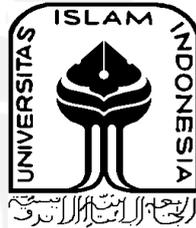


**ANALISIS HASIL *SPIN CASTING* DALAM PEMBUATAN  
PRODUK CENDERAMATA MENGGUNAKAN MASTER  
CETAKAN DARI PEMESINAN *3D PRINTING* DAN *LASER  
CUTTING***

**TUGAS AKHIR**

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



**Disusun Oleh :**

**Nama : Muhammad Rafi Hadi**

**No. Mahasiswa : 17525001**

**NIRM : 2017010274**

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

**2022**

## PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini,

Nama : Muhammad Rafi Hadi  
NIM : 17525001  
Program Studi : S1 Teknik Mesin  
Institusi : Universitas Islam Indonesia  
Judul : Analisis Hasil *Spin Casting* Dalam Pembuatan Produk Cenderamata Menggunakan Master Cetakan Dari Pemesinan *3D Printing* dan *Laser Cutting*

Dengan ini saya menyatakan bahwa karya Tugas Akhir ini benar-benar hasil karya sendiri yang sepengetahuan saya tidak terdapat karya atau tulisan yang diterbitkan orang lain, kecuali kutipan yang sudah tertulis saya sebutkan sumbernya. Apabila di kemudian hari pernyataan saya tidak benar dan melanggar hak kekayaan intelektual, saya bersedia menerima hukuman atau sanksi sesuai hukum yang berlaku.

Yogyakarta, 15 November 2022

Penulis,



Muhammad Rafi Hadi

NIM : 17525001

**LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING**

**ANALISIS HASIL *SPIN CASTING* DALAM PEMBUATAN  
PRODUK CENDERAMATA MENGGUNAKAN MASTER  
CETAKAN DARI PEMESINAN *3D PRINTING* DAN *LASER  
CUTTING***

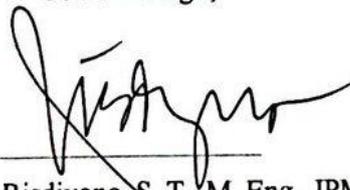
**TUGAS AKHIR**

**Disusun Oleh :**

**Nama : Muhammad Rafi Hadi**  
**No. Mahasiswa : 17525001**  
**NIRM : 2017010274**

Yogyakarta, 15 November 2022

Pembimbing I,



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

## LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI

### ANALISIS HASIL *SPIN CASTING* DALAM PEMBUATAN PRODUK CENDERAMATA MENGGUNAKAN MASTER CETAKAN DARI PEMESINAN *3D PRINTING* DAN *LASER CUTTING*

#### TUGAS AKHIR

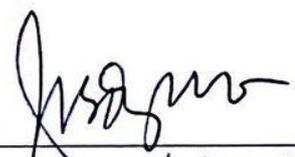
Disusun Oleh :

Nama : Muhammad Rafi Hadi  
No. Mahasiswa : 17525001  
NIRM : 2017010274

Tim Penguji

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

Ketua

  
Tanggal : 30/11/2022

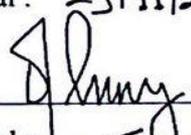
Dr. Ir. Paryana Puspaputra, M.Eng.

Anggota I

  
Tanggal : 29/11/2022

Finny Pratama Putera, S.T., M.Eng.

Anggota II

  
Tanggal : 23/11/2022

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Mesin



  
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 :

*Kedua orang tua saya, Bapak Sulhadi dan Ibu Eliyasatri yang senantiasa memberikan dukungan dan do'a hingga Tugas Akhir ini selesai.*

*Dosen pembimbing, yang selalu sabar dalam memberikan ilmu, nasihat dan masukan sehingga laporan Tugas Akhir ini dapat berjalan dengan baik.*

*Saudara dan teman-teman yang selalu memberi do'a, dukungan, bantuan, nasihat dan lainnya hingga Tugas Akhir ini selesai.*

الجامعة الإسلامية  
الاستاذة الانيصة

## HALAMAN MOTTO

*“Sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan. Maka apabila engkau telah selesai (dari sesuatu urusan), tetaplah bekerja keras (untuk urusan yang lain) dan hanya kepada Tuhanmulah engkau berharap.”*

(Q.S. Al-Insyirah : 6-8)

*“Believe you can, and you are halfway there.”*

(Theodore Roosevelt)

*“If you can dream it, you can do it.”*

(Walt Disney)

*“Hiduplah kamu seperti akan mati besok. Dan berbahagialah seperti kamu akan hidup selamanya.”*

(B.J. Habibie)

*“Tidak ada kesuksesan tanpa kerja keras. Tidak ada keberhasilan tanpa kebersamaan. Tidak ada kemudahan tanpa do’a.”*

(Ridwan Kamil)

*“Penyesalan adalah hal-hal yang tidak kita lakukan ketika kita punya kesempatan.”*

(Raditya Dika)

## KATA PENGANTAR

*Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh*

Segala puji bagi Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini yang berjudul Analisis Hasil *Spin Casting* Dalam Pembuatan Produk Cenderamata Menggunakan Master Cetakan Dari Pemesinan *3D Printing* dan *Laser Cutting*.

Selanjutnya, penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih kepada semua pihak yang membantu kelancaran penulisan laporan Tugas Akhir ini, baik berupa dukungan moril maupun materil. Karena penulis yakin tanpa bantuan dan dukungan tersebut, sulit rasanya bagi penulis untuk menyelesaikan penulisan laporan Tugas Akhir ini.

Untuk itu pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih atas bantuan dan dukungannya, khususnya kepada :

1. Teristimewa kepada orang tua yang saya cintai yaitu Bapak Sulhadi dan Ibu Eliyasatri yang telah memberikan do'a, motivasi dan dukungan dalam segala hal sehingga penulisan laporan Tugas Akhir ini berjalan dengan baik dan lancar.
2. Bapak Dr. Eng. Risdiyono, S.T., M.Eng. selaku dosen pembimbing Tugas Akhir yang telah memberikan waktu dan perhatiannya dalam membimbing dan menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Dr. Ir. Paryana Puspaputra, M.Eng. yang telah memberikan izin terhadap penggunaan mesin serta alat Laboratorium Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
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.

6. Kakak dan adik penulis, Hidayatil Hadi dan Jannatul Hayati, terima kasih atas do'a dan dukungan yang telah diberikan.
7. Diri sendiri karena tidak pernah memutuskan untuk menyerah sesulit apapun proses yang telah dilalui.

Semoga Allah SWT senantiasa memberikan balasan serta limpahan rahmat dan karunia-Nya atas kebaikan yang mereka berikan. Mohon maaf apabila dalam penyusunan Laporan Tugas Akhir ini masih terdapat kekurangan dan kesalahan. Atas perhatiannya penulis ucapkan terima kasih.

*Wassalamu 'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh*

Yogyakarta, 15 November 2022



Muhammad Rafi Hadi

NIM 17525001

## ABSTRAK

Cenderamata merupakan suatu benda yang dapat dibeli oleh wisatawan sebagai bentuk kenang-kenangan dengan salah satu bentuk dari cenderamata adalah gantungan kunci. Salah satu metode pembuatan produk cenderamata dengan memanfaatkan metode *spin casting*. Dimana dalam proses pembuatannya memiliki parameter yang harus diperhatikan yaitu master cetakan produk dari pemesinan *3d print* dan *laser cutting* serta variasi kecepatan 750, 800 dan 850 rpm dengan tekanan 40 psi arah putar *clockwise (CW)* dengan menggunakan material *zinc alloy*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh kecepatan putar, karakteristik dan parameter optimal pada hasil *spin casting*. Hasil akhir yang didapatkan menunjukkan parameter optimal pada kecepatan putar 800 rpm dengan arah putar *clockwise (CW)* dengan tekanan 40 psi. Pada penggunaan master cetakan dengan pemesinan *laser cutting*, terdapat *parting line* pada seluruh kecepatan putar dan memiliki tekstur pada bagian yang dilakukan pengukiran, sedangkan pada master cetakan dengan pemesinan *3d printing resin* menghasilkan produk dengan detail yang baik.

Kata kunci : cenderamata, *spin casting*, kecepatan, *silicone rubber*.

## **ABSTRACT**

*Souvenirs are objects that can be purchased by tourists as a form of memento with one of the forms of souvenirs being a keychain. One method of making souvenir products is by utilizing the spin casting method. Where the manufacturing process has parameters that must be considered, namely the master mold product from 3d print and laser cutting machining as well as variations in the speed of 750, 800 and 850 rpm with a pressure of 40 psi in a clockwise (CW) direction using zinc alloy material. This study aims to determine the effect of rotational speed, characteristic and optimal parameters on spin casting results. The final results show the optimal parameters at a rotational speed of 800 rpm with a clockwise (CW) rotating direction and a pressure of 40 psi. In using a mold master with laser cutting machining, there is a parting line at all rotational speeds and has a texture on the part being carved, while at in the mold master with 3d printing resin machining produces a product with good detail.*

*Keywords: souvenir, spin casting, speed, silicone rubber.*

## 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 .....	ix
Daftar Isi .....	xi
Daftar Tabel .....	xiii
Daftar Gambar .....	xiv
Daftar Notasi .....	xv
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 .....	4
2.2.1 Cenderamata .....	4
2.2.2 Spin Casting .....	5
2.2.3 Gaya Sentrifugal .....	5
2.2.4 Vulkanisasi .....	6
2.2.5 <i>Silicone Rubber</i> .....	6
2.2.6 <i>Zinc Alloy</i> .....	7
2.2.7 <i>3D Print</i> .....	7
2.2.8 <i>Laser Cutting</i> .....	7

Bab 3 Metode Penelitian .....	8
3.1 Alur Penelitian .....	8
3.1.1 Penjelasan Alur Penelitian.....	9
3.2 Peralatan dan Bahan.....	11
3.2.1 Peralatan .....	11
3.2.2 Bahan .....	13
3.3 Perancangan Desain .....	14
3.3.1 Kriteria Desain.....	14
3.3.2 Konsep Desain.....	14
3.3.3 Parameter Penelitian .....	15
3.3.4 Pembuatan Cetakan Karet ( <i>Silicone Rubber</i> ) .....	17
3.3.5 Pembuatan Produk.....	17
Bab 4 Hasil dan Pembahasan .....	19
4.1 Master Produk.....	19
4.1.1 Master Produk Hasil Pemesinan <i>3D Print</i> .....	19
4.1.2 Master Produk Hasil Pemesinan <i>Laser Cutting</i> .....	20
4.2 Cetakan Karet .....	21
4.2.1 Vulkanisasi Cetakan Karet .....	21
4.2.2 Pembuatan <i>Runner</i> Cetakan Karet.....	23
4.3 Analisis .....	24
4.3.1 Pengecoran <i>Spin Casting</i> .....	24
4.3.2 Hasil Pengecoran <i>Spin Casting</i> .....	25
4.3.3 Pengukuran Hasil Pengecoran .....	27
4.3.4 Pembahasan Hasil Pengecoran .....	32
4.4 <i>Finishing</i> .....	37
Bab 5 Penutup.....	39
5.1 Kesimpulan .....	39
5.2 Saran atau Penelitian Selanjutnya.....	39
Daftar Pustaka .....	40

