ANALISIS HASIL *SPIN CASTING* DALAM PEMBUATAN PRODUK GANTUNGAN KUNCI MENGGUNAKAN MASTER CETAKAN DARI *3D PRINT RESIN* DAN *LASER CUTTING*

TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Mesin

Disusun Oleh :

Nama : Rahmat Faizal Amin
No. Mahasiswa : 18525064
NIRM : 2018040952

JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA

2022

PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini, Rahmat Faizal Amin menyatakan bahwa tugas akhir dengan judul "Analisis Hasil Spin Casting Dalam Pembuatan Produk Gantungan Kunci Menggunakan Master Cetakan Dari 3D Print Resin Dan Laser Cutting" 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, 22 Desember 2022



(Rahmat Faizal Amin)

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING

ANALISIS HASIL *SPIN CASTING* DALAM PEMBUATAN PRODUK GANTUNGAN KUNCI MENGGUNAKAN MASTER CETAKAN DARI *3D PRINT RESIN* DAN *LASER CUTTING*

TUGAS AKHIR

Disusun Oleh :

Nama	**: Rahmat Faizal Amin**
No. Mahasiswa	**: 18525064**
NIRM	**: 2018040952**

Yogyakarta, 7 Desember 2022

Pembimbing,

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

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI

ANALISIS HASIL *SPIN CASTING* DALAM PEMBUATAN PRODUK GANTUNGAN KUNCI MENGGUNAKAN MASTER CETAKAN DARI *3D PRINT RESIN* DAN *LASER CUTTING*

TUGAS AKHIR

Disusun Oleh :

Nama : **Rahmat Faizal Amin**

No. Mahasiswa : **18525064**

NIRM : **2018040952**

Tim Penguji

Dr.Eng. Risdiyono, S.T., M.Eng.
Ketua
Tanggal : 23/12 2022

Finny Pratama Putera, S.T., M.Eng.
Anggota I
Tanggal : 22/12/2022

Arif Budi Wicaksono, S.T., M.Eng.
Anggota II
Tanggal : 22/12/2022

Mengetahui
Ketua Jurusan Teknik Mesin

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA ★ YOGYAKARTA ★ FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

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

HALAMAN PERSEMBAHAN

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 Suyoto dan Ibu Kustiyati 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

‘‘Sesungguhnya sesudah kesulitan itu kemudahan. Maka apabila kamu telah selesai (dan suatu urusan), kerjakanlah dengan sungguh – sungguh.’’

(*QS Al Insyirah 5-6*)

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

(Q.S At-Talaq: 4)

"Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya." - Al Baqarah 286

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 Suyoto dan Ibu Kustiyati 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 Fariz Alfian, S.T. dan 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.

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, 6 Desember 2022



Rahmat Faizal Amin

ABSTRAK

Gantungan kunci merupakan salah satu *souvenir* 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 3D *print resin* dan *laser cutting*. Parameter variasi kecepatan proses *spin casting* yang digunakan adalah kecepatan 750 rpm 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 800 rpm, arah putar CW, waktu putar 20 detik dengan tekanan 40 psi.

Kata kunci : spin casting, 3D print resin, 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 laser cutting. Parameters for variation of the speed of the spin casting process used are 750 rpm 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 800 rpm, the direction of rotation CW, the spin time of 20 seconds and the pressure of 40 psi.

Keywords: spin casting, 3D print resin, laser cutting.

DAFTAR ISI

Halaman Judul i
Pernyataan Keaslian ii
Lembar Pengesahan Dosen Pembimbing iii
Lembar Pengesahan Dosen Penguji iv
Halaman Persembahan v
Halaman Motto vi
Kata Pengantar vii
Abstrak viii
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 2
1.5 Manfaat Penelitian 3
1.6 Sistematika Penulisan 3
Bab 2 Tinjauan Pustaka 4
2.1 Kajian Pustaka 4
2.2 Dasar Teori 5
2.2.1 *Spin Casting* 5
2.2.2 Vulkanisasi 5
2.2.3 *Silicone Rubber* 5
2.2.4 *Zinc Alloy* 6
2.2.5 Mesin *Laser Cutting* 6
2.2.6 Mesin 3D *Print Resin* 6
Bab 3 Metode Penelitian 7
3.1 Alur Penelitian 7

3.1.1 Penjelasan Alur Penelitian 8
3.2 Peralatan dan Bahan 9
3.2.1 Peralatan 9
3.2.2 Bahan 13
3.3 Perancangan 14
3.3.1 Kriteria Desain 14
3.3.2 Perancangan Desain 15
3.3.3 Proses Pembuatan Master Produk 16
3.3.4 Proses Pembuatan Cetakan Karet 17
3.3.5 Proses Pembuatan Produk 19
Bab 4 Hasil dan Pembahasan 20
4.1 Hasil Perancangan 20
4.1.1 Hasil Perancangan Desain 20
4.1.2 *Master* Produk 21
4.1.3 Pengecekan Master 21
4.2 Vulkanisasi 22
4.2.1 Pengolesan resin pada master 3D *print resin* 22
4.2.2 Penggunaan Talc pada *silicone rubber* 23
4.2.3 Proses Vulkanisasi 24
4.2.4 Kondisi Master Setelah dilakukan Vulkanisasi 24
4.2.5 Pembuatan *Runner* Cetakan 25
4.3 Hasil Pengecoran 25
4.3.1 Pengecoran dengan menggunakan variasi kecepatan 25
4.3.2 Hasil *Spin casting* 26
4.4 Hasil Pengukuran dimensi pada produk spin casting 30
4.5 Analisis dan Pembahasan 34
4.5.1 Penentuan Parameter Terbaik *Spin Casting* 34
4.5.2 Hasil *spin casting* dengan parameter terbaik 37
4.5.3 Analisis Hasil Produk 38
4.6 Kendala 40
Bab 5 Penutup 42
5.1 Kesimpulan 42

5.2 Saran atau Penelitian Selanjutnya 42
Daftar Pustaka 43

DAFTAR TABEL

Tabel 4- 1 Keterangan ukuran desain 1 20
Tabel 4- 2 keterangan ukuran desain 2 21
Tabel 4- 3 Pengecekan Master 3D *print resin* 22
Tabel 4- 4 Pengecekan master *laser cutting* 22
Tabel 4- 5 Hasil pengecoran desain perisai suku Dayak Percobaan 1 26
Tabel 4- 6 Hasil pengecoran desain perisai suku Dayak Percobaan 2 27
Tabel 4- 7 Hasil pengecoran desain perisai suku Dayak Percobaan 3 27
Tabel 4- 8 Hasil pengecoran desain spartan Percobaan 1 28
Tabel 4- 9 Hasil pengecoran desain spartan Percobaan 2 29
Tabel 4- 10 Hasil pengecoran desain spartan Percobaan 3 29
Tabel 4- 11 Dimensi produk perisai suku Dayak Master 3D *print resin* 30
Tabel 4- 12 Dimensi produk perisai suku Dayak Master *laser cutting* 30
Tabel 4- 13 Dimensi produk spartan master 3D *print resin* 31
Tabel 4- 14 Dimensi produk spartan master 3D *laser cutting.* 31
Tabel 4- 15 Dimensi produk perisai suku Dayak Master 3D *print resin* 31
Tabel 4- 16 Dimensi produk perisai suku Dayak Master *laser cutting.* 31
Tabel 4- 17 Dimensi produk spartan master 3D *print resin* 32
Tabel 4- 18 Dimensi produk spartan master *laser cutting* 32
Tabel 4- 19 Data persentase deviasi perisai Dayak master 3D *print resin* 35
Tabel 4- 20 Data persentase deviasi perisai Dayak master *laser cutting.* 35
Tabel 4- 21 Data persentase deviasi spartan master 3D *print resin* 35
Tabel 4- 22 Data persentase deviasi spartan master *laser cutting* 35
Tabel 4- 23 Hasil produk dengan parameter terbaik 38
Tabel 4- 24 Karakteristik produk *spin casting* 39

