

**ANALISIS HASIL *SPIN CASTING* DALAM PEMBUATAN
SUVENIR GANTUNGAN KUNCI DENGAN MENGGUNAKAN
CETAKAN MASTER RESIN DAN AKRILIK**

TUGAS AKHIR

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



Disusun Oleh :

**Nama : Muhammad Ferriyanto
No. Mahasiswa : 19525120
NIRM : 1906170057**

**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2024**

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING

**ANALISIS HASIL *SPIN CASTING* DALAM PEMBUATAN
SUVENIR GANTUNGAN KUNCI DENGAN MENGGUNAKAN
CETAKAN MASTER RESIN DAN AKRILIK**

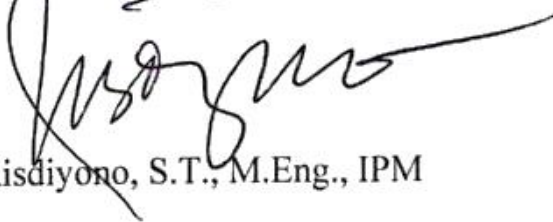
TUGAS AKHIR

Disusun Oleh :

Nama : Muhammad Ferriyanto
No Mahasiswa : 19525120
NIRM : 1906170057

Yogyakarta, 17 September 2024

Pembimbing,



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

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI

ANALISIS HASIL *SPIN CASTING* DALAM PEMBUATAN SUVENIR GANTUNGAN KUNCI DENGAN MENGGUNAKAN CETAKAN MASTER RESIN DAN AKRILIK

TUGAS AKHIR

Disusun Oleh :

Nama : Muhammad Ferriyanto

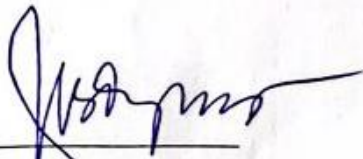
No. Mahasiswa : 19525120

NIRM : 1906170057

Tim Penguji

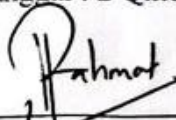
Dr.Eng. Risdiyono, S.T., M.Eng., IPM

Ketua


Tanggal : 2 Oktober 2024

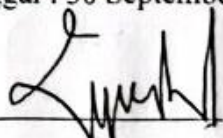
Rahmat Riza, S.T., M.Sc.ME.

Anggota I


Tanggal : 30 September 2024

Yustiasih Purwaningrum, S.T., M.T.

Anggota II


Tanggal : 27 September 2024

Mengetahui



Ketua Jurusan Teknik Mesin


Dr. Muhammad Khafidh, S.T., M.T., IPP

PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini, Muhammad Ferriyanto menyatakan bahwa tugas akhir dengan judul “Analisis Hasil *Spin Casting* Dalam Pembuatan Suvenir Gantungan Kunci Menggunakan Cetakan Master Resin Dan Akrilik” adalah hasil tulisan saya sendiri. Dengan ini saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa 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, 27 September 2024



(Muhammad Ferriyanto)

HALAMAN PERSEMBAHAN

الْحَمْدُ لِلَّهِ رَبِّ الْعَالَمِينَ

Alhamdulillah saya panjatkan kepada Allah SWT yang telah melimpahkan segala rahmat dan karunia-Nya sehingga saya bisa menyelesaikan Tugas Akhir saya dengan baik. Karya tulis ini saya persembahkan untuk :

1. Kedua orang tua saya, Bapak Agus Salim dan Ibu Suratmi yang senantiasa memberikan dukungan dan do'a hingga Tugas Akhir ini selesai.
2. Dosen pembimbing saya, bapak Dr. Eng, Ir, Risidyono, S.T, M.Eng. yang selalu memberikan nasehat, motivasi, masukan, saran sehingga laporan Tugas Akhir ini dapat berjalan dengan baik.
3. Saudara dan teman-teman yang selalu memberi do'a, dukungan, bantuan, nasihat dan lainnya hingga Tugas Akhir ini selesai.

HALAMAN MOTTO

“Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya.”

(Q.S Al-Baqarah 286)

“Sesungguhnya sesudah kesulitan itu kemudahan. Maka apabila kamu telah selesai (dari suatu urusan), kerjakanlah dengan sungguh – sungguh (urusan) yang lain.”

(QS Al Insyirah 6-7)

“Just because you're trash doesn't mean you can't do great things. It's called garbage can, not garbage cannot.”

(Oscar The Grouch)

“Berbuat baik lah maka hal baik akan terjadi padamu.”

(Trafalgar D. Water Law)

“Orang baik atau tidak. Itu bisa berubah tergantung sudut pandang. Anak yang tidak pernah melihat kedamaian mempunyai pandangan berbeda dengan anak yang tidak pernah melihat peperangan.”

“Orang yang berdiri di puncak akan menulis ulang apa yang benar dan apa yang salah.”

(Donquixote Doflamingo)

“Good girls are found in every corner of the earth. BUT unfortunately, the Earth is round.”

(F)

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

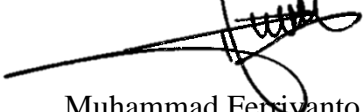
Alhamdulillah saya panjatkan kepada Allah SWT yang telah melimpahkan segala rahmat dan karunia-Nya sehingga saya bisa menyelesaikan Tugas Akhir saya dengan baik. Karya tulis ini saya persembahkan untuk :

1. Kedua orang tua saya, Bapak Agus Salim dan Ibu Suratmi yang senantiasa memberikan dukungan dan do'a hingga Laporan Tugas Akhir ini selesai.
2. Bapak Dr.Eng. Risdiyono, S.T., M.Eng selaku dosen pembimbing yang telah membantu dan membimbing saya dalam melakukan penelitian dan menyelesaikan laporan tugas akhir ini.
3. Seluruh Dosen Teknik Mesin FTI UII yang telah banyak mengajarkan ilmunya dengan sepenuh hati.
4. Mas Rizki Wirantara, A.Md selaku Staf Laboran yang telah membimbing dalam penggunaan mesin serta alat Laboratorium.
5. Seluruh mahasiswa Teknik Mesin FTI UII dan teman-teman tugas akhir *spin casting* yang selalu memberikan bantuan, saran dan masukan sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini dengan baik.
6. Siti Royani yang terus mendukung serta memberikan pandangan luas kepada penulis, sehingga penulis termotivasi agar terus maju dan semangat selama menjalani kuliah dan menjalani hidup.
7. M.Tahriq Rizaldi dan M.Rizqi Aprianto selaku teman semasa SMK penulis untuk bertukar cerita, pengalaman dan menemani pada periode pengerjaan tugas akhir ini.

Akhirnya dengan selesainya penyusunan laporan ini, semoga dapat diterima dan menjadi sebuah karya yang dapat bermanfaat bagi yang berkepentingan. Aamiin.

Wassalamua'alaikum Warrahmatullahi Wabarakatuh.

Yogyakarta, 17 September 2024



Muhammad Feriyanto

ABSTRAK

Gantungan kunci merupakan salah satu Suvenir yang dapat dibuat melalui proses *spin casting*. Kualitas dari produk *spin casting* dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu suhu, kecepatan putar, master dan *rubber mold*. Master yang digunakan dalam proses *spin casting* mempengaruhi hasil produk. Selain master kecepatan putar juga mempengaruhi keterisian logam pada cetakan. Apabila kecepatan putar kurang, maka keterisian logam tidak merata. Selain itu bila kecepatan putar terlalu cepat, maka logam akan meluber. Oleh karena itu perlu adanya parameter terbaik *spin casting* dengan variasi kecepatan agar menghasilkan produk dengan visual yang baik. Penelitian ini menggunakan master resin dan akrilik. Parameter variasi kecepatan proses *spin casting* yang digunakan adalah kecepatan 700, 750 dan 800 rpm, serta menggunakan waktu putar 20 detik dan tekanan 40 psi. Hasil proses *spin casting* penelitian ini mendapatkan parameter terbaik yaitu dengan kecepatan 750 rpm, arah putar CW, waktu putar 20 detik dengan tekanan 40 psi, dengan karakteristik hasil casting master akrilik mempunyai permukaan kasar akibat proses pemesinan *laser cutting* dan *CNC* sedangkan master resin lebih halus didapat dari proses pemesinan *3D Print Resin*.
Kata kunci : *Spin casting*, *3D print resin*, Akrilik, *Laser cutting*.

ABSTRACT

Key chains are one of the Souvenirs that can be made through the spin casting process. The quality of spin casting products is influenced by several factors, namely temperature, rotational speed, master and rubber mold. The master used in the spin casting process affects the yield of the product. In addition to the master rotational speed also affects metal content in the mold. If the rotational speed is less, the metal filling is uneven. In addition, if the rotational speed is too fast, the metal will overflow. Therefore it is necessary to have the best spin casting parameters with variations in speed in order to produce products with good visuals. This research uses master 3D print resin and acrylic. Parameters for variation of the speed of the spin casting process used are 700, 750 and 800 rpm, as well as using a spin time of 20 seconds and a pressure of 40 psi. The results of the spin casting process in this study obtained the best parameters, namely the speed of 750 rpm, the direction of rotation CW, the spin time of 20 seconds and the pressure of 40 psi, with the characteristics of casting results, the acrylic master has a rough surface due to the laser cutting and CNC machining process, while the resin master is smoother obtained from the 3D Print Resin machining process.

Keywords: Spin casting, 3D print resin, Acrylic, Laser cutting

DAFTAR ISI

Lembar Pengesahan Dosen Pembimbing	ii
Lembar Pengesahan Dosen Penguji	iii
Pernyataan Keaslian	iv
Halaman Persembahan	v
Halaman Motto	vi
Kata Pengantar.....	vii
Abstrak	viii
Abstract.....	ix
Daftar Isi	x
Daftar Tabel.....	xiii
Daftar Gambar	xiv
Daftar Notasi.....	xvi
Bab 1 Pendahuluan	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian atau Perancangan	2
1.5 Manfaat Penelitian atau Perancangan	3
1.6 Sistematika Penulisan	3
Bab 2 Tinjauan Pustaka	4
2.1 Kajian Pustaka	4
2.2 Dasar Teori 1	5
2.2.1 <i>Laser Cutting</i>	5
2.2.2 <i>CNC Router</i>	5
2.2.3 <i>3D Printing</i>	5
2.2.4 <i>CAD</i>	6
2.2.5 <i>Spin Casting</i>	6
2.2.6 <i>Rubber Mold</i>	6
2.2.7 <i>Zinc</i>	7

2.2.8	Vulkanisir	7
Bab 3	Metode Penelitian	8
3.1	Alur Penelitian	8
3.1.1	Studi Literatur.....	10
3.1.2	Kriteria Desain.....	10
3.1.3	Perancangan Desain.....	11
3.2	Peralatan dan Bahan.....	12
3.2.1	Peralatan	12
3.2.2	Bahan	17
3.3	Parameter Penelitian	20
3.3.1	Parameter Konstan.....	20
3.3.2	Parameter Proses	21
Bab 4	Hasil dan Pembahasan	22
4.1	Hasil Perancangan.....	22
4.1.1	Hasil Perancangan Desain	22
4.1.2	Master Produk	23
4.2	Pembuatan Master.....	24
4.3	Vulkanisasi.....	27
4.3.1	Perendaman master <i>3D print</i> resin	27
4.3.2	Penambahan plastisin pada master	27
4.3.3	Penggunaan <i>Talc</i> pada <i>silicone rubber</i>	29
4.3.4	Proses Vulkanisasi.....	29
4.3.5	Kondisi Master setelah Vulkanisasi	30
4.4	Hasil Pengujian	31
4.4.1	Pengecoran dengan menggunakan variasi kecepatan.....	31
4.4.2	Hasil <i>Spin casting</i>	32
4.4.3	Keterisian logam.....	35
4.5	Hasil Pengukuran dimensi pada produk <i>spin casting</i>	36
4.6	Analisis dan Pembahasan.....	40
4.6.1	Penentuan Parameter Terbaik <i>Spin Casting</i>	40
4.6.2	Hasil <i>spin casting</i> dengan parameter terbaik.....	44
4.6.3	Analisis Hasil Produk	44

4.7	Kendala	46
Bab 5	Penutup.....	49
5.1	Kesimpulan	49
5.2	Saran atau Penelitian Selanjutnya.....	49
	Daftar Pustaka	50

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Parameter Konstan.....	20
Tabel 4. 1 Bahan dan proses pemesinan master	23
Tabel 4. 2 Hasil percobaan <i>clockwise</i> (CW).....	32
Tabel 4. 3 Hasil percobaan counter <i>clockwise</i> (CCW).....	33
Tabel 4. 4 Dimensi Talawang Resin dan Akrilik 700 rpm CW	36
Tabel 4. 5 Dimensi Talawang Resin dan Akrilik 750 rpm CW	36
Tabel 4. 6 Dimensi Talawang Resin dan Akrilik 800 rpm CW	37
Tabel 4. 7 Dimensi Talawang Resin dan Akrilik 700 rpm CCW	37
Tabel 4. 8 Dimensi Talawang Resin dan Akrilik 750 rpm CCW	37
Tabel 4. 9 Dimensi Talawang Resin dan Akrilik 800 rpm CCW	38
Tabel 4. 10 Deviasi Talawang master Resin dan Akrilik (CW)	41
Tabel 4. 11 Deviasi Talawang master Resin dan Akrilik (CCW)	41
Tabel 4. 12 Hasil produk dengan parameter terbaik.....	44
Tabel 4. 13 Karakteristik produk <i>Spin Casting</i>	45