## DAFTAR TABEL

Tabel 3-1 Peralatan yang digunakan .....	11
Tabel 3-2 Bahan-bahan yang digunakan .....	13
Tabel 3-3 Parameter proses .....	16
Tabel 3-4 Parameter proses .....	16
Tabel 4-1 Gambar cetakan pada <i>rubber mold</i> .....	22
Tabel 4-2 Hasil pengecoran desain kota Dumai .....	25
Tabel 4-3 Hasil pengecoran desain Rencong Aceh .....	26
Tabel 4-4 Pengukuran dimensi pada kecepatan 750 rpm 20s 40psi .....	28
Tabel 4-5 Pengukuran dimensi pada kecepatan 750 rpm 20s 40psi .....	28
Tabel 4-6 Pengukuran dimensi pada kecepatan 750 rpm 20s 40psi .....	28
Tabel 4-7 Pengukuran dimensi pada kecepatan 750 rpm 20s 40psi .....	29
Tabel 4-8 Pengukuran dimensi pada kecepatan 800 rpm 20s 40psi .....	29
Tabel 4-9 Pengukuran dimensi pada kecepatan 800 rpm 20s 40psi .....	29
Tabel 4-10 Pengukuran dimensi pada kecepatan 800 rpm 20s 40psi .....	29
Tabel 4-11 Pengukuran dimensi pada kecepatan 800 rpm 20s 40psi .....	30
Tabel 4-12 Pengukuran dimensi pada kecepatan 850 rpm 20s 40psi .....	30
Tabel 4-13 Pengukuran dimensi pada kecepatan 850 rpm 20s 40psi .....	30
Tabel 4-14 Pengukuran dimensi pada kecepatan 850 rpm 20s 40psi .....	30
Tabel 4-15 Pengukuran dimensi pada kecepatan 850 rpm 20s 40psi .....	31
Tabel 4-16 Data persentase deviasi Dumai ( <i>3d Print</i> ) .....	33
Tabel 4-17 Data persentase deviasi Dumai ( <i>laser cutting</i> ) .....	33
Tabel 4-18 Data persentase deviasi Rencong ( <i>3d print</i> ) .....	33
Tabel 4-19 Data persentase deviasi Rencong ( <i>laser cutting</i> ) .....	34

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2-1 Arah gerak melingkar .....	6
Gambar 3-1 Alur penelitian .....	9
Gambar 3-2 Desain 3D kota Dumai .....	15
Gambar 3-3 Desain 3D Rencong Aceh .....	15
Gambar 4-1 Master produk hasil pemesinan <i>3d print</i> .....	19
Gambar 4-2 Bagian belakang hasil cetakan <i>3d print resin</i> .....	20
Gambar 4-3 Master produk hasil pemesinan <i>laser cutting</i> .....	20
Gambar 4-4 Hasil master produk <i>laser cutting</i> yang telah disatukan .....	21
Gambar 4-5 Master produk setelah vulkanisasi .....	23
Gambar 4-6 Cetakan karet yang telah diberi <i>runner</i> .....	24
Gambar 4-7 Hasil pengecoran pertama .....	24
Gambar 4-8 Hasil pengecoran dengan jalur udara .....	25
Gambar 4-9 Pengukuran Dimensi .....	27
Gambar 4-10 Grafik perubahan dimensi pada Dumai <i>3d print</i> .....	31
Gambar 4-11 Grafik perubahan dimensi pada Dumai <i>laser cutting</i> .....	31
Gambar 4-12 Grafik perubahan dimensi pada Rencong <i>3d print</i> .....	32
Gambar 4-13 Grafik perubahan dimensi pada Rencong <i>laser cutting</i> .....	32
Gambar 4-14 Grafik deviasi Dumai ( <i>3d print</i> ) .....	34
Gambar 4-15 Grafik deviasi Dumai ( <i>laser cutting</i> ) .....	34
Gambar 4-16 Grafik deviasi Rencong ( <i>3d print</i> ) .....	35
Gambar 4-17 Grafik deviasi Rencong ( <i>laser cutting</i> ) .....	35
Gambar 4-18 Bagian yang kurang terisi pada desain Dumai (750 rpm) .....	36
Gambar 4-19 Flash yang terjadi pada kecepatan putar 850 rpm .....	36
Gambar 4-20 <i>Parting line</i> pada hasil pengecoran ( <i>laser cutting</i> ) .....	36
Gambar 4-21 Hasil pengecoran kecepatan putar 800 rpm .....	37
Gambar 4-22 Hasil <i>finishing</i> produk .....	38

## DAFTAR NOTASI

c	= <i>Celsius</i>
CW	= <i>Clockwise</i>
mm	= <i>Milimeter</i>
Psi	= <i>Pounds-force per Square Inch</i>
PLA	= <i>Polylactic Acids / Asam Polilaktat</i>
Rpm	= <i>Revolution per Minute</i>
s	= <i>Sekon</i>
UII	= <i>Universitas Islam Indonesia</i>



# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Universitas Islam Indonesia (UII) merupakan perguruan tinggi tertua di Indonesia yang berdiri pada tanggal 8 Juli 1945 dan menjadi salah satu universitas swasta terbaik di Yogyakarta. Di Universitas Islam Indonesia terdapat potensi yang dapat diperhatikan seperti pada program studi teknik mesin yang berfokus pada studi bidang manufaktur.

Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia mempunyai sebuah mesin *spin casting* untuk menunjang pembelajaran yang ada di program studi teknik mesin. Dengan terfokusnya program studi teknik mesin dalam bidang manufaktur inilah yang membuat mesin tersebut dibutuhkan untuk Teknik Mesin UII. Oleh karena itu, penulis akan membuat penelitian mengenai pemesinan *spin casting* untuk membuat cenderamata.

Cenderamata merupakan suatu benda yang dapat dibeli oleh wisatawan sebagai bentuk kenang-kenangan akan suatu tempat yang dikunjungi. Salah satu bentuk dari cenderamata adalah gantungan kunci. Salah satu metode pembuatan cenderamata adalah dengan menggunakan pemesinan *spin casting*.

*Spin casting* dapat menjadi salah satu cara dalam pembuatan cenderamata. *Spin casting* merupakan salah satu metode pengecoran dengan menggunakan gaya sentrifugal dan logam cair *zinc alloy* sebagai material yang akan digunakan. Gaya sentrifugal akan membuat logam cair terlempar menjauhi titik pusat sehingga memenuhi setiap bagian detail permukaan cetakan dan menghasilkan produk yang diinginkan (Zainul, et al., 2019).

*Spin casting* memiliki kelebihan pada proses pengerjaan yang singkat, harga yang relatif murah dan toleransi pengecoran yang baik. Tetapi, tidak semua produk dapat tercetak sempurna karena ada beberapa faktor yang mempengaruhi hasil akhir produk seperti temperatur, kecepatan putar, tekanan, master produk, *runner* dan sebagainya. Oleh karena itu, penulis mencoba melakukan penelitian

terkait faktor yang mempengaruhi hasil *spin casting* yaitu pada kecepatan putar dan master cetakan.

Dari penelitian ini diharapkan dapat diperoleh master cetakan produk dan kecepatan putar yang optimal untuk mencetak cenderamata menggunakan salah satu metode pengecoran yaitu *spin casting*.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang telah disampaikan, maka penulis merumuskan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana pengaruh kecepatan putar pada hasil *spin casting*?
2. Bagaimana karakteristik dari master cetakan hasil pemesinan *3d print* dan *laser cutting* terhadap kualitas hasil pengecoran?
3. Apa saja parameter yang digunakan untuk mendapatkan hasil pengecoran optimal dalam proses *spin casting*?

## **1.3 Batasan Masalah**

Dalam penelitian ini permasalahan yang dibahas akan dibatasi agar tidak menyimpang dari maksud penelitian. Berikut batasan penelitian yang akan dibahas pada penelitian ini :

1. Material *spin casting* yang digunakan pada penelitian ini adalah *zinc alloy*.
2. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan master cetakan hasil pemesinan *3d print* dan *laser cutting*.
3. Penelitian ini menerapkan kecepatan putar 750, 800 dan 850 rpm dengan tekanan 40 psi dan arah putar searah jarum jam (*CW*) pada mesin *spin casting*.
4. Menggunakan mesin *spin casting* yang berada di Laboratorium Teknik Mesin UII.

## **1.4 Tujuan Penelitian atau Perancangan**

Tujuan yang akan dicapai dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui pengaruh kecepatan putar pada hasil *spin casting*.

2. Mengetahui karakteristik hasil *spin casting* terhadap master cetakan dari hasil pemesinan *3d print* dan *laser cutting*.
3. Mengetahui parameter terbaik dalam proses *spin casting*.

## **1.5 Manfaat Penelitian atau Perancangan**

Adapun manfaat dari perancangan tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui hasil *spin casting* terbaik terhadap master cetakan hasil pemesinan *3d print* dan *laser cutting*.
2. Membantu pengguna selanjutnya dalam mengoperasikan mesin *spin casting* dan menentukan parameter yang akan digunakan terhadap hasil akhir produk.
3. Menjadi acuan dan referensi untuk penelitian selanjutnya.

## **1.6 Sistematika Penulisan**

Penulisan penelitian ini terdiri dari lima bab dan di setiap bab terdiri dari beberapa sub bab dan beberapa bab memiliki sub bab dengan sistematika penulisan sebagai berikut :

1. Bab pertama yaitu Pendahuluan, dalam pendahuluan ini membahas tentang latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan perancangan, manfaat perancangan, dan sistematika penulisan ini sendiri.
2. Bab kedua yaitu Tinjauan Pustaka yang berisi tentang kajian pustaka dan dasar teori yang melandasi perancangan yang akan dilakukan.
3. Bab ketiga yaitu Metodologi Penelitian yang berisi langkah-langkah dan metode yang diterapkan pada tugas akhir ini.
4. Bab keempat yaitu Hasil dan Pembahasan yang merupakan data dan pembahasan dari penelitian yang telah dilakukan.
5. Bab kelima merupakan Penutup yang berisi kesimpulan dari hasil dan pembahasan yang telah didapatkan yang dilengkapi dengan saran untuk penelitian yang akan dilakukan selanjutnya.

## **BAB 2**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Kajian Pustaka**

Cenderamata atau biasa disebut buah tangan merupakan sesuatu yang dapat menunjukkan identitas suatu daerah. Saat ini cenderamata dapat digunakan dan ditujukan sebagai pengenalan suatu tempat, menjadi buah tangan wisatawan bahkan menjadi ajang kreativitas pembuat cenderamata (Bangun, et al., 2017). Keberadaan sebuah cenderamata bisa menjadi sebuah bukti sejarah yang terdokumentasikan bagi suatu budaya ataupun suatu suku. Salah satu cara dalam membuat cenderamata adalah dengan menggunakan metode spin casting.

*Centrifugal rubber mold casting (CRMC)* atau dikenal dengan *spin casting* merupakan metode pengecoran yang dalam prosesnya menggunakan gaya sentrifugal dan logam cair yang dimasukkan ke sebuah *silicone rubber*. Gaya sentrifugal membuat logam cair terlempar menjauhi titik pusat sehingga memenuhi cetakan dan menghasilkan produk yang diinginkan (Zainul, et al., 2019).

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, et al., 2015). Tingkatan evaporasi bahan juga akan mempengaruhi ketepatan dari produk akhir (Danglad-Flores, et al., 2018). Selain itu *spin casting* dapat dijadikan alternatif pembuatan cenderamata dikarenakan *spin casting* dapat memproduksi secara massal produk dengan bahan dasar logam atau plastik sesuai dengan model yang akan dibuat.

