

**ANALISIS HASIL *SPIN CASTING* MESIN C-400 *MATIC*  
MENGUNAKAN MASTER PRODUK DARI PEMESINAN 3D  
*PRINTING* RESIN DAN CNC**

**TUGAS AKHIR**

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



**Disusun Oleh:**

**Nama : Yoga Satriyo Wibowo**

**No. Mahasiswa : 18525018**

**NIU : 1801180057**

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

**2022**

## PERNYATAAN ORISINALITAS TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan dibawah ini, Ginanjar Ridho Hasana menyatakan bahwa tugas akhir dengan judul “Analisis Hasil *Spin Casting* Mesin C-400 *Matic* Menggunakan Master Produk dari Pemesinan 3D *Printing* Resin dan CNC” 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, 21 Desember 2022

Penulis



(Yoga Satriyo Wibowo)

NIM: 18525018

**LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING**

**ANALISIS HASIL *SPIN CASTING* PADA MESIN C-400 *MATIC*  
MENGUNAKAN MASTER PRODUK DARI PEMESINAN 3D  
*PRINTING* RESIN DAN CNC**

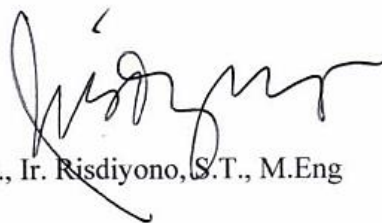
**TUGAS AKHIR**

**Disusun Oleh:**

**Nama : Yoga Satriyo Wibowo**  
**No. Mahasiswa : 18525018**  
**NIU : 1801180057**

Yogyakarta, 9 Desember 2022

Pembimbing,



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

## LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI

### ANALISIS HASIL *SPIN CASTING* MESIN C-400 *MATIC* MENGUNAKAN MASTER PRODUK DARI PEMESINAN 3D *PRINTING* RESIN DAN CNC

#### TUGAS AKHIR

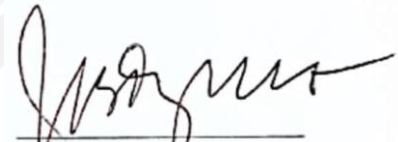
Disusun Oleh:

Nama : Yoga Satriyo Wibowo  
No. Mahasiswa : 18525018  
NIU : 1801180057

Tim Penguji

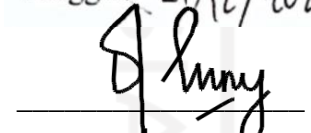
Dr.Eng. Risdiyono, S.T., M.Eng.

Ketua

  
Tanggal : 21/12/2022


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

Anggota I

  
Tanggal : 20/12/2022

Arif Budi Wicaksono, S.T., M.Eng.

Anggota II

  
Tanggal : 20/12/2022



Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Mesin

Muhammad Khafidh, S. T., M. T.

## HALAMAN PERSEMBAHAN

Dengan rasa syukur yang mendalam, dengan telah di selesaikan Tugas Akhir ini Penulis mempersembahkan kepada:

1. Kepada Allah SWT sang pencipta seluruh alam semesta yang telah memudahkan setiap urusan dalam pengerjaan.
2. Kepada orang tua saya yang telah memberikan semangat dan fasilitas agar tercapainya tugas akhir ini dengan baik.
3. Kepada bapak Risdiyono yang sudah membimbing kami dengan penuh kelembutan dan kesabaran.
4. Kepada Sinta Sulvia Ningtyas yang sudah memberikan motivasi dan dorongan untuk menyelesaikan Tugas Akhir.
5. Kepada teman-teman yang bersama saya dalam menjalani tugas akhir bersama hingga selesai di titik ini.
6. Kepada Asisten Laboratorium Mas Rizky yang sudah membantu dalam ilmu pengetahuan.

## HALAMAN MOTTO

"Janganlah engkau bersedih, sesungguhnya Allah bersama kita"

(Qs. At-Taubah: 40)

Rasulullah Bersabda: “Barangsiapa Yang Ingin Dijauhkan Dari Neraka Dan Dimasukkan Ke Surga Dan Kematian Mendatanginya Dalam Kondisi Dia Beriman Kepada Allah Ta’ala Dan Hari Akhir, Maka Hendaklah Dia Bersikap Kepada Orang Lain Dengan Sikap Yang Ingin Dia Dapatkan Dari Orang Lain.”

(HR. Muslim No. 8442)



## KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Puji syukur kehadirat Allah SWT, yang telah memberikan rahmat karunia dan izin-Nya jugalah dapat diselesaikan laporan Tugas Akhir ini yang berjudul Analisis Hasil *Spin casting* Pada Mesin C-400 Matic Menggunakan Master Produk Dari Pemesinan 3D *Printing* Resin dan CNC.

Selama pelaksanaan dan penyusunan laporan Tugas Akhir ini, penulis sudah banyak mendapatkan bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu pada kesempatan ini ingin mengucapkan terima kasih atas bantuannya, khususnya kepada :

1. Kedua orang tua beserta seluruh keluarga yang penulis sayangi mereka telah memberikan dukungan serta do'a dalam menempuh pendidikan.
2. Bapak Dr. Eng Risdiyono, ST., M.Eng. selaku pembimbing Tugas Akhir, yang telah meluangkan waktunya dalam membimbing penulis.
3. Bapak Donny Suryawan, S.T., M.Eng. selaku Kepala 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 terhadap 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. Semoga Allah SWT senantiasa memberikan balasan limpahan rahmat dan karunia-Nya atas kebaikan yang mereka berikan. Mohon maaf apabila dalam penyusunan Laporan Tugas Akhir ini masih terdapat kekurangan dan kesalahan.

Yogyakarta, 9 Desember 2022



Yoga Satriyo Wibowo

## ABSTRAK

Analisis hasil *spin casting* mesin C-400 matic menggunakan master produk dari pemesinan 3d *printing* resin dan CNC bertujuan untuk mengetahui hasil produk yang terbaik dengan memperhatikan pengaruh kecepatan putar dan dapat menentukan parameter terbaik yang dapat mempengaruhi hasil produk. Penelitian ini menggunakan metode perlakuan khusus dengan melakukan percobaan memvariasikan parameter untuk mendapatkan hasil produk yang sesuai dengan standar, sehingga dapat menjadi suatu acuan untuk melakukan proses *spin casting*. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa master produk dari pemesinan 3D *print* resin lebih baik dibandingkan pemesinan CNC dari segi visual, dimensi, dan bentuk detailnya terhadap hasil *spin casting*. Hasil *spin casting* pada 800 rpm menunjukkan keterisian dan dimensi hasil produk mendekati desain. Penambahan ventilasi udara pada *rubber mold* dapat mengurangi terjadinya kegagalan hasil produk *spin casting*.

Kata kunci: *Spin casting, Suvenir, 3d Printing, CNC*



## ABSTRACT

Analysis of the *spin casting* results of the c-400 matic machine using a product master from 3d *printing* resin and CNC machining aims to find out the best product results by paying attention to the effect of rotational speed and being able to determine the best parameters that can affect product results. This study used a special treatment method by conducting experiments varying parameters to obtain product results that comply with standards, so that it can become a reference for carrying out the *spin casting*. The results of this study indicate that the product master from 3D *print* resin machining is better than CNC machining in terms of visuals, dimensions, and detailed form of *spin casting* results. The results of *spin casting* at 800 rpm showed the product was filled and the dimensions of the product were close to the design. The addition of air vents in the *rubber mold* can reduce the failure of *spin casting* products.

*Keywords: Spin casting, 3d Printing, CNC, Machining, Rubber molding*

## DAFTAR ISI

Halaman Judul .....	i
Pernyataan Orisinalitas Tugas Akhir .....	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 .....	xii
Daftar Gambar .....	xiii
Daftar Notasi .....	xv
Bab 1 Pendahuluan .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Batasan Masalah .....	3
1.4 Tujuan Penelitian .....	3
1.5 Manfaat Penelitian .....	3
1.6 Sistematika Penulisan .....	4
Bab 2 Tinjauan Pustaka .....	5
2.1 Kajian Pustaka .....	5
2.2 Dasar Teori .....	6
2.2.1 <i>Spin casting</i> .....	6
2.2.2 Pengecoran Logam .....	6
2.2.3 Vulkanisir .....	7
2.2.4 <i>Silicone rubber</i> .....	7
2.2.5 <i>Zinc alloy</i> .....	7
2.2.6 <i>3D Print Resin</i> .....	7
2.2.7 CNC .....	8

Bab 3 Metode Penelitian .....	9
3.1 Alur Penelitian .....	9
3.1.1 Penjelasan Alur Penelitian .....	11
3.2 Peralatan dan Bahan .....	13
3.2.1 Peralatan .....	13
3.2.2 Bahan .....	17
3.3 Parameter Penelitian .....	19
3.3.1 Parameter konstan .....	19
3.3.2 Parameter proses .....	19
3.4 Penelitian .....	20
3.4.1 Pembuatan 3D desain produk .....	20
3.4.2 Kriteria Desain .....	20
3.4.3 Pembuatan Desain .....	21
3.4.4 Pembuatan Master Cetakan .....	22
3.4.5 Vulkanisir Cetakan .....	23
3.4.6 Proses Pengecoran .....	26
Bab 4 Hasil dan Pembahasan .....	28
4.1 Hasil Perancangan Desain Produk .....	28
4.2 Pembuatan Master dan Hasil .....	30
4.3 Hasil Proses Vulkanisir .....	32
4.4 Hasil <i>Spin casting</i> .....	34
4.5 Pembahasan Hasil Produk .....	39
Bab 5 Penutup .....	42
5.1 Kesimpulan .....	42
5.2 Saran atau Penelitian Selanjutnya .....	42
Daftar Pustaka .....	43
Lampiran .....	45

## DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Parameter Konstan.....	19
Tabel 3. 2 Parameter Proses .....	20
Tabel 4. 1 Dimensi Desain Plakat .....	29
Tabel 4. 2 Dimensi Master Cetakan 3d <i>Print</i> Resin.....	31
Tabel 4. 3 Parameter Pemesinan CNC .....	32
Tabel 4. 4 Parameter Vulkanisir .....	32
Tabel 4. 5 Dimensi Hasil <i>Spin casting</i> 700 rpm CW .....	36
Tabel 4. 6 Dimensi Hasil <i>Spin casting</i> 750 rpm CW .....	36
Tabel 4. 7 Dimensi Hasil <i>Spin casting</i> 800 rpm CW .....	36
Tabel 4. 8 Dimensi Hasil <i>Spin casting</i> 700 rpm CCW .....	37
Tabel 4. 9 Dimensi Hasil <i>Spin casting</i> 750 rpm CCW.....	37
Tabel 4. 10 Dimensi Hasil <i>Spin casting</i> 800 rpm CCW .....	37
Tabel 4. 11 Hasil <i>Spin casting</i> 700-800 rpm CW dan CCW.....	38
Tabel 4. 12 Grafik Berat dan Tebal .....	40

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1 Alur Penelitian .....	10
Gambar 3. 2 Mesin 3D <i>Printing</i> Resin .....	13
Gambar 3. 3 Mesin CNC Cedung.....	14
Gambar 3. 4 Mesin Vulkanisir P-400.....	14
Gambar 3. 5 Mesin Pelebur Material F-120.....	15
Gambar 3. 6 Mesin <i>Spin casting</i> C-400.....	15
Gambar 3. 7 Jangka Sorong.....	16
Gambar 3. 8 Timbangan Digital .....	16
Gambar 3. 9 Software Solidworks.....	16
Gambar 3. 10 Software Autodesk Fusion 360.....	17
Gambar 3. 11 Aplikasi Photon Workshop 64.....	17
Gambar 3. 12 Resin Bio-photopolymer.....	17
Gambar 3. 13 Akrilik.....	18
Gambar 3. 14 <i>Zinc alloy</i> .....	18
Gambar 3. 15 <i>Silicone rubber</i> .....	18
Gambar 3. 16 Talc .....	19
Gambar 3. 17 Desain Plakat .....	21
Gambar 3. 18 Desain Gantungan Kunci.....	22
Gambar 3. 19 Master Plakat .....	22
Gambar 3. 20 Master Gantungan Kunci.....	23
Gambar 3. 21 Penyiapan Master Plakat dan Gantungan Kunci .....	23
Gambar 3. 22 Penempatan Master Cetakan pada <i>Silicone rubber</i> .....	24
Gambar 3. 23 Pembuatan Coakan pada <i>Silicone rubber</i> .....	24
Gambar 3. 24 Memasang <i>Silicone rubber</i> Bagian Atas .....	25
Gambar 3. 25 Menutup Cetakan.....	25
Gambar 3. 26 Memasukkan Cetakan kedalam Mesin Vulkanisir .....	25
Gambar 3. 27 Hasil Vulkanisir .....	26
Gambar 3. 28 Proses penuanagn Material Zinc ke Mesin <i>Spin casting</i> .....	27
Gambar 4. 1 Dimensi Desain Plakat.....	28
Gambar 4. 2 Dimensi Desain Gantungan Kunci .....	29

Gambar 4. 3 Parameter 3d <i>Printing</i> .....	30
Gambar 4. 4 Hasil 3d <i>Print</i> Resin .....	31
Gambar 4. 5 Master Cetakan dari Pemesinan CNC .....	32
Gambar 4. 6 Hasil Proses Vulkanisir.....	33
Gambar 4. 7 Master Cetakan setelah Vulkanisir .....	33
Gambar 4. 8 Hasil Pengecoran <i>Spin casting</i> percobaan pertama .....	34
Gambar 4. 9 Hasil Percobaan pertama .....	35
Gambar 4. 10 Hasil <i>Spin casting</i> Terbaik.....	35



## DAFTAR NOTASI

CW	= <i>Clockwise</i>
CCW	= <i>Counter clockwise</i>
UII	= Universitas Islam Indonesia
rpm	= <i>Revolution per Minute</i>
psi	= <i>Pounds per Inch</i>
mm	= milimeter



# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Rembang memiliki monumen bersejarah berupa tugu bernama Tugu Lilin sebagai pengingat bahwa rakyat Rembang berjuang melawan penjajahan kolonial Belanda jauh di masa sebelum proklamasi. Tugu Lilin terletak di jalur pantura Rembang, bertempat di Jalan Diponegoro No.83, Desa Kutoharjo, Kecamatan Rembang, Kabupaten Rembang, Provinsi Jawa Tengah.

Kabupaten Rembang mempunyai letak geografis berada di sepanjang pantai utara, maka kebanyakan mata pencaharian masyarakat rembang adalah nelayan. Kabupaten dengan produksi perikanan laut terbanyak di Provinsi Jawa tengah pada tahun 2013 – 2014 adalah Kabupaten Rembang. Garis pantai di Kabupaten Rembang sepanjang 63,5 km dengan luas wilayah pesisir pantai 355,95 km<sup>2</sup>, sehingga sebagian besar masyarakat Kabupaten Rembang berprofesi sebagai nelayan (Dinas Kelautan dan Perikanan Kabupaten Rembang, 2014). Dengan masyarakat yang sebagian besar berprofesi sebagai nelayan di Kabupaten Rembang, maka banyak dijumpai perahu layar dan kapal sebagai penunjang transportasi nelayan untuk bekerja. Perahu layar sudah melekat di Kabupaten Rembang dengan dibuktikan dari salah satu contoh monumen Adipura.

Lasem merupakan salah satu kecamatan di Kabupaten Rembang, dan kecamatan terbesar kedua di Kabupaten Rembang. Batik Lasem salah satu batik yang terkenal dari ciri khasnya yang berasal dari pesisir dengan warna yang dominan cerah kombinasi warna merah dan motif batik yang unik dan memiliki corak budaya tionghoa.

Berangkat dari beberapa ciri khas dan keunikan Kabupaten rembang dapat diimplementasikan berupa souvenir maupun plakat yang memiliki keterkaitan tentang Kabupaten Rembang.

Pembuatan souvenir dan plakat dapat menggunakan mesin *spin casting*. *Spin casting* merupakan metode pengecoran untuk membuat souvenir atau benda dalam jumlah yang sama dengan bentuk presisi dan konsisten. Prinsip kerja *spin*



*casting* membutuhkan gaya sentrifugal dimana cetakan berupa *silicone rubber* diputar pada mesin pemutar dengan parameter tertentu, kemudian logam yang telah dicairkan dimasukkan ke dalam cetakan *rubber mold* (Karpitschka, Weber, & Riegler, 2015). Maka dari itu dibutuhkan sebuah parameter yang tepat untuk melakukan proses pengecoran dengan menggunakan metode *spin casting* dengan memperhatikan parameter suhu material yang akan digunakan, kecepatan putar mesin *spin casting*, tekanan saat pengecoran dan karakteristik ketelitian dari cetakan yang akan dilakukan *spin casting*. Perlunya melakukan penelitian ini dengan melakukan percobaan terhadap beberapa parameter yang diteliti dengan tujuan mendapatkan parameter yang tepat untuk pembuatan souvenir. Material yang digunakan *spin casting* berupa lelehan logam yang memiliki titik leleh rendah seperti *zinc alloy*, paduan timah dan timah (Beznak, M., Bajicak, M., & Suba, R., 2014).

Penelitian ini menggunakan mesin *spin casting* C-400 bermula dari proses pembuatan desain kemudian melakukan pemesinan 3D *print* resin dan CNC untuk membuat master produknya sebagai master cetakan, dengan bahan material dari *zinc alloy* yang dileburkan dan dicetak menggunakan mesin *spin casting*. Pencetakan produk berupa souvenir gantungan kunci perahu layar dan plakat yang bertema Kabupaten Rembang dengan melakukan perubahan variasi kecepatan putar dan perubahan pada ventilasi *rubber mold*.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah disampaikan, maka mendapatkan rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana perbandingan master cetakan dari pemesinan 3D *print* resin dan CNC terhadap hasil *spin casting*?
2. Berapa kecepatan putar *spin casting* untuk mendapatkan hasil produk yang optimal?
3. Parameter apa yang dapat mempengaruhi hasil produk *spin casting* selain parameter konstan dan variasi?

### 1.3 Batasan Masalah

Pada penelitian ini terdapat batasan masalah yaitu:

1. Material master cetakan menggunakan resin dan akrilik .
2. Pembuatan master menggunakan 3D resin dan CNC.
3. Material menggunakan *zinc alloy*.
4. Variasi kecepatan putar di 700-800 rpm dan tekanan 40 psi

### 1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini yaitu:

1. Mengetahui perbandingan master cetakan dari pemesinan 3D *print* resin dan CNC terhadap hasil *spin casting*.
2. Mengetahui kecepatan putar *spin casting* untuk mendapatkan hasil produk yang optimal.
3. Mengetahui parameter yang dapat mempengaruhi hasil produk selain parameter konstan dan variasi.

### 1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini yaitu:

1. Mampu menentukan jenis master yang berbahan dasar dan permesinan apa yang digunakan, sehingga produk yang menggunakan *spin casting* C-400 mendapatkan hasil yang baik.
2. Membantu para pengguna mesin *spin casting* untuk menentukan parameter yang sesuai dengan desain yang telah dibuat, sehingga mendapatkan hasil produk yang baik.
3. Menjadi acuan untuk permasalahan yang akan terjadi pada penelitian selanjutnya.