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3- 1 Diagram Alur 7
Gambar 3- 2 Diagram Alur 8
Gambar 3- 3 *Laser Cutting* 10
Gambar 3- 4 3D *Print Resin* 10
Gambar 3- 5 Mesin Vulkanisir 10
Gambar 3- 6 Mesin Pelebur Material 11
Gambar 3- 7 Mesin *Spin Casting* 11
Gambar 3- 8 Jangka Sorong Digital 12
Gambar 3- 9 *Silicone Rubber RTV* 12
Gambar 3- 10 Solidworks 13
Gambar 3- 11 Coreldraw 13
Gambar 3- 12 Akrilik 13
Gambar 3- 13 Resin 14
Gambar 3- 14 *Zinc Alloy* 14
Gambar 3- 15 Desain Perisai Dayak 15
Gambar 3- 16 Desain Spartan 16
Gambar 3- 17 Peletakan master diatas *rubber* 17
Gambar 3- 18 Proses Merendam master 18
Gambar 3- 19 Proses pengikisan pada *silicone rubber* 18
Gambar 3- 20 Proses peletakan master dan pemberian talc 18
Gambar 3- 21 *Molding frames* dimasukkan ke dalam mesin vulkanisir. 19
Gambar 4- 1 Desain 3D Perisai Dayak 20
Gambar 4- 2 Desain 3D Spartan 20
Gambar 4- 3 Master Produk dari hasil proses *3D Print Resin* 21
Gambar 4- 4 Master Produk *Laser Cutting* 21
Gambar 4- 5 Pengolesan master dengan cairan resin 23
Gambar 4- 6 Pengolesan talc pada *silicone rubber* 23
Gambar 4- 7 Cetakan hasil proses vulkanisasi 24
Gambar 4- 8 kondisi master hasil *laser cutting* 24
Gambar 4- 9 kondisi master hasil 3D *print resin* 25

Gambar 4- 10 Cetakan yang telah dibuatkan *runner* 25
Gambar 4- 11 Grafik perubahan dimensi pada perisai dayak 3D *print resin* 32
Gambar 4- 12 Grafik perubahan dimensi pada perisai dayak *laser cutting* 32
Gambar 4- 13 Grafik perubahan dimensi pada perisai dayak 3D *print resin* 33
Gambar 4- 14 Grafik perubahan dimensi pada perisai dayak *laser cutting* 33
Gambar 4- 15 Hasil produk *spin casting* dengan kecepatan putar 850 rpm 34
Gambar 4- 16 Grafik deviasi produk perisai suku Dayak 35
Gambar 4- 17 Grafik deviasi produk spartan 36
Gambar 4- 18 Hasil *spin casting* dengan kecepatan 750 rpm percobaan 1 36
Gambar 4- 19 Hasil *spin casting* dengan kecepatan 750 rpm percobaan 2 37
Gambar 4- 20 Hasil *spin casting* dengan kecepatan 750 rpm percobaan 3 37
Gambar 4- 21 Hasil produk perisai suku Dayak (750 rpm) 38
Gambar 4- 22 Hasil produk perisai suku Dayak melengkung 39
Gambar 4- 23 Produk tidak terisi material dengan merata 40
Gambar 4- 24 Cetakan melengkung 40

DAFTAR NOTASI

CW = *clockwise*

CCW = *counterclockwise*

mm = Milimeter

Psi = *Pounds-force per Square Inch*

PLA = *Polylactic Acids* / Asam Polilakta

rpm = *revolution per minute*

BAB 1
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Souvenir merupakan buah tangan yang biasa dijadikan kenang - kenangan dari suatu daerah. Menurut KBBI suvenir adalah tanda mata, cendera mata maupun kenang - kenangan. Suvenir mempunyai nilai artistik dan dalam proses pembuatan *souvenir* memerlukan kreativitas agar disukai banyak orang. Gantungan kunci merupakan salah satu *souvenir* yang banyak digunakan karena *simple* 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 *souvenir* 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 untuk pembuatan master, yaitu master yang terbuat dari proses 3D *print resin,* dan *laser cutting.* Berdasarkan master pembuatan 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 terbuat dari 3D *print resin* 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 pengaruh variasi parameter kecepatan putar pada mesin *spin casting* untuk mendapatkan hasil yang terbaik?
2. Bagaimana hasil dan karakteristik produk *spin casting* dengan master cetakan dari 3D *print resin* dan *laser cutting*?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah yang meliputi dalam penelitian yaitu :

1. Penelitian ini menggunakan master 3D *print resin* dan *laser cutting.*
2. Pembuatan master cetakan menggunakan hasil dari 3D *print resin* dan *laser cutting.*
3. Pembuatan produk menggunakan proses *spin casting C-400 matic*.
4. Material yang digunakan pada proses *spin casting* menggunakan *zinc alloy.*
5. Penelitian ini menggunakan parameter kecepatan putar 750 dan 800 rpm dengan tekanan 40 psi dan arah putar searah jarum jam (cw) pada mesin *spin casting*.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian yang ingin dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui pengaruh variasi parameter kecepatan putar terhadap hasil produk *spin casting* untuk menentukan kecepatan putar terbaik.
2. Membandingkan hasil dan karakteristik produk dari *spin casting* menggunakan master dari hasil 3D *print resin* dan *laser cutting.*

1.5 Manfaat Penelitian

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 hasil 3D *print resin* dan *laser cutting*. 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 sebelumnnya, 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

Souvenir merupakan benda yang digunakan sebagai cinderamata maupun simbol kenangan. *souvenir* 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 *souvenir*. Salah satu cara dalam pembuatan *souvenir* 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., n.d.).

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 oleh Fahmi Fikri Hanafi pada tahun 2021 bahwa pada rentang 450 rpm sampai 750 rpm, kualitas produk semakin baik ketika pada rentang tinggi yaitu 750 rpm (Hanafi, 2021). Penelitian dilakukan oleh Angga Alfhariza 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 oleh Ginanjar Ridho Hasana 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

2.2.1 *Spin Casting*

Spin casting merupakan salah satu teknik pengecoran yang digunakan dalam membuat suatu produk. Pengecoran dengan teknik *spin casting* menggunakan gaya sentrifugal. Gaya sentrifugal berfungsi untuk mendorong cairan material / cairan logam ke cetakan. Pengecoran sentrifugal memiliki kelebihan yang lebih besar daripada pengecoran statis karena relatif bebas dari porositas gas dan penyusutan. Kelebihan dari *spin casting* yaitu sifat mekanik yang lebih baik, kekuatan tarik, mulur, dan *fatigue* meningkat hingga 30% dan lebih sedikit kehilangan *zinc alloy* dibandingkan metode pengecoran lainnya (Mandal, 2008).

2.2.2 Vulkanisasi

Vulkanisasi merupakan proses pembuatan cetakan dengan cara memasak karet agar dapat membentuk sifat mekanik, seperti elastisitas dan kekuatan tarik.(Mostoni dkk., 2019). Sebelum melakukan proses vulkanisasi perlu dilakukan peletakan master. Peletakan master sebaiknya diberi jarak untuk memudahkan pada saat pembuatan *runner*.

2.2.3 *Silicone Rubber*

Cetakan karet yang digunakan pada proses *spin casting* merupakan cetakan berjenis *silicone rubber Room Temperature Vulcanization* (RTV), cetakan tersebut digunakan sebagai media dalam pembuatan pola master dan sebagai media untuk penuangan logam pada mesin *spin casting. Silicone rubber Room Temperature Vulcanization* (RTV) mempunyai sifat stabil atau tidak mudah berubah ukuran serta tahan akan panas hingga 500 derajat celcius sehingga dapat digunakan sebagai cetakan dalam proses *casting* (Setiawan dkk., 2017).

2.2.4 *Zinc Alloy*

Zinc Alloy merupakan logam campuran yang terdiri dari campuran dari logam seng (Zn) dengan aluminium (AL), magnesium (Mg) dan tembaga (Cu). *Zinc Alloy* memiliki beberapa karakteristik, yaitu memiliki titik lebur yang rendah, hemat energi, permukaan akhir dari hasil proses *casting* baik, memiliki kekuatan yang tinggi, dan juga ketahanan korosi yang cukup tinggi (Tu, dkk., 2017).

2.2.5 Mesin *Laser Cutting*

Proses pembuatan master menggunakan *laser cutting*, mesin *laser cutting* bekerja dengan mengarahkan output dari daya laser tinggi pada material yang akan dipotong. Material kemudian meleleh, terbakar, menguap oleh gas, dan meninggalkan tepi dengan permukaan yang berkualitas tinggi, akibat pengaruh diberikannya gas nitrogen. Beberapa parameter penting yang mempengaruhi kinerja pemotongan laser yaitu keluaran daya laser, karakteristik material, pancaran gas, kepala pemotong, efisiensi keluaran laser dan lainnya (Lim dkk., 2006). Ada beberapa keuntungan dari penggunaan *laser cutting* yaitu produktivitas tinggi karena memiliki kecepatan pemotongan yang tinggi, garitan yang sempit sehingga meminimalisir kehilangan material, hasil potongan tepi lurus, kekasaran potongan pada permukaan rendah, distorsi metalurgi rendah, dan integrasi mudah. Selain itu tidak ada kontak fisik dengan bahan sehingga meminimalisir kontaminan atau kotoran yang dapat masuk atau terjebak ke dalam bahan (Patel, dkk., 2021).