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian.....	8
Gambar 3. 2 Diagram Alir Penelitian.....	9
Gambar 3. 3 Konsep Desain Perisai Suku Dayak (Talawang).....	11
Gambar 3. 4 Konsep Desain Spartan Warrior.....	11
Gambar 3. 5 Autodesk ArtCAM Premium 2018.....	12
Gambar 3. 6 Anycubic PhotonWorkshop.....	12
Gambar 3. 7 <i>Laser Cutting</i>	13
Gambar 3. 8 <i>3D Print</i> Resin.....	13
Gambar 3. 9 <i>CNC Router</i>	14
Gambar 3. 10 Mesin Vulkanisir.....	14
Gambar 3. 11 Mesin Pelebur Material.....	15
Gambar 3. 12 Mesin <i>Spin Casting</i>	15
Gambar 3. 13 Jangka Sorong.....	16
Gambar 3. 14 Timbangan Digital.....	16
Gambar 3. 15 Resin <i>High Temp</i>	17
Gambar 3. 16 Akrilik.....	17
Gambar 3. 17 <i>Rubber Mold</i>	18
Gambar 3. 18 <i>Zinc Alloy</i>	18
Gambar 3. 19 Aseton.....	19
Gambar 3. 20 <i>Talc</i>	19
Gambar 3. 21 Plastisin.....	20
Gambar 4. 1 Dimensi desain 3D Talawang.....	22
Gambar 4. 2 Dimensi desain 3D Spartan Warrior.....	23
Gambar 4. 3 Master produk <i>3D print</i> resin.....	24
Gambar 4. 4 Master produk akrilik.....	24
Gambar 4. 5 Slice parameter yang digunakan.....	25
Gambar 4. 6 Master setelah ditambahkan support.....	25
Gambar 4. 7 Master resin mengalami kecacatan.....	26
Gambar 4. 8 Garis batas <i>max</i> pada <i>tank</i>	26
Gambar 4. 9 Cacat pada master resin.....	27

Gambar 4. 10 Perendaman master	27
Gambar 4. 11 Penambahan plastisin pada master berlubang	28
Gambar 4. 12 Cacat pada plastisin	28
Gambar 4. 13 Pengolesan Talc pada silicone rubber mold	29
Gambar 4. 14 Cetakan hasil proses vulkanisir	29
Gambar 4. 15 Kondisi master akrilik sebelum vulkanisir	30
Gambar 4. 16 Berat master Talawang sebelum dan sesudah Vulkanisir	30
Gambar 4. 17 Berat master Spartan Warrior sebelum dan sesudah Vulkanisir ...	31
Gambar 4. 18 Kondisi Master <i>3D Print</i> Resin setelah Vulkanisir	31
Gambar 4. 19 Produk tidak terisi sempurna	35
Gambar 4. 20 Keterisian logam melebihi cetakan.....	35
Gambar 4. 21 Grafik rata-rata dimensi pada talawang Resin CW	38
Gambar 4. 22 Grafik rata-rata dimensi pada talawang akrilik CW	39
Gambar 4. 23 Grafik rata-rata dimensi pada talawang Resin CCW.....	39
Gambar 4. 24 Grafik rata-rata dimensi pada talawang akrilik CCW	40
Gambar 4. 25 Hasil produk <i>Spin Casting</i> dengan kecepatan putar 850 rpm.....	40
Gambar 4. 26 Grafik Deviasi Talawang <i>Clockwise</i> (CW)	42
Gambar 4. 27 Grafik Deviasi Talawang <i>Counter Clockwise</i> (CCW).....	42
Gambar 4. 28 Hasil <i>spin casting</i> CCW 700 rpm percobaan 1.....	43
Gambar 4. 29 Hasil <i>spin casting</i> CCW 800 rpm percobaan 3.....	43
Gambar 4. 30 Hasil produk Talawang 700 rpm CW <i>3D Print</i> Resin.....	44
Gambar 4. 31 Hasil produk Talawang 800 rpm CW Akrilik	45
Gambar 4. 32 Hasil produk Spartan Warrior Akrilik tidak terisi sempurna	45
Gambar 4. 33 Produk gagal pada proses cetak	46
Gambar 4. 34 Cacat pada <i>Rubber Mold</i>	47
Gambar 4. 35 Produk tidak pernah terisi sempurna	47
Gambar 4. 36 Penambahan <i>runner</i>	47
Gambar 4. 37 Produk tidak terisi dengan merata	48

DAFTAR NOTASI

CAD	: <i>Computer Aided Design</i>
CNC	: <i>Computer Numerical Control</i>
UV	: <i>Ultraviolet</i>
Psi	: <i>Pounds per Square Inch</i>
Mm	: <i>Milimeters</i>
Rpm	: <i>Revolution per Minute</i>
S	: <i>Second</i>
CW	: <i>Clockwise</i>
CCW	: <i>Counter Clockwise</i>
3D	: <i>3 Dimensi</i>
Max	: <i>Maximum</i>

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Suvenir merupakan buah tangan yang biasa dijadikan kenang - kenangan dari suatu daerah. Suvenir adalah tanda mata, cendera mata maupun kenang - kenangan. Suvenir mempunyai nilai artistik dan dalam proses pembuatan Suvenir memerlukan kreativitas agar disukai banyak orang. Gantungan kunci merupakan salah satu Suvenir yang banyak digunakan karena simpel dan mudah dibawa kemana saja.

Terdapat berbagai cara dalam pembuatan gantungan kunci, salah satunya menggunakan mesin *spin casting*. *Spin casting* merupakan suatu metode pengecoran yang menggunakan gaya sentrifugal dimana gaya sentrifugal dari mesin *spin casting* akan mendorong lelehan logam untuk memenuhi setiap bagian detail permukaan di lubang cetakan (Balingit & Maglaya, 2010). Mesin *spin casting* memiliki kemampuan untuk memproduksi Suvenir dengan desain yang rumit dan dengan hasil akhir permukaan yang rata dan halus. Selain itu prosesnya juga ekonomis dan dapat mencakup skala produksi massal. (Budi Prasetyo, 2010).

Dalam proses *spin casting* terdapat faktor – faktor yang dapat mempengaruhi hasil dari proses *spin casting*. Menurut Barnard (1999), faktor-faktor yang mempengaruhi kualitas produk hasil pengecoran *spin casting* diantaranya adalah suhu material cair, kecepatan putar dan tekanan pada cetakan.

Master merupakan produk yang akan dibuat cetakan melalui proses vulkanisasi. Terdapat beberapa metode dan bahan untuk pembuatan master, yaitu master yang terbuat dari proses *3D print* resin, dan akrilik yang menggunakan pemesinan *CNC router* dan *laser cutting*. Berdasarkan bahan master yang digunakan kedua metode tersebut terdapat kelebihan dan kekurangan serta karakteristik yang dapat mempengaruhi hasil *spin casting*.

Oleh karena itu dilakukan penelitian ini yaitu menggunakan mesin *spin casting* C-400 matic dengan menganalisis karakteristik produk hasil *spin casting* menggunakan master cetakan yang berbahan resin terbuat dari proses *3D print*

resin dan akrilik dari proses pemesinan *CNC router* dan *laser cutting*. Selain itu untuk mengetahui parameter yang tepat dalam proses *spin casting* untuk mendapat hasil yang terbaik.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah ditulis maka didapatkan rumusan masalah yaitu sebagai berikut:

1. Bagaimana hasil dan karakteristik produk *spin casting* dengan master cetakan Resin dari *3D print* resin dan akrilik dari proses pemesinan *CNC router* dan *laser cutting*?
2. Bagaimana pengaruh variasi parameter kecepatan putar pada mesin *spin casting* untuk mendapatkan hasil yang terbaik?
3. Apa pengaruh memiliki model master berlubang terhadap proses vulkanisir?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini meliputi beberapa hal sebagai berikut:

1. Penelitian ini menggunakan master berbahan resin dan Akrilik.
2. Pembuatan produk menggunakan mesin *spin casting C-400 matic*.
3. Pembuatan 3D model desain menggunakan Autodesk artCAM Premium 2018.
4. Menggunakan penambahan plastisin, pada master yang memiliki model berlubang saat proses vulkanisir.
5. Material logam yang digunakan adalah *Zinc alloy*.
6. Variasi kecepatan pada proses *spin casting* 700, 750, dan 800.
7. Variasi arah putaran saat proses *spin casting* *Clockwise* (CW) dan *Counter Clockwise* (CCW).
8. Waktu putaran 20 s dan tekanan *spin casting* sebesar 40 psi.

1.4 Tujuan Penelitian atau Perancangan

Tujuan penelitian yang ingin dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Membandingkan hasil dan karakteristik produk dari *spin casting* menggunakan master dari resin dan Akrilik.

2. Mengetahui pengaruh variasi parameter kecepatan putar terhadap hasil produk *spin casting* untuk menentukan kecepatan putar terbaik.
3. Mengetahui pengaruh model berlubang pada saat proses vulkanisir.

1.5 Manfaat Penelitian atau Perancangan

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

Diharapkan penelitian ini dapat menjadi acuan bagi peneliti selanjutnya dan masyarakat dalam penggunaan mesin *spin casting* yang menggunakan master dari Resin dan akrilik. Sehingga dapat mempermudah bagi pengguna yang akan melakukan proses *spin casting*.

1.6 Sistematika Penulisan

Pada laporan tugas akhir terdapat sistematika penulisan yang terdiri dari 5 bab, dan disetiap bab terdapat beberapa sub bab dengan sistematika penulisan sebagai berikut:

1. Bab 1 Pendahuluan

Bab ini mengurai mengenai latar belakang, rumusan masalah, Batasan masalah, tujuan perancangan, manfaat perancangan dan sistematika penulisan.

2. Bab 2 Tinjauan Pustaka

Membahas mengenai penelitian yang sudah dilakukan sebelumnya, bertujuan untuk gambaran umum mengenai materi yang digunakan.

3. Bab 3 Metodologi Penelitian

Membahas mengenai metode penelitian serta alur penelitian yang dilakukan.

4. Bab 4 Hasil dan Pembahasan

Bab ini berupa data dan pembahasan yang telah dilakukan pada penelitian ini.

5. Bab 5 Penutup

Merupakan kesimpulan yang telah didapatkan melalui penelitian yang telah dilakukan, yang dilengkapi dengan saran-saran serta masukan untuk penelitian selanjutnya.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kajian Pustaka

Suvenir merupakan benda yang digunakan sebagai cinderamata maupun simbol kenangan. *Suvenir* tersebut terdapat berbagai macam jenis, salah satunya adalah gantungan kunci. Pengecoran merupakan proses peleburan material yang berupa logam digunakan sebagai bahan baku pengecoran di suatu tungku, pengecoran dapat dilakukan untuk pembuatan *Suvenir*. Salah satu cara dalam pembuatan *Suvenir* dengan metode *spin casting*.

Spin casting adalah metode pengecoran yang dapat dilakukan dengan jumlah yang banyak dengan barang yang sama (Sucahyono, Nugraha, & Risdiyono, 2019). Prinsip dasar dari *spin casting* adalah menggunakan gaya sentrifugal untuk pengecoran. Pengecoran sentrifugal merupakan sebuah cara pengecoran yang prosesnya dengan cara cetakan diputar dan pada saat diputar logam cair dituangkan, sehingga logam cair tertekan oleh gaya sentrifugal dan kemudian membeku (Setyarini, 2011). Penggunaan *spin casting* dapat digunakan dalam pengecoran barang yang ukurannya tidak terlalu besar, dikarenakan cetakan berbahan dasar karet memiliki ukuran yang sangat terbatas. Keuntungan dalam pengerjaannya lebih cepat dan dapat digunakan untuk desain yang memiliki bentuk yang tipis dan rumit (Beznák dkk., 2010.).

Terdapat faktor yang mempengaruhi hasil dari *spin casting* antara lain temperatur cetakan, suhu material pengecoran, kecepatan putar dan viskositas logam cair yang akan dicetak (Karpitschka, dkk., 2015). Penelitian yang dilakukan pada tahun 2021 bahwa didapatkan pada rentang 450 rpm sampai 750 rpm, kualitas produk semakin baik ketika pada rentang tinggi yaitu 750 rpm (Hanafi, 2021). Penelitian yang dilakukan pada tahun 2021 bahwa tekanan yang paling optimal untuk digunakan pada saat proses *spin casting* yaitu pada tekanan 40 psi (Alfhariza, 2021). Penelitian lainnya yang dilakukan pada tahun 2021 bahwa dalam waktu 20 detik yang digunakan dalam proses *spin casting* merupakan waktu yang optimal untuk proses *spin casting* (Hasana, 2021).