## **1.6 Sistematika Penulisan**

Penyusunan laporan Tugas Akhir penelitian ini dilakukan berdasarkan sistematika penulisan yang telah ditentukan. Penulisan laporan Tugas Akhir ini terdiri dari lima bab sebagai berikut:

### **BAB 1 Pendahuluan**

Pada bab ini menjelaskan mengenai latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian dan sistematika penulisan.

### **BAB 2 Tinjauan Pustaka**

Pada bagian bab ini menjelaskan mengenai kajian pustaka, dasar teori, sitasi yang digunakan untuk Tugas Akhir.

### **BAB 3 Metode Penelitian**

Pada bagian bab ini menjelaskan mengenai metodologi penelitian yang berisi langkah-langkah dan metode yang digunakan pada penelitian ini.

### **BAB 4 Hasil dan Pembahasan**

Pada bagian bab ini menjelaskan mengenai hasil dari penelitian yang telah dilakukan dan membahas analisis tentang data-data pengujian yang telah didapatkan.

### **BAB 5 Penutup**

Pada bagian bab ini menjelaskan mengenai kesimpulan dan saran untuk penelitian selanjutnya agar lebih baik kedepannya.

## BAB 2

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Kajian Pustaka

Dalam pembuatan produk yang bertema mengenai Kabupaten Rembang menggunakan mesin *spin casting*. produk yang dibuat berupa souvenir atau *souvenir* memiliki arti “mengingat” berasal dari bahasa Perancis tengah dan *subvenir* yang memiliki arti “muncul dalam pikiran” dalam bahasa latin (Eggen & Hoven, 2005).

Pada penelitian ini setelah meninjau penelitian sebelumnya berupa parameter optimal yang dapat menghasilkan produk yang baik, yaitu dengan kecepatan putar 750 rpm, dengan tekanan 40 psi, dengan waktu mesin berputar selama 20 detik dan suhu material *zinc alloy* berkisar antara 450°C - 500°C dengan arah putar searah dengan arah jarum jam CW maupun berlawanan dengan arah jarum, jam CCW (Wijaya, 2021).

Dalam penelitian menggunakan metode pengecoran *spin casting*, *spin casting* merupakan salah satu dari beberapa metode pengecoran biasanya digunakan dalam pembuatan barang atau souvenir dalam bentuk banyak dan sama (Karpitschka, Weber, & Riegler, 2015).

Pada penelitian ini rentang variasi dari parameter akan menjadi acuan, dalam penelitian ini menggunakan arah *runner* lurus dengan bentuk *runner* yang lurus memiliki persentase keberhasilan yang lebih tinggi dibandingkan dengan bentuk *runner* yang lainnya, dimana resultan gaya sentrifugal tegak lurus terhadap titik pusat cetakan sehingga logam yang telah dicairkan dapat dengan mudah mengisi setiap detail bagian pada cetakan (Arifin, Z. dkk., 2019).

Menurut penelitian yang telah dilakukan oleh Arifin, Z, dkk., 2019 memiliki pendapat bahwa suhu pada saat pengecoran, tekanan cetak, waktu pengecoran, bentuk desain cetakan, tekanan pada saat pengecoran, dan kecepatan putar merupakan beberapa parameter yang dapat mempengaruhi keberhasilan pada saat proses pengecoran, tetapi pada penelitian ini telah ditentukan beberapa parameter yang paling optimal menurut penelitian sebelum ini.

Parameter penelitian mengenai pencetakan menggunakan mesin *spin casting* pada penelitian yang dilakukan oleh Wijaya, 2021 menjadi acuan pada penelitian kali ini yang terdapat perbedaan di jenis mesin yang digunakan, serta bahan logam yang akan diuji berbeda. Pada penelitian ini yang menjadi hasil akhirnya adalah pembuatan souvenir sehingga nilai visual dari hasil cetakan produk souvenir menjadi poin penting dalam pemilihan parameter terbaik. Pada penelitian kali ini juga melihat dari faktor lain yang dapat mempengaruhi hasil akhir dari produk souvenir ini, diluar dari parameter yang telah ditentukan dan paling optimal menurut penelitian sebelumnya.

## **2.2 Dasar Teori**

### **2.2.1 *Spin casting***

*Spin casting* merupakan suatu metode pencetakan atau proses pengecoran logam yang memanfaatkan gaya sentrifugal dengan cetakan *rubber silicone* yang berbentuk cakram. Cetakan berbentuk cakram mini berputar pada titik tengah poros dengan kecepatan putar yang telah ditentukan dan parameter lainnya. Pada saat proses berputarnya cakram *rubber silicone* ini, bahan berupa logam yang telah dicairkan dituangkan ke dalam cetakan dengan adanya gaya sentrifugal akibat putaran mesin *spin casting* ini, mengakibatkan bahan masuk mengisi setiap detail rongga cetakan dan menghasilkan produk sesuai dengan yang diinginkan (Setiawan, J., Prasetyo, A., & Risdiyono, 2017).

### **2.2.2 Pengecoran Logam**

Pengecoran logam adalah proses manufaktur ekonomis tertua untuk pembuatan produk dalam skala besar atau masal. Pengecoran logam diawali dengan pembuatan cetakan seperti; cetakan plester, *investment*, cetakan pasir, dan cetakan permanen. Logam yang dileburkan berupa cair dimasukkan ke cetakan dengan bantuan gaya gravitasi sehingga dapat memadat (Suprpto, 2017).

### **2.2.3 Vulkanisir**

Vulkanisir adalah salah satu dari proses pembuatan cetakan dari master yang telah dibuat dengan cara memberikan gaya tekan dan suhu yang telah diatur pada *silicone rubber* yang berbentuk cakram, dengan adanya gaya tekan dan suhu maka *silicone rubber* akan mengikuti bentuk dan kontur dari master yang diletakkan diantara *silicone rubber* yang berbentuk cakram dengan detail. Proses vulkanisir menggunakan mesin vulkanisir P-400 *matic* yang terdapat di Laboratorium CNC Teknik Mesin UII, dalam proses vulkanisir dilakukan dengan memberikan gaya tekan sebesar 100 psi dan diberi suhu 180°C dalam waktu kurang lebih 60 menit (Untoro, V. & Yefry, 2015).

### **2.2.4 Silicone rubber**

*Silicone rubber* atau *rubber mold* adalah suatu cetakan berupa karet silikon yang tahan panas dan tekanan sehingga dapat melalui proses vulkanisir pada mesin P-400 *matic* dengan suhu 180°C dan gaya tekan sebesar 100 psi dalam waktu 60 menit. Digunakan *rubber mold* berbahan dasar karet silikon dikarenakan dapat menahan panas hingga di suhu 500°C (Setiawan, J., Prasetyo, A., & Risdiyono, 2017).

### **2.2.5 Zinc alloy**

Material yang digunakan pada penelitian ini adalah *zinc alloy* atau paduan seng, paduan ini memiliki sifat yang unggul dalam proses manufaktur yang efisien karena memiliki titik lebur yang rendah dan memiliki sifat fluiditas yang tinggi sehingga setiap detail rongga dalam cetakan yang kompleks dan dapat terisi penuh (Pola, A., Tocci, M., & Goodwin, F. E, 2020).

### **2.2.6 3D Print Resin**

*3d printer* merupakan proses pembuatan benda dari model digital ke bentuk 3d atau bentuk yang lainnya. Teknik membuat bendanya hampir sama seperti *printer* yaitu dicetak per layer, yang dicetak diatas setiap layer lainnya. (Excel, Jon. 2013)

### 2.2.7 CNC

CNC (computer numerical control) merupakan pembaruan mesin perkakas yang telah ada didunia industri mengikuti perkembangan teknologi karena dianggap mesin perkakas sebelumnya kurang efektif dari segi waktu dan biaya. CNC merupakan sistem otomatisasi mesin perkakas yang dioperasikan oleh perintah dan diprogram secara abstrak dan disimpan melalui media penyimpanan, hal ini berlawanan dengan kebiasaan mesin perkakas sebelumnya, dimana mesin perkakas biasanya dikontrol dengan putaran tangan atau otomatisasi sederhana.