2.2.6 Mesin 3D *Print Resin*

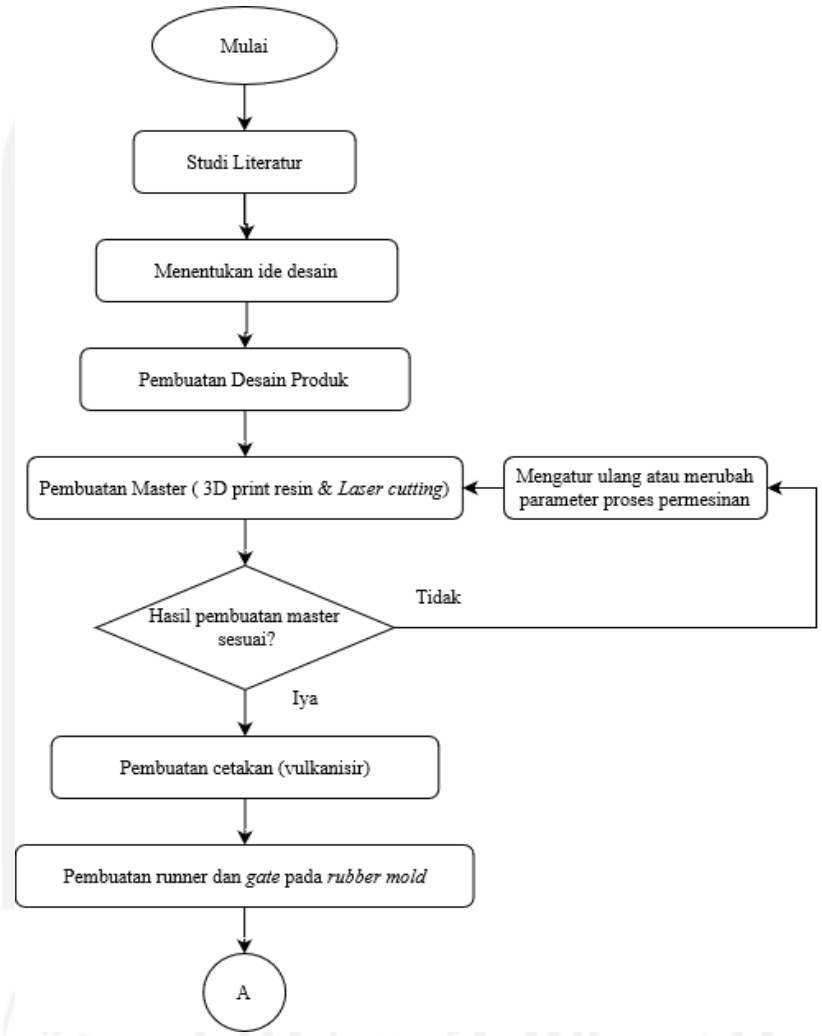
3D *print resin* merupakan yang cara kerjanya mencetak 3D dengan pola cetak *layer* menggunakan cahaya polimeriasasi foto dimana cahaya menyebabkan rantai molekul dan akan membentuk polimer dalam membuat model dan *prototype.* (Rusianto & Huda, 2019).

BAB 3

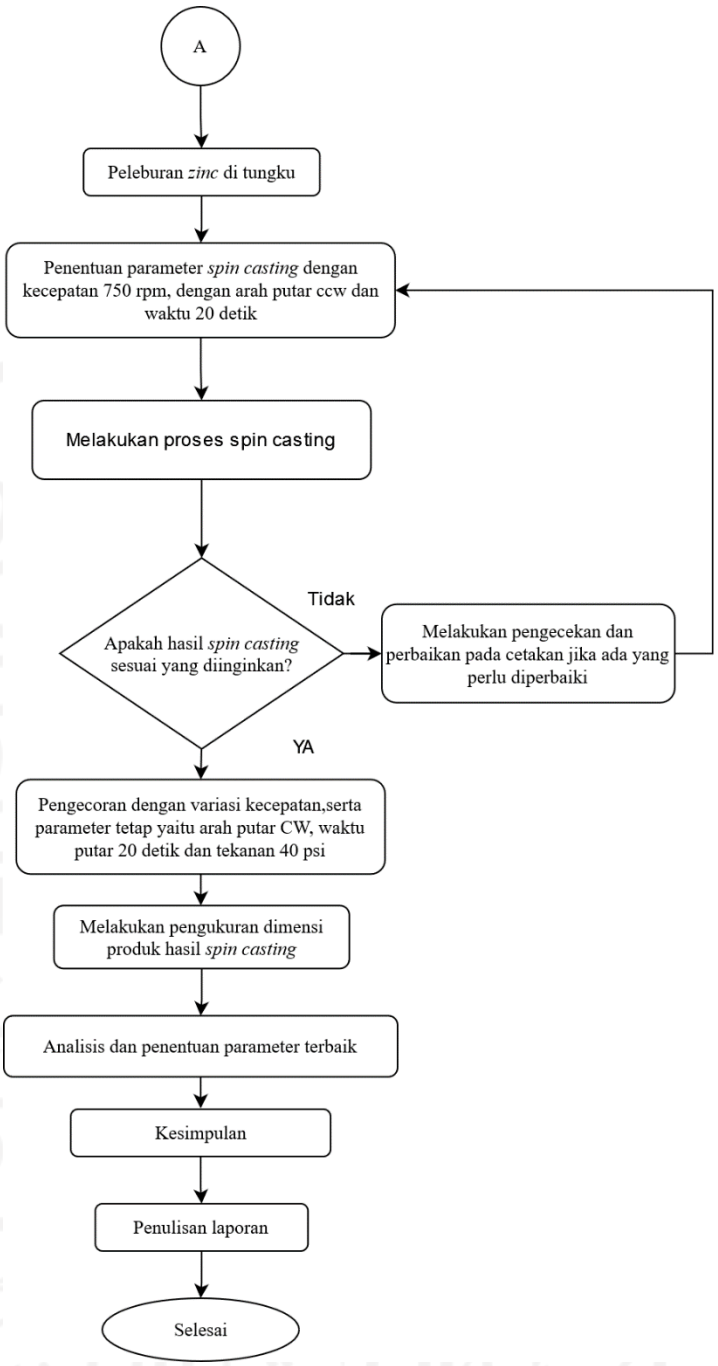
METODE PENELITIAN

3.1 Alur Penelitian

Berikut adalah contoh outline untuk Bab 3.



Gambar 3- 1 Diagram Alur



Gambar 3- 2 Diagram Alur

3.1.1 Penjelasan Alur Penelitian

1. Pencarian referensi, berupa jurnal maupun studi literatur yang merupakan penelitian terdahulu dalam bentuk buku, jurnal maupun laporan.
2. Menentukan kriteria desain, yaitu Menyusun kriteria yang digunakan untuk dasar dalam mendesain.

3. Pembuatan desain, yaitu desain 3D desain menggunakan desain Solidwork 2018 dan Autodesk fusion 360.
4. Pembuatan master produk menggunakan mesin *laser cutting* dan 3D *print resin.*
5. Pembuatan cetakan atau proses vulkanisir menggunakan mesin *P-400 matic*, pembuatan cetakan ini menggunakan master dari hasil 3D *print resin* dan *laser cutting.*
6. Pembuatan *runner* atau *gate* merupakan pembuatan jalur material *zinc alloy* agar cetakan terisi.
7. Peleburan *zinc alloy* merupakan proses peleburan menggunakan mesin pelebur *F-120 matic.*
8. Pengaturan parameter *spin casting* dan melakukan pengecoran, parameter yang digunakan merupakan parameter terbaik dari penelitian sebelumnya yang menggunakan kecepatan 750 rpm, arah putar *counterclockwise* (CCW), waktu putar 20 detik dan tekanan 40 psi.
9. Proses *spin casting*, pada proses ini melakukan penuangan *zinc alloy* dengan waktu kurang lebih 2 detik.
10. Melakukan pengecoran dengan variasi parameter kecepatan 750 rpm dan 800 rpm, waktu putar 20 detik dan arah putar *clockwise* dengan tekanan 40 psi.
11. Analisis dan penentuan parameter terbaik dari proses *spin casting.*
12. *Finisihing* produk dari hasil *spin casting* dengan parameter terbaik.
13. Kesimpulan dari penelitian dan penyusunan laporan.

3.2 Peralatan dan Bahan

3.2.1 Peralatan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian tersebut dibagi menjadi 2 jenis, yaitu perangkat keras dan perangkat lunak.