2.2 Dasar Teori 1

2.2.1 Laser Cutting

Laser Cutting adalah proses manufaktur yang biasanya digunakan dalam industri manufaktur untuk proses pemotongan suatu bahan akrilik hingga proses terumit. Dalam laser cutting terdapat proses memanaskan (*heating*), melelehkan (*melting*) dan menguapkan (*evaporation*) material area yang ditentukan dan hampir semua bahan. Prinsip kerja laser cutting adalah radiasi yang dihasilkan lebih besar kemudian ditambah gas pembakaran yang optimal serta bantuan komputer untuk mengoperasikannya (Nugraha Mahesa, 2021).

2.2.2 CNC Router

CNC Router adalah Mesin CNC Router adalah mesin yang dilengkapi dengan DSP (*digital signal processing*) dalam memotong atau mengukir bahan. Pengoperasian mesin dapat dilakukan secara otomatis dengan komputer dan manual dengan layar monitor portable. Mesin ini memiliki 3 macam fungsi, yaitu untuk memotong (*cutting*), menggrafir (*engraving*), dan memberi tanda/marka (*marking*). (Jundurrahman, 2018)

2.2.3 3D Printing

3D Printing adalah suatu proses di bidang manufaktur dimana suatu objek yang dibuat yang diawali dengan hal kosong dan menambah material dengan satu layer dengan waktu tertentu hingga menjadi produk jadi (Silaen et al., 2019).

Dalam *3D printing* terdapat 3 kategori :

1. *3D print* berbahan bubuk metal dan gipsum yang mengaplikasikan zat penempel atau panas untuk menyatakan tiap waktu dari setiap lapisan.
2. *3D print* berbahan cairan yang diaplikasikan dengan memancarkan sinar *UV* hingga menjadi padat dalam setiap lapisannya.
3. *3D print* berbahan plastik yang dicairkan dengan suhu tertentu kemudian dikeluarkan dari nozzle dan dikeringkan dengan kipas setiap lapisan.

2.2.4 CAD

CAD (*computer-aided design*) merupakan salah satu bentuk optimasi yang membantu dalam proses perancangan seperti perbaikan gambar, spesifikasi dan elemen-elemen yang khusus untuk memperhitungkan yang menggunakan efek khusus pada komputer (Handayani & Ningsih, 2005). Teknologi ini banyak digunakan pada bidang arsitektur, teknik otomotif, teknik mesin, dan lainnya. CAD digunakan untuk merancang dan mengembangkan suatu produk yang digunakan tahap akhir atau selanjutnya. Dalam CAD ini bisa berupa model 2D dan 3D dalam pengaplikasiannya. Seorang insinyur dapat dimudahkan adanya CAD ini untuk membuat suatu produk awal yang berupa model desain.

2.2.5 Spin Casting

Mesin *Spin Casting* adalah mesin pengecoran material logam yang memanfaatkan gaya sentrifugal. Gaya sentrifugal itu terjadi dari putaran cetakan pada porosnya. Faktor-faktor yang mempengaruhi keberhasilan pengecoran logam dengan metode *spin casting* ini antara lain suhu, tekanan, waktu dan kecepatan putar namun ada yang tidak kalah pentingnya desain cetakan serta runner yang mempengaruhi tingkat keberhasilannya (Arifin et al., 2019).

2.2.6 Rubber Mold

Rubber Mold atau karet silikon yang digunakan pada proses spin casting sebagai cetakan master yang berongga dan modelnya seperti cakram karena mengikuti prinsip kerja *spin casting* yang berputar pada poros. Karena silikon mampu menahan panas hingga 500°C. Silikon ini terbuat dari bahan karet yang fleksibel sehingga mudah dibentuk dan bisa diproduksi dengan cepat dan mudah. Silikon juga memiliki kelebihan dapat membuat cetakan secara detail dan memiliki sifat kimia, fisiologis yang stabil dan juga tahan korosi yang sangat baik. Dalam pemakaian yang terus menerus digunakan *spin casting* akan membuat karet akan longgar maka disarankan setiap sekalian pemakaian diistirahatkan terlebih dahulu karena sangat berpengaruh dan agar tidak cepat rusak (Setiawan et al., 2017).

2.2.7 Zinc

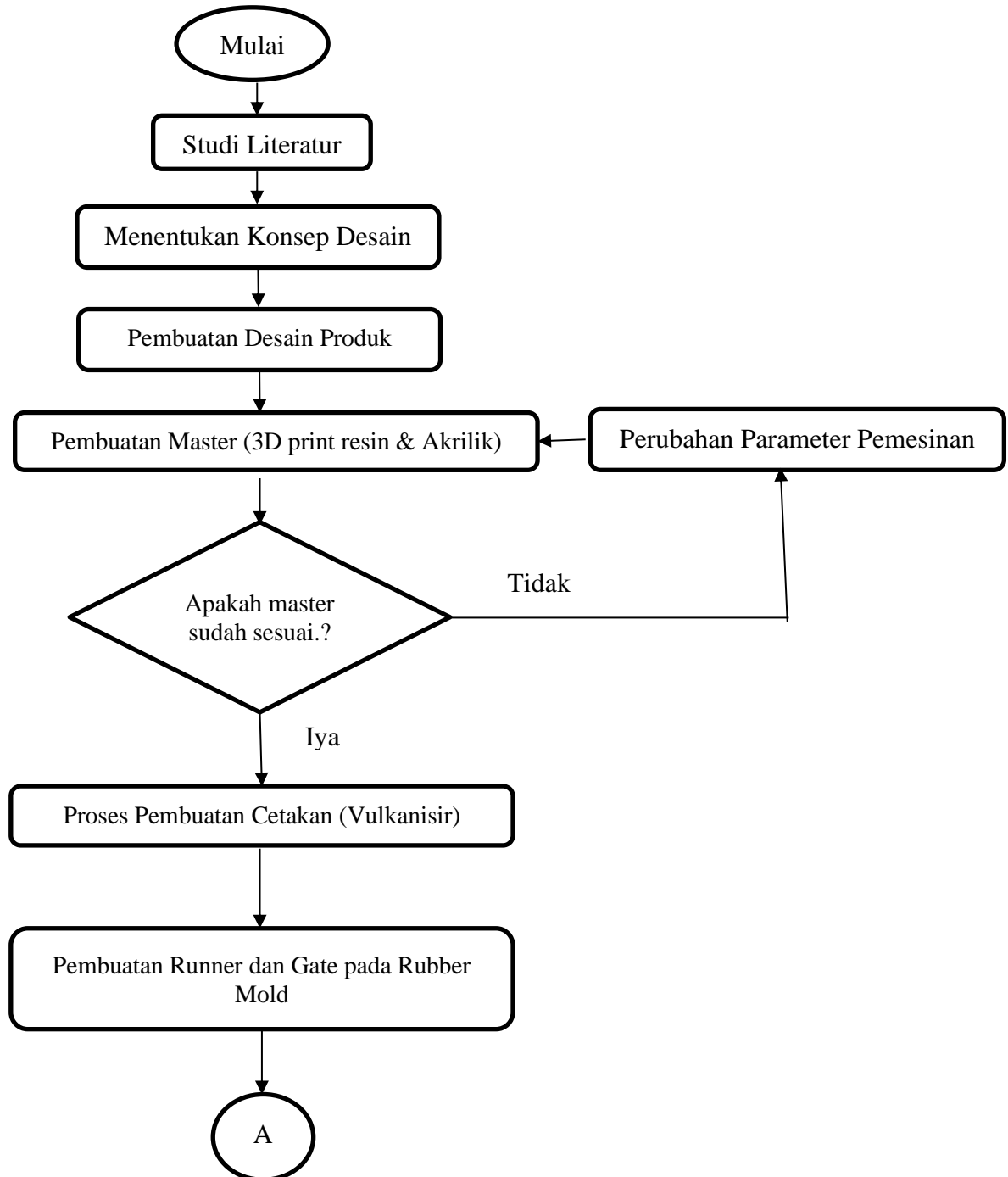
Paduan seng yang mengandung unsur paduan utama tembaga dan titanium. Kelebihan dari *zinc alloy* dalam proses manufaktur adalah suhu leleh yang rendah sehingga menimbulkan konsumsi energi yang rendah dan memiliki sifat fluiditas yang tinggi sehingga dapat mengisi rongga cetakan yang kompleks (Pola et al., 2020).

2.2.8 Vulkanisir

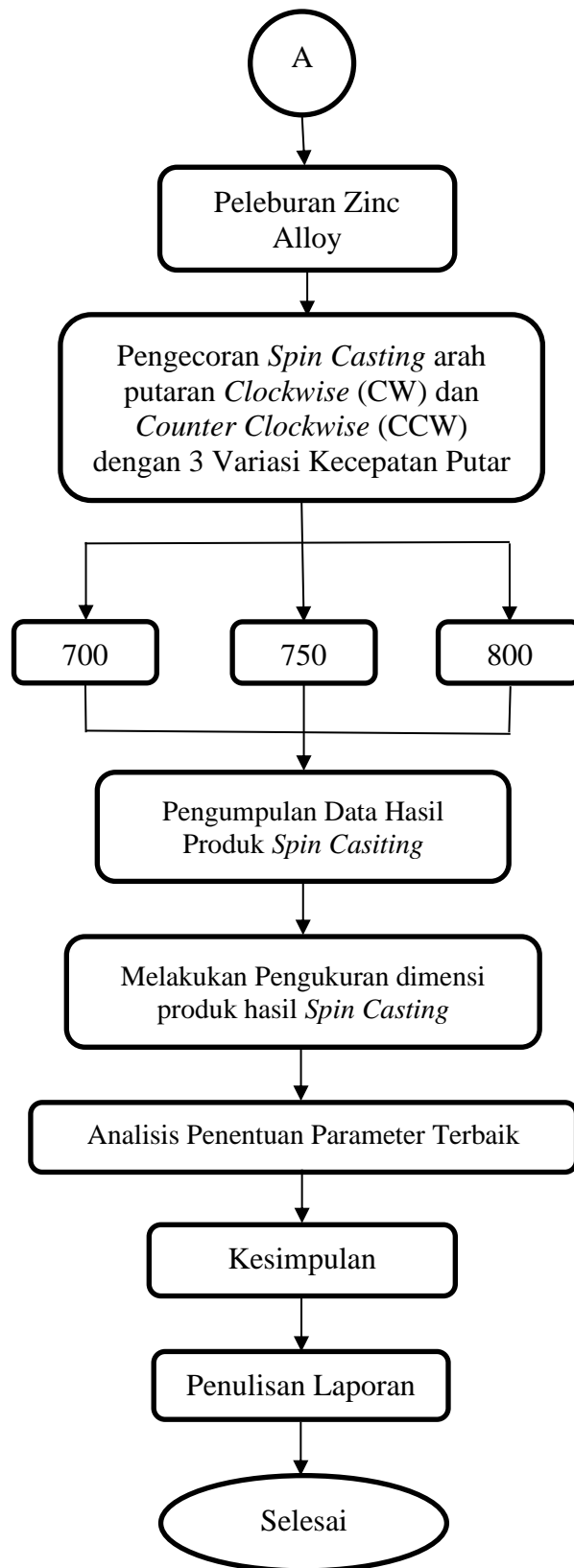
Vulkanisasi adalah alat untuk memanaskan karet silikon. Vulkanisir merupakan langkah penting untuk mempersiapkan cetakan *silikon rubber* untuk produksi. Vulkanisir terdiri 2 buah pemanas yang berada di atas dan di bawah dan dapat digerakan ke atas dan ke bawah. *Mold frame* yang berisi karet mentah di letakan di tengah-tengah sehingga ada tekanan. Proses vulkanisir terjadi adanya plat panas dan tekanan pada mold frame selama beberapa waktu tertentu hingga silikon menjadi matang/keras (Suminto, 2015).

BAB 3 METODE PENELITIAN

3.1 Alur Penelitian



Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3. 2 Diagram Alir Penelitian

Penelitian ini terdapat tahap-tahapan hingga menjadi produk jadi seperti yang akan dijelaskan sebagai berikut:

3.1.1 Studi Literatur

Sebelum melakukan percobaan-percobaan pada penelitian, harus melakukan studi literatur terlebih dahulu. Tujuannya adalah untuk mencari referensi terkait teori-teori yang berkaitan dengan penelitian ini tentang hasil *spin casting* dengan master *laser cutting*, *CNC Router* dan *3D Printing*. Studi literatur dilakukan dengan membaca buku, jurnal atau tulisan-tulisan tentang penelitian terkait yang pernah dibuat sebelumnya

3.1.2 Kriteria Desain

Sebelum perancangan desain terlebih dahulu melakukan pemilihan produk yang akan didesain. Dalam penelitian ini pemilihan produk adalah bertema Suvenir karena ukurannya kecil untuk di cetakan rubber mold dengan maksimal 100 mm x 100 mm. Di antara pemilihan produk Suvenir sebagai berikut:

1. Gantungan Kunci
2. Plakat
3. Tempelan Kulkas
4. Liontin

Setelah pemilihan produk Suvenir yang diambil adalah gantungan kunci dan plakat. Dalam penelitian ini memiliki kriteria desain yang harus dipenuhi oleh produk Suvenir. Adapun beberapa kriteria desain master sebagai berikut:

1. Fungsi

Gantungan kunci harus memiliki kekuatan dan ketahanan, gantungan kunci harus cukup kuat untuk menahan kunci dan tidak mudah rusak.