#### **2.2 Dasar Teori**

##### **2.2.1 Cenderamata**

Dalam jurnal Griffith University terdapat pendapat Hugh Wilkins (2009) mengutarakan *The souvenir is an important component of the tourist experience with most tourists bringing back mementos and souvenirs as evidence. People like to be reminded of special moments in their lives and to hold evidence oh those*

*special moments*, (cenderamata adalah komponen penting dalam pengalaman berwisata dengan sebagian besar turis membawa kembali kenang-kenangan dan cenderamata sebagai bukti. Orang sering diingatkan akan momen spesial di hidup mereka dan menyimpan bukti momen spesial itu).

Ada beberapa syarat dasar untuk suatu benda dinyatakan sebagai cenderamata, yaitu memiliki nilai seni, memiliki ciri khas, memiliki keunikan dan daya tarik, kualitas dan mutu bahan yang baik, harga yang terjangkau dan mudah untuk dibawa (Bangun, et al., 2017).

### **2.2.2 Spin Casting**

*Spin casting* atau dikenal dengan *centrifugal rubber mold casting* (CRMC) merupakan salah satu metode dalam pengecoran dengan memanfaatkan gaya sentrifugal dan *silicone rubber* sebagai cetakannya. Bentuk dari cetakan *spin casting* seperti cakram yang berputar sepanjang sumbu pusat pada kecepatan tertentu. Material yang dapat digunakan berupa logam cair atau plastik termoset cair yang dituangkan kedalam mesin *spin casting* dan masuk dalam *rubber mold* yang berputar hingga logam atau plastik termoset mengeras.

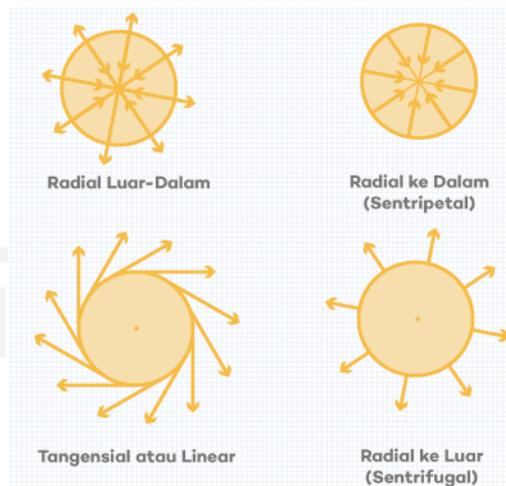
Terdapat ciri khas pada *spin casting* yaitu *silicone rubber* semi permanen dan penerapan gaya sentrifugal. Keadaan ini membuat penggunaan material pengecoran diformulasikan khusus untuk titik lebur dan viskositas yang rendah dan material logam yang memungkinkan untuk digunakan seperti paduan timah, paduan seng dan paduan timbal (Beznak et al., 2010).

### **2.2.3 Gaya Sentrifugal**

Gaya sentrifugal merupakan gaya yang bekerja ketika sebuah benda melakukan gerak melingkar dan selalu mengarah menjauhi sumbu putar (gaya radial ke luar). Gaya sentrifugal dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu massa beban, radius beban dan kecepatan putar (Beer, et al., 2009).

Gaya sentrifugal berfungsi untuk mengimbangi gaya sentripetal sehingga benda yang melakukan gerak melingkar berada dalam keadaan setimbang. Gaya sentrifugal hanya dapat diamati atau dirasakan jika kita menggunakan kerangka

acuan non-inersia atau kerangka acuan yang bergerak dengan kecepatan tidak konstan terhadap bumi (Arif, 2019).



Gambar 2-1 Arah gerak melingkar

Gaya sentripetal merupakan gaya yang menuju pusat lingkaran, sedangkan gaya radial adalah gaya yang diberikan pada benda yang membuatnya bergerak sepanjang lintasan melingkar. Berbeda dengan sentripetal yang hanya menuju pusat lingkaran, gaya radial dapat menjauhi atau menuju pusat. Sedangkan gaya yang menyinggung lintasan melingkar merupakan gaya tangensial yang menyebabkan benda mengalami perpindahan lintasan melingkar.

## 2.2.4 Vulkanisasi

Vulkanisasi adalah suatu proses perubahan sifat karet dari termoplastik menjadi termoset untuk meningkatkan sifat elastis, struktur molekul karet membentuk jaringan tiga dimensi yang disebut ikatan silang (Hofmann, 1965). Vulkanisasi merupakan salah satu langkah dalam pembuatan cetakan yang bertujuan membuat rongga/ruang pada cetakan dan pengerasan karet agar tetap kuat dan kaku selama pengecoran.

## 2.2.5 *Silicone Rubber*

*Silicone rubber* merupakan bahan yang dapat menahan temperatur tinggi yang biasanya digunakan untuk bahan isolator tegangan tinggi (Asy'ari, et al., 2008). Dalam *spin casting*, *silicone rubber* digunakan sebagai cetakan produk yang

akan di vulkanisir dengan hasil akhir cetakan karet yang dapat tahan terhadap banyaknya penggunaan ratusan hingga ribuan kali sampai cetakan diperhitungkan untuk perlu diganti.

### **2.2.6 Zinc Alloy**

*Zinc Alloy* merupakan logam paduan yang mengandung unsur campuran dari seng (Zn) dengan aluminum (Al), magnesium (Mg) dan tembaga (Cu). Paduan dari logam ini dapat juga disebut dengan zamak. Material ini memiliki titik leleh yang rendah dan fluiditas tinggi sehingga cocok digunakan untuk material pengecoran (Pola A., et al., 2020).

### **2.2.7 3D Print**

*3D printing* atau disebut juga *Additive Layer Manufacturing* merupakan proses pembuatan objek padat 3 dimensi atau bentuk lainnya dari model digital (Nugroho, 2018). Cara kerja dari 3D printer adalah dengan teknik membuat objek dari sejumlah layer atau lapisan yang masing-masing dicetak di atas setiap lapisan lainnya.