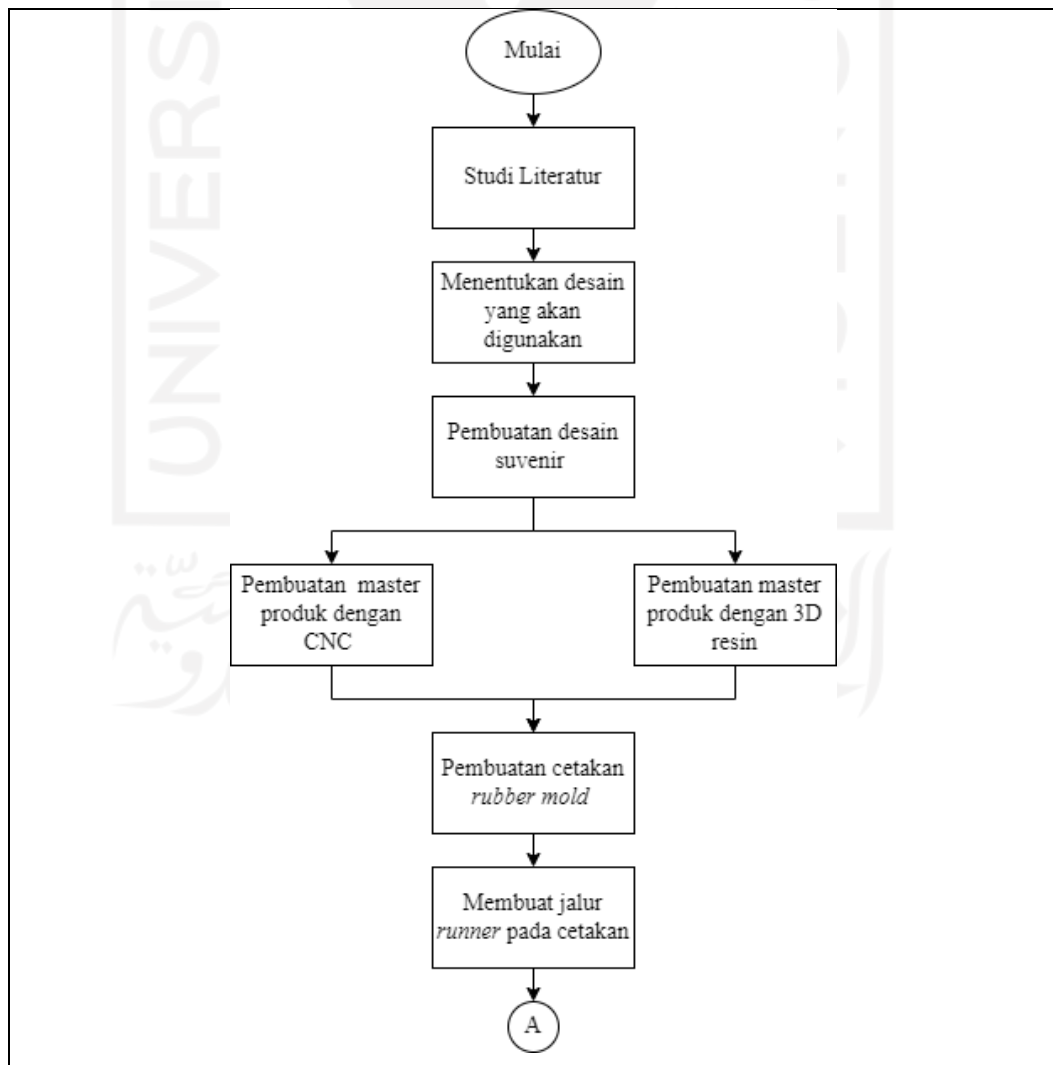
## BAB 3

### METODE PENELITIAN

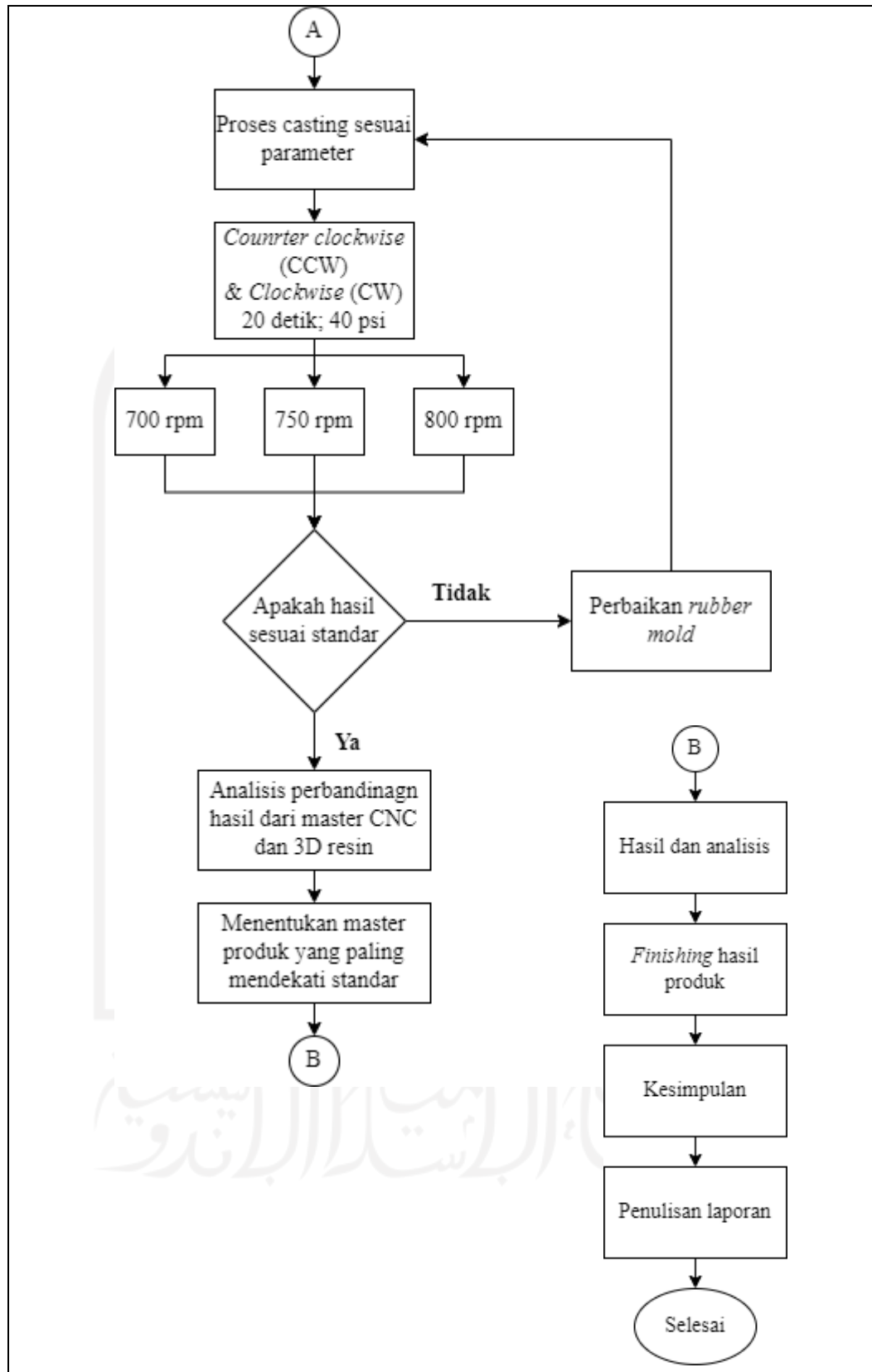
#### 3.1 Alur Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium CNC Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia dengan melakukan metode eksperimen atau percobaan, penelitian eksperimen merupakan metode penelitian dengan menggunakan pengaruh perlakuan khusus (Arifin, Z., 2020).

Pada penelitian ini menggunakan parameter yang divariasikan dan parameter yang telah ditentukan, dengan memvariasikan master cetakan, kecepatan putar (700, 750, 800 rpm) dan arah putar searah jarum jam (CW), dan melawan arah jarum jam (CCW), untuk tekanan 40 psi dan durasi *spin casting* 20 detik.







Gambar 3. 1 Alur Penelitian

### 3.1.1 Penjelasan Alur Penelitian

#### A. Mulai

Penelitian ini berjudul Analisis Hasil *Spin casting* Pada Mesin C-400 Dengan Menggunakan Master Produk dari Pemesinan *3d printing* dan CNC.

#### B. Studi literatur

Studi Literatur ini adalah proses mengumpulkan jurnal, buku, dan penelitian orang lain dari penelitian terdahulu yang digunakan sebagai acuan pada penelitian ini.

#### C. Menentukan desain yang akan digunakan

yaitu menyusun kriteria desain dan menentukan desain yang paling sesuai untuk mendesain produk yang akan dibuat.

#### D. Pembuatan desain suvenir

Pembuatan desain suvenir yaitu proses membuat desain 3D menggunakan software 3D desain berupa gantungan kunci dan plakat dari kriteria desain yang telah ditentukan.

#### E. Pembuatan master produk

Pembuatan master produk menggunakan pemesinan CNC dan *3d print* resin, membuat master produk yang sesuai dengan model 3D yang telah dibuat.

#### F. Pembuatan cetakan menggunakan *rubber mold*

Pembuatan dengan metode vulkanisir, master produk diletakkan diantara *rubber mold* dengan diberi tekanan dan suhu yang telah ditentukan selama waktu yang telah ditentukan.

#### G. Membuat jalur runner pada cetakan *rubber mold*

Pada proses pembuatan jalur yang nantinya dilewati oleh cairan *zinc alloy* yang nantinya akan mengisi setiap detail cetakan pada *rubber mold* dibuat runner yang sesuai dengan ukuran produk yang akan dicetak.

#### H. Proses *casting* sesuai dengan parameter

Proses *spin casting* dengan parameter telah ditentukan yaitu, melakukan percobaan sebanyak 2 kali setiap parameter yang telah ditentukan. Parameter tetapnya yaitu, tekanan 40 psi, waktu *spin casting* 20 detik, suhu *zinc alloy* 500°C, arah putar searah jarum jam (CW) atau berlawanan arah jarum jam (CCW), dan kecepatan putar 700 rpm, 750 rpm, 800 rpm.

I. Proses analisis apakah hasil sesuai standar.

Proses ini melihat hasil produk dengan melihat dari sisi visual, dimensi, dan ketelitian dari setiap produk dari masing – masing master produk yang telah dibuat. Jika hasil casting tidak sesuai maka dilakukan perbaikan pada parameter membuat jalur ventilasi pada *rubber mold* bertujuan agar tidak ada udara yang terperangkap pada *rubber mold*.

J. Proses analisis hasil perbandingan

Pada proses analisis ini membandingkan hasil produk cetakan dari pemesinan *3d print* resin dengan CNC yaitu, melihat hasil percobaan *spin casting* yang kedua dengan parameter yang sama untuk menentukan hasil produk cetakan dari pemesinan apa yang menghasilkan produk cetakan terbaik.