2. Mudah dibawa

Ukuran tidak lebih dari 10cm, produk tidak mempersulit saat dimiliki dan mudah untuk dibawa saat menggunakannya.

3. Memiliki ciri khas

Memiliki ciri khas yang akan dipresentasikan pada produk tersebut.

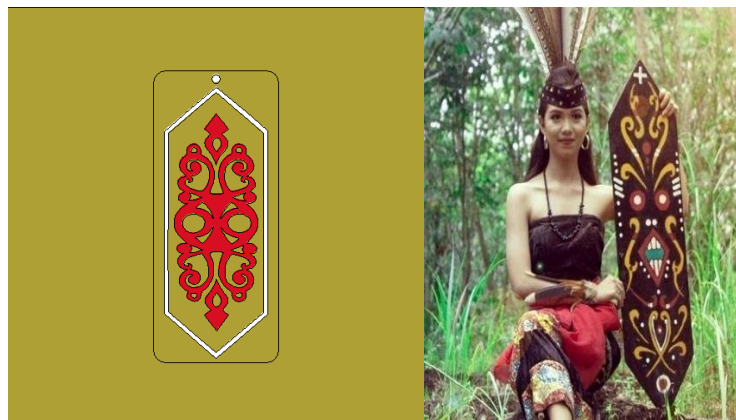
4. Tidak tajam atau runcing

Keamanan dan kenyamanan menjadi suatu hal yang penting bagi sebuah produk agar saat digunakan tidak membahayakan pengguna.

3.1.3 Perancangan Desain

Tahap yang pertama merupakan tahap perancangan desain. Desain yang dibuat merupakan desain gantungan kunci yang berukuran tidak lebih dari 10 cm. Pada pembuatan desain menggunakan beberapa software diantaranya Autodesk ArtCAM Premium 2018. Berikut merupakan desain yang telah dibuat:

1. Desain Talawang (Perisai Suku Dayak)



Gambar 3. 3 Konsep Desain Perisai Suku Dayak (Talawang)

Desain yang pertama merupakan desain yang diambil dari tema perisai suku Dayak serta motif ukiran yang berasal dari pulau Kalimantan. Desain perisai suku Dayak terdapat pada gambar 3. 3.

2. Desain spartan warrior



Gambar 3. 4 Konsep Desain Spartan Warrior

Desain yang kedua merupakan desain yang mengusung tema spartan. Spartan merupakan salah satu golongan yang berasal dari negara Sparta di Yunani kuno. Desain Spartan warrior terdapat pada gambar 3. 4.

3.2 Peralatan dan Bahan

Peralatan dan bahan merupakan alat penunjang untuk menghasilkan sesuatu produk jadi, berikut adalah peralatan dan bahan yang digunakan sebagai penelitian ini sebagai berikut:

3.2.1 Peralatan

1. Autodesk ArtCAM Premium 2018



Gambar 3. 5 Autodesk ArtCAM Premium 2018

Pada gambar 3. 5 yaitu software desain yang digunakan penilitan ini membuat desain 2D dan 3D produk dengan Software Autodesk ArtCAM Premium 2018.

2. Anycubic Photon Workshop



Gambar 3. 6 Anycubic PhotonWorkshop

Gambar 3. 6 adalah aplikasi yang digunakan untuk mengatur parameter pada 3D model yang akan di proses pemesinan *3D printing*.

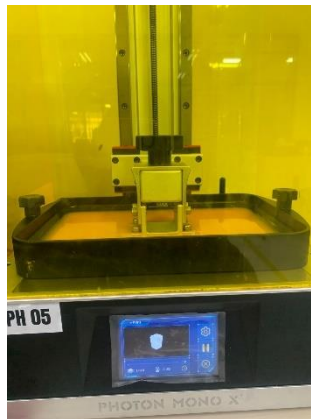
3. Mesin *Laser Cutting*



Gambar 3. 7 *Laser Cutting*

Mesin *Laser Cutting* pada gambar 3. 7 ini digunakan untuk membuat master produk Suvenir yang menggunakan metode laser dengan mesin tipe G.WEIKE yang ada di Laboratorium Teknik Mesin Universitas Islam Indonesia.

4. Mesin *3D Printing*



Gambar 3. 8 *3D Print Resin*

Gambar 3. 8 adalah mesin *3D Printing* digunakan untuk mencetak master, untuk mesin 3D yang digunakan berbahan resin dengan metode sinar *UV* di psin tipe Photon mono X yang ada di Laboratorium Teknik Mesin Universitas Islam Indonesia.

5. Mesin *CNC Router*



Gambar 3. 9 *CNC Router*

Mesin *CNC Router* pada gambar 3. 9 adalah salah satu proses pemesinan yang digunakan pada penelitian ini untuk membuat master berbahan akrilik.

6. Mesin Vulkanisir



Gambar 3. 10 Mesin Vulkanisir

Gambar 3. 10 mesin vulkanisir digunakan untuk membuat cetakan produk Suvenir yang akan dibuat pada *Silicon rubber*. Mesin yang digunakan bertipe *P-400 Matic* yang ada di Laboratorium Teknik Mesin Universitas Islam Indonesia.

7. Mesin Pelebur Material



Gambar 3. 11 Mesin Pelebur Material

Mesin pada gambar 3. 11 digunakan untuk melebur material logam zinc agar menjadi cair ini bertipe *F-120 Matic* yang ada di Laboratorium Teknik Mesin Universitas Islam Indonesia.

8. Mesin *Spin Casting*



Gambar 3. 12 Mesin *Spin Casting*

Mesin *spin casting* pada gambar 3. 12 ini memanfaatkan gaya sentrifugal saat melakukan pengecoran dengan bahan *zinc alloy* yang sudah cair untuk mengisi rongga-rongga pada cetakan yang sudah dibuat. Mesin yang digunakan bertipe *C-400 Matic* yang ada di Laboratorium Teknik Mesin Universitas Islam Indonesia.

9. Jangka Sorong



Gambar 3. 13 Jangka Sorong

Gambar 3. 13 alat digunakan untuk mengukur dimensi hasil *spin casting* yang sudah jadi. Jangka sorong yang digunakan memiliki ketelitian 0,01 mm.

10. Timbangan Digital



Gambar 3. 14 Timbangan Digital

Gambar 3. 14 alat yang digunakan untuk mengukur berat master produk sebelum dan sesudah melalui proses vulkanisir. Timbangan digital memiliki ketelitian 0.01 gram.

3.2.2 Bahan

1. Resin



Gambar 3. 15 Resin *High Temp*

Pada gambar 3. 15 adalah resin yang digunakan untuk membuat master produk dengan proses *3D print* resin. Resin tersebut menggunakan resin *High Temperature*. Merk Phrozen dengan tipe TR250 High Temp.

2. Akrilik



Gambar 3. 16 Akrilik

Gambar 3. 16 Akrilik bahan yang digunakan pada pembuatan master cetakan yaitu akrilik merk Marga Cipta dengan tebal 3mm untuk pemesinan *CNC Router dan Laser cutting*.

3. *Rubber Mold*



Gambar 3. 17 *Rubber Mold*

Gambar 3. 17 adalah *Rubber mold* berfungsi sebagai cetakan pada produk yang akan di vulkanisir hingga membentuk model master yang dibuat seperti proses pengepresan pada master dengan *rubber* hingga membentuk desain Suvenir tersebut. *Rubber Mold* digunakan untuk cetakan pada proses pengecoran *zinc alloy* yang sudah cair.

4. *Zinc Alloy*



Gambar 3. 18 *Zinc Alloy*

Pada penelitian ini menggunakan material *zinc alloy* dilelehkan terlebih dahulu sebelum melakukan *spin casting* seperti gambar 3. 18 bentuk *zinc* sebelum di lebur.

5. Aseton



Gambar 3. 19 Aseton

Gambar 3. 19 adalah aseton digunakan untuk perendaman master resin yang dicampur dengan *talc* bertujuan agar master tidak lengket pada *rubber mold* saat proses vulkanisir.

6. *Talc*



Gambar 3. 20 *Talc*

Talc gambar 3. 20 digunakan untuk mencegah *silicon rubber* menempel saat vulkanisir dan pengecoran.

7. Plastisin



Gambar 3. 21 Plastisin

Plastisin gambar 3. 21 digunakan pada master yang memiliki lubang pada model agar memberikan visual pada cetakan mencegah logam cair mengisi rongga yang tidak seharusnya terisi oleh logam.

3.3 Parameter Penelitian

Pada penelitian ini terdapat beberapa parameter yang digunakan yaitu parameter konstan dan parameter proses pada saat proses melakukan pengecoran dengan mesin *spin casting*.

3.3.1 Parameter Konstan

Pada parameter konstan ini berdasarkan arahan dan masukan yang di dapat dari mengikuti Training di Laboratorium Teknik Mesin Universitas Islam Indonesia dan juga diambil data dari penelitian sebelumnya (Sadheni, 2022). Bisa dilihat pada Tabel 3. 1 untuk parameter konstan yang digunakan.

Tabel 3. 1 Parameter Konstan

No	Variabel	Nilai	Satuan
1	Suhu Vulkanisir	180	°C
2	Tekanan Vulkanisir	100	Psi
3	Waktu Vulkanisir	3600	s
4	Suhu Material Logam	450-550	°C
5	Tekanan <i>Spin Casting</i>	40	psi

3.3.2 Parameter Proses

Parameter proses adalah parameter dengan variasi parameter yang telah ditentukan bertujuan mendapatkan analisis pengaruh terhadap parameter yang di variasikan.

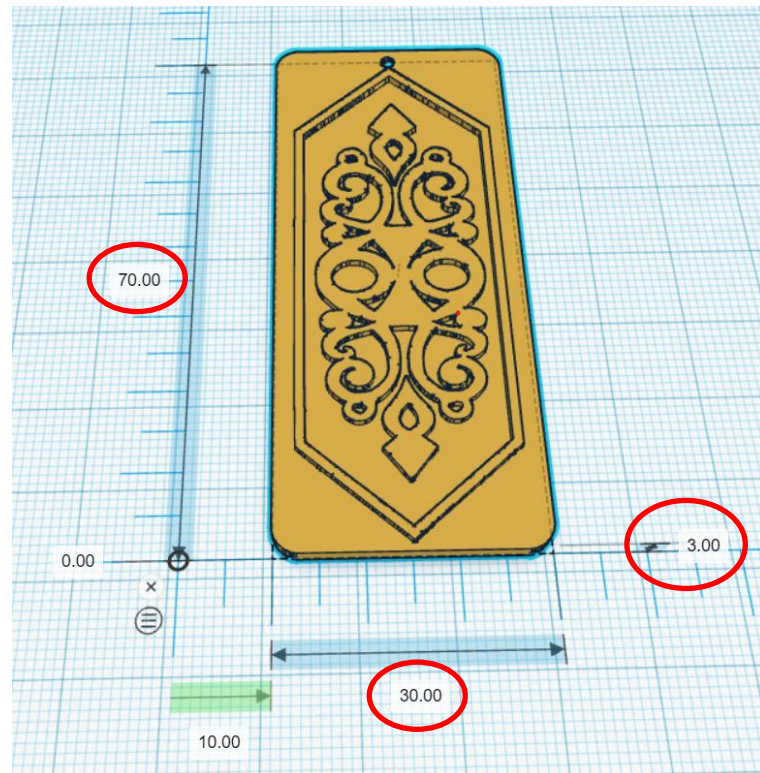
BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Perancangan

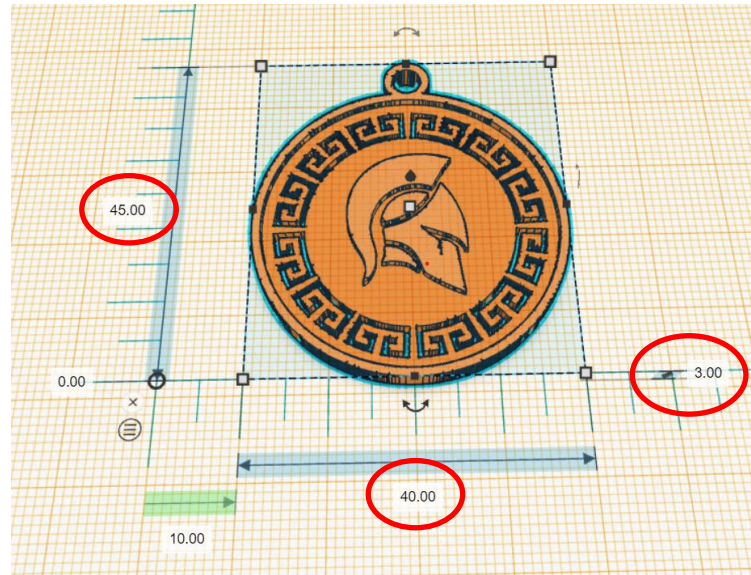
4.1.1 Hasil Perancangan Desain

Perancangan desain dilakukan dengan menggunakan software Autodesk ArtCAM Premium 2018. Ukuran desain telah ditentukan yaitu ukuran desain yang akan dibuat produk tidak lebih dari 10 cm, dan desain yang dibuat merupakan desain gantungan kunci yang ukurannya tidak lebih dari 10 cm.