1. Perangkat Keras

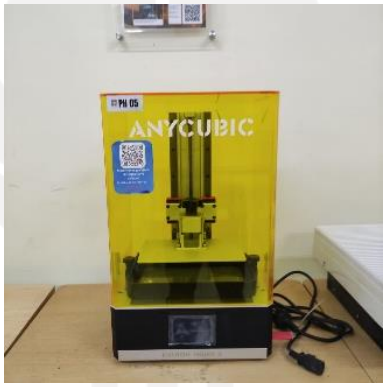
a. Mesin *Laser Cutting*



Gambar 3- 3 *Laser Cutting*

Gambar 3- 3 Merupakan Mesin *laser cutting* yang digunakan merupakan mesin dengan merek Gweike, mesin tersebut digunakan untuk membuat master dari produk yang akan dicor.

b. Mesin 3D *Print* Resin



Gambar 3- 4 3D *Print Resin*

Gambar 3- 4 merupakan Mesin 3D *printer*, mesin 3D *print* yang digunakan merupakan mesin dengan merek Anycubic Photon Mono. Mesin tersebut berada di Laboratorium Mekatronika Teknik Mesin UII.

c. Mesin vulkanisir



Gambar 3- 5 Mesin Vulkanisir

Mesin *vulkanisir* yang berada di Laboratorium Teknik Mesin UII menggunakan mesin vulkanisir *P-400 matic* seperti pada gambar 3- 5. Mesin tersebut digunakan untuk membuat cetakan karet sesuai dengan master yang telah dicetak.

d. Mesin pelebur material



Gambar 3- 6 Mesin Pelebur Material

Gambar 3- 6 merupakan mesin perleburan material yang berada di Laboratorium Teknik Mesin UII. Mesin peleburan yang digunakan merupakan mesin peleburan material *F-120 matic*, mesin ini digunakan untuk meleburkan material yang akan dicor.

e. Mesin *spin casting*



Gambar 3- 7 Mesin *Spin Casting*

Gambar 3- 7 merupakan Mesin *spin casting*, mesin yang digunakan merupakan mesin *spin casting C-400 matic* yang berada di Laboratorium Teknik Mesin UII. Mesin *spin casting C-400 matic* digunakan untuk melakukan pengecoran.

f. Jangka sorong digital



Gambar 3- 8 Jangka Sorong Digital

Gambar 3-8 merupakan jangka sorong digital dengan ketelitian 0.01 mm. Jangka sorong digital digunakan untuk mengukur dimensi produk dari hasil pengecoran yang dilakukan.

g. *Silicone Rubber* RTV (*Room Temperature Vulcanizing*)

Silicone rubber RTV merupakan cetakan karet yang berbahan silikon yang berfungsi sebagai cetakan yang akan digunakan pada saat pengecoran.



Gambar 3- 9 *Silicone Rubber RTV*

2. Perangkat Lunak

a. Solidworks

Software yang digunakan dalam mendesain model 3D menggunakan *Solidworks. Solidworks* merupakan *software Computer Aided Drawing* (CAD).

Gambar 3- 10 Solidworks

b. Coreldraw



Gambar 3- 11 Coreldraw

Software yang digunakan untuk desain proses *laser cutting.*

3.2.2 Bahan

1. Akrilik tebal 3mm

   Akrilik yang digunakan menggunakan ketebalan 3 mm digunakan untuk pembuatan master dengan proses *laser cutting.*



Gambar 3- 12 Akrilik

2. Resin

   Resin digunakan untuk membuat master produk dengan proses 3D *print resin.* Resin tersebut menggunakan resin *Bio Photopolymer.*



Gambar 3- 13 Resin

3. Material pengecoran

   Material yang digunakan pada proses pengecoran adalah *zinc alloy*



Gambar 3- 14 *Zinc Alloy*

3.3 Perancangan

3.3.1 Kriteria Desain

Dalam membuat sebuah gantungan kunci, haruslah menerapkan kriteria dalam desain produk yang akan dibuat. Tanpa sebuah kriteria tertentu gantungan kunci akan kurang menarik. Kriteria desain yang diterapkan yaitu :

1. Nilai artistik

Unsur keindahan pada produk yang akan memikat daya tarik bagi pembeli.

2. Kreativitas

Menciptakan suatu produk/hal baru yang ada di sekitar.

3. Memiliki ciri khas

Memiliki ciri khas yang akan dipresentasikan pada produk tersebut.

4. Mudah dibawa

Produk tidak mempersulit saat dimiliki dan mudah untuk dibawa saat menggunakannya.

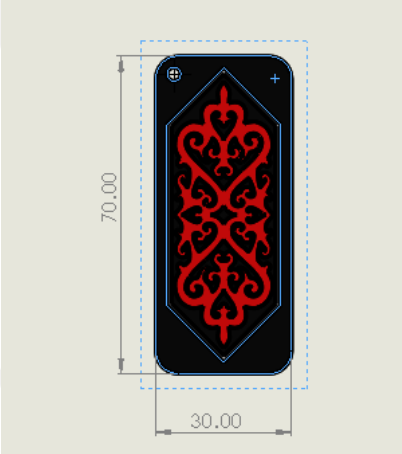
5. Aspek keamanan

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

3.3.2 Perancangan Desain

Tahap yang pertama merupakan tahap perancagan desain. Desain yang dibuat merupakan desain gantungan kunci yang berukuran tidak lebih dari 10 cm. Pada pembuatan desain menggunakan beberapa *software* diantaranya Solidwork 2018 dan Autodesk fusion 360. Berikut merupakan desain yang telah dibuat:

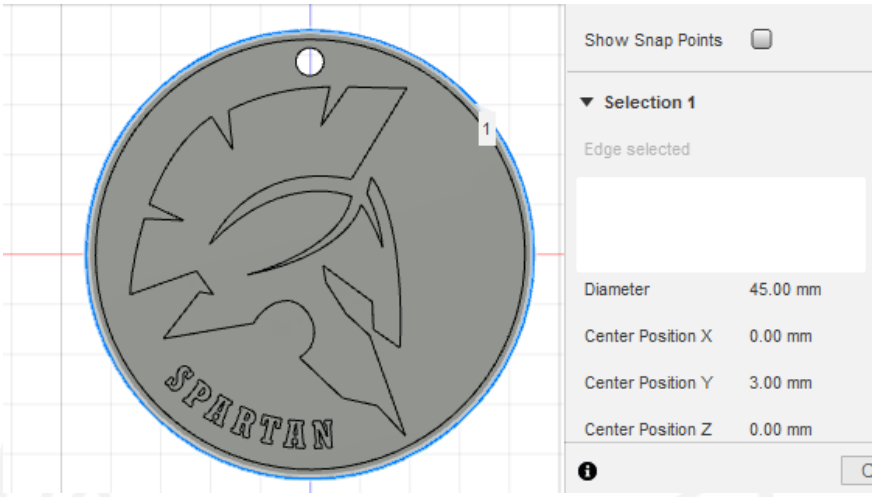
1. Desain Perisai Dayak



Gambar 3- 15 Desain Perisai Dayak

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- 15. Desain ini memiliki ukuran Panjang 70 mm, lebar 30 mm dan memiliki ketebalan 3 mm.

2. Desain Spartan



Gambar 3- 16 Desain Spartan

Desain yang kedua merupakan desain yang mengusung tema spartan. Spartan merupakan salah satu golongan yang berasal dari negara Sparta di Yunani kuno. Logo atau desain spartan ini sering di jumpai pada logo logo team *e-sports* yang sedang marak di kalangan dewasa muda. Desain tersebut memiliki diameter 45 mm dengan ketebalan 3 mm.

3.3.3 Proses Pembuatan Master Produk

Proses pembuatan master produk terdapat 2 proses, yaitu *laser cutting* dan *3D print resin.* Pembuatan master tersebut menggunakan bahan akrilik dengan ketebalan 3 mm untuk proses *laser cutting*, dan untuk proses *3D print resin* menggunakan bahan *Bio Photopolymer*.

1. Proses Pembuatan Master Menggunakan *Laser Cutting*.

a. Menyiapkan desain dengan format dxf.
b. Melakukan penyimpan desain melalui *flashdisk.*
c. Menghidupkan computer dan mesin *laser cutting* sesuai prosedur laboratorium.
d. Memindahkan *file* desain ke komputer atau memasang *flashdisk* di komputer.
e. Membuka *software* LaserCut, kemudian mengatur garis desain yang akan diproses *laser cutting.*
f. Menyiapkan akrilik dan melakukan kalibrasi pada *laser head* berada pada posisi yang inginkan.

g. Memulai proses *laser cutting* dengan cara menekan tombol *start* pada mesin *laser cutting.*

2. Proses Pembuatan Master Menggunakan 3D *Print Resin*

a. Menyiapkan *file* desain dengan format stl.

b. Membuka *software* photon kemudian mengatur parameter sudut dan membuat *support* serta penempatan desain.

c. Menyimpan *file* yang sudah diatur dengan format pwmx sesuai dengan jenis mesin *3D print resin* yang digunakan.

d. Memindahkan *file* desain dengan flashdisk yang tersedia dan kemudian memasang flashdisk pada mesin *3D Print Resin*.

e. Menghidupkan mesin dan tuangkan material *bio photopolymer resin* pada mesin.

f. Dilakukan proses pemesinan.

g. Setelah proses selesai, master direndam larutan alkohol dan kemudian melakukan proses pemanasan master.

h. Melakukan *finishing* master yang telah dibuat, menghilangkan *support* pada master.

i. Master siap untuk digunakan.