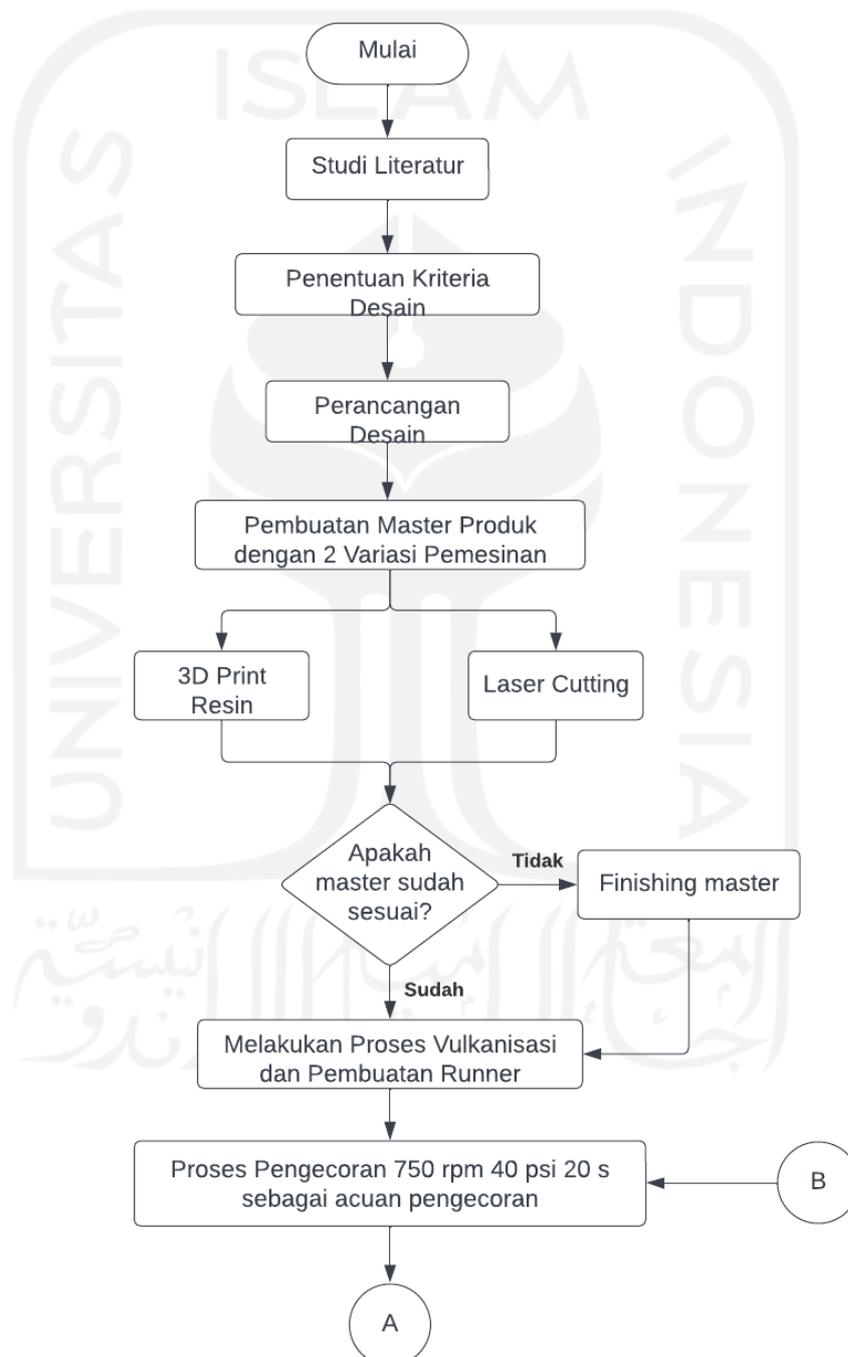
### **2.2.8 Laser Cutting**

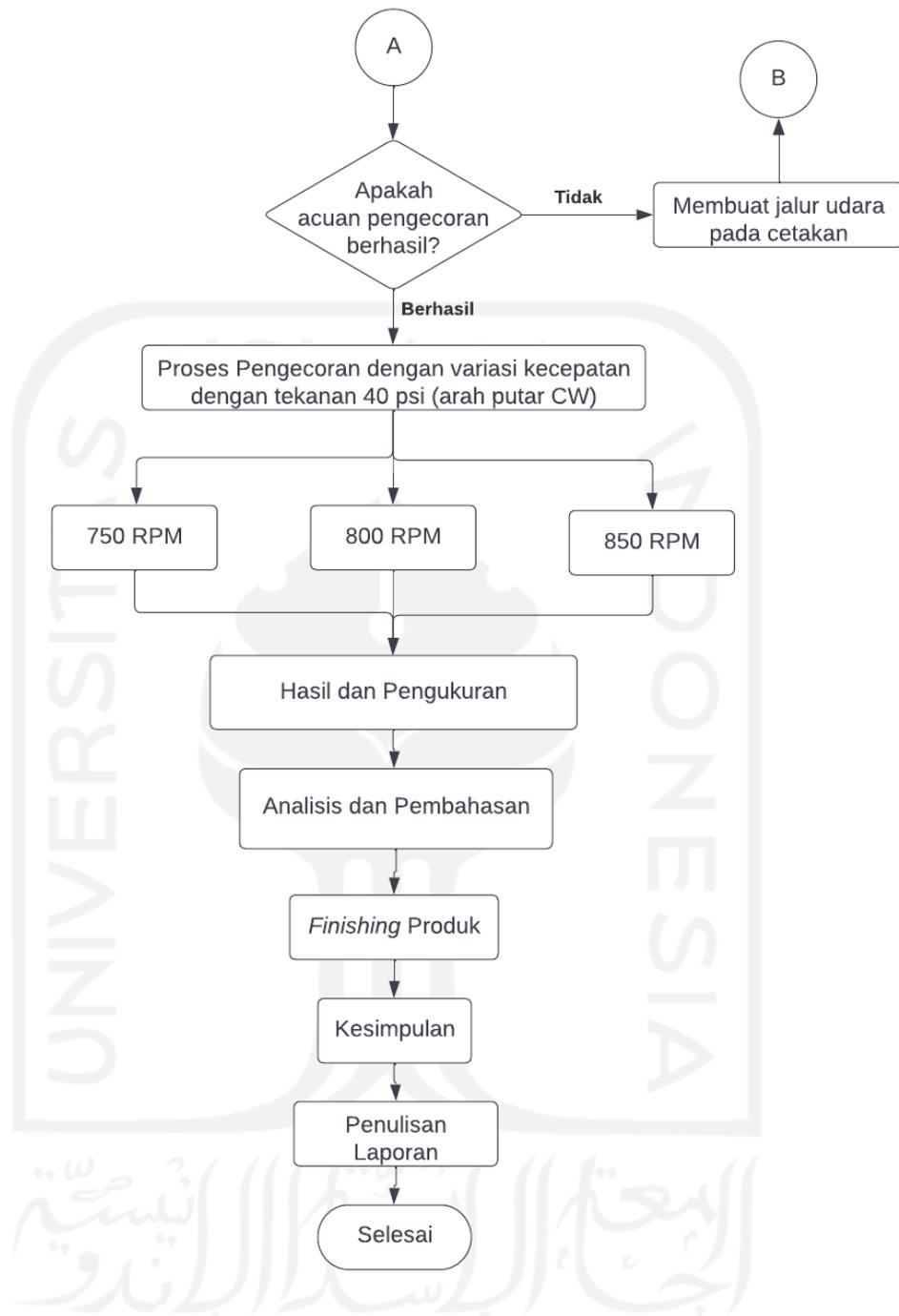
*Laser cutting* merupakan salah satu teknologi dalam bidang manufaktur yang menggunakan laser sebagai proses utama permesinannya. Cara kerja dari *laser cutting* untuk memotong material dengan mengarahkan laser berkekuatan tinggi dengan menggunakan komputer sebagai pengarahnya (Saputro, et al., 2020).

## BAB 3 METODE PENELITIAN

### 3.1 Alur Penelitian

Tahapan dari penelitian ini dapat dilihat pada diagram alur di bawah ini:





Gambar 3-1 Alur penelitian

### 3.1.1 Penjelasan Alur Penelitian

- A. Mulai Penelitian
- B. Studi literatur, yaitu mengumpulkan literatur dari literatur yang telah ada sebelumnya dari jurnal, buku dan penelitian orang lain.

- C. Penentuan kriteria desain, yaitu menentukan dan menyusun kriteria yang akan digunakan dalam mendesain.
- D. Perancangan desain, yaitu melakukan proses pembuatan desain yang akan digunakan pada penelitian ini. Penulis membuat 2 desain untuk gantungan kunci.
- E. Pembuatan master produk, yaitu melakukan proses pemesinan menggunakan desain yang telah dibuat dan ditentukan sebelumnya. Penulis menggunakan 2 variasi pemesinan, yaitu *3d printing resin* dan *laser cutting*.
- F. Proses kontrol master cetakan, yaitu melihat apakah master cetakan yang telah dibuat memerlukan proses *finishing* untuk hasil optimal . Jika master cetakan belum mendapatkan hasil yang baik maka dilakukan proses *finishing* pada master cetakan tersebut. Jika master cetakan telah sesuai maka dilanjutkan pembuatan cetakan.
- G. Proses vulkanisasi, yaitu proses pembuatan cetakan agar sesuai dengan master cetakan dan desain yang telah dibuat menggunakan mesin vulkanisir.
- H. Acuan pengecoran, yaitu melakukan proses *spin casting* dengan menggunakan kecepatan putar yang telah ditentukan sebelumnya sebagai acuan pengecoran untuk menentukan cetakan karet telah sesuai atau belum. Jika hasil pengecoran tidak berhasil maka cetakan karet akan dibuat jalur udara dan dilakukan proses *spin casting* menggunakan kecepatan putar yang digunakan sebelumnya. Jika hasil pengecoran berhasil maka dilanjutkan proses pengecoran dengan memvariasikan kecepatan putar.
- I. Proses pengecoran dengan variasi kecepatan putar pada arah searah jarum jam (*CW*) menggunakan tekanan 40 psi dengan waktu 20 sekon, yaitu untuk mengetahui kecepatan putar terbaik dari hasil pengecoran yang telah dilakukan.
- J. Setelah dilakukan proses pengecoran maka akan mendapatkan produk hasil pengecoran dan dilakukan pengukuran dimensi dari produk yang telah didapatkan.

- K. Proses kontrol produk hasil pengecoran, yaitu dengan melakukan analisis pada produk hasil pengecoran serta menentukan kecepatan putar dan cetakan terbaik dari penggunaan master cetakan menggunakan penglihatan visual dan dicari produk yang optimal.
- L. *Finishing* produk, yaitu melakukan *finishing* produk dengan memperhalus permukaan produk dengan mengamplas dan diberikan gantungan agar produk siap digunakan.
- M. Penarikan kesimpulan dari penelitian.
- N. Penulisan laporan, yaitu untuk memudahkan orang lain dalam memahami isi dari penelitian.
- O. Selesai.

### 3.2 Peralatan dan Bahan

#### 3.2.1 Peralatan

Pada tabel dibawah ini merupakan peralatan yang digunakan pada penelitian ini, yaitu:

Tabel 3-1 Peralatan yang digunakan

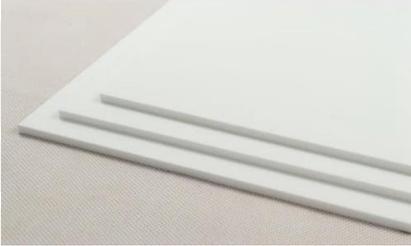
No.	Nama	Gambar
1.	Mesin <i>spin casting</i>	

2.	Mesin vulkanisir	
3.	Mesin pelebur material	
4.	Mesin 3D printing resin	
5.	Mesin laser cutting	

### 3.2.2 Bahan

Berikut merupakan bahan yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 3-2 Bahan-bahan yang digunakan

No.	Nama	Gambar
1.	<i>Resin Bio-Photopolymer (PLA)</i>	
2.	Akrilik	
3.	<i>Silicone Rubber</i>	
4.	<i>Zinc Alloy</i>	

### **3.3 Perancangan Desain**

#### **3.3.1 Kriteria Desain**

Dalam membuat sebuah cenderamata, haruslah menerapkan kriteria dalam desain produk yang akan dibuat. Tanpa sebuah kriteria tertentu cenderamata 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 Konsep Desain**

Konsep desain dalam pembuatan produk cenderamata ini memiliki unsur yang berkaitan dengan ciri khas dari daerah Dumai dan Aceh. Proses pembuatan desain 3D menggunakan aplikasi Autodesk Inventor 2017. Penulis memilih menggunakan konsep desain tersebut karena sedikitnya produk cenderamata yang mengangkat tema dari daerah Dumai dan Aceh.

Pada gantungan kunci pertama dengan tema kota Dumai dengan menggunakan lancang kuning sebagai ikon kota Dumai dan julukan kota Dumai sebagai kota "PENGANTIN" yaitu singkatan dari Pelabuhan, Perdagangan, Tourism dan Industri. Serta ditambahkan pula titik koordinat pusat kota Dumai.



(a)

(b)

Gambar 3-2 Desain 3D kota Dumai

- a) Desain kota Dumai tampak depan
- b) Desain kota Dumai tampak belakang

Selanjutnya untuk tema kedua yaitu Aceh dengan menggunakan desain Rencong yang merupakan senjata pusaka rakyat aceh dan bentuk dari keberanian, keperkasaan, pertahanan diri dan kepahlawanan Aceh.



(a)

(b)

Gambar 3-3 Desain 3D Rencong Aceh

- a) Desain Rencong Aceh tampak depan
- b) Desain Rencong Aceh tampak belakang

### 3.3.3 Parameter Penelitian

Parameter yang digunakan pada penelitian ini ada 2, yaitu :

1. Parameter proses, yaitu dengan nilainya divariasikan sesuai pengujian yang dilakukan dengan tujuan untuk mendapatkan analisa pengaruh terhadap parameter respon (Damayanti, 2017).

Tabel 3-3 Parameter proses

No.	Variabel	Nilai	Satuan
1.	Kecepatan	750, 800 dan 850	rpm
2.	Master	<i>3D print dan laser cutting</i>	

Pemilihan Kecepatan 750, 800 dan 850 rpm berdasarkan metode penelitian eksperimen yang dilakukan terhadap variabel yang data-datanya belum ada sehingga perlu dilakukan proses manipulasi dengan pemberian perlakuan tertentu terhadap subjek penelitian yang kemudian diamati dampaknya (data yang akan datang) (Jaedun, 2011). Dalam penelitian ini, penulis juga menggunakan dua variasi terhadap master cetakan yang dibuat dengan menggunakan proses pemesinan 3d print dan laser cutting.

- Parameter konstan adalah parameter yang nilainya tidak divariasikan (Damayanti, 2017).

Tabel 3-4 Parameter proses

No.	Variabel	Nilai	Satuan
1.	Tekanan	40	psi
2.	Arah Putar	<i>ClockWise (CW)</i>	
3.	Waktu Putar	20 dan 30	sekon
4.	Suhu Vulkanisir	180	°C
5.	Waktu Vulkanisir	60	menit
6.	Suhu Material	450-550	°C

Untuk penggunaan suhu material menggunakan 450-550°C karena *melting point* dari *zinc alloy* adalah 420°C, kemudian parameter tersebut tidak bisa dikonsistenkan karena dari mesin yang digunakan memiliki nilai suhu yang tidak

tetap, pada saat penutup *furnace* dibuka maka suhu akan turun tetapi saat *furnace* ditutup suhu tersebut akan naik. Kemudian jika suhunya terlalu rendah mengakibatkan logam cair susah mengisi seluruh rongga cetakan karena fluiditasnya kurang, apabila logam cair terlalu tinggi maka kualitas cetakan dapat berkurang drastis. Menurut penelitian yang dilakukan oleh (Ricky Rodian, 2011), untuk waktu putaran pada 20 detik dan 30 detik tidak berpengaruh karena hasil pengecoran tercetak sempurna pada 20 dan 30 detik, sedangkan waktu putaran 10 detik hasil pengecoran produk. Parameter yang digunakan juga mengacu pada penelitian terdahulu mengenai *spin casting*.