Gambar 4. 1 Dimensi desain 3D Talawang

Gambar 4. 1 adalah desain yang pertama merupakan desain yang diambil dari tema perisai suku Dayak serta motif ukiran yang berasal dari pulau Kalimantan. Dimensi desain perisai suku Dayak terdapat pada gambar 4. 1 desain ini memiliki ukuran Panjang 70 mm, lebar 30 mm dan memiliki ketebalan 3 mm.



Gambar 4. 2 Dimensi desain 3D Spartan Warrior

Desain yang kedua merupakan desain yang mengusung tema spartan. Spartan merupakan salah satu golongan yang berasal dari negara Sparta di Yunani kuno. Seperti pada gambar 4. 2 dimensi desain spartan warrior.

4.1.2 Master Produk

Master yang digunakan pada penelitian ini merupakan master dari bahan *3D print resin* dan akrilik. Mesin yang digunakan dalam pembuatan master *3D print resin* adalah mesin *3D Print Resin Anycubic Photon Mono X*, dan proses yang digunakan pada akrilik adalah proses pemesinan *CNC* dikombinasikan dengan *laser cutting*.

Tabel 4. 1 Bahan dan proses pemesinan master

Bahan	Proses
Resin	1. <i>3D Printing</i>
Akrilik	1. <i>CNC Machining</i> (Pembuatan pola model) 2. <i>Laser Cutting</i> (Pelubangan pada model)



Gambar 4. 3 Master produk *3D print* resin

Gambar 4. 3 adalah master yang terbuat dari resin hasil dari proses *3D printing* dengan rekayasa *finishing* pada bagian bawah master bertujuan untuk menghaluskan sisa support.

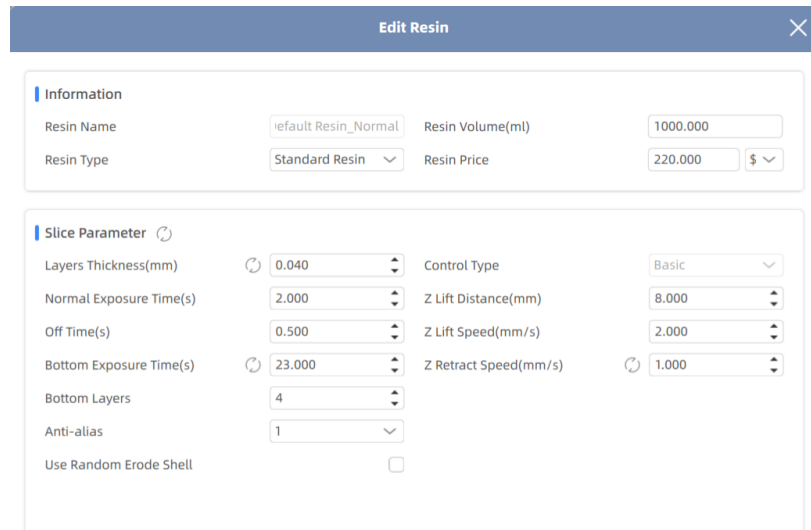


Gambar 4. 4 Master produk akrilik

Gambar 4. 4 adalah master dari bahan akrilik dari proses pemesinan CNC dikombinasikan dengan *laser cutting*, proses *CNC machining* dilakukan pada bagian pola menghasilkan timbul sedangkan untuk proses pemesinan *laser cutting* untuk mendapatkan hasil berlubang pada model master.

4.2 Pembuatan Master

Pada penelitian ini hanya berfokus pada pembuatan master resin dengan proses *3d print* resin sedangkan master akrilik menggunakan jasa dan hanya mengirimkan file vektor tidak dibuat secara mandiri di laboratorium Universitas Islam Indonesia. Berikut parameter yang digunakan saat proses pembuatan master resin dengan aplikasi Anycubic Photon Workshop :



Gambar 4. 5 Slice parameter yang digunakan

Pada gambar 4. 5 menunjukkan *slice* parameter yang digunakan saat pembuatan master, parameter ini didapat dengan melihat tabel printing parameter pada web resmi phrozen di bagian phrozen resin *user guide*, sesuaikan dengan tipe resin yang digunakan sebagai acuan karena printer yang tertera pada web berbeda dengan yang ada di laboratorium, sehingga tetap lakukan percobaan untuk mendapat hasil yang sesuai, mesin printer yang digunakan juga mempengaruhi *slice* parameter dan hasil.



Gambar 4. 6 Master setelah ditambahkan support

Pada gambar 4. 6 menunjukkan dilakukannya penambahan sudut dan *support* agar hasil cetak tidak menempel langsung pada *platform* jika tidak menggunakan *support* akan terjadi perbedaan dimensi master bagian bawah yang

menempel langsung ke *support* dengan bagian atas yang di cetak terakhir. Kemiringan sudut yang diambil sebesar 45° bertujuan agar tidak ada cairan resin yang tertinggal dan mengeras pada bagian yang tidak diinginkan. Seperti pada gambar 4. 7 terjadi kecacatan karena resin tertinggal dan mengeras pada bagian yang tidak seharusnya.



Gambar 4. 7 Master resin mengalami kecacatan

Sebelum melakukan cetak master pastikan saat menuang resin ke *tank* secara perlahan tidak lebih dari garis batas *max* yang sudah diberikan agar saat platform masuk kedalam tidak terjadi *luber*, diamkan resin terlebih dahulu agar tidak terdapat gelembung udara pada resin sebelum mencetak setelah penuangan yang bisa menyebabkan kecacatan saat proses cetak. Garis batas *max* pada *tank* bisa dilihat pada gambar 4. 8 dan untuk gambar 4. 9 adalah kecacatan yang disebabkan gelembung udara pada resin.



Gambar 4. 8 Garis batas *max* pada *tank*



Gambar 4. 9 Cacat pada master resin

4.3 Vulkanisasi

4.3.1 Perendaman master *3D print* resin

Sebelum melakukan vulkanisasi, untuk master dari hasil *3D print* resin dilakukannya pengolesan atau perendaman cairan resin.



Gambar 4. 10 Perendaman master

Gambar 4. 10 merupakan proses perendaman master hasil *3D print* resin menggunakan cairan campuran aseton dengan *talca* yang berfungsi agar master lebih tahan panas dan tidak lengket ketika proses vulkanisasi dilakukan. Master akrilik tidak perlu dilakukan pengolesan campuran aseton dengan *talca*, dikarenakan master dari material akrilik lebih tahan panas ketika proses vulkanisasi dilakukan.

4.3.2 Penambahan plastisin pada master

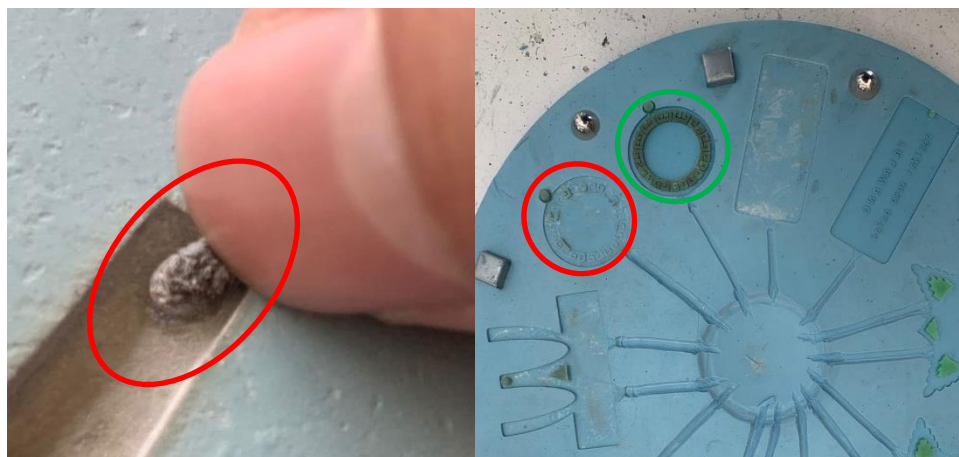
Pada tahap ini adalah dilakukannya penataan master pada *rubber mold* yang sudah dimasukan ke bagian dalam *molding frame* untuk dilakukannya proses penambahan plastisin pada master yang berlubang, dengan tujuan agar plastisin

menyatu dengan *rubber mold* dan menghasilkan pola timbul pada cetakan. Gambar 4. 11 adalah saat master sudah selesai dilakukannya penambahan plastisin.



Gambar 4. 11 Penambahan plastisin pada master berlubang

Tetapi perlu diperhatikan juga kepadatan saat pengisian plastisin pada rongga master, ketika plastisin kurang padat bisa menyebabkan kecacatan plastisin tidak menempel dan menyatu dengan *rubber mold*. Selain tentang pengisian plastisin hal lain yang perlu diperhatikan juga adalah teksur dari plastisin yang dipakai, ketika plastisin yang dipakai terlalu lembek juga meningkatkan potensi kecacatan produk, berakibat patah atau sobek saat proses *spin casting* dilakukan.



Gambar 4. 12 Cacat pada plastisin

Bisa dilihat pada gambar 4. 12 cacat terjadi saat proses vulkanisir sudah dilakukan dan proses *spin cating* berjalan, jadi ketika proses *spin cating* dilakukan semakin lama akan mengurangi kualitas plastisin yang menyebabkan retak-retak

dan pada tahap akhir akan mengalami patah, kemudian ketika proses pemadatan kurang plastisin tidak tercetak dan menyatu dengan sempurna pada *rubber mold*.

4.3.3 Penggunaan *Talc* pada *silicone rubber*

Pemberian talc dilakukan sebelum proses vulkanisasi dilakukan, pemberian talc tersebut dioleskan pada *silicone rubber mold* dan master yang akan dilakukan proses vulkanisasi.



Gambar 4. 13 Pengolesan Talc pada silicone rubber mold

Gambar 4. 13 merupakan proses pengolesan talc yang berfungsi agar master yang mudah dilepaskan ketika proses vulkanisasi sudah selesai.

4.3.4 Proses Vulkanisasi

Setelah melakukan tahapan vulkanisasi dengan suhu 180°C , dan tekanan 100 psi dengan durasi 1 jam. Hasil dari proses tersebut adalah rubber akan mengeras kemudian akan terbentuk cetakan seperti master yang telah divulkanisir bisa dilihat pada gambar 4. 14 untuk cetakan hasil vulkanisir.



Gambar 4. 14 Cetakan hasil proses vulkanisir

4.3.5 Kondisi Master setelah Vulkanisasi

Master yang digunakan merupakan master dari hasil proses *3D print* resin dan laser cutting. Berikut merupakan kondisi master setelah dilakukan vulkanisasi:

1. Master material Akrilik

Master akrilik sehingga akan tahan panas dan tidak terjadi perubahan fisik yang mencolok pada master setelah dilakukannya proses vulkanisasi.



Gambar 4. 15 Kondisi master akrilik sebelum vulkanisir

Gambar 4. 15 merupakan kondisi master setelah dilakukannya proses vulkanisasi. Berdasarkan gambar tersebut master utuh dan tidak ada retakan maupun patahan.



Gambar 4. 16 Berat master Talawang sebelum dan sesudah Vulkanisir

Gambar 4. 16 merupakan kondisi master setelah dilakukannya proses vulkanisir. Berdasarkan gambar tersebut menunjukkan berat master Talawang sebelum proses vulkanisir di 5,48g kemudian setelah melewati proses vulkanisir terjadi penyusutan 0,08 sehingga menjadi 5,40g.



Gambar 4. 17 Berat master Spartan Warrior sebelum dan sesudah Vulkanisir

Gambar 4. 17 merupakan kondisi master setelah dilakukannya proses vulkanisir. Menunjukkan berat master Spartan Warrior sebelum proses vulkanisir di 2,84g kemudian setelah melewati proses vulkanisir menjadi 2,82g.

2. Master dari hasil proses *3D print* resin

Master tersebut menggunakan resin *High Temperature*, berikut merupakan kondisi master dari hasil proses *3D print* resin :



Gambar 4. 18 Kondisi Master *3D Print* Resin setelah Vulkanisir

Gambar 4. 18 merupakan kondisi master setelah dilakukan vulkanisasi, master tersebut pecah dan terdapat retakan. Hal tersebut terjadi dikarenakan master hasil proses *3D print* resin tidak tahan pada saat proses vulkanisasi dilakukan. Walaupun sudah menggunakan resin tipe *high temperature* kuat terhadap panas tetapi tidak dengan tekanan.