3.3.4 Proses Pembuatan Cetakan Karet

1. Menyiapkan master dan 2 buah *silicone rubber* yang akan digunakan. Dan kemudian meletakan master diatas *silicone rubber*.



Gambar 3- 17 Peletakan master diatas *rubber*

2. Merendam master *3D Print Resin* kedalam cairan resin



Gambar 3- 18 Proses Merendam master

3. Melakukan proses pengikisan pada *silicone rubber* sesuai bentuk master.



Gambar 3- 19 Proses pengikisan pada *silicone rubber*

4. Meletakan master sesuai dengan bentuk pada saat pengikisan dan mengoleskan talc pada cetakan dan master.



Gambar 3- 20 Proses peletakan master dan pemberian talc

5. Memasang cetakan kedalam *moulding frames d*an memasang cetakan atas serta ditekan hingga rata.
6. Tutup cetakan dengan pengait *moulding frames,* kemudian masukkan ke dalam mesin vulkanisir.



Gambar 3- 21 *Molding frames* dimasukkan ke dalam mesin vulkanisir.

7. Melakukan proses vulkanisir menggunakan tekanan sebesar 100 psi dan suhu 180° C, proses tersebut membutuhkan waktu kurang lebih 1 jam.
8. Setelah proses vulkanisir selesai, diamkan hingga cetakan dingin. Kemudian membuat *runner.*

3.3.5 Proses Pembuatan Produk

Berikut merupakan proses dan Langkah – Langkah pembuatan produk :

1. Mempersiapkan bahan baku pengecoran yaitu *zinc alloy.*
2. Melakukan proses peleburan *zinc alloy* dan tunggu hingga cair.
3. Memasukkan *rubber molding* kedalam mesin *spin casting*
4. Mengatur parameter *spin casting* yang akan digunakan yaitu kecepatan, disini peneliti menggunakan 2 variasi kecepatan yaitu 750 rpm dan 800 rpm dengan arah putar searah jarum jam (cw), dengan waktu putar 20 detik.
5. Melakukan penuangan *zinc alloy* ke dalam mesin *spin casting* yang di dalamnya terdapat cetakan yang telah dibuat.
6. Menunggu hingga proses *spin casting* selesai.
7. Mengambil *rubber molding* dari mesin *spin casting* lalu didiamkan hingga dingin.

BAB 4
HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Perancangan

4.1.1 Hasil Perancangan Desain

Perancangan desain dilakukan dengan menggunakan *software* 3D yaitu Solidwork 2018 dan Autocad Fusion 360, untuk desain yang digunakan dalam proses *laser cutting* menggunakan coreldraw. 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 Desain 3D Perisai Dayak

Tabel 4- 1 Keterangan ukuran desain 1

Panjang	70 mm
Lebar	30 mm
Tebal	3 mm



Gambar 4- 2 Desain 3D Spartan

Tabel 4- 2 keterangan ukuran desain 2

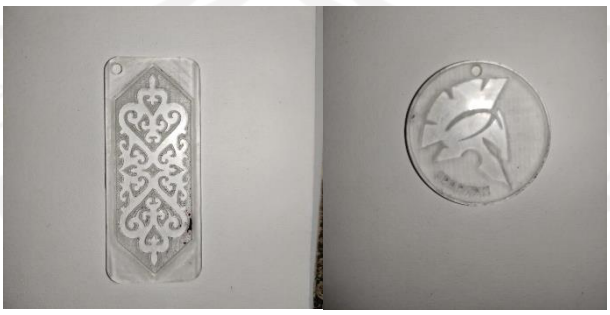
Diameter	45 mm
Tebal	3 mm

4.1.2 *Master* Produk

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



Gambar 4- 3 Master Produk dari hasil proses *3D Print Resin*



Gambar 4- 4 Master Produk *Laser Cutting*

4.1.3 Pengecekan Master

Sebelum dilakukan proses vulkanisasi, master yang akan digunakan harus dicek terlebih dahulu.

Tabel 4- 3 Pengecekan Master 3D *print resin*

Master 3D *print resin* perisai suku Dayak	Master 3D *print resin* spartan
	

Terlihat pada tabel 4- 3 master dari 3D *print resin* tidak mengalami kecacatan yang berupa melengkung ataupun kecacatan lainnya.

Tabel 4- 4 Pengecekan master *laser cutting*

Master *laser cutting* perisai suku Dayak	Master *laser cutting* spartan
	

Tabel 4-4 merupakan pengecekan master *laser cutting*, pada master tersebut tidak ada kecacatan yang berupa melengkung dan bahan yang digunakan merupakan akrilik dengan tebal 3 mm.

4.2 Vulkanisasi

4.2.1 Pengolesan resin pada master 3D *print resin*

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



Gambar 4- 5 Pengolesan master dengan cairan resin

Gambar 4- 5 merupakan proses pengolesan atau perendaman master hasil 3D *print resin* menggunakan cairan resin yang berfungsi agar master lebih tahan panas ketika proses vulkanisasi dilakukan. Master dari hasil *laser cutting* tidak perlu dilakukan pengolesan cairan resin, dikarenakan master dari hasil *laser cutting* menggunakan material akrilik sehingga akan lebih tahan panas ketika proses vulkanisasi dilakukan.

4.2.2 Penggunaan Talc pada *silicone rubber*

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



Gambar 4- 6 Pengolesan talc pada *silicone rubber*

Gambar 4- 6 merupakan proses pengolesan talc yang berfungsi agar master yang mudah dilepaskan ketika proses vulkanisasi sudah selesai.

4.2.3 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.



Gambar 4- 7 Cetakan hasil proses vulkanisasi

4.2.4 Kondisi Master Setelah dilakukan Vulkanisasi

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

1. Master dari hasil proses *laser cutting* :

Master tersebut menggunakan material akrilik sehingga akan tahan panas dan tidak terjadi perubahan pada master setelah dilakukannya proses vulkanisasi.



Gambar 4- 8 kondisi master hasil *laser cutting*

Gambar 4- 8 merupakan kondisi master setelah dilakukannya proses vulkanisasi. Berdasarkan gambar tersebut master utuh dan tidak ada retakan maupun patahan.

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

Master tersebut menggunakan material *Bio Photopolymer,* berikut merupakan kondisi master dari hasil proses 3D *print resin :*



Gambar 4- 9 kondisi master hasil 3D *print resin*

Gambar 4- 9 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.

4.2.5 Pembuatan *Runner* Cetakan

Setelah dilakukan proses vulkanisasi kemudian dilanjutkan pembuatan *runner* pada cetakan. *Runner* berfungsi sebagai aliran cairan logam kearah cetakan. Gambar 4 - 10 merupakan cetakan yang telah dibuat *runner*.



Gambar 4- 10 Cetakan yang telah dibuatkan *runner*

4.3 Hasil Pengecoran

4.3.1 Pengecoran dengan menggunakan variasi kecepatan

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

digunakan dengan waktu putar 20 detik, tekanan 40 psi dan kecepatan putar 750 rpm dan 800 rpm. Berikut merupakan hasil dari pengecoran yang dilakukan :

4.3.2 Hasil *Spin casting*

1. Hasil Produk gantungan kunci perisai suku Dayak

a. Hasil Produk gantungan kunci perisai suku Dayak Percobaan 1

Tabel 4- 5 Hasil pengecoran desain perisai suku Dayak Percobaan 1

RPM	*3D print resin*	*Laser Cutting*
750		
800		

b. Hasil Produk gantungan kunci perisai suku Dayak Percobaan 2

Tabel 4- 6 Hasil pengecoran desain perisai suku Dayak Percobaan 2

RPM	3D *print resin*	*Laser Cutting*
750		
800		

c. Hasil Produk gantungan kunci perisai suku Dayak percobaan 3

Tabel 4- 7 Hasil pengecoran desain perisai suku Dayak Percobaan 3

RPM	3D *print resin*	*Laser Cutting*
750		

800		

2. Hasil Produk gantungan kunci spartan

a. Hasil Produk gantungan kunci spartan percobaan 1

Tabel 4- 8 Hasil pengecoran desain spartan Percobaan 1

RPM	3D *print resin*	*Laser Cutting*
750		
800		

b. Hasil Produk gantungan kunci spartan percobaan 2

Tabel 4- 9 Hasil pengecoran desain spartan Percobaan 2

RPM	3D *print resin*	*Laser Cutting*
750		
800		

c. Hasil Produk gantungan kunci spartan percobaan 3

Tabel 4- 10 Hasil pengecoran desain spartan Percobaan 3

RPM	3D *print resin*	*Laser Cutting*
750		

800		

4.4 Hasil Pengukuran dimensi pada produk spin casting

Pengukuran dilakuakan 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 750 rpm, tekanan 40 psi dan waktu 20 detik.