K. Menentukan master produk yang paling mendekati standar

Dalam proses ini menentukan master produk dari pemesinan apa yang nantinya dapat menghasilkan produk yang paling sesuai dengan desain dari segi visual dan kriteria desain.

L. Finishing hasil produk

Dalam proses finishing produk ini merupakan proses penghalusan produk menggunakan amplas bertujuan mendapatkan hasil visual yang maksimal.

M. Kesimpulan

Setelah menganalisis kemudian dapat menyimpulkan beberapa kesimpulan mengenai penelitian yang telah dilakukan.

N. Penulisan Laporan

O. Selesai

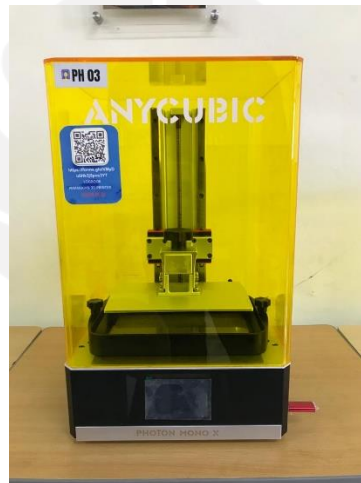
## 3.2 Peralatan dan Bahan

### 3.2.1 Peralatan

Peralatan yang digunakan terbagi menjadi dua jenis yaitu, perangkat keras dan perangkat lunak

#### 1. Mesin *3d print* Resin

Mesin *3d printer* yang digunakan adalah mesin photereoonmono x yang berada di laboratorium CNC Teknik mesin UII dengan jenis mesin *3d printer* SLA (Stereolithography). Mesin ini digunakan untuk membuat master dari produk yang akan dicor



Gambar 3. 2 Mesin *3d printing* Resin

#### 2. Mesin CNC

Mesin yang digunakan untuk membuat master produk dari bahan akrilik 5mm dan 3mm yaitu mesin CNC Cedung yang berada di Laboratorium Teknik Mesin Universitas Islam Indonesia



Gambar 3. 3 Mesin CNC Cedung

### 3. Mesin Vulkanisir

Mesin yang digunakan pada proses vulkanisir *rubber mold* yaitu P-400 Matic, mesin ini berfungsi untuk membuat cetakan dari *silicone rubber* untuk mencetak produk yang akan dicor.



Gambar 3. 4 Mesin Vulkanisir P-400

### 4. Mesin pelebur material

Mesin pelebur material zinc memiliki tipe F-120 matic. Berfungsi meleburkan material sampai suhu 500 sehingga menjadi cair untuk dilakukan proses pengecoran.



Gambar 3. 5 Mesin Pelebur Material F-120

5. Mesin *spin casting*

Mesin *spin casting* merupakan mesin yang digunakan untuk casting dengan prinsip kerja gaya sentrifugal. Mesin bertipe C-400 matic yang berada di laboratorium CNC Teknik Mesin UII.



Gambar 3. 6 Mesin *Spin casting* C-400

6. Jangka sorong

Jangka sorong digunakan adalah jangka sorong bermerk krisbow dengan ketelitian 0.01 mm. digunakan untuk mengukur dimensi master produk dan produk hasil *spin casting*.



Gambar 3. 7 Jangka Sorong

## 7. Timbangan

Timbangan digital yang digunakan yaitu MH-500 yang memiliki ketelitian 0.01 gram. Timbangan disini digunakan untuk menimbang berat produk setelah dilakukan *spin casting*.



Gambar 3. 8 Timbangan Digital

## 8. Software

### a. Solidworks 2018

Pada penelitian ini menggunakan software desain 3D dari Solidworks untuk mendesain Plakat Kabupaten Rembang.



Gambar 3. 9 Software Solidworks

b. Fusion 360

Pada penelitian ini menggunakan software desain 3D fusion 360 untuk mendesain gantungan kunci perahu layar.



Gambar 3. 10 Software Autodesk Fusion 360

c. Photon Workshop 64

Pada penelitian ini menggunakan software simulator *3d print* Photon Workshop 64 untuk dapat memproses pemesinan *3d print* resin.



Gambar 3. 11 Aplikasi Photon Workshop 64

### 3.2.2 Bahan

1. Resin

Jenis resin yang digunakan dalam pembuatan master cetakan menggunakan resin jenis *bio photopolymer* karena resin jenis ini lebih kuat.

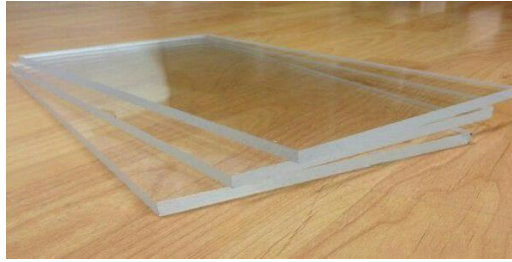


Gambar 3. 12 Resin Bio-photopolymer

2. Akrilik

Bahan akrilik yang digunakan untuk master cetakan menggunakan akrilik dengan ketebalan 5 mm untuk desain plakat dan 3 mm untuk desain gantungan kunci.





Gambar 3. 13 Akrilik

3. *Zinc alloy*

Bahan yang digunakan untuk proses pengecoran produk menggunakan *zinc alloy*.



Gambar 3. 14 *Zinc alloy*

d. *Silicone rubber*

Berfungsi sebagai cetakan produk yang akan di vulkanisir sehingga membentuk model master yang akan dibuat yang kemudian akan dilakukan pengecoran pada rubber tersebut



Gambar 3. 15 *Silicone rubber*

e. Talc

Digunakan untuk mencegah silicon rubber menempel antara lapisan atas dengan lapisan bawah pada saat proses vulkanisir.



Gambar 3. 16 Talc

### 3.3 Parameter Penelitian

#### 3.3.1 Parameter konstan

Parameter konstan adalah parameter dengan nilai yang telah ditentukan tidak ada variasi parameter dalam suatu percobaan penelitian [18] (Damayanti, 2017). Penelitian ini yang memiliki parameter konstan yaitu:

Tabel 3. 1 Parameter Konstan

No	Variabel	Nilai	Satuan
1	Suhu vulkanisir	180	°C
2	Tekanan vulkanisir	100	Psi
3	Waktu vulkanisir	3600	S
4	Waktu casting	20	S
5	Suhu material	450-500	°C

#### 3.3.2 Parameter proses

Parameter proses adalah parameter dengan variasi parameter yang telah ditentukan bertujuan mendapatkan analisis pengaruh terhadap parameter yang di variasikan [18] (Damayanti, 2017).

Tabel 3. 2 Parameter Proses

No	Variable	Nilai	Satuan
1	Arah putar	<i>Clockwise (CW)</i> dan <i>counter clockwise (CCW)</i>	
2	Kecepatan putar	700,750,800	rpm

### 3.4 Penelitian

#### 3.4.1 Pembuatan 3D desain produk

Konsep yang digunakan pada pembuatan produk souvenir dan plakat ini memiliki unsur bertema Kabupaten rembang menunjukkan ciri khas dari kota rembang. Dalam pembuatan desain produk menggunakan bantuan software *Autodesk Fusion 360* dan *solidworks 2018*, dibuat 3 desain sebagai pembandingan yang nantinya dari ketiga desain ini akan dipilih dengan melibatkan masyarakat kabupaten rembang sebagai responden dalam survey pemilihan desain yang sesuai dengan kota rembang.

#### 3.4.2 Kriteria Desain

Kriteria desain ditentukan sebelum dilakukan pembuatan 3D desain produk, terdapat beberapa kriteria desain yang harus ada agar hasil desain sesuai standar dan menghasilkan hasil yang maksimal. Berikut adalah kriteria desain yang akan dibuat:

1. Memiliki unsur keindahan/ nilai artistik

Unsur keindahan yang terdapat pada suatu benda dapat menjadi daya Tarik tersendiri dari suatu produk.

2. Kreativitas

Nilai kreativitas dapat dilihat dari kemampuan dalam menemukan suatu hal baru pada produk yang akan dibuat.

3. Keamanan dan kenyamanan

Dalam desain produk tentu harus memikirkan keamanan dan kenyamanan karena produk yang telah jadi tidak boleh membahayakan penggunaanya.

#### 4. Mempresentasikan Kabupaten Rembang

Tujuan penjualannya adalah masyarakat rembang maka unsur yang menjadi petunjuk bahwa ini souvenir tentang rembang harus ada.

### 3.4.3 Pembuatan Desain

Dalam tahap ini membuat tiga desain pembanding sebagai souvenir yang nantinya akan dilakukan proses produksi sekaligus menjadi bahan penelitian., dalam proses pembuatan desain menggunakan software solidworks 2018 dan Autodesk fusion 360. Dari ketiga desain pembanding ini akan dipilih dua desain terbaik dengan penilaian berdasarkan kriteria dan proses produksi

#### 1. Desain Plakat



Gambar 3. 17 Desain Plakat

Desain pertama merupakan plakat berbentuk daun pohon waru bercorak tugu lilin Rembang menyatu dengan tugu adipura Rembang dan tambahan ornamen batik lasem. Dengan perpaduan dari beberapa ikon kota rembang menambahkan kesan unik dan memoris sebagai kota yang memiliki nilai sejarah yang kuat. Untuk dimensi ukuran desain plakat diatas yaitu: Panjang 77 mm dan lebar 77.85 mm.

## 2. Desain gantungan kunci



Gambar 3. 18 Desain Gantungan Kunci

Desain ketiga ini berbeda dengan kedua dengan diatas dengan berkonsep gantungan kunci dengan tema prau layar mengapa diambil corak prau layar karena mencerminkan daerah geografis rembang yang mayoritas berprofesi sebagai nelayan. Untuk dimesin ukuran memiliki diameter 40 mm dan tebal 3 mm.