4.4 Hasil Pengujian

4.4.1 Pengecoran dengan menggunakan variasi kecepatan



Pada pengecoran ini dilakukan menggunakan mesin *spin casting*

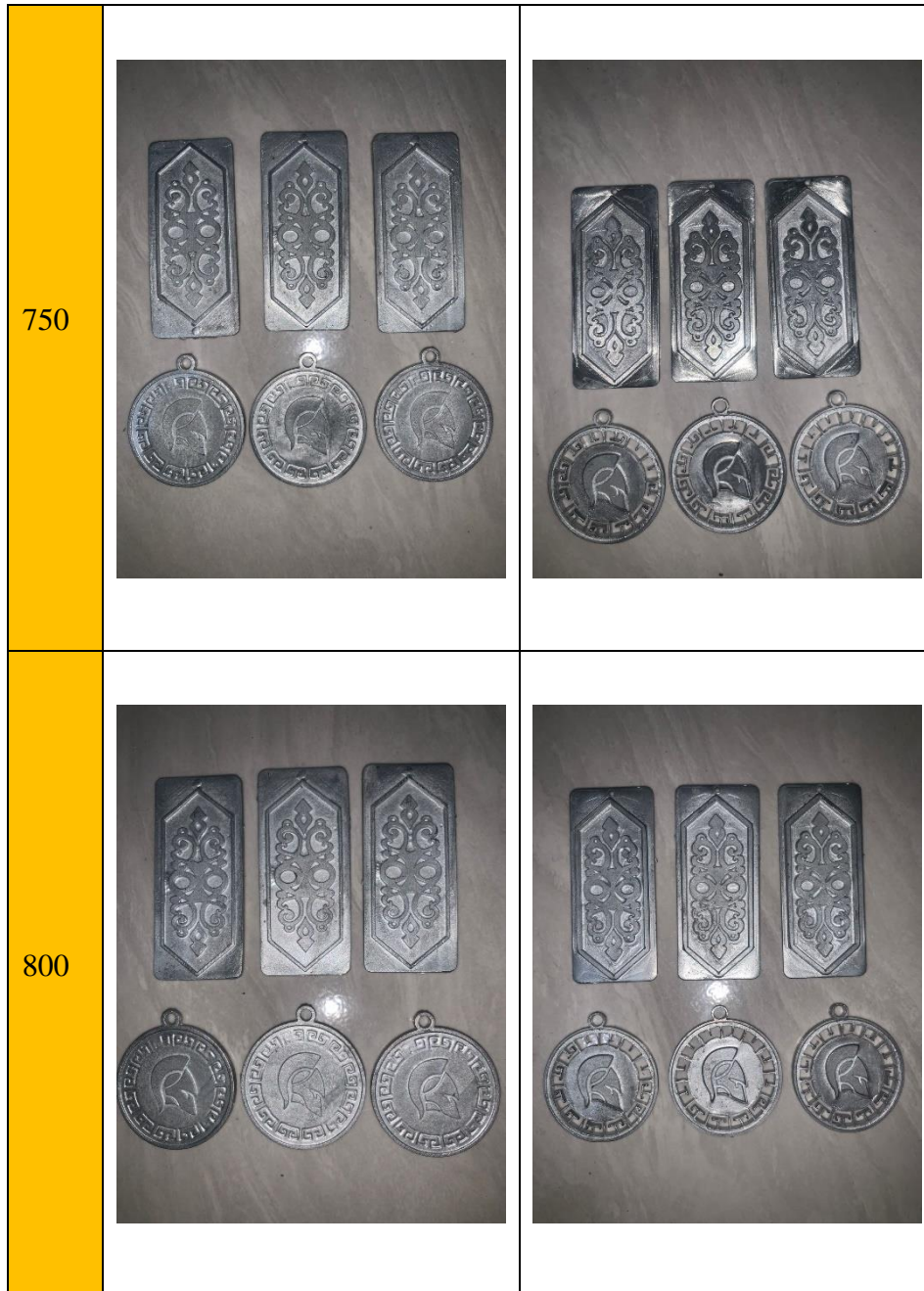
400Matic dengan arah putar *clockwise* (CW) / searah jarum jam dan *counter clockwise* (CCW) / berlawanan arah jarum jam. Parameter yang digunakan dengan waktu putar 20 detik, tekanan 40 psi dan kecepatan putar 700, 750 dan 800 rpm. Berikut merupakan hasil dari pengecoran yang dilakukan :

4.4.2 Hasil *Spin casting*

1. Hasil Produk gantungan kunci Talawang dan Spartan warrior dengan arah putar *clockwise* (CW) / searah jarum jam.

Tabel 4. 2 Hasil percobaan *clockwise* (CW)

RPM	3D Print resin			Akrilik		
	Percobaan			Percobaan		
	1	2	3	1	2	3
700						



2. Hasil produk gantungan kunci Talawang dan Spartan warrior dengan arah putar *counter clockwise* (CCW) / berlawanan arah jarum jam.

Tabel 4. 3 Hasil percobaan *counter clockwise* (CCW)

RPM	<i>3D Print resin</i>			Akrilik		
	Percobaan			Percobaan		
	1	2	3	1	2	3

700		
750		
800		

4.4.3 Keterisian logam

Setelah dilakukanya proses *spin casting* didapatkan bahwa keterisian logam dipengaruhi banyak faktor seperti desain produk, kecepatan *spin casting*, penempatan runner, pemberian jalur udara, suhu logam, waktu penuangan, dsb. Seperti pada gambar 4. 19 dan 4. 20.



Gambar 4. 19 Produk tidak terisi sempurna

Pada gambar 4. 19 bisa dilihat bahwa logam tidak mengisi secara penuh rongga pada cetakan sehingga menyebabkan kegagalan hasil produk, kegagalan ini bisa disebabkan oleh beberapa faktor kecepatan putar terlalu rendah, logam yang dituangkan terlalu sedikit, dan terjebaknya udara pada rongga cetakan.



Gambar 4. 20 Keterisian logam melebihi cetakan

Sedangkan pada gambar 4. 20 memperlihatkan kondisi hasil produk mengalami luber, logam cair mengisi melebihi cetakan cacat ini disebabkan oleh kecepatan putar terlalu tinggi sehingga gaya sentrifugal mendorong keluar dari rongga cetakan dan luber ke celah antara cetakan.

4.5 Hasil Pengukuran dimensi pada produk *spin casting*

Dikarenakan produk dari spartan warrior mengalami kecacatan dan tidak membuahkan hasil yang semestinya pada proses *spin casting*, sehingga tidak dilakukan pengukuran dan pengambilan data untuk analisis. Pengukuran hanya dilakukan pada produk talawang dengan menggunakan jangka sorong digital, bertujuan untuk mengetahui dimensi produk yang telah dibuat. Berikut merupakan hasil pengukuran yang telah dilakukan:

1. Hasil pengukuran produk gantungan kunci perisai suku Dayak dengan kecepatan 700 rpm CW, tekanan 40 psi dan waktu 20 detik.

Tabel 4. 4 Dimensi Talawang Resin dan Akrilik 700 rpm CW

Perisai suku Dayak (Talawang) Resin				Perisai suku Dayak (Talawang) Akrilik			
Percobaan	Panjang	Lebar	Tebal	Percobaan	Panjang	Lebar	Tebal
1	30,27	69,66	3,18	1	29,73	68,87	3,05
2	30,10	69,86	3,07	2	29,62	69,20	3,10
3	30,30	69,98	3,05	3	29,77	68,84	3,02
Rata-rata	30,22	69,83	3,10	Rata-rata	29,71	68,97	3,06

2. Hasil pengukuran produk gantungan kunci perisai suku Dayak dengan kecepatan 750 rpm CW, tekanan 40 psi dan waktu 20 detik.

Tabel 4. 5 Dimensi Talawang Resin dan Akrilik 750 rpm CW

Perisai suku Dayak (Talawang) Resin				Perisai suku Dayak (Talawang) Akrilik			
Percobaan	Panjang	Lebar	Tebal	Percobaan	Panjang	Lebar	Tebal
1	30,60	69,75	3,10	1	29,75	69,20	3,10
2	30,79	70,08	3,11	2	29,52	68,76	3,10
3	30,71	70,05	3,01	3	29,78	69,10	3,15
Rata-rata	30,70	69,96	3,07	Rata-rata	29,68	69,02	3,12

3. Hasil pengukuran produk gantungan kunci perisai suku Dayak dengan kecepatan 800 rpm CW, tekanan 40 psi dan waktu 20 detik.

Tabel 4. 6 Dimensi Talawang Resin dan Akrilik 800 rpm CW

Perisai suku Dayak (Talawang) Resin				Perisai suku Dayak (Talawang) Akrilik			
Percobaan	Panjang	Lebar	Tebal	Percobaan	Panjang	Lebar	Tebal
1	30,40	70,10	3,05	1	29,85	68,95	3,31
2	30,95	70,33	3,10	2	29,84	69,40	3,25
3	30,75	79,40	3,19	3	29,90	69,49	3,20
Rata-rata	30,70	70,22	3,11	Rata-rata	29,86	69,28	3,25

4. Hasil pengukuran produk gantungan kunci perisai suku Dayak dengan kecepatan 700 rpm CCW, tekanan 40 psi dan waktu 20 detik.

Tabel 4. 7 Dimensi Talawang Resin dan Akrilik 700 rpm CCW

Perisai suku Dayak (Talawang) Resin				Perisai suku Dayak (Talawang) Akrilik			
Percobaan	Panjang	Lebar	Tebal	Percobaan	Panjang	Lebar	Tebal
1	30,20	70,06	3,03	1	29,37	68,98	3,01
2	30,20	69,90	2,99	2	29,41	68,97	2,93
3	30,15	68,85	3,10	3	29,66	69,00	3,06
Rata-rata	30,18	69,60	3,04	Rata-rata	29,39	68,98	3,00

5. Hasil pengukuran produk gantungan kunci perisai suku Dayak dengan kecepatan 750 rpm CCW, tekanan 40 psi dan waktu 20 detik.

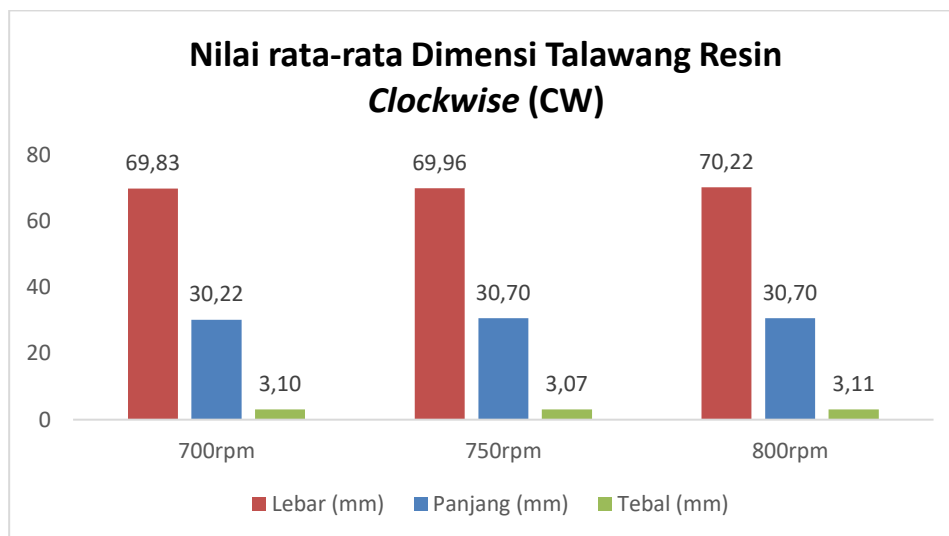
Tabel 4. 8 Dimensi Talawang Resin dan Akrilik 750 rpm CCW

Perisai suku Dayak (Talawang) Resin				Perisai suku Dayak (Talawang) Akrilik			
Percobaan	Panjang	Lebar	Tebal	Percobaan	Panjang	Lebar	Tebal
1	30,40	70,20	3,04	1	29,39	69,02	3,15
2	30,35	69,96	3,05	2	29,60	69,19	3,07
3	30,93	70,30	2,99	3	29,78	69,28	3,10
Rata-rata	30,56	70,15	3,03	Rata-rata	29,59	69,16	3,11

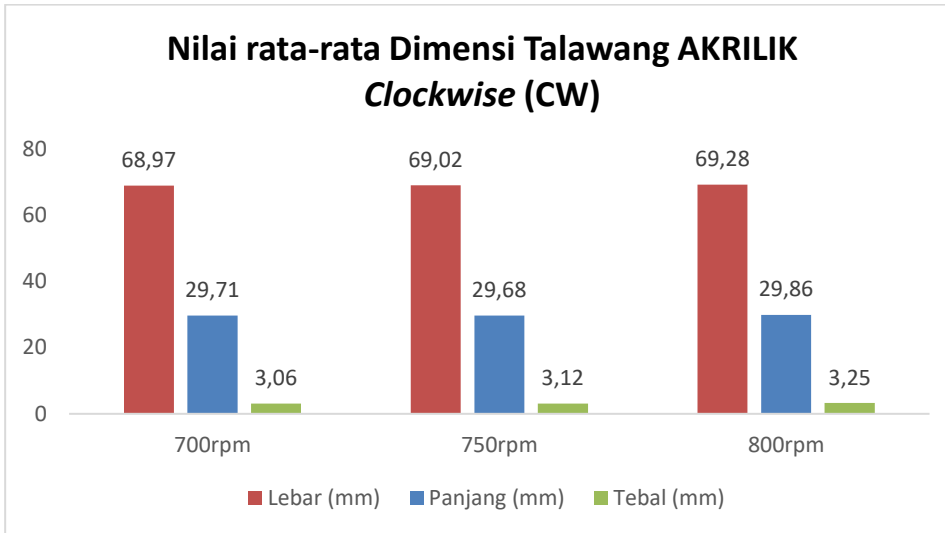
6. Hasil pengukuran produk gantungan kunci perisai suku Dayak dengan kecepatan 800 rpm CCW, tekanan 40 psi dan waktu 20 detik.