Tabel 4- 11 Dimensi produk perisai suku Dayak Master 3D *print resin*

	Perisai suku Dayak (Master hasil 3D *print resin*)		
	Panjang (mm)	Lebar (mm)	Tebal (mm)
Percobaan 1	69.34 mm	29.84 mm	3.01 mm
Percobaan 2	69.88 mm	30.07 mm	2.93 mm
Percobaan 3	69.89 mm	30.17 mm	3.15 mm
Rata - rata	69.70 mm	30.02 mm	3.03 mm

Tabel 4- 12 Dimensi produk perisai suku Dayak Master *laser cutting*

	Perisai suku Dayak (Master hasil *Laser Cutting*)		
	Panjang (mm)	Lebar (mm)	Tebal (mm)
Percobaan 1	68.47 mm	28.83 mm	2.83 mm
Percobaan 2	69.07 mm	29.01 mm	2.63 mm
Percobaan 3	68.91 mm	29.11 mm	2.87 mm
Rata - rata	68.81 mm	28.98 mm	2.76 mm

2. Hasil pengukuran produk gantungan kunci spartan dengan kecepatan 750 rpm, tekanan 40 psi dan waktu 20 detik.

Tabel 4- 13 Dimensi produk spartan master 3D *print resin*

	Spartan (Master hasil 3D *print resin*)	
	Diameter (mm)	Tebal (mm)
Percobaan 1	44.14 mm	2.95 mm
Percobaan 2	44.54 mm	2.92 mm
Percobaan 3	44.36 mm	3.08 mm
Rata – rata	44.34 mm	2.98 mm

Tabel 4- 14 Dimensi produk spartan master 3D *laser cutting.*

	Spartan (Master hasil *laser cutting*)	
	Diameter (mm)	Tebal (mm)
Percobaan 1	43.48 mm	2.85 mm
Percobaan 2	44.08 mm	2.62 mm
Percobaan 3	43.88 mm	2.99 mm
Rata – rata	43.81 mm	2.82 mm

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

Tabel 4- 15 Dimensi produk perisai suku Dayak Master 3D *print resin*

	Perisai suku Dayak (Master hasil proses 3D *print resin*)		
	Panjang (mm)	Lebar (mm)	Tebal (mm)
Percobaan 1	70.18 mm	29.99 mm	3.09 mm
Percobaan 2	69.81 mm	30.30 mm	3.23 mm
Percobaan 3	69.95 mm	30.30 mm	3.07 mm
Rata - rata	69.98 mm	30.19mm	3.13 mm

Tabel 4- 16 Dimensi produk perisai suku Dayak Master *laser cutting.*

	Perisai suku Dayak (Master hasil proses *laser cutting*)		
	Panjang (mm)	Lebar (mm)	Tebal (mm)
Percobaan 1	69.10 mm	29.67 mm	2.84 mm
Percobaan 2	68.85 mm	29.14 mm	2.96 mm
Percobaan 3	69.06 mm	29.41 mm	2.88 mm
Rata - rata	69 mm	29.4 mm	2.89 mm

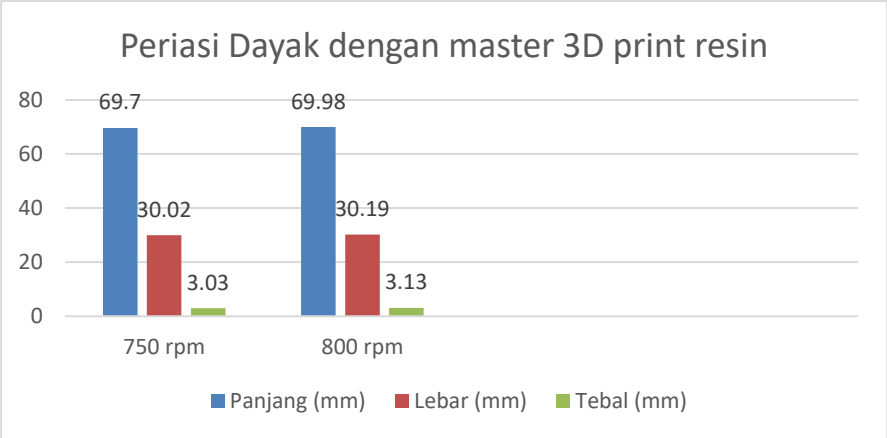
4. Hasil pengukuran produk gantungan kunci Spartan dengan kecepatan 800 rpm, tekanan 40 psi dan waktu 20 detik.

Tabel 4- 17 Dimensi produk spartan master 3D *print resin*

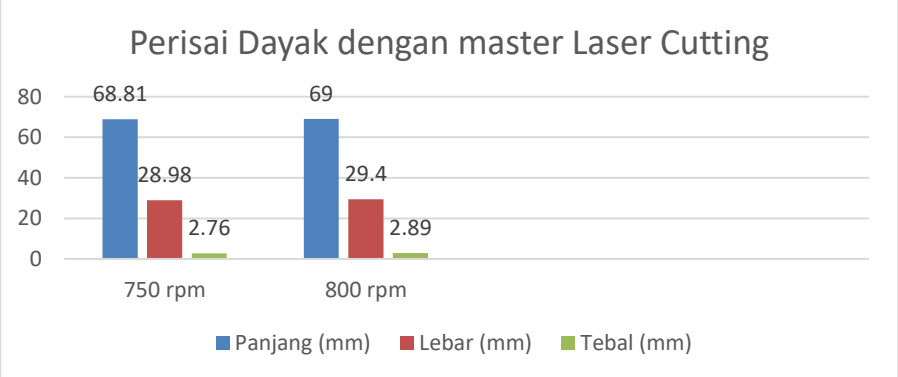
	Spartan (Master hasil proses 3D *print resin*)	
	Diameter (mm)	Tebal (mm)
Percobaan 1	45.28 mm	3.15 mm
Percobaan 2	45.08 mm	3.36 mm
Percobaan 3	45.48 mm	3.21 mm
Rata – rata	45.28 mm	3.24 mm

Tabel 4- 18 Dimensi produk spartan master *laser cutting*

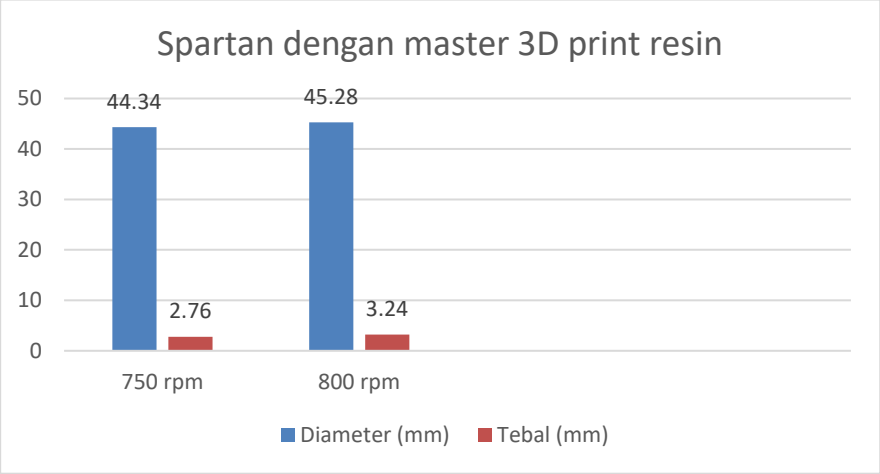
	Spartan (Master hasil *laser cutting*)	
	Diameter (mm)	Tebal (mm)
Percobaan 1	44.25 mm	2.99 mm
Percobaan 2	44.25 mm	3 mm
Percobaan 3	44.78 mm	3.01 mm
Rata – rata	44.42 mm	3 mm



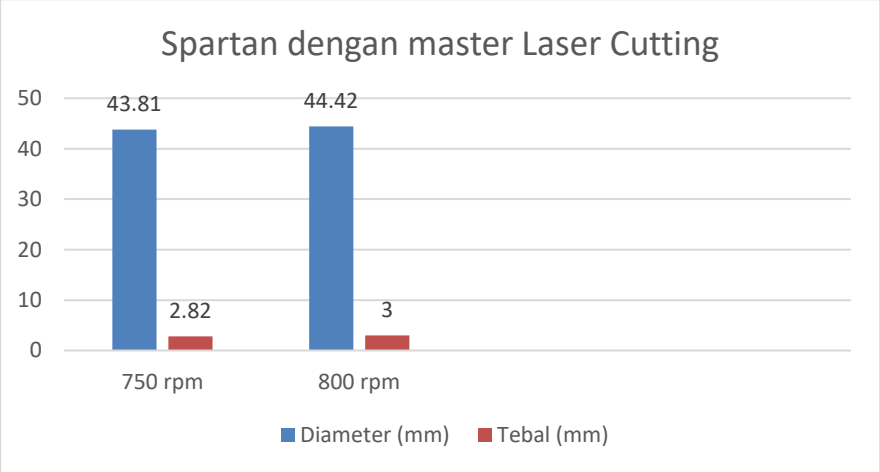
Gambar 4- 11 Grafik perubahan dimensi pada perisai dayak 3D *print resin*



Gambar 4- 12 Grafik perubahan dimensi pada perisai dayak *laser cutting*



Gambar 4- 13 Grafik perubahan dimensi pada perisai dayak 3D *print resin*



Gambar 4- 14 Grafik perubahan dimensi pada perisai dayak *laser cutting*

Berdasarkan gambar 4- 11, gambar 4- 12, gambar 4- 13 dan gambar 4- 14 didapatkan bahwa semakin cepat kecepatan putar yang diberikan maka keterisian logam akan semakin merata dan memenuhi cetakan sehingga akan berpengaruh pada dimensi maupun massa. 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*.