### 3.4.4 Pembuatan Master Cetakan

Setelah melakukan proses desain produk tahap selanjutnya melakukan proses pembuatan master produk yang nantinya digunakan untuk membuat cetakan pada *silicone rubber*. Dalam pembuatan master dilakukan dua permesinan yaitu menggunakan mesin *3d print* resin dengan bahan dasar resin esun dan menggunakan mesin *CNC* menggunakan bahan akrilik dengan ketebalan 5 mm untuk plakat dan ketebalan 3mm untuk master produk gantungan kunci. Untuk mendapatkan hasil yang maksimal dan sesuai desain 3D nya digunakan parameter terbaik dengan hasil yang terbaik agar hasil akhir produk mendekati desain 3D yang telah dibuat.



Gambar 3. 19 Master Plakat



Gambar 3. 20 Master Gantungan Kunci

### 3.4.5 Vulkanisir Cetakan

Proses vulkanisir adalah proses penekanan dan pemanasan master produk diantara dua *silicone rubber* yang ditekan dengan tekanan tertentu suhu tertentu dan waktu yang telah ditentukan. Pada proses vulkanisir menggunakan mesin vulkanisir P-400 matic yang berada di Laboratorium *CNC* Teknik Mesin UII serta menggunakan parameter tetap yang telah ditentukan yaitu ;

1. Suhu vulkanisir : 180°C
2. Tekanan vulkanisir : 100 Psi
3. Waktu vulkanisir : 3600 s

Dalam proses vulkanisir terbagi menjadi beberapa tahapan, berikut tahapan pada proses vulkanisir cetakan *silicone rubber*.

1. Menyiapkan master cetakan yang akan dilakukan vulkanisir.



Gambar 3. 21 Penyiapan Master Plakat dan Gantungan Kunci

2. Melapisi master cetakan yang dibuat dengan menggunakan cairan pelapis resin bertujuan agar menutupi sela yang terdapat pada master produk.
3. Menata master produk sehingga dapat terisi penuh dengan posisi yang sesuai bertujuan pada saat proses pengecoran dapat terisi secara penuh dan bersamaan.



Gambar 3. 22 Penempatan Master Cetakan pada *Silicone rubber*

4. Membuat coakan dari tatanan yang telah ditentukan menggunakan bantuan cutter dan sendok dengan kedalaman sekitar setengah dari tebal dari master produk cetakan.



Gambar 3. 23 Pembuatan Coakan pada *Silicone rubber*

5. Meletakkan *silicone rubber* bagian atas serta ditekan agar pin pengunci dapat terlihat menonjol keluar dari *silicone rubber*.



Gambar 3. 24 Memasang *Silicone rubber* Bagian Atas

6. Mengikis *silicone rubber* yang menonjol menggunakan cutter hingga permukaan *silicone rubber* sama rata.
7. Menaburkan talc diantara permukaan *silicone rubber* bertujuan agar pada saat vulkanisir dua sisi *silicone rubber* tidak menempel dan menjadi keras.
8. Menutup cetakan dengan menggunakan tutup molding dengan diberi besi tengah untuk saluran cairan zinc sebagai bahan pengecor.



Gambar 3. 25 Menutup Cetakan

9. Memasukkan molding cetakan ke dalam mesin vulkanisir P-400 pastikan posisi molding tepat ditengah mesin vulkanisir.



Gambar 3. 26 Memasukkan Cetakan kedalam Mesin Vulkanisir



10. Menjalankan mesin vulkanisir dengan parameter yang telah ditentukan.
11. Setelah proses vulkanisir molding diambil kemudian dibongkar dan *silicone rubber* dikeluarkan dari cetakan molding, setelah melakukan finishing *silicone rubber* dengan meratakan bagian yang kurang rata dan membuat runner serta ingate untuk jalannya cairan *zinc* pada proses pengecoran.



Gambar 3. 27 Hasil Vulkanisir

### 3.4.6 Proses Pengecoran

Pada proses pengecoran kali ini menggunakan mesin dengan *spin casting* C-400 dan material yang digunakan yaitu logam *zinc alloy*. Berikut beberapa Langkah proses pengecoran produk.

1. Menghidupkan mesin pelebur logam *zinc* dan mengatur suhu antara 450 - 500°C agar logam *zinc* dapat mencair.
2. Menghidupkan mesin *spin casting* C-400 matic dan mengatur parameter dari mesin dengan parameter tetap dan konstan sesuai dengan yang digunakan pada penelitian ini, menghidupkan kompresor untuk tekanan pada mesin *spin casting*.
3. Memasukkan *silicone rubber* kedalam mesin *spin casting* dengan posisi tepat ditengah mesin *spin casting*.
4. Menuangkan material logam *zinc alloy* cair pada saat mesin *spin casting* berputar setelah ditekan tombol selang 2 detik tuangkan cairan *zinc alloy* kedalam mesin *spin casting* melalui corong yang berada di atas mesin dituangkan bersamaan dengan menekan tombol start pada mesin *spin casting*.



Gambar 3. 28 Proses penuangan Material Zinc ke Mesin *Spin casting*

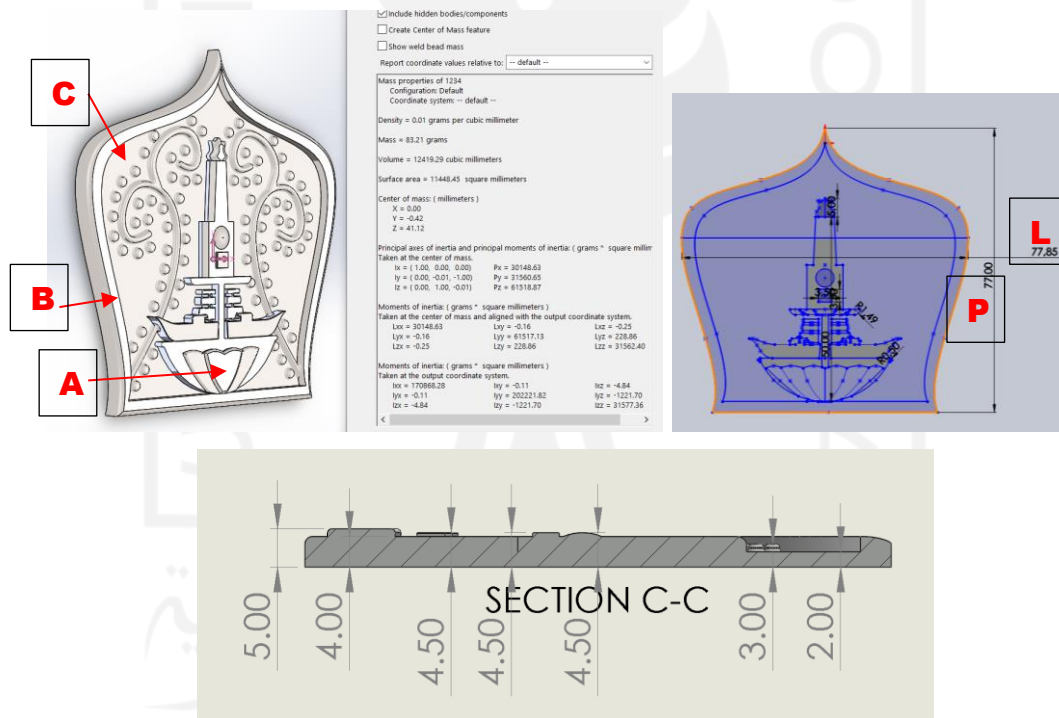
5. Dalam penelitian ini terdapat variasi parameter kecepatan putar dan arah putarnya, menggunakan kecepatan putar 700, 750, 800 rpm dan menggunakan arah putar searah jarum jam (CW) dan melawan arah jarum jam (CCW). Pada parameter tekanan dan waktu tidak divariasikan karena menurut jurnal penelitian terdahulu tekanan dan waktu sudah optimal.

## BAB 4

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Hasil Perancangan Desain Produk

Perancangan desain produk untuk master souvenir gantungan kunci dan plakat ini menggunakan aplikasi 3D solidworks 2018 dan fusion 360 dengan kriteria desain dan dimensi yang telah ditentukan dengan mementingkan bentuk desain agar dapat dilakukan *spin casting* setelah pembuatan master produk dari desain yang telah dibuat. Dalam desain yang dirancang memiliki ukuran dengan tidak melebihi dari ukuran *rubber mold*, berikut ukuran dimensi plakat yang telah dibuat.