### **3.3.4 Pembuatan Cetakan Karet (*Silicone Rubber*)**

Berikut merupakan proses pembuatan cetakan karet :

1. Menyiapkan 2 buah cetakan karet. Kemudian letakkan master cetakan produk di atas cetakan lalu potong sesuai dengan ukuran master.
2. Setelah itu, cetakan diberi bedak agar cetakan karet tidak lengket.
3. Kemudian, cetakan karet dimasukkan ke mesin vulkanisir untuk dilakukan vulkanisasi dengan cara diberi tekanan 100 psi serta diberi suhu tertentu dengan suhu puncak 180°C dalam waktu kurang lebih selama 1 jam (Untoro, V. & Yeffry, 2015).
4. Setelah cetakan karet selesai di vulkanisir, tunggu *rubber* sampai dingin dan kemudian melakukan pembuatan runner lurus, dimana *runner* lurus merupakan runner terbaik menurut Beznák, M., Bajčičák, M., & Šuba, R. (2010).

### **3.3.5 Pembuatan Produk**

Berikut merupakan proses dari pembuatan produk :

1. Bahan untuk melakukan proses pengecoran *spin casting* dengan menggunakan logam *zinc alloy*.
2. Kemudian, logam *zinc alloy* yang sudah dilebur sebelumnya dituangkan ke dalam mesin *spin casting* yang didalamnya telah terdapat cetakan karet yang berputar dengan memanfaatkan gaya sentrifugal akan mendorong logam cair untuk memasuki setiap detail permukaan cetakan.

3. Untuk proses pengecoran ini menggunakan beberapa variasi kecepatan putar yaitu 750, 800 dan 850 rpm dengan arah putar searah jarum jam (CW) dan tekanan 40 psi.



## BAB 4

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Master Produk

Setelah menentukan desain yang akan digunakan, langkah selanjutnya adalah membuat master produk. Untuk setiap master cetakan produk dibuat dengan 2 metode pemesinan, yaitu *3D Printing* dengan material resin dan *Laser Cutting* dengan material akrilik.

##### 4.1.1 Master Produk Hasil Pemesinan *3D Print*

Pembuatan master produk dengan menggunakan pemesinan *3d printing* dengan material berbahan resin karena material resin lebih tahan terhadap tekanan dan panas dibandingkan dengan pemesinan *3d printing* dengan menggunakan material *filament*. Hasil dari pembuatan master cetakan dengan menggunakan pemesinan *3d print resin* dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 4-1 Master produk hasil pemesinan *3d print*

- a) Master produk kota Dumai
- b) Master Produk Rencong Aceh

Pada pembuatan master cetakan produk *3d print* didapatkan hasil cetakan yang dapat dilihat pada Gambar 4-1. Setelah produk berhasil dicetak menggunakan *3d print resin*, produk masih harus dilakukan *finishing* untuk menghasilkan permukaan yang baik karena pada bagian belakang produk hasil cetakan *3d print*

memiliki bekas dari *support* saat dilakukannya pencetakan produk yang dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 4-2 Bagian belakang hasil cetakan *3d print resin*

Untuk mengatasi bagian permukaan yang tidak rata akibat dari *support* yang telah dilepas, maka perlu dilakukan sedikit pengamplasan untuk menghaluskan permukaan produk.

#### 4.1.2 Master Produk Hasil Pemesinan *Laser Cutting*

Pembuatan master cetakan produk dengan menggunakan mesin *laser cutting* dengan menggunakan material akrilik 2 mm. Hasil dari pembuatan master dengan menggunakan pemesinan *laser cutting* dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



(a)

(b)

Gambar 4-3 Master produk hasil pemesinan *laser cutting*

- a) Master produk kota Dumai
- b) Master Produk Rencong Aceh

Pada pembuatan master cetakan produk dari pemesinan *laser cutting* didapatkan hasil cetakan yang dapat dilihat pada Gambar 4-3. Produk yang dicetak menggunakan mesin *laser cutting* tidak dapat dilakukan pada produk yang memiliki desain pada bagian depan dan belakang, sehingga untuk mengatasinya penulis memutuskan untuk mencetak bagian depan dan belakang secara terpisah yang kemudian disatukan dengan menggunakan perekat seperti yang dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 4-4 Hasil master produk *laser cutting* yang telah disatukan

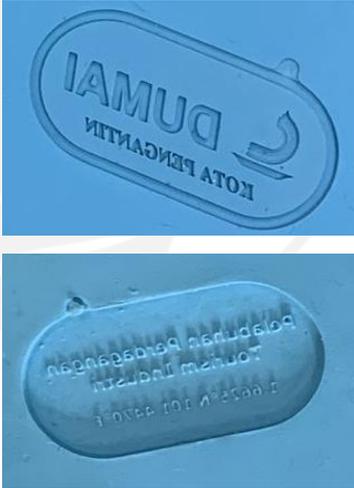
Penggunaan pemesinan *laser cutting* sebagai proses pembuatan master cetakan produk juga memiliki ciri khas, yaitu permukaan produk yang lebih kasar atau bertekstur dibandingkan dengan penggunaan pemesinan *3d print* seperti yang dapat dilihat pada Gambar 4.3. Pemesinan *laser cutting* juga tidak dapat membuat bentuk permukaan yang memiliki kontur seperti lengkungan dan hanya dapat membuat produk dengan bentuk 2 dimensi.

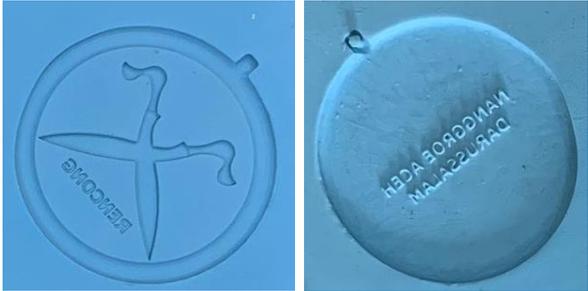
## 4.2 Cetakan Karet

### 4.2.1 Vulkanisasi Cetakan Karet

Pada penelitian ini, cetakan karet divulkanisir dengan mesin vulkanisasi yang pada satu cetakan terdapat 8 master cetakan produk. Untuk desain yang sama dengan proses pemesinan yang berbeda harus berada dalam satu cetakan. Cetakan tersebut divulkanisasi dengan suhu 180°C selama 1 jam dan kemudian diberikan *runner* lurus ke masing-masing cetakan. Berikut merupakan cetakan karet setelah vulkanisasi yang dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 4-1 Gambar cetakan pada *rubber mold*

No.	Keterangan	Gambar
1.	Cetakan karet	
2.	Cetakan desain Dumai (3d print)	
3.	Cetakan desain Dumai ( <i>laser cutting</i> )	

4.	Cetakan desain Rencong (3dprint)	
5.	Cetakan desain Rencong (laser cutting)	



Gambar 4-5 Master produk setelah vulkanisasi

#### 4.2.2 Pembuatan *Runner* Cetakan Karet

Setelah dilakukan vulkanisasi terhadap cetakan karet, maka selanjutnya membuat *runner* sebagai aliran masuk bagi logam cair kedalam cetakan. Cetakan yang telah diberikan *runner* dapat dilihat pada gambar dibawah ini dan dilakukan pengecoran dengan kecepatan putar 750 rpm sebagai acuan dan menggunakan tekanan terbaik pada tekanan 40 psi (Angga, A., 2021).



Gambar 4-6 Cetakan karet yang telah diberi *runner*

### 4.3 Analisis

Pada penelitian ini, dilakukan pengukuran dimensi dan massa dari setiap produk dengan menggunakan jangka sorong digital dan timbangan digital. Untuk perhitungannya dilakukan perbandingan dimensi antara hasil pengecoran dengan menggunakan master cetakan dari pemesinan *3d printing* dan hasil pengecoran menggunakan master cetakan dari pemesinan *laser Cutting*. Untuk hasil pengecoran produk dapat dilihat pada hasil dibawah ini.

#### 4.3.1 Pengecoran *Spin Casting*

Proses pengecoran *spin casting* dengan menggunakan cetakan yang telah diberikan *runner* seperti pada Gambar 4-11. Hasil dari pengecoran pertama dengan menggunakan kecepatan 750 rpm dengan tekanan 40 psi dan waktu 20 sekon dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 4-7 Hasil pengecoran pertama

Seperti yang dapat dilihat pada gambar diatas hasil pengecoran yang dilakukan tidak berhasil karena terdapat bagian dari hasil pengecoran yang tidak terisi oleh material. Untuk mengatasi hal tersebut pada bagian yang tidak terisi material ditambahkan jalur udara. Bentuk dari jalur udara yang dibuat tidak boleh terlalu besar agar tidak terisi oleh material. Hasil dari percobaan pengecoran yang telah diberikan jalur udara dapat dilihat dibawah ini.



Gambar 4-8 Hasil pengecoran dengan jalur udara

Seperti yang dilihat pada gambar diatas bahwa hasil pengecoran dengan menggunakan cetakan karet yang telah diberikan *runner* dan jalur udara tersebut telah berhasil. Selanjutnya pengecoran dilakukan dengan menggunakan variasi kecepatan putar yang berbeda, yaitu pada kecepatan 750, 800 dan 850 rpm.

#### 4.3.2 Hasil Pengecoran *Spin Casting*

Pengecoran yang dilakukan dengan menggunakan beberapa variasi kecepatan putar, yaitu pada kecepatan 750, 800 dan 850 rpm dengan tekanan sebesar 40 psi. Berikut merupakan hasil pengecoran yang telah dilakukan :

Tabel 4-2 Hasil pengecoran desain kota Dumai

rpm	<i>3d Print</i>	<i>laser cutting</i>
-----	-----------------	----------------------

750		
800		
850		

Tabel 4-3 Hasil pengecoran desain Rencong Aceh

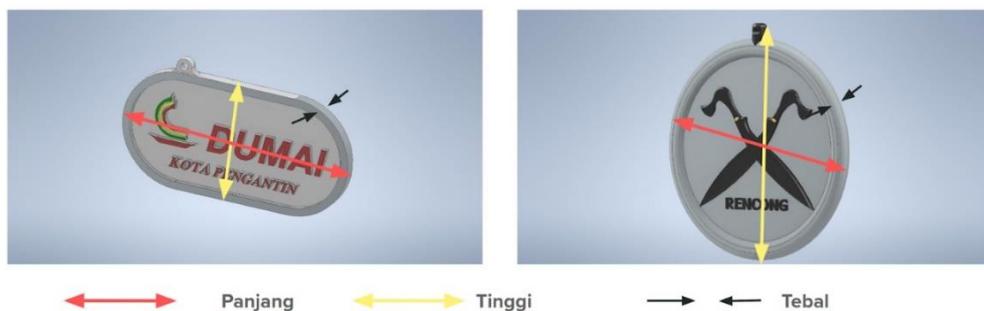
rpm	<i>3d print</i>	<i>laser cutting</i>
750		



Dari hasil pengecoran yang dilakukan pada kecepatan 750, 800 dan 850 rpm didapatkan hasil pengecoran yang dapat dilihat pada tabel diatas. Setelah dilakukan pengecoran, selanjutnya dilakukan pengukuran dan analisis terhadap hasil pengecoran serta menentukan hasil pengecoran dengan parameter terbaik.

### 4.3.3 Pengukuran Hasil Pengecoran

Berikut ini ditampilkan gambar pengukuran dimensi pada masing-masing produk.