Gambar 4- 15 Hasil produk *spin casting* dengan kecepatan putar 850 rpm

4.5 Analisis dan Pembahasan

4.5.1 Penentuan Parameter Terbaik *Spin Casting*

Hasil pengukuran produk *spin casting* yang diperoleh pada kecepatan 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 setiap 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 :

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

(Barnard dkk., 2009)

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

Tabel 4- 19 Data persentase deviasi perisai Dayak master 3D *print resin*

Deviasi gantungan kunci perisai suku Dayak 3D *print resin*			
rpm	Panjang (%)	Lebar (%)	Tebal (%)
750 rpm	0.21	2.15	6.76
800 rpm	0.18	1.59	3.69

Tabel 4- 20 Data persentase deviasi perisai Dayak master *laser cutting.*

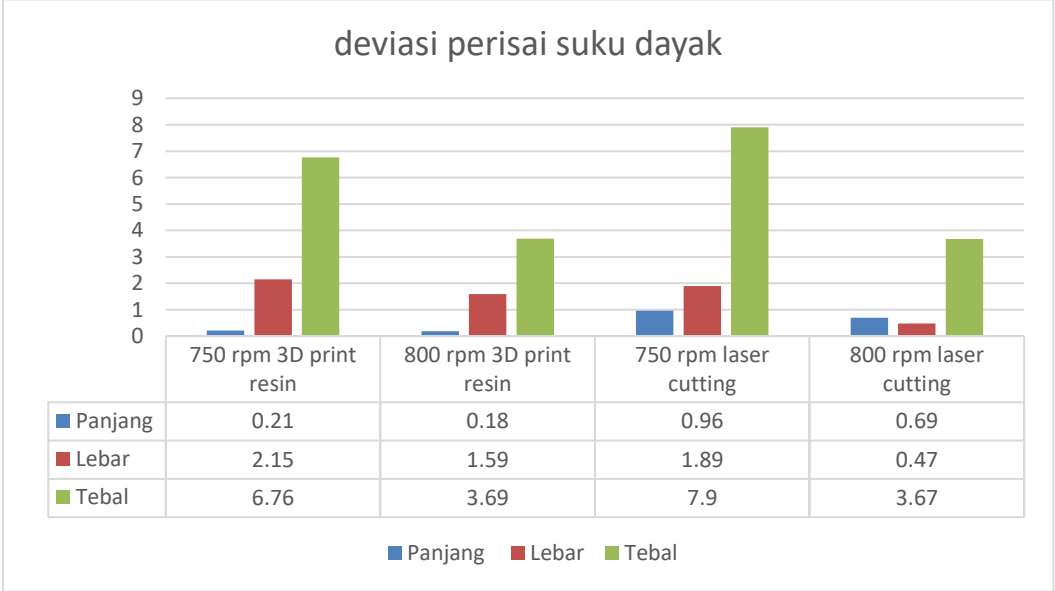
Deviasi gantungan kunci perisai suku Dayak *laser cutting*			
rpm	Panjang (%)	Lebar (%)	Tebal (%)
750 rpm	0.96	1.89	7.9
800 rpm	0.69	0.47	4.3

Tabel 4- 21 Data persentase deviasi spartan master 3D *print resin*

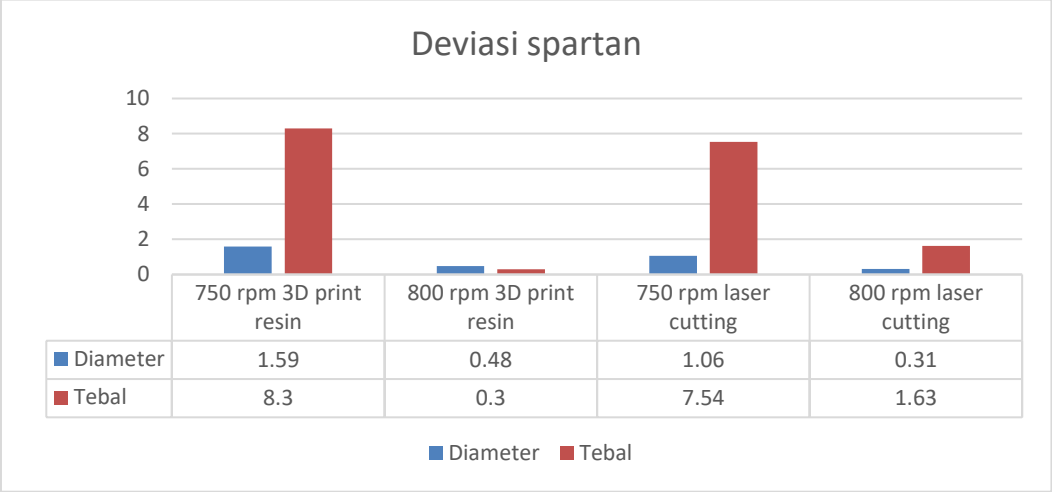
Deviasi gantungan kunci Spartan 3D *print resin*		
rpm	Diameter (%)	Tebal(%)
750 rpm	1.59	8.3
800 rpm	0.48	0.3

Tabel 4- 22 Data persentase deviasi spartan master *laser cutting*

Deviasi gantungan kunci Spartan *laser cutting*		
rpm	Diameter (%)	Tebal (%)
750 rpm	1,06	7.54
800 rpm	0.31	1.63



Gambar 4- 16 Grafik deviasi produk perisai suku Dayak



Gambar 4- 17 Grafik deviasi produk spartan

Gambar 4-16 dan 4-17 menunjukan bahwa pada kecepatan 800 rpm merupakan persentase deviasi yang paling kecil, yang menunjukan selisih antara dimensi produk dengan dimensi master.

Hasil deviasi produk pada kecepatan 750 dan 800 rpm menunjukan 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 dengan metode 3D *print resin*, 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* dapat dilihat berdasarkan detail visual dari produk yang telah dicor. Produk dengan parameter kecepatan putar 750 rpm dengan arah putar *clockwise*, terlihat ada bagian produk yang tidak terisi material secara sempurna pada master cetakan dari permesianan 3D *print resin* dengan desain perisai suku Dayak.



Gambar 4- 18 Hasil *spin casting* dengan kecepatan 750 rpm percobaan 1



Gambar 4- 19 Hasil *spin casting* dengan kecepatan 750 rpm percobaan 2



Gambar 4- 20 Hasil *spin casting* dengan kecepatan 750 rpm percobaan 3

Terlihat pada gambar 4- 18, 4- 19 dan 4- 20 terdapat kecacatan yang berupa keterisian material *zinc alloy* secara tidak merata pada parameter kecepatan putar 750 rpm. Sehingga hasil *spin casting* dengan parameter kecepatan 750 rpm cacat dan tidak dapat dijadikan parameter *spun casting* terbaik. Penentuan parameter terbaik dari bentuk visual produk dari hasil *spin casting* yaitu kecepatan putar 800 rpm, karena pada produk tersebut material *zinc alloy* mengisi keseluruh cetakan.

4.5.2 Hasil *spin casting* dengan parameter terbaik

Hasil *spin casting* dengan parameter terbaik yaitu kecepatan 800 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- 23 Hasil produk dengan parameter terbaik

Kecepatan 800 rpm	
Perisai suku Dayak (master 3D *print resin)*	Perisai suku Dayak (master *laser cutting)*
	
Spartan (Master 3D *print resin)*	Spartan (Master *laser cutting)*
	

4.5.3 Analisis Hasil Produk

Hasil dari proses *spin casting* pada kecepatan 750 rpm dengan desain perisai suku Dayak master dari hasil 3D *print resin* terdapat bagian yang tidak terisi material secara merata seperti pada gambar 4 -21



Gambar 4- 21 Hasil produk perisai suku Dayak (750 rpm)

Selain material tidak terisi secara merata terdapat kecacatan lain yang berupa produk yang melengkung pada gantungan kunci perisai suku Dayak dengan parameter kecepatan putar 750 dan 800 rpm pada master hasil proses 3D *print resin*.