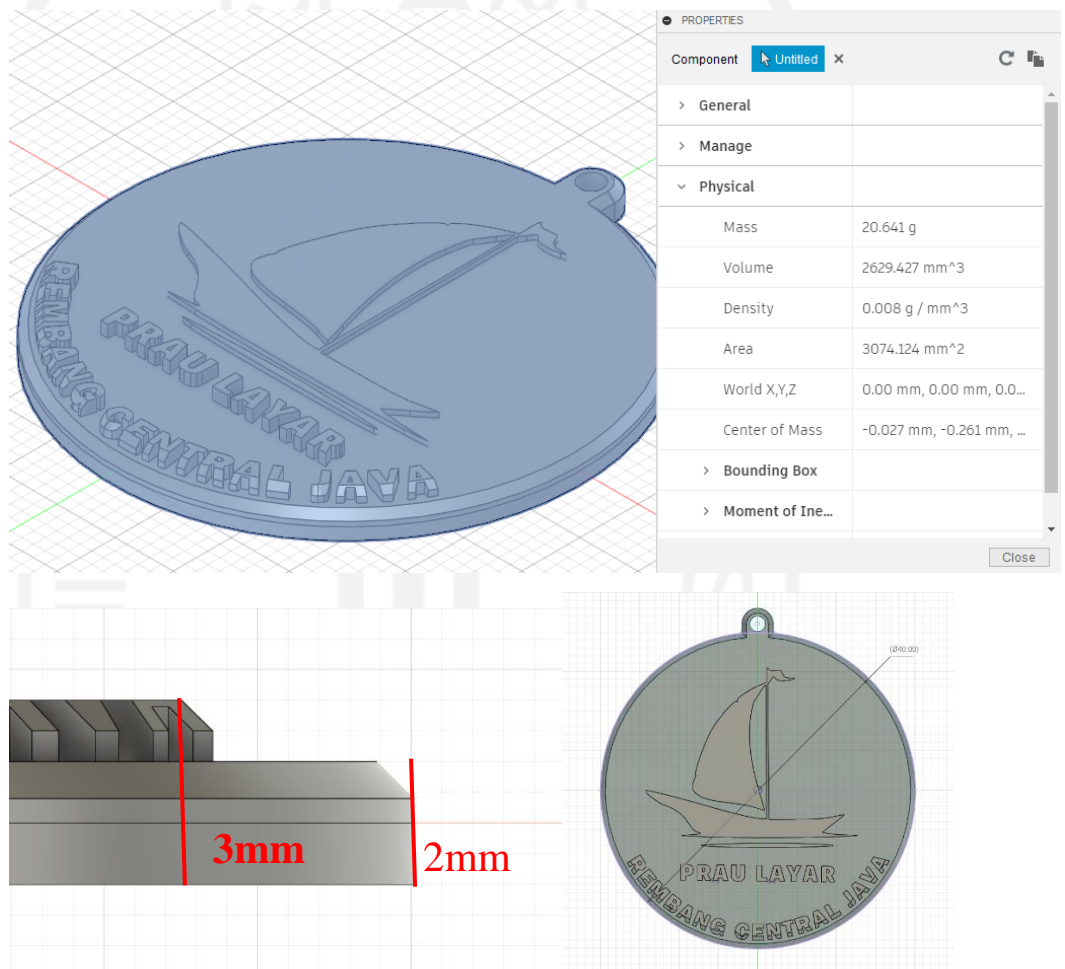
Gambar 4. 1 Dimensi Desain Plakat

Pada gambar diatas desain 3D jogja merupakan model desain dari plakat kabupaten kota rembang dengan keterangan. P adalah Panjang plakat, L adalah lebar plakat, A adalah tebal plakat terluar, B adalah tebal plakat bagian samping, C adalah tebal plakat bagian dalam, lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel sebagai berikut :

Tabel 4. 1 Dimensi Desain Plakat

P	77 mm
L	77,85 mm
A	5 mm
B	4 mm
C	2 mm

Memiliki massa dengan material *zinc alloy* yang disimulasikan pada solidworks yaitu 83,21 gram

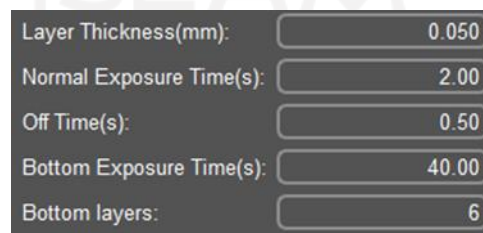


Gambar 4. 2 Dimensi Desain Gantungan Kunci

Pada gambar diatas yaitu desain gantungan kunci prau layar memiliki diameter 40 mm dan memiliki ketebalan 3mm pada bagian tulisan dan 2mm pada sisi keseluruhan. Dengan bantuan simulasi software 3D fusion 360 desain gantungan kunci ini dengan bahan *zinc alloy* memiliki berat 20.641 gram

## 4.2 Pembuatan Master dan Hasil

Pada pembuatan master produk setelah pembuatan desain produk 3D selanjutnya menuju ke proses fabrikasi pembuatan master produk menggunakan 2 proses permesinan yaitu, 3D *print* resin dan CNC. Pada proses pembuatan master produk dari 3D *print* resin menggunakan alat 3D *printing* resin Photon Mono X dengan menggunakan bahan resin e sun yang dipilih karena sesuai dengan kriteria saat dilakukan vulkanisir meminimalisir terjadinya master produk pecah atau melengkung. Parameter yang digunakan diantaranya:



Layer Thickness(mm):	0.050
Normal Exposure Time(s):	2.00
Off Time(s):	0.50
Bottom Exposure Time(s):	40.00
Bottom layers:	6

Gambar 4. 3 Parameter 3D *Printing*

Setelah menentukan parameter terbaik untuk dilakukan pembuatan master produk dari 3D *print* resin selanjutnya proses *printing* dengan parameter yang sudah ditentukan. Mendapatkan tinggi dapat mempengaruhi durasi dari proses pembuatan produk semakin tinggi profil benda yang akan di *print* maka semakin lama durasi permesinannya, semakin tinggi kerapatan layer maka semakin lama durasi permesinannya. Tetapi pada saat melakukan proses 3D *printing* mendapati beberapa kendala yaitu, masalah durasi dikarenakan waktu pembuatan master produk durasinya melebihi jam kerja laboratorium 08.00 – 16.00 WIB maka pada saat permesinan ditinggalkan dan diambil besok pagi hari didapati hasil master produk tidak sempurna kemungkinan dikarenakan cairan resin yang habis pada saat permesinan karena tidak dapat diamati. Untuk hasil master produk dari 3D *print* resin yang telah berhasil dengan hasil terbaik sebagai berikut:



Gambar 4. 4 Hasil 3D *Print* Resin

Gambar diatas menunjukkan hasil 3D *print* resin dari kedua desain yang telah dibuat dengan hasil pengukuran pada hasil master produk dari pemesinan 3D *print* resin sebagai berikut:

Tabel 4. 2 Dimensi Master Cetakan 3D *Print* Resin

Dimensi	3D <i>Print</i> Resin	
	Plakat	Ganci
Diameter		39.95
pxl	76.43 x 77.50	
tebal	4.6	2.6

Pada proses pembuatan master dari pemesinan CNC menggunakan bahan dasar material akrilik berbeda dengan 3D *print* resin yang menggunakan resin esun sebagai bahan dasar pembuatan master produknya. Menggunakan akrilik dengan ketebalan 5 mm dengan luas 150 mm<sup>2</sup> untuk membuat master produk dari desain plakat Kabupaten Rembang karena memiliki tebal total 5mm dan akrilik dengan ketebalan 3 mm dengan luas 120mm<sup>2</sup> untuk membuat master produk dari desain gantungan kunci prau layar. Dengan bahan yang telah sesuai parameter pemesinan CNC nya juga telah ditentukan dengan menggunakan mata pahat jenis *endmill* dengan diameter 2mm untuk tahap *roughing* dan untuk *finishing* menggunakan mata pahat taper 0.25 mm dengan hanya dilakukan 2 tahap pemakanan material sudah mendapatkan hasil yang baik dengan parameter yang lebih detailnya sebagai berikut:

Tabel 4. 3 Parameter Pemesinan CNC

Endmill 2 mm	Tapper 0.25 mm
<p><b>Edit Tool</b></p> <p>Description: <input type="text" value="endmill 2"/></p> <p>Tool Type: <input type="text" value="Slot Drill"/></p> <p>Tool Number: <input type="text" value="1"/></p> <p>Tool Units: <input type="text" value="mm"/></p> <p>Rate Units: <input type="text" value="mm/sec"/></p> <p>Notes:</p> <p>Diameter (D): <input type="text" value="2.0"/></p> <p>Stepdown: <input type="text" value="0.8"/></p> <p>Final Tool Offset: <input type="text" value="1.0"/></p> <p>Stepover (Size, % of D): <input type="text" value="0.5"/> <input type="text" value="25"/></p> <p>Spindle Speed (rpm): <input type="text" value="15000"/></p> <p>Feed Rate (mm/sec): <input type="text" value="13.0"/></p> <p>Plunge Rate (mm/sec): <input type="text" value="4.0"/></p> <p>OK Cancel</p>	<p><b>Edit Tool</b></p> <p>Description: <input type="text" value="tapper 0.25 15 degree"/></p> <p>Tool Type: <input type="text" value="Flat Engraving"/></p> <p>Tool Number: <input type="text" value="1"/></p> <p>Tool Units: <input type="text" value="mm"/></p> <p>Rate Units: <input type="text" value="mm/sec"/></p> <p>Notes:</p> <p>Diameter (D): <input type="text" value="4.0"/></p> <p>Half Angle (A): <input type="text" value="10.0"/></p> <p>Flat Radius (F): <input type="text" value="0.25"/></p> <p>Stepdown: <input type="text" value="1.0"/></p> <p>Flute length (C): <input type="text" value="9.92474"/></p> <p>Final Tool Offset: <input type="text" value="2.0"/></p> <p>Stepover (Size, % of 2AF): <input type="text" value="0.1"/> <input type="text" value="20"/></p> <p>Spindle Speed (rpm): <input type="text" value="15000"/></p> <p>Feed Rate (mm/sec): <input type="text" value="13.0"/></p> <p>Plunge Rate (mm/sec): <input type="text" value="4.0"/></p> <p>OK Cancel</p>



Gambar 4. 5 Master Cetakan dari Pemesinan CNC

Untuk bahan yang digunakan pada pemesinan CNC ini yaitu akrilik dengan ketebalan 5 mm untuk desain plakat dan 3mm untuk desain gantungan kunci, dari 3 kali percobaan pemesinan CNC hasil ketiga didapati paling baik hasilnya dengan percobaan 2 sebelumnya mengalami kendala pada kemiringan penempatan pada ragam dan g code yang tidak sesuai dengan mesin CNC Cedung.