Gambar 4-9 Pengukuran Dimensi

Pada produk hasil pengecoran dilakukan pengukuran dari 3 arah seperti yang bisa dilihat pada gambar di atas. Hal tersebut dilakukan untuk mengetahui hasil pengukuran dari setiap sisi memiliki perbedaan atau tidak. Apabila terdapat perbedaan pada hasil pengukuran, maka akan diambil nilai rata-rata dari hasil pengukuran tersebut baik untuk panjang, tinggi dan tebal produk. Hasil pengukuran dari pengecoran yang telah dilakukan dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 4-4 Pengukuran dimensi pada kecepatan 750 rpm 20s 40psi

	Dumai - 3d print (750)			
	Panjang (mm)	Tinggi (mm)	Tebal (mm)	Massa (gr)
Percobaan 1	59.50	29.70	3.10	24.66
Percobaan 2	59.30	29.60	3.00	24.38
Percobaan 3	59.60	29.70	3.10	24.74
Rata-rata	59.47	29.67	3.07	24.59

Tabel 4-5 Pengukuran dimensi pada kecepatan 750 rpm 20s 40psi

	Dumai - laser cutting (750)			
	Panjang (mm)	Tinggi (mm)	Tebal (mm)	Massa (gr)
Percobaan 1	59.10	29.20	3.80	34.24
Percobaan 2	59.20	29.20	3.80	33.94
Percobaan 3	59.20	29.20	3.90	34.06
Rata-rata	59.17	29.20	3.83	34.08

Tabel 4-6 Pengukuran dimensi pada kecepatan 750 rpm 20s 40psi

	Rencong - 3d print (750)			
	Panjang (mm)	Tinggi (mm)	Tebal (mm)	Massa (gr)
Percobaan 1	59.60	63.40	4.00	59.12
Percobaan 2	59.50	63.30	4.00	58.92
Percobaan 3	59.60	63.40	3.90	58.86
Rata-rata	59.57	63.37	3.97	58.97

Tabel 4-7 Pengukuran dimensi pada kecepatan 750 rpm 20s 40psi

	Rencong - laser cutting (750)			
	Panjang (mm)	Tinggi (mm)	Tebal (mm)	Massa (gr)
Percobaan 1	58.90	63.10	3.80	61.93
Percobaan 2	58.90	63.10	3.80	61.56
Percobaan 3	58.80	63.00	3.80	61.34
Rata-rata	58.87	63.07	3.80	61.61

Tabel 4-8 Pengukuran dimensi pada kecepatan 800 rpm 20s 40psi

	Dumai - 3d print (800)			
	Panjang (mm)	Tinggi (mm)	Tebal (mm)	Massa (gr)
Percobaan 1	59.70	29.80	3.10	24.32
Percobaan 2	59.60	29.90	3.10	25.14
Percobaan 3	59.70	29.80	3.10	24.74
Rata-rata	59.67	29.83	3.10	24.73

Tabel 4-9 Pengukuran dimensi pada kecepatan 800 rpm 20s 40psi

	Dumai - laser cutting (800)			
	Panjang (mm)	Tinggi (mm)	Tebal (mm)	Massa (gr)
Percobaan 1	59.30	29.30	3.70	33.82
Percobaan 2	59.40	29.50	3.90	35.92
Percobaan 3	59.50	29.40	3.90	35.67
Rata-rata	59.40	29.40	3.83	35.14

Tabel 4-10 Pengukuran dimensi pada kecepatan 800 rpm 20s 40psi

	Rencong - 3d print (800)			
	Panjang (mm)	Tinggi (mm)	Tebal (mm)	Massa (gr)
Percobaan 1	59.40	63.20	3.90	57.4
Percobaan 2	59.50	63.60	4.00	59.78
Percobaan 3	59.60	63.70	4.00	59.68
Rata-rata	59.50	63.50	3.97	58.95

Tabel 4-11 Pengukuran dimensi pada kecepatan 800 rpm 20s 40psi

	Rencong - laser cutting (800)			
	Panjang (mm)	Tinggi (mm)	Tebal (mm)	Massa (gr)
Percobaan 1	58.80	63.00	3.80	60.77
Percobaan 2	59.00	62.90	3.80	62.42
Percobaan 3	59.10	63.00	3.80	62.02
Rata-rata	58.97	62.97	3.80	61.74

Tabel 4-12 Pengukuran dimensi pada kecepatan 850 rpm 20s 40psi

	Dumai - 3d print (850)			
	Panjang (mm)	Tinggi (mm)	Tebal (mm)	Massa (gr)
Percobaan 1	60.30	30.20	3.30	27.73
Percobaan 2	59.70	29.80	3.10	25.02
Percobaan 3	60.10	29.90	3.10	26.61
Rata-rata	60.03	29.97	3.17	26.45

Tabel 4-13 Pengukuran dimensi pada kecepatan 850 rpm 20s 40psi

	Dumai - laser cutting (850)			
	Panjang (mm)	Tinggi (mm)	Tebal (mm)	Massa (gr)
Percobaan 1	59.60	29.50	4.00	36.84
Percobaan 2	59.60	29.60	3.90	36.08
Percobaan 3	59.50	29.50	3.90	35.84
Rata-rata	59.57	29.53	3.93	36.25

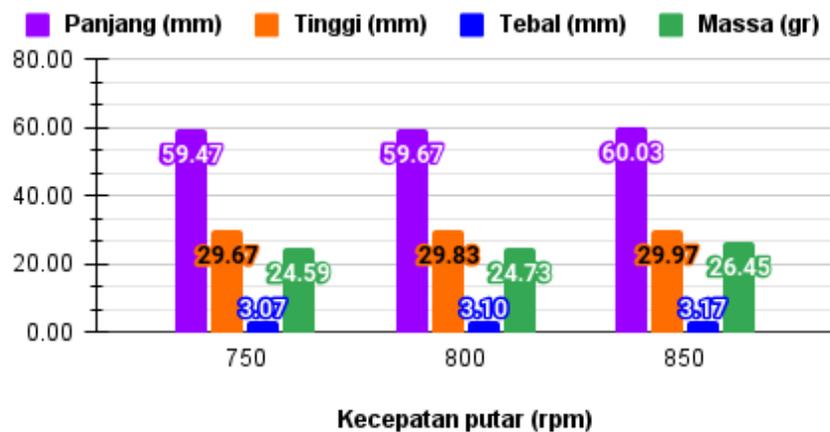
Tabel 4-14 Pengukuran dimensi pada kecepatan 850 rpm 20s 40psi

	Rencong - 3d print (850)			
	Panjang (mm)	Tinggi (mm)	Tebal (mm)	Massa (gr)
Percobaan 1	60.10	63.70	4.10	63.21
Percobaan 2	59.50	63.80	4.00	59.89
Percobaan 3	59.80	63.60	4.00	61.38
Rata-rata	59.80	63.70	4.03	61.49

Tabel 4-15 Pengukuran dimensi pada kecepatan 850 rpm 20s 40psi

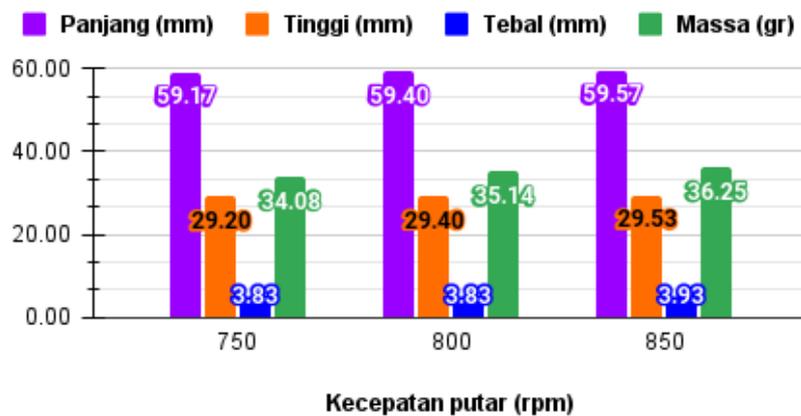
	Rencong - laser cutting (850)			
	Panjang (mm)	Tinggi (mm)	Tebal (mm)	Massa (gr)
Percobaan 1	59.40	63.10	3.80	65.8
Percobaan 2	59.00	63.10	3.70	62.58
Percobaan 3	59.30	63.10	3.80	64.72
Rata-rata	59.23	63.10	3.77	64.37

### Dumai - 3D Print

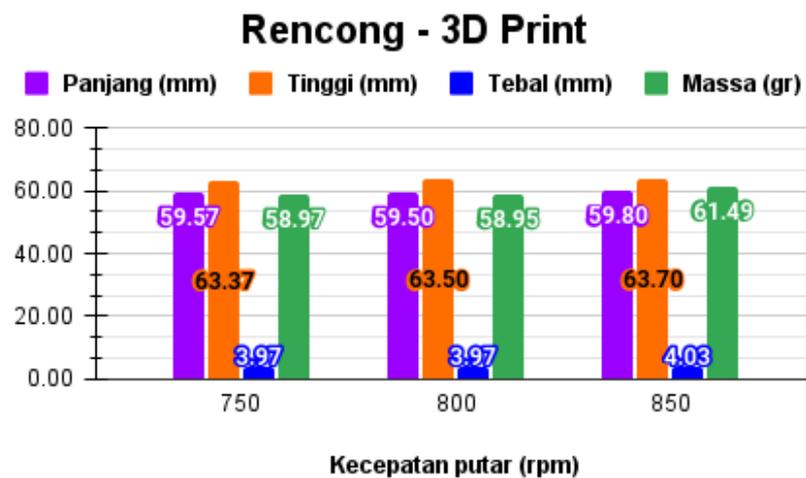


Gambar 4-10 Grafik perubahan dimensi pada Dumai 3d print

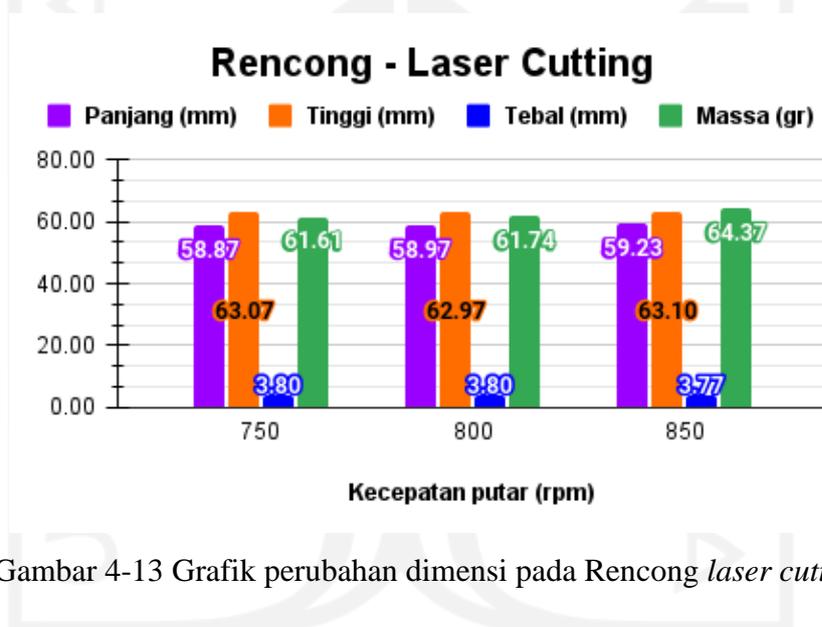
### Dumai - Laser Cutting



Gambar 4-11 Grafik perubahan dimensi pada Dumai laser cutting



Gambar 4-12 Grafik perubahan dimensi pada Rencong *3d print*



Gambar 4-13 Grafik perubahan dimensi pada Rencong *laser cutting*

#### 4.3.4 Pembahasan Hasil Pengecoran

Dari hasil data dan grafik yang diperoleh pada kecepatan putar 750, 800 dan 850 rpm bahwa produk dengan peningkatan kecepatan putar akan mengalami peningkatan dimensi dan keterisian produk. Hal tersebut disebabkan karena 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 yang membuat keterisian dimensi pada produk.

