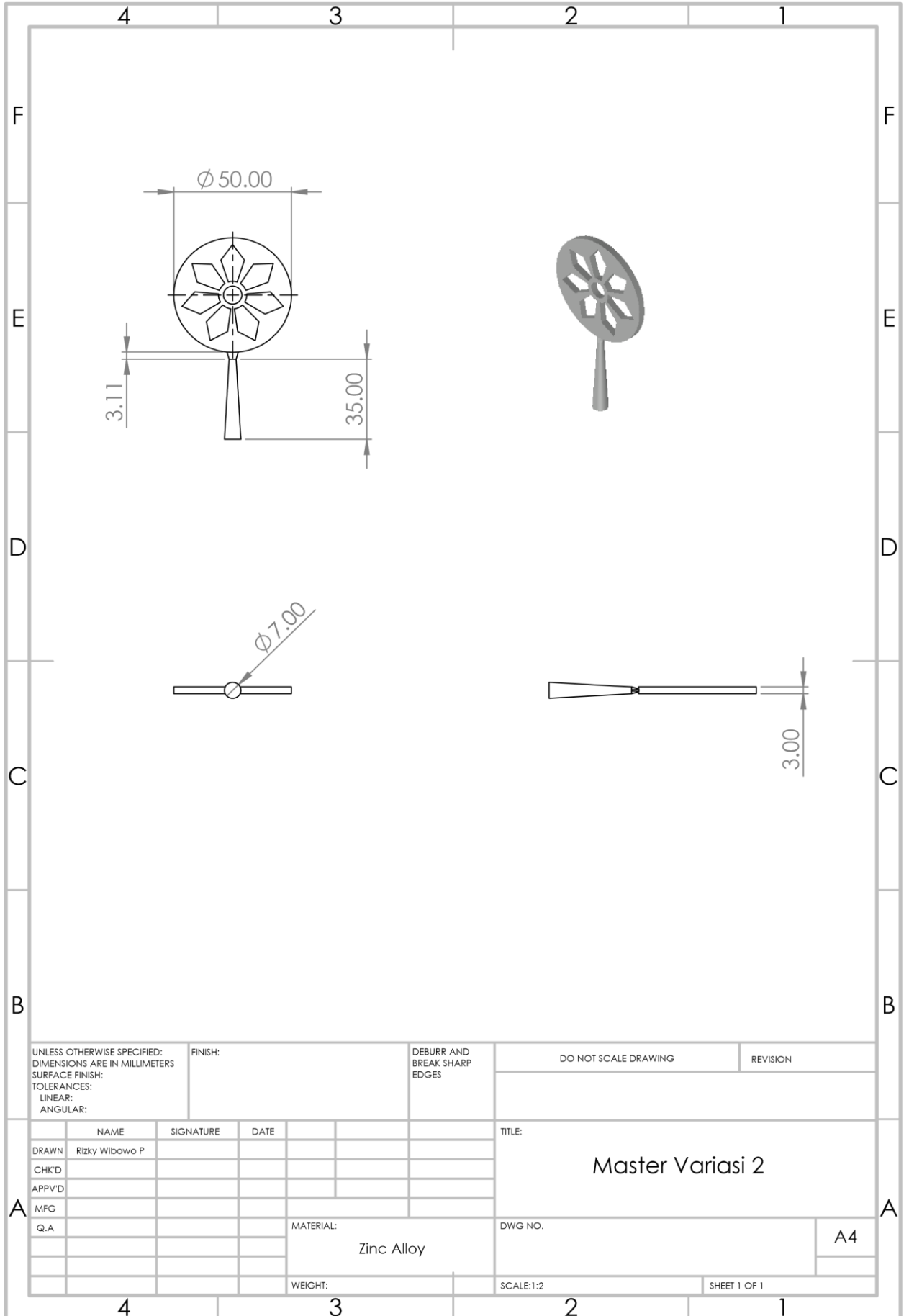
SCALE:1:2

SHEET 1 OF 1

MATERIAL:
Zinc Alloy

A4

WEIGHT:



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	Rizky Wibowo P				
CHK'D					
APP'VD					
MFG					
Q.A					
				MATERIAL:	
				Zinc Alloy	
				WEIGHT:	

TITLE:	Master Variasi 2	
DWG NO.		A4
SCALE: 1:2		SHEET 1 OF 1

Nomor : 0691/UJI/BBLM/09/2022
Tanggal : 13 September 2022

No Order : U-214-1
Halaman : 1 dari 1

LAPORAN HASIL UJI

Material : Zinc Alloy (9-9-22)
Tanggal Terima : 9 September 2022.
Tanggal Pengujian : 10 September 2022.
Metoda Pengujian : ASTM E 1251-07.
Temperatur Ruang Uji : 22,8 °C.
Kelembaban (RH) : 75 %.
Pemilik : CV. AWR
Alamat : Jl. [REDACTED]
Tangerang.

PERHATIAN : 1. Hasil Pengujian/Kalibrasi ini hanya berlaku untuk komoditi/alat yang diuji
2. Dilarang mengutip/menyalin sebagian isi laporan

Hasil Uji Komposisi Kimia :

No	Unsur Kimia	Komposisi (%)
1	Zn	95,50
2	Pb	0,0086
3	Mg	0,0180
4	Cu	0,503
5	Al	3,90
6	Cd	0,0020
7	Fe	0,0119
8	Sn	<0,020
9	Ni	0,0342

Catatan : Pengujian dilakukan dengan Mesin Metal Scan 2500
No. Seri : 00203088.

 Manajer Teknik Laboratorium Kalibrasi & Pengujian