Tabel 4. 9 Dimensi Talawang Resin dan Akrilik 800 rpm CCW

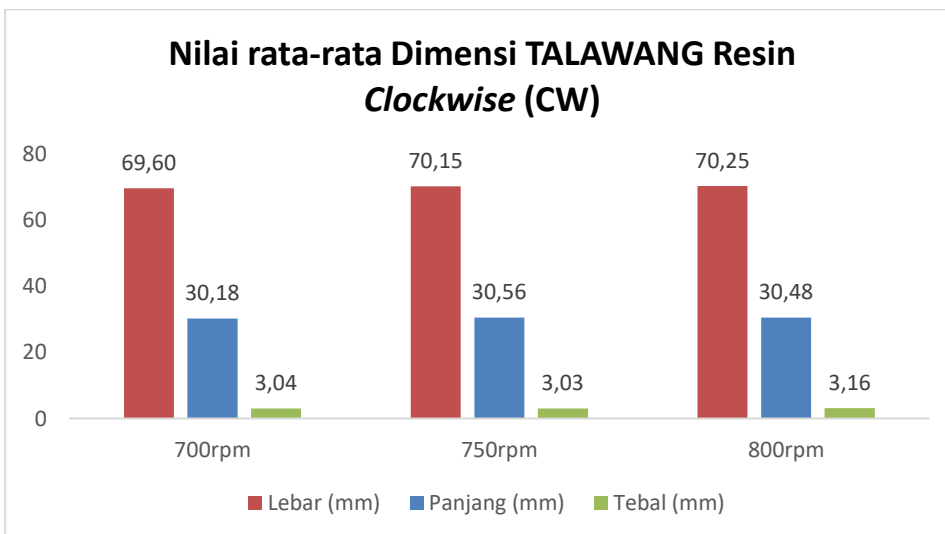
Perisai suku Dayak (Talawang) Resin				Perisai suku Dayak (Talawang) Akrilik			
Percobaan	Panjang	Lebar	Tebal	Percobaan	Panjang	Lebar	Tebal
1	30,20	70,04	3,18	1	29,68	69,00	3,06
2	30,45	70,42	3,20	2	29,46	69,61	3,35
3	30,79	70,28	3,10	3	29,96	69,33	3,20
Rata-rata	30,48	70,25	3,16	Rata-rata	29,70	69,31	3,20



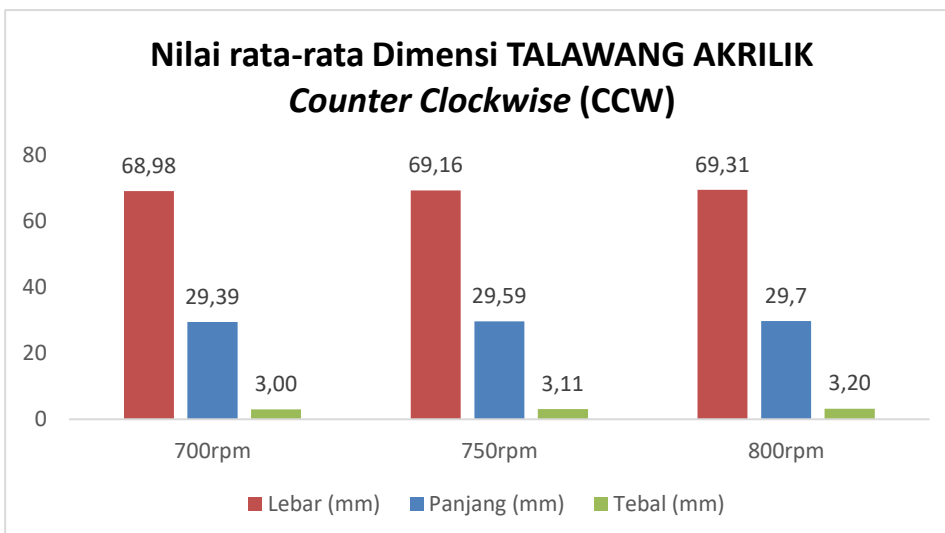
Gambar 4. 21 Grafik rata-rata dimensi pada talawang Resin CW



Gambar 4. 22 Grafik rata-rata dimensi pada talawang akrilik CW



Gambar 4. 23 Grafik rata-rata dimensi pada talawang Resin CCW



Gambar 4. 24 Grafik rata-rata dimensi pada talawang akrilik CCW

Berdasarkan gambar 4. 21, hingga gambar 4.24 didapatkan bahwa semakin cepat kecepatan putar yang diberikan maka dimensi produk cenderung naik. Hal tersebut terjadi dikarenakan efek gaya sentrifugal yang tinggi sehingga material logam akan terdorong dan mengisi cetakan. Namun apabila menggunakan kecepatan putar yang terlalu tinggi material dapat meluber dicetakan sehingga akan menimbulkan kecacatan pada produk hasil *spin casting*. Seperti yang diperlihatkan oleh gambar 4. 25.



Gambar 4. 25 Hasil produk *Spin Casting* dengan kecepatan putar 850 rpm

4.6 Analisis dan Pembahasan

4.6.1 Penentuan Parameter Terbaik *Spin Casting*

Pada penelitian ini parameter yang digunakan untuk menilai produk *spin casting* adalah bentuk visual produk *spin casting* dan dimensi produk yang mendekati dimensi master dengan perhitungan menggunakan standar deviasi pada nilai rata-rata hasil *spin casting*. Hasil pengukuran produk *spin casting* yang diperoleh pada kecepatan 700, 750 dan 800 rpm produk mengalami peningkatan dimensi. Hal tersebut dikarenakan besarnya gaya sentrifugal berbanding lurus dengan kecepatan putar yang membuat logam cair yang memasuki cetakan menjauhi titik tengah dan membuat logam cair memasuki celah dari cetakan membuat keterisian dimensi pada produk. Data hasil pengukuran yang telah didapatkan, selanjutnya dilakukan perhitungan terkait deviasi dimensi produk

terhadap dimensi master produk. Standar deviasi digunakan untuk mengetahui jarak dimensi hasil pengecoran dengan dimensi master produk, dengan rumus :

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

(Barnard dkk., 2009)

Perhitungan deviasi menggunakan data hasil pengukuran produk *spin casting* dengan parameter kecepatan 700, 750 dan 800 rpm. Berikut merupakan hasil perhitungan deviasi :

1. Deviasi gantungan kunci dari master resin dan akrilik, dengan arah putar *clockwise* (CW).

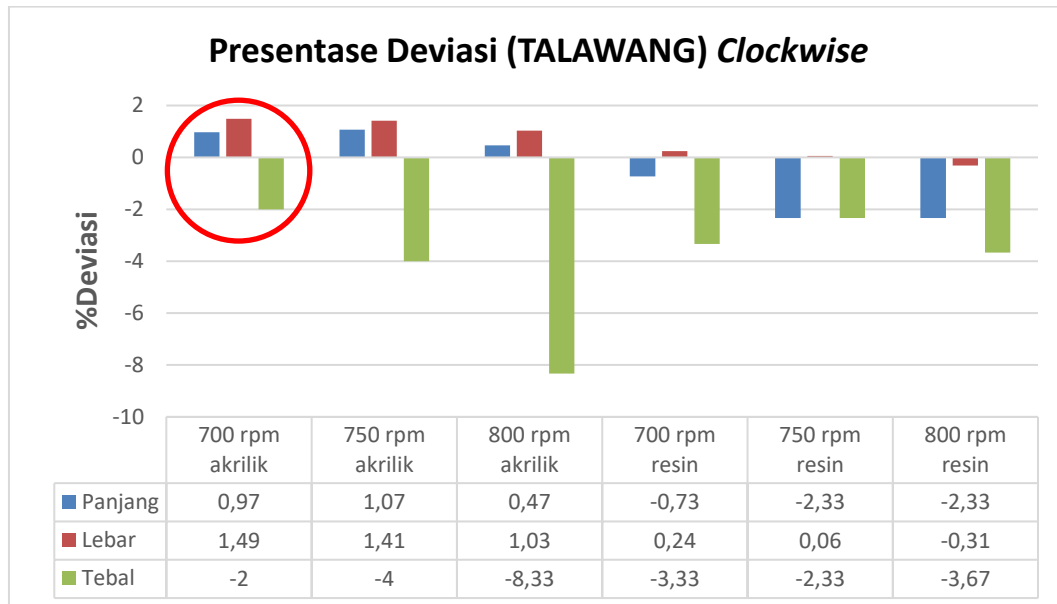
Tabel 4. 10 Deviasi Talawang master Resin dan Akrilik (CW)

Deviasi Perisai suku Dayak (Talawang) Resin				Deviasi Perisai suku Dayak (Talawang) Akrilik			
RPM	Panjang(%)	Lebar(%)	Tebal(%)	RPM	Panjang(%)	Lebar(%)	Tebal(%)
700	-0,73	0,24	-3,33	700	0,97	1,49	-2
750	-2,33	0,06	-2,33	750	1,07	1,41	-4
800	-2,33	-0,31	-3,67	800	0,47	1,03	-8,33

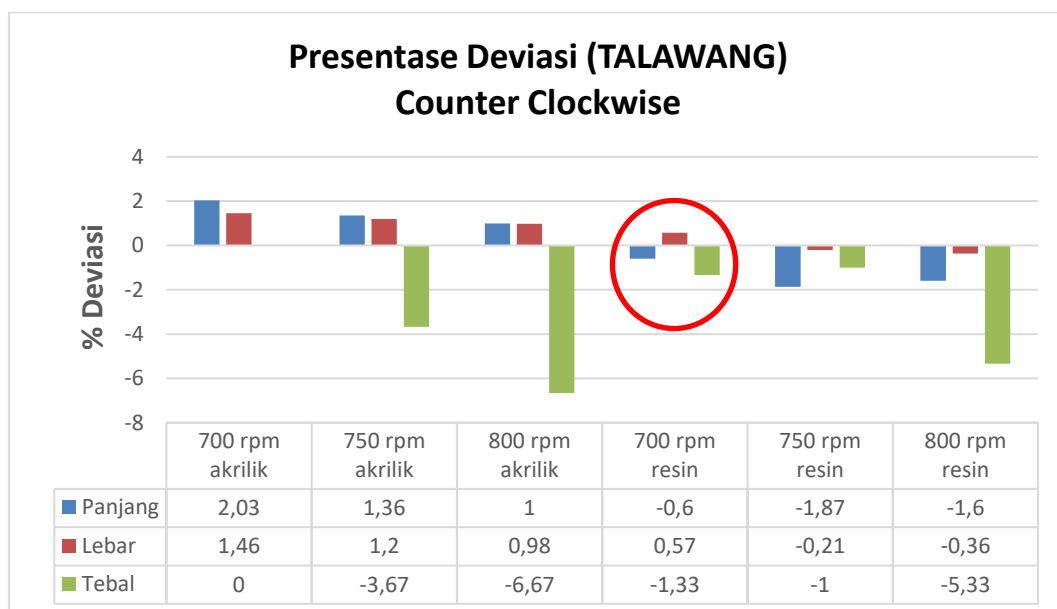
2. Deviasi gantungan kunci dari master *3D print* resin dan akrilik, dengan arah putar counter *clockwise* (CCW).

Tabel 4. 11 Deviasi Talawang master Resin dan Akrilik (CCW)

Deviasi Perisai suku Dayak (Talawang) Resin				Deviasi Perisai suku Dayak (Talawang) Akrilik			
RPM	Panjang(%)	Lebar(%)	Tebal(%)	RPM	Panjang(%)	Lebar(%)	Tebal(%)
700	-0,6	0,57	-1,33	700	2,03	1,46	0
750	-1,87	-0,21	-1	750	1,36	1,2	-3,67
800	-1,6	-0,36	-5,33	800	1	0,98	-6,67



Gambar 4. 26 Grafik Deviasi Talawang *Clockwise* (CW)



Gambar 4. 27 Grafik Deviasi Talawang *Counter Clockwise* (CCW)

Pada gambar 4. 26 dan 4. 27 hasil deviasi produk pada kecepatan 700, 750 dan 800 rpm menunjukkan selisih dimensi produk yang telah dicor dengan dimensi pada master. Dimensi pada produk berbeda dengan dimensi pada desain karena setiap master yang digunakan memiliki proses pembuatan yang berbeda seperti resin dengan metode *3D print* resin, akrilik dari *CNC* dan *laser cutting* tentunya setiap kedua proses pembuatan master memiliki toleransi dalam hasil proses pembuatan master sehingga mempengaruhi segi dimensi.

Penentuan parameter terbaik *spin casting* selain dari dimensi dengan standar deviasi terbaik juga dapat dilihat berdasarkan detail visual dari produk yang telah dicor. Produk dengan parameter kecepatan putar 700 dan 800 rpm dengan arah putar *counter clockwise* (CCW), terlihat ada bagian produk yang tidak terisi material secara sempurna.