### 4.3 Hasil Proses Vulkanisir

Setelah membuat master cetakan dilanjutkan dengan vulkanisir *silicone rubber* yang nantinya akan menjadi mold untuk casting. Pada proses vulkanisir menggunakan parameter yang sudah ditentukan berikut beberapa parameternya:

Tabel 4. 4 Parameter Vulkanisir

No	Variabel	Nilai	Sat
1	Suhu Vulkanisir	180	°C
2	Tekanan Vulkanisir	100	psi
3	Waktu Vulkanisir	3600	s

Berikut merupakan hasil dari proses vulkanisir *silicone rubber* dengan parameter diatas



Gambar 4. 6 Hasil Proses Vulkanisir

Dengan hasil vulkanisir yang baik maka hasil pengecoran produk nantinya juga menjadi baik, karena cairan zinc hanya akan memenuhi wadah yang dilewatinya. Kondisi Master cetakan dapat dilihat sebagai berikut:



Gambar 4. 7 Master Cetakan setelah Vulkanisir

Dari proses vulkanisir tersebut master cetakan plakat dan gantungan kunci dari master 3D *print* resin mengalami perubahan bentuk yaitu pecah dan ada retakan, hal tersebut dapat terjadi karena kemungkinan bahan dasar tidak kuat menahan panas dan juga tekanan dari mesin vulkanisir sehingga ketika diangkat dari rubber master cetakan ada yang mengalami terlepas dari bagiannya sehingga tidak utuh.



#### 4.4 Hasil *Spin casting*

Proses *casting* atau pengecoran ini menggunakan mesin *spin casting* C-400 dan peleburan material *zinc alloy* menggunakan mesin pelebur F-120. Pada penelitian ini proses *casting* dilakukan sebanyak 2 kali percobaan pada setiap variasi parameter, proses pengecoran ini menggunakan variasi kecepatan putar yaitu 700, 750, dan 800 rpm dengan arah putar *spin casting* searah jarum jam (CW) dan melawan arah jarum jam (CCW). Tekanan pada proses *spin casting* menggunakan tekanan sebesar 40 psi dengan waktu *spin casting* 20 detik saat cairan *zinc alloy* mulai dituangkan ke mesin *spin casting* C-400 (Ridho Hasana, 2021). Hasil dari proses pengecoran sebagai berikut:



Gambar 4. 8 Hasil Pengecoran *Spin casting* percobaan pertama

Pada hasil *spin casting* percobaan pertama masih terlihat *rubber mold* belum maksimal terlihat hasil pengecoran dibagian bawah plakot belum terisi penuh oleh *zinc alloy*. Setelah percobaan kedua dan seterusnya *rubber mold* mulai mengeras dan stabil hasilnya. Pada percobaan ini masing masing parameter konstan dan parameter variasi dilakukan 2 kali percobaan dari variasi kecepatan 700, 750, 800 rpm dan arah putar *spin casting* searah jarum jam (CW) dan melawan arah jarum jam (CCW). Pada proses *spin casting* dengan parameter yang telah digunakan masih terdapat hasil yang belum maksimal pada produk plakot yang menggunakan pemesinan CNC terdapat gelembung udara masih terperangkap dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 4. 9 Hasil Percobaan pertama

Hasil *spin casting* pada produk plakat dengan pemesinan CNC dapat dilihat pada gambar diatas terdapat gelembung udara dari tampak depan dan belakang hal ini dapat terjadi karena beberapa hal yang mempengaruhi yaitu:

1. Tidak terdapat ventilasi udara agar dapat keluar.
2. Tekanan saat *spin casting* terlalu besar.
3. Permukaan *rubber mold* yang tidak rata.

Kemudian melakukan perbaikan pada *rubber mold* dengan menambahkan parameter yaitu menambahkan ventilasi udara dan sedikit meratakan bagian *rubber mold* pada cetakan plakat yang menggunakan pemesinan CNC. Setelah melakukan perbaikan pada *rubber mold* dengan menambahkan ventilasi udara dan meratakan bagian yang kurang rata dengan diampelas kemudian melakukan percobaan lagi dengan satu kali percobaan karena hasil sudah mendekati standar dan hanya perlu mengganti parameter kecepatan putar dan arah putarnya untuk mendapatkan hasil agar sesuai standar. Dapat dilihat hasil *spin casting* setelah melakukan perbaikan dengan variasi parameter kecepatan putar dan arah putar sebagai berikut:



Gambar 4. 10 Hasil *Spin casting* Terbaik

Hasil *spin casting* pada gambar diatas merupakan hasil terbaik dari semua parameter variasi dan konstan yang telah ditentukan, hasil cetakan ini merupakan hasil dari variasi parameter 800 rpm yang telah ditambahkan jalur ventilasi udara sehingga tidak terdapat udara yang terperangkap pada hasil produk plakat Kabupaten Rembang. Hasil *spin casting* setelah dilakukan perbaikan pada *rubber mold* lalu mengukur dimensi dari setiap hasil *spin casting* yang menggunakan pemesinan 3D *print* resin dan CNC dengan parameter kecepatan putar dan arah putar mendapatkan data kuantitatif sebagai berikut:

Tabel 4. 5 Dimensi Hasil *Spin casting* 700 rpm CW

700CW	3D Print Resin		CNC	
	Plakat	Ganci	Plakat	Ganci
Diameter		38.87		38.87
pxl	76.90 x 76.80		76.50 x 75.80	
tebal	4.70	2.95 & 1.88	4.18	2.60 & 1.47
berat	75.61	15.72	56.80	12.66

Tabel 4. 6 Dimensi Hasil *Spin casting* 750 rpm CW

750CW	3D Print Resin		CNC	
	Plakat	Ganci	Plakat	Ganci
Diameter		39.64		38.95
pxl	77.31 X 77.02		76.50 x 75.80	
tebal	4.77	2.98 & 1.91	4.18	2.71 & 1.47
berat	77.97	16.07	55.30	12.79

Tabel 4. 7 Dimensi Hasil *Spin casting* 800 rpm CW

800CW	3D Print Resin		CNC	
	Plakat	Ganci	Plakat	Ganci
Diameter		39.64		39.15
pxl	77.29 X 77.39		76.64 X 76.42	
tebal	4.77	3.02 & 1.95	4.18	2.78 & 1.75
berat	80.25	16.45	59.69	14.03

Tabel 4. 8 Dimensi Hasil *Spin casting* 700 rpm CCW

700CCW	3D Print Resin		CNC	
	Plakat	Ganci	Plakat	Ganci
Diameter		39.72		38.95
pxl	76.84 X 76.98		75.99 X 75.99	
tebal	4.75	2.96 & 1.92	4.20	2.68 & 1.55
berat	77.14	16.20	54.60	12.61

Tabel 4. 9 Dimensi Hasil *Spin casting* 750 rpm CCW

750CCW	3D Print Resin		CNC	
	Plakat	Ganci	Plakat	Ganci
Diameter		39.77		38.97
pxl	77.35 X 77.11		76.30 X 76.00	
tebal	4.85	3.01 & 1.92	4.22	2.68 & 1.54
berat	78.86	16.10	55.93	12.61







Tabel 4. 10 Dimensi Hasil *Spin casting* 800 rpm CCW

800CCW	3D Print Resin		CNC	
	Plakat	Ganci	Plakat	Ganci
Diameter		39.70		39.02
pxl	77.32 X 77.30		76.58 X 76.29	
tebal	4.81	3.00 & 1.91	4.21	2.73 & 1.65
berat	80.22	16.19	58.34	13.63

Hasil pengukuran dimensi dan berat produk pada tabel diatas dapat diamati untuk hasil produk *spin casting* dengan menggunakan parameter variasi kecepatan putar 700, 750, 800 rpm dan arah putar searah jarum jam (CW) dan melawan arah jarum jam (CCW) didapati pada kecepatan 800 rpm dengan arah putar melawan arah jarum jam mendapatkan hasil terbaik. Secara dimensi hasil *spin casting* kecepatan putar 800 rpm dengan arah putar searah jarum jam (CW) paling mendekati dengan dimensi desain yaitu untuk plakat hasil cetakan memiliki dimensi 77.29x77.39 mm tebal 4.77 mm dan berat 80.25 gr hasil ini paling mendekati dengan spesifikasi desain yaitu 77x77.85 tebal 5mm dan berat 83.21 gram. Hasil *spin casting* telah memenuhi kriteria desain dari segi keindahan, kreativitas, visual dan kenyamanan tidak terdapat bagian pada hasil *spin casting* yang memiliki tekstur yang tajam dan aman untuk digunakan. Segi visualnya lebih bagus menggunakan master cetakan dari pemesinan 3d *print resin*. Untuk hasil *spin*

casting dari masing – masing parameter yang telah digunakan dengan kecepatan putar 700, 750, 800 rpm serta arah putar searah jarum jam (CW) melawan arah jarum jam (CCW) sebagai berikut:

Tabel 4. 11 Hasil *Spin casting* 700-800 rpm CW dan CCW

Rpm	CW	
700	 <p>Resin CNC</p>	 <p>Resin CNC</p>
750	 <p>Resin CNC</p>	 <p>Resin CNC</p>
800	 <p>CNC Resin</p>	 <p>CNC Resin</p>

Rpm	CCW	
700		
750		
800		

#### 4.5 Pembahasan Hasil Produk

Setelah mendapatkan hasil pengukuran dimensi produk menggunakan jangka sorong dan timbangan digital mendapatkan ketebalan dan berat, kemudian

diolah menjadi