Gambar 4- 22 Hasil produk perisai suku Dayak melengkung

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

Tabel 4- 24 Karakteristik produk *spin casting*

3D *print resin*	*Laser cutting*
Bentuk visual lebih detail	Bentuk visual lebih detail
Permukaan halus	Permukaan kasar
Tidak bergaris pada permukaan	Bergaris-garis pada permukaan
	

4.6 Kendala

1. Produk tidak terisi material dengan merata



Gambar 4- 23 Produk tidak terisi material dengan merata

Penyebab :

Kendala ini dapat disebabkan oleh beberapa faktor yaitu:

a. Kecepatan putar mesin *spin casting t*erlalu rendah.

b. Material yang dituangkan terlalu sedikit.

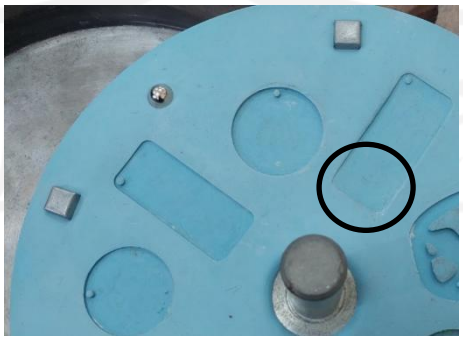
c. Terdapat udara yang terjebak di rongga cetakan saat proses pengecoran.

Solusi:

a. Menambah kecepatan putar.

b. Menambah saluran angin yang berliku-liku agar material tidak ikut keluar melalui saluran tersebut.

2. Cetakan pada master dari hasil proses 3D *print resin* melengkung.



Gambar 4- 24 Cetakan melengkung

Penyebab:

Kendala ini dapat disebabkan oleh beberapa faktor yaitu:

a. Master dari hasil 3D *print resin* melengkung.

b. Ketebalan master yang terlalu tipis.

Solusi:

a. Mengganti master yang digunakan seperti master dari hasil *laser cutting* atau CNC.
b. Membuat desain dengan ketebalan diatas 3 mm.

BAB 5
PENUTUP

5.1 Kesimpulan

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

1. Hasil percobaan *spin casting* diperoleh kecepatan putar paling optimal yaitu kecepatan 800 rpm. Kecepatan 800 rpm menghasilkan produk yang memiliki persentase deviasi lebih kecil serta material terisi dengan baik pada cetakan. Penggunaan kecepatan 750 rpm menghasilkan produk yang keterisian material tidak menyeluruh, serta pada penggunaan kecepatan putar 850 rpm material mengalami luber atau timbul *flash*.
2. Hasil *spin casting* dengan master dari 3D *print resin* dan *laser cutting* 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 permukaan yang halus, dan dari segi detail produk terlihat baik, tetapi terdapat kecacatan melengkung pada hasil *spin casting* yang disebabkan master cetakan yang digunakan tidak bisa menahan suhu dan tekanan saat proses vulkanisasi.
   b. Hasil *spin casting* dengan master dari proses *laser cutting* jika dilihat secara visual, permukaan depan kasar dan bergaris garis.

5.2 Saran atau Penelitian Selanjutnya

1. Perlu penelitian menggunakan kecepatan putar yang rendah pada proses *spin casting*.

DAFTAR PUSTAKA

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. (n.d.). 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.

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

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

Mandal, D. (2008). Near Net Shape Casting Through Investment, Die And Centrifugal Casting.

Mostoni, Milana, Credico, D'Arienzo, & Scotti. (2019). Zinc Based Curing Activators: New Trends For Reducing Zinc Content In Rubber Vulcanization Process.. *Catalysts*, *9*(8), 664. https://doi.org/10.3390/catal9080664

Rusianto, T., & Huda, S. (2019). A Riview: Jenis Dan Pencetakan 3D (3D PRINTING) Untuk Pembuatan Prototipe. *Jurnal Teknologi*, *12*, 8.

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

Setyarini, P. H. (2011). Perilaku Impak Dan Porositas Paduan Al-Si-Mg Pada Pengecoran Sentrifugal Akibat Temperatur Pemanasan Awal Cetakan. *1*, 5.

Simatupang, E. Y. (2018). Analisis Karakteristik Arus Bocor Dan Flashover Pada Isolator Piring Dengan Pelapisan RTV Silikon Dan EPOXY Resin Kondisi Terkontaminasi.

Sucahyono, A. E., Nugraha, P., & Risdiyono, R. (2019). P 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

Tu, S., Liu, F., Li, G., Jiang, W., Liu, X., & Fan, Z. (2018). Fabrication And Characterization Of High-Strength Water-Soluble Composite Salt Core For Zinc Alloy Die Castings. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 95(1), 505-512.

LAMPIRAN 1

INSTRUCTION MANUAL

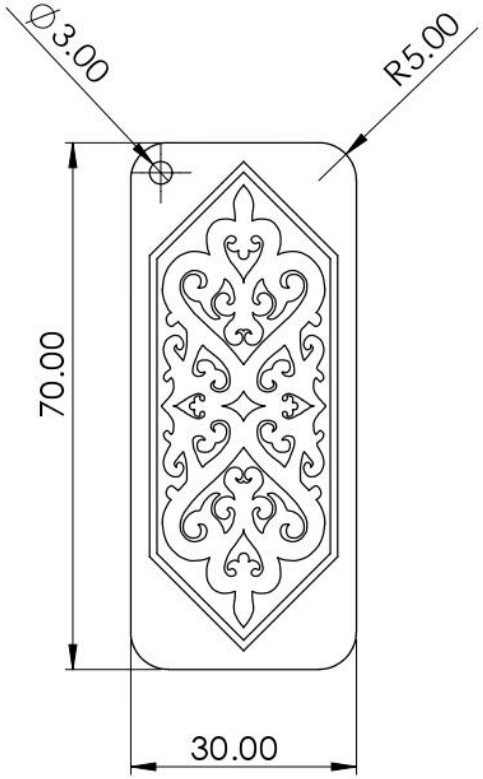
1.2 PROCESS INFORMATION

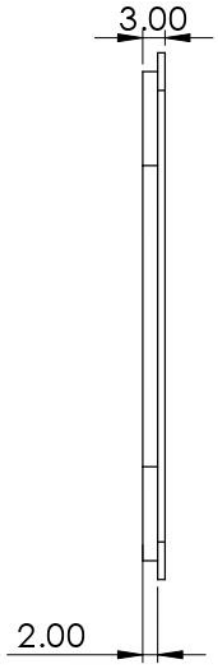
The moulds are positioned between the plates, after which the cover is closed and the cycle start button must be pressed by the operator. At this point, the lower plate raises until it gets in touch with the upper plate which starts to rotate automatically. Meanwhile, the operator pours the metal into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

1.3 TECHNICAL CHARACTERISTICS

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

LAMPIRAN 2

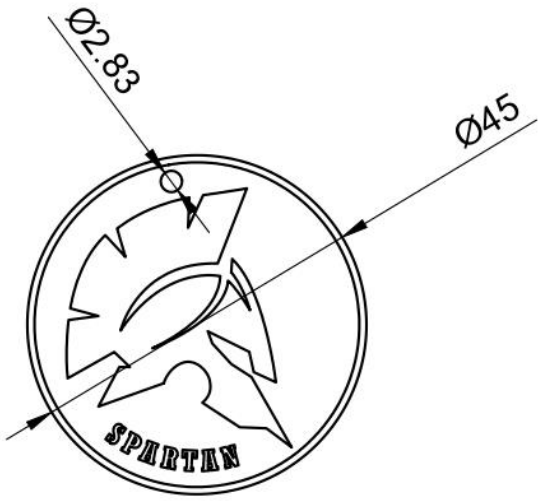


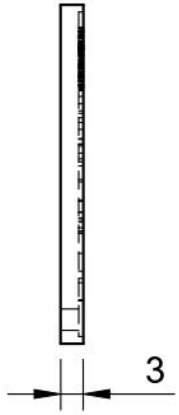




	FINISH:					DEBURR AND BREAK SHARP EDGES	DO NOT SCALE DRAWING / REVISION
	NAME	SIGNATURE	DATE				TITLE: Perisai Suku Dayak
DRAWN	Rahmat Faizal A		21/12/22				
CHK'D							
APPV'D							
MFG							
Q.A				MATERIAL: Zinc Alloy			DWG NO. TEKNIK MESIN UII / A4
				WEIGHT:			SCALE:1:1 / SHEET 1 OF 1

LAMPIRAN 3





Dept.	Technical reference	Created by	Approved by
UII		Rahmat Faizal Amin	
		Document type	Document status
		Title: Spartan	DWG No.: TEKNIK MESIN UII
			Rev. / Date of issue: 21/12/22 / Sheet: 1/1