Gambar 4. 28 Hasil *spin casting* CCW 700 rpm percobaan 1





Gambar 4. 29 Hasil *spin casting* CCW 800 rpm percobaan 3

Terlihat pada gambar 4. 28 dan 4. 29 terdapat kecacatan yang berupa keterisian material *zinc alloy* secara tidak merata pada parameter kecepatan putar 700,800 rpm. Sehingga hasil *spin casting* dengan parameter kecepatan 700, 800 rpm cacat dan tidak dapat dijadikan parameter *spin casting* terbaik. Penentuan parameter terbaik dari bentuk visual produk dari hasil *spin casting* yaitu kecepatan putar 750 rpm, karena pada kecepatan tersebut logam mengisi lebih baik daripada parameter lain.

4.6.2 Hasil *spin casting* dengan parameter terbaik

Hasil *spin casting* dengan parameter terbaik yaitu kecepatan 750 rpm, dengan arah putar *clockwise* (CW). Parameter tersebut menghasilkan produk dengan keterisian logam yang merata dengan hasil bentuk visual yang baik. Berikut merupakan hasil *spin casting* dengan parameter terbaik.

Tabel 4. 12 Hasil produk dengan parameter terbaik

Kecepatan 750 rpm	
Perisai suku Dayak (Talawang) <i>3D print</i>	Perisai suku Dayak (Talawang) Akrilik
	

4.6.3 Analisis Hasil Produk

Hasil dari proses *spin casting* pada kecepatan 700 rpm dengan desain perisai suku Dayak master dari hasil *3D print* resin terdapat bagian yang tidak terisi material secara merata seperti pada gambar 4. 29 dan 4. 30.



Gambar 4. 30 Hasil produk Talawang 700 rpm CW *3D Print* Resin



Gambar 4. 31 Hasil produk Talawang 800 rpm CW Akrilik

Selain kecacatan pada gambar 4. 30 dan 4. 31 terdapat kecacatan lain yang berupa tidak terisinya logam secara penuh pada gantungan kunci Spartan Warrior di semua parameter 700, 750, dan 800 rpm, *Clockwise* (CW) maupun *Counter Clockwise* (CCW) bisa dilihat pada gambar 4. 32.





Gambar 4. 32 Hasil produk Spartan Warrior Akrilik tidak terisi sempurna

Masing – masing produk *spin casting* dengan master hasil proses *3D print resin* dan Akrilik dari proses *CNC dan Laser Cutting* memiliki karakteristik yang berbeda, berikut merupakan karakteristik produk *spin casting* dari kedua master:

Tabel 4. 13 Karakteristik produk *Spin Casting*

Resin	Akrilik
Bentuk visual lebih detail	Bentuk visual kurang detail
Dimensi hasil casting cenderung lebih besar dari master	Dimensi hasil casting cenderung lebih kecil dari master

Cukup melakukan finishing pada bagian belakang sisa support pada master	Membutuhkan proses lebih banyak untuk mendapatkan hasil halus pada master
	

4.7 Kendala

1. Produk gagal pada proses cetak



Gambar 4. 33 Produk gagal pada proses cetak

Penyebab:

Kendala ini disebabkan oleh beberapa faktor yaitu:

- a. Kesalahan saat pemilihan plastisin untuk memenuhi model master yang berongga
- b. Plastisin yang digunakan memiliki tekstur terlalu lembek

Solusi:

- a. Pemilihan plastisin dengan tekstur lebih keras atau tidak lembek.

2. Cacat Rubber Mold

Kecacatan ini disebabkan karena dilakukanya proses *spin casting* secara kontinu sehingga rubber mold masuk pada fase rusaknya cetakan secara perlahan.



Gambar 4. 34 Cacat pada *Rubber Mold*

3. Produk tidak pernah terisi sempurna



Gambar 4. 35 Produk tidak pernah terisi sempurna



Gambar 4. 36 Penambahan *runner*

Melakukan penambahan runner juga tidak membuat logam terdistribusi dengan maksimal.

Penyebab:

- a. Pada desain terlalu rumit dan terdapat banyak patahan sehingga pendistribusian logam tidak maksimal.
- b. Desain berongga dan dimensi terlalu kecil sehingga logam cair mendorong plastisin membuat jalur pendistribusian logam tertutup.

Solusi:

- a. Jika desain rumit perlu diperhatikan dimensi produk agar jalur pengisian logam tidak terhambat.
- b. Pakai plastisin dengan tekstur tidak terlalu lembek agar tidak saat logam cair mengisi tidak terdorong menutupi jalur pendistribusian logam

4. Produk tidak terisi material dengan merata



Gambar 4. 37 Produk tidak terisi dengan merata

Penyebab :

Kendala ini dapat disebabkan oleh beberapa faktor yaitu:

- a. Kecepatan putar mesin *spin casting* terlalu rendah.
- b. Material yang dituangkan terlalu sedikit.
- c. Terdapat udara yang terjebak di rongga cetakan saat proses pengecoran.

Solusi:

- a. Menambah kecepatan putar.
- b. Menambah saluran angin yang berkeluk-luk agar material tidak ikut keluar melalui saluran tersebut.

BAB 5

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilaksanakan, maka dapat diambil beberapa kesimpulan, yaitu:

1. Hasil *spin casting* dengan master dari Resin dan akrilik memiliki beberapa karakteristik. Berikut merupakan hasil serta karakteristik pada produk *spin casting* :
 - a. Hasil *spin casting* dengan master dari proses *3D print* resin memiliki hasil dimensi cenderung lebih besar dari desain master, dan dari segi detail produk terlihat baik.
 - b. Hasil *spin casting* dengan master dari akrilik memiliki dimensi yang cenderung lebih kecil dari desain master, untuk mendapatkan hasil yang lebih detail memerlukan lebih banyak waktu dan usaha dalam proses finishing pada pembuatan master.
2. Hasil dari *spin casting* menunjukkan standar deviasi terbaik yaitu pada kecepatan 700 rpm tetapi tidak dengan keterisian logam dan potensi cacat yang dihasilkan pada parameter tersebut. Bentuk visual, potensi kecacatan kecil serta keterisian logam lebih baik terjadi pada kecepatan 750 rpm *Clockwise* (CW).
3. Untuk produk-produk yang tipis meskipun memiliki model berlubang tidak perlu menggunakan plastisin, Plastisin meningkatkan potensi kecacatan pada produk.

5.2 Saran atau Penelitian Selanjutnya

1. Untuk produk berlubang tetapi tipis tidak perlu menggunakan plastisin.
2. Hindari perpaduan antara desain yang rumit, berongga ditambah dimensi yang kecil.

DAFTAR PUSTAKA

- Alfhariza, A.(2021). Pengaruh Kecepatan Putar Dan Tekanan Pada Suvenir Gantungan Kunci Dengan Metode *Spin Casting*. 64. Tugas Akhir, Prodi Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
- Arifin, Z., Risdiyono, R., Eskani, I. N., & Setiawan, J. (2019). Pengaruh Bentuk *Runner* Cetakan RTV *Silicone Rubber* Terhadap Tingkat Keberhasilan Dan Kualitas Produksi Kerajinan Pewter. *Dinamika Kerajinan Dan Batik: Majalah Ilmiah*, 36(2). [https:// oi.org/10.22322/dkb.v36i2.5426](https://oi.org/10.22322/dkb.v36i2.5426)
- Balingit, W. H., & Maglaya, A. B. (2010). *Numerical Optimization of the Spin Casting Process Parameters*. 7.
- Barnard, L., Beer, D. D., & Campbell, R. (n.d.). *Parameters Affecting Spin Casting Of Decorative And Mechanical Parts*. 7(2), 13.
- Beznák, M., Baj, M., & Šuba, R. (2010). *The Possibilities of Runner Placements for Castings Produced by Spin Casting Into Silicon Rubber Moulds*. Department of Casting, Institute of Production Technologies, Faculty of Materials Science and Technology in Trnava, Slovak University of Technology Bratislava.
- Hanafi, F. F. (2021). Pengaruh Kecepatan, Tekanan Cetakan, dan Waktu Putar pada Mesin *Spin Casting* Terhadap Kualitas dan Keberhasilan Produk. 70. Tugas Akhir, Prodi Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
- Handayani, D., & Ningsih, U. (2005). *Computer Aided Design / Computer Aided Manufactur [CAD/CAM]*. *Jurnal Teknologi Informasi DINAMIK*, X(3), 143– 149.
- Hasana, G. R. (2021). Pengaruh Kecepatan Putar dan Tekanan dari Mesin *Spin Casting C-400 Matic* dalam Pembuatan Suvenir Bertema UII. 90. Tugas Akhir, Prodi Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
- Jundurrahman. *Teknologi Tepat Guna mesin CNC Milling 3 Axis Berbasis Mach-3 Controller*. Tugas Akhir. Program Studi Teknik Mekatronika. Makassar: Politeknik Negeri Ujung Pandang. 2018

- Karpitschka, S., Weber, C. M., & Riegler, H. (2015). *Spin casting of dilute solutions: Vertical composition profile during hydrodynamic-evaporative film thinning*. *Chemical Engineering Science*, 129, 243–248. <https://doi.org/10.1016/j.ces.2015.01.028>
- Nugraha Mahesa, R. (2021). Pengembangan Hanger Lipat Untuk Treveler Menggunakan Metode Triz.
- Sadheni, Aziz Wahyu. (2022). Analisis Dimensi Dan Karakteristik Hasil *Spin Casting* Dalam Pembuatan Produk *Souvenir* Khas Jogja Menggunakan Master Cetakan *3D printing* Dan *Laser Cutting*. 62. Tugas Akhir, Prodi Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
- 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). <https://doi.org/10.22322/dkb.v34i1.2586>
- Silaen, B., Prasetyo, Y., & Bashit, N. (2019). Analisis Komparasi Model 3 Dimensi Fotogrametri Rentang Dekat Terhadap Cetakan 3 Dimensi Dengan Alat Cetak Raise3D N2 Plus. In *Jurnal Geodesi Undip Januari* (Vol. 8).
- 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>
- Suminto. (2015). Rekayasa Alat Mesin *Casting* Untuk Perajin Pewter PERAJIN PEWTER Suminto. *Corak Jurnal Seni Kriya*, 4, 1–10.
- Setyarini, P. H. (2011). Perilaku Impak Dan Porositas Paduan Al-Si-Mg Pada Pengecoran Sentrifugal Akibat Temperatur Pemanasan Awal Cetakan. 1, 5.
- Pola, A., Tocci, M., & Goodwin, F. E. (2020). *Review of microstructures and properties of zinc alloys*. In *Metals* (Vol. 10, Issue 2). MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/met10020253>

LAMPIRAN

Nicem
BEST QUALITY SINCE 1970

C 400 MATIC

CENTRIFUGE FOR LOW-MELTING METAL ALLOYS
CENTRIFUGA PER LEGHE METALLICHE BASSOFONDENTI

One-station semi-automatic centrifuge for the production of medium items made of low-melting metal alloys with a productivity of up to 100 castings/h. Equipped with timer for timed work cycle.

Nicem's centrifuges allow to cast the materials in the rotating mould with great ease and safety.

Centrifuga semiautomatica a una stazione per la produzione di pezzi di medie dimensioni in leghe metalliche bassofondenti con una produttività fino a 100 colate/h. Dotata di timer per ciclo di lavoro temporizzato.

Le centrifughe Nicem permettono di colare i materiali nello stampo in rotazione con grande facilità e sicurezza.



CHARACTERISTICS

1. Sturdy steel structure processed by CNC machining centre
2. Perfect parallelism of the centrifugation unit
3. Mould closing pressure adjustment
4. Pressure indicator manometer
5. Direction of rotation adjustment
6. Rotation speed adjustment managed by inverter
7. Cycle programming timer
8. Digital tachometer
9. Work cycle start button
10. Lid opening button
11. Emergency button
12. Main switch

CARATTERISTICHE

1. Robusta struttura in acciaio lavorata tramite centro di lavoro CNC
2. Perfetto parallelismo del gruppo di centrifugazione
3. Regolazione pressione di chiusura stampo
4. Manometro indicatore di pressione
5. Regolazione senso di rotazione
6. Regolazione velocità di rotazione gestita da inverter
7. Timer di programmazione ciclo
8. Contagiri digitale
9. Pulsante di avvio ciclo di lavoro
10. Pulsante di apertura coperchio
11. Pulsante di emergenza
12. Interruttore generale

TECHNICAL DATA DATI TECNICI

Mould diameter	Diametro stampo	400 mm 15.7"
Maximum mould height	Altezza massima stampo	120 mm 4.7"
Spins per minute	Giri al minuto	0 - 1500 RPM
Pressure	Pressione	2 - 6 bar
Power	Potenza	2500 W
Voltage	Tensione	400 V three-phase trifase
Frequency	Frequenza	50/60 Hz
Dimensions	Dimensioni	700 x 865 x 1222 mm 27.6 x 34.1 x 48.1"
Weight	Peso	330 kg 728 lbs
Noise output	Rumorosità	< 80 dB

WWW.NICEM.IT | Via Palmiro Togliatti, 38 - 20030 SENAGO (MI) - ITALY +39 02 990 90 1 | [NICEM@NICEM.IT](mailto:nicem@nicem.it)