Dari data hasil pengukuran yang telah didapatkan, selanjutnya akan dilakukan perhitungan deviasi dari dimensi produk terhadap dimensi pada *rubber*

*modal*. Standar deviasi digunakan untuk mengetahui besar penyimpangan yang terjadi pada dimensi hasil pengecoran terhadap dimensi produk pada cetakan karet dengan menggunakan rumus yaitu :

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

(Barnard, L. J., De Beer, D. J., & Campbell, R. I., 2009)

Tabel 4-16 Data persentase deviasi Dumai (*3d Print*)

rpm	Deviasi - Dumai (3d print)		
	Panjang (%)	Tinggi (%)	Tebal (%)
750	1.05	1.11	4.17
800	0.72	0.56	3.13
850	0.11	0.11	1.04

Tabel 4-17 Data persentase deviasi Dumai (*laser cutting*)

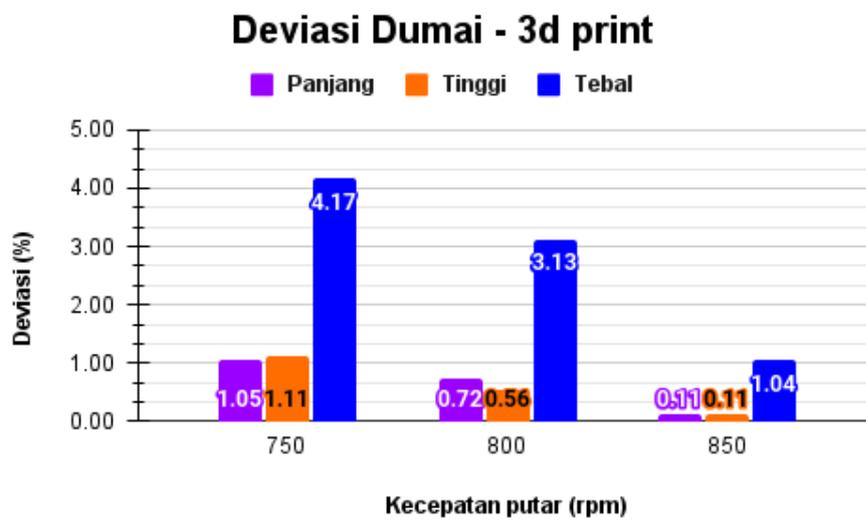
rpm	Deviasi - Dumai (laser cutting)		
	Panjang (%)	Tinggi (%)	Tebal (%)
750	0.73	0.68	6.50
800	0.34	0.00	6.50
850	0.06	-0.45	4.07

Tabel 4-18 Data persentase deviasi Rencong (*3d print*)

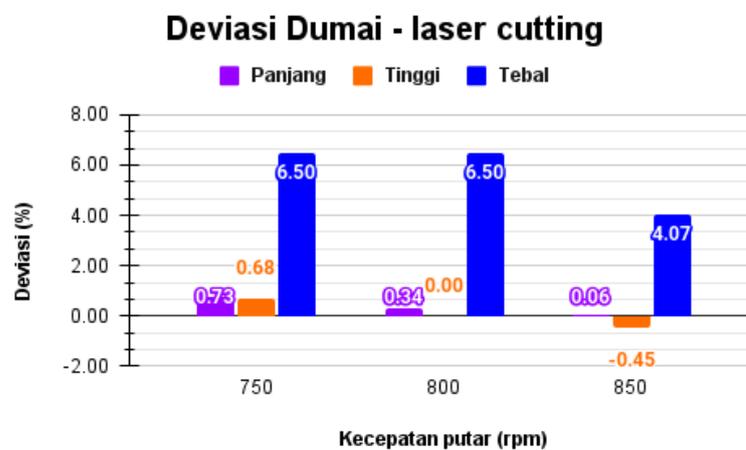
rpm	Deviasi - Rencong (3d print)		
	Panjang (%)	Tinggi (%)	Tebal (%)
750	0.22	-0.11	5.56
800	0.34	-0.32	5.56
850	-0.17	-0.63	3.97

Tabel 4-19 Data persentase deviasi Rencong (*laser cutting*)

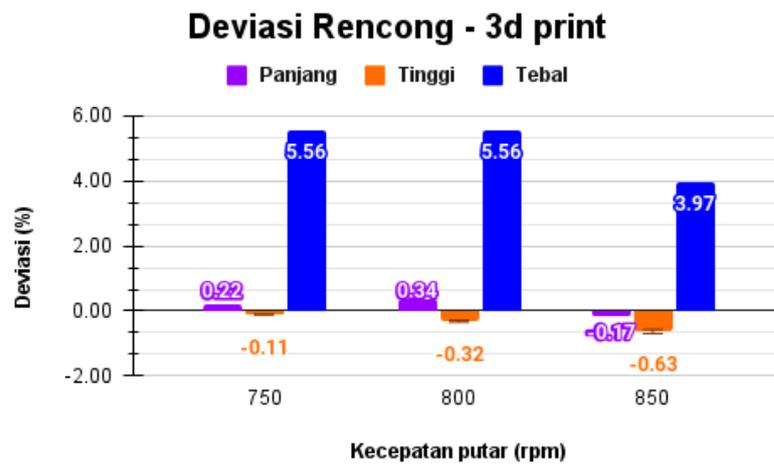
rpm	Deviasi - Rencong ( <i>laser cutting</i> )		
	Panjang (%)	Tinggi (%)	Tebal (%)
750	0.90	-0.11	7.32
800	0.73	0.05	7.32
850	0.28	-0.16	8.13



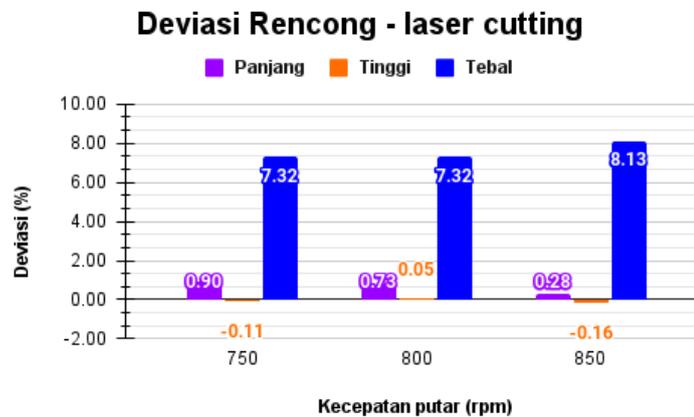
Gambar 4-14 Grafik deviasi Dumai (*3d print*)



Gambar 4-15 Grafik deviasi Dumai (*laser cutting*)



Gambar 4-16 Grafik deviasi Rencong (*3d print*)



Gambar 4-17 Grafik deviasi Rencong (*laser cutting*)

Setelah dilakukan analisis terhadap hasil pengecoran, dapat diketahui bahwa semakin tinggi kecepatan putar yang dialami dalam proses pembuatan produk maka dimensi produk juga mengalami peningkatan dimensi dan tidak ada produk yang memiliki dimensi yang sama dengan dimensi cetakan pada *rubber mold*.

Untuk hasil pengecoran desain kota Dumai dengan master *3d print* pada kecepatan 750 rpm memiliki sedikit bagian yang kurang terisi oleh logam yang dapat dilihat pada Gambar 4-23. Pada saat kecepatan 800 dan 850 rpm bagian tersebut sudah terisi dengan baik, namun pada kecepatan 850 rpm terjadi sedikit *flash* pada hasil pengecoran desain kota Dumai yang menggunakan master cetakan

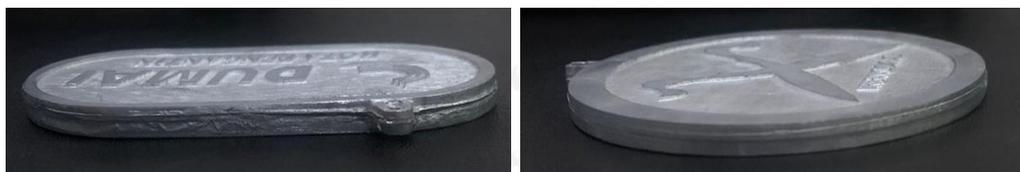
dari proses pemesinan *3d print* dan desain Rencong Aceh yang menggunakan master cetakan dari pemesinan *3d print* seperti yang dapat dilihat pada Gambar 4-24. Sedangkan berdasarkan master cetakan produk yang digunakan pada master cetakan menggunakan pemesinan *laser cutting* terdapat bagian yang mengalami *parting line* pada semua variasi kecepatan putar seperti yang dapat dilihat pada Gambar 4-25.



Gambar 4-18 Bagian yang kurang terisi pada desain Dumai (750 rpm)



Gambar 4-19 Flash yang terjadi pada kecepatan putar 850 rpm



Gambar 4-20 *Parting line* pada hasil pengecoran (*laser cutting*)

Proses *spin casting* dilakukan dengan menggunakan master cetakan produk pada satu cetakan karet yang sama, maka dalam satu cetakan yang sama haruslah menggunakan parameter yang sama pula untuk mendapatkan hasil terbaik. Oleh karena itu, kecepatan putar yang optimal digunakan untuk proses *spin casting* pada

penelitian ini adalah menggunakan kecepatan putar 800 rpm pada tekanan 40 psi dan waktu 20 sekon searah jarum jam (CW) seperti yang dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 4-21 Hasil pengecoran kecepatan putar 800 rpm

Sedangkan pada hasil produk berdasarkan master cetakan produk yang digunakan sudah berhasil dilakukan pengecoran sesuai dengan master cetakan produk yang telah dibuat, tetapi dapat diketahui dari hasil pengecoran bahwa pada produk dengan menggunakan master cetakan *laser cutting* mengalami *parting line* pada semua variasi kecepatan putar (Gambar 4-25). Hal ini terjadi karena adanya bekas penyatuan master cetakan produk dan adanya pergeseran yang terjadi saat proses vulkanisasi. Dari data diatas juga diketahui bahwa tidak ada produk yang memiliki dimensi yang sama dengan master cetakan produk yang telah dibuat. Hal tersebut dapat diakibatkan oleh perubahan dimensi cetakan pada *rubber mold* akibat terkena suhu tinggi yang dilakukan secara berulang saat melakukan pengecoran. Sehingga master cetakan produk optimal pada penelitian ini adalah dengan menggunakan master cetakan dari proses pemesinan *3d print*.

#### 4.4 *Finishing*

Setelah melakukan proses pengecoran, langkah selanjutnya adalah dengan melakukan finishing pada hasil akhir produk dengan memperhalus permukaan produk. Hasil finishing produk dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 4-22 Hasil *finishing* produk



## **BAB 5**

### **PENUTUP**

#### **5.1 Kesimpulan**

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

1. Dapat diketahui bahwa semakin tinggi kecepatan putar yang digunakan untuk melakukan proses pengecoran *spin casting*, maka akan mengakibatkan dimensi dari produk hasil pengecoran akan meningkat dan keterisian produk yang semakin baik. Tetapi jika kecepatan putar terlalu tinggi akan menyebabkan *flash* pada produk.
2. Penggunaan master cetakan *3d print* dapat menghasilkan produk dengan detail dan tekstur permukaan produk yang baik, sedangkan pada penggunaan master cetakan *laser cutting* permukaan yang dilakukan pengukiran akan membuat produk memiliki tekstur serta tidak bisa membuat produk dengan kontur dan sulit membuat produk dengan desain depan-belakang.
3. Hasil optimal pada pembuatan kedua produk cenderamata tersebut adalah pada kecepatan putar 800 rpm dengan arah putar searah jarum jam (*CW*) menggunakan tekanan 40 psi dan waktu 20 sekon.

#### **5.2 Saran atau Penelitian Selanjutnya**

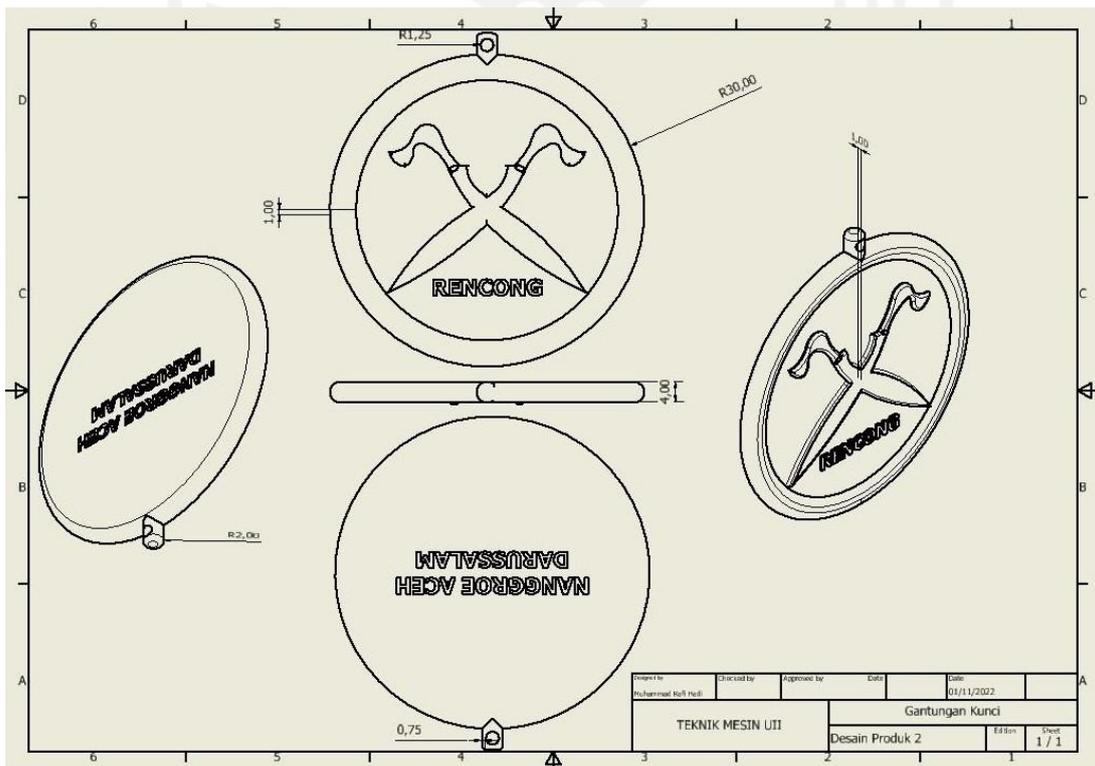
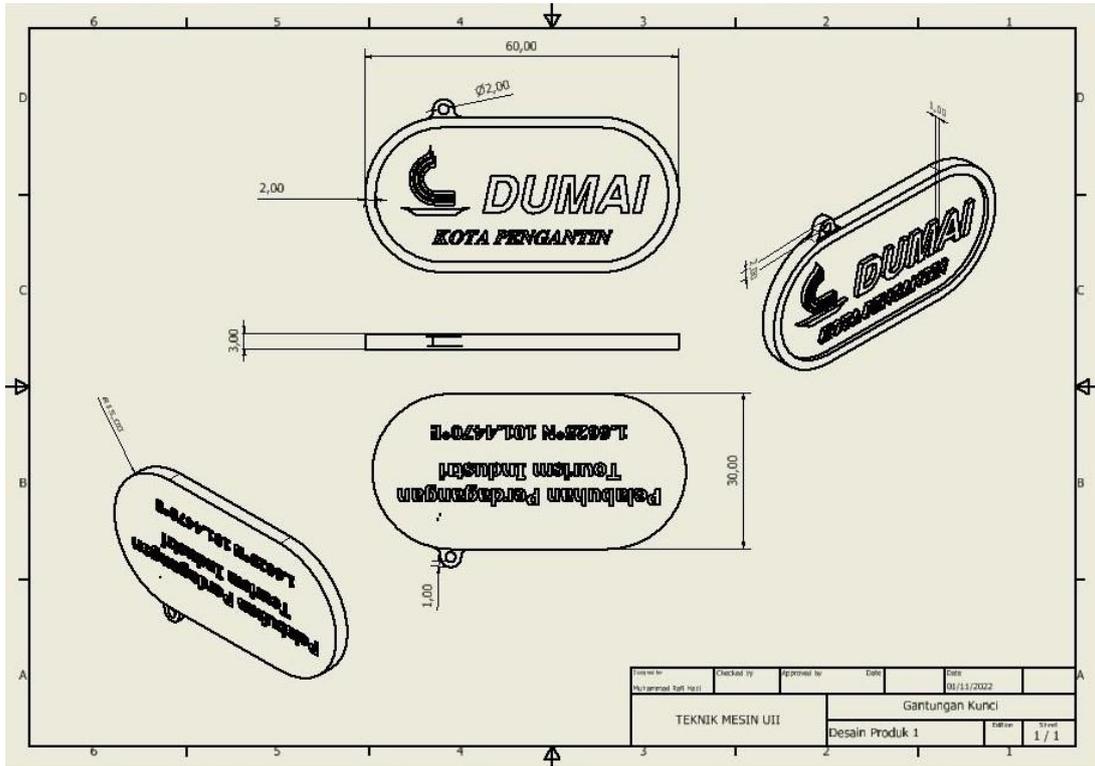
Memperhatikan masa dari penggunaan cetakan karet dan memberi jeda waktu pada setiap penggunaan cetakan untuk pengecoran berikutnya, sehingga cetakan karet tidak mengalami panas berlebihan yang dapat mengakibatkan cetakan menjadi rentan rusak dan hasil pengecoran tidak optimal.

## DAFTAR PUSTAKA

- Alfhariza, A., 2021. Pengaruh Kecepatan Putar Dan Tekanan Pada *Souvenir* Gantungan Kunci Dengan Metode *Spin Casting*. Skripsi. Yogyakarta: Universitas Islam Indonesia.
- Asy'ari, Hasyim. 2008. "Pengaruh Polutan Industri Terhadap Kinerja Mekanis Bahan Isolasi Resin Berpengisi *Silicone Rubber* dan *Rice Husk Ash* (Abu Sekam Padi)". *Jurnal Penelitian Sains & Teknologi*, Vol. 9, No. 1, 94–106. Surakarta: Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Bangun, Novriana Br, and Br. "Analisis Cenderamata Kerajinan Ukir Kayu Di Pasar Buah Berastagi Ditinjau Dari Prinsip-Prinsip Desain." *Gorga: Jurnal Seni Rupa* 6.2 : 125-140. Medan: Universitas Negeri Medan.
- Beer, D. J. D. E., Campbell, R. I. & Barnard, L. J., 2009. *Parameters Affecting Spin Casting of Decorative and Mechanical Parts.. Journal For New Generation Science, Volume 7(2), p. 23–35. Free State: Central University of Technology.*
- Beznak, M., Bajcicak, M., & Suba, R., 2010. *The Possibilities of Runner Placements for Castings Produced by Spin Casting Into Silicone Rubber Moulds. Department of Casting, Institute of Production Technologies, Faculty of Materials Science and Technology in Trnava, Slovak University of Technology Bratislava.*
- Damayanti, M. K., 2017. *Desain Parameter Eksperimen Untuk Optimasi Nilai Frangibility Factor Material Komposit Dengan Metode Taguchi dan Neural Network. Doctoral dissertation.* Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Danglad-Flores, J., Eickelmann, S. & Riegler, H., 2018. *Deposition of polymer films by spin casting: A quantitative analysis. Chemical Engineering Science, 179, pp. 257–264. Berlin: Technische Universität Berlin.*
- Ismail, S.M., 2021. Pengaruh Kecepatan Putar Dan Tekanan Cetakan *Metode Spin Casting* Terhadap Kualitas Produk *Souvenir* Bercorak Uii Jogja. Skripsi. Yogyakarta: 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, Volume 129, p. 243– 248. Max-Planck-Institut für Kolloid- und Grenzflächenforschung, Potsdam-Golm, Deutschland.*
- Kinasih, Norma Arisanti, Muhammad Irfan Fathurrohman, and Dadang Suparto., 2015. Pengaruh suhu vulkanisasi terhadap sifat mekanis vulkanisat karet alam dan karet *akrilonitril-butadiena*. *Majalah Kulit, Karet, dan Plastik* 31.2 : 65-74. Bogor.
- Nugroho, Afid., 2018. Pembuatan Komponen LSU (Lapan Surveillance Uav) Dengan Menggunakan 3D Printer (*Lapan Surveillance Uav (LSU) Part Manufacturing With 3D Printer*). *Berita Dirgantara* 19.1. Bogor: Pusat Teknologi Penerbangan.
- Pola, A., Tocci, M., & Goodwin, F. E. 2020. *Review of microstructures and properties of zinc alloys. Metals, 10(2), 253. Department of Mechanical and Industrial Engineering, University of Brescia, Via Branze, 38-25123 Brescia, Italy*
- Rodian, R., 2011. Pengaruh Kecepatan dan Lama Waktu Putar Terhadap Kualitas Produk Pengecoran Menggunakan Mesin *Spin Casting*. Skripsi. Yogyakarta: Universitas Islam Indonesia.
- Saputro, Aris Eko, and Mochammad Darwis., 2020. Rancang Bangun Mesin *Laser Engraver and Cutter* Untuk Membuat Kemasan Modul Praktikum Berbahan Akrilik. *Jurnal Pengelolaan Laboratorium Pendidikan* 2.1 : 40-50. Surabaya: Politeknik Negeri Surabaya.
- Wilkins Hugh., 2009. *Souvenir: What and Why we buy. Griffin University, Queensland, Australia.*
- Zainul, A., Risdiyono, Istihanah, N. E. & Joni, S., 2019. Pengaruh Bentuk *Runner* Pada Cetakan *Rtv Silicone Rubber*, Kecepatan Dan Arah Putar Mesin *Spin Casting* Terhadap Keberhasilan Dan Kualitas Produk Kerajinan Pewter. *Dinamika Kerajinan dan Batik, Volume 36, pp. 113-122. Yogyakarta.*

# LAMPIRAN



# 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
<b>TECHNICAL CHARACTERISTICS OF THE MACHINE</b>		<b>C 400 MATIC</b>
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
<b>CENTRIFUGAL MOTOR CHARACTERISTICS</b>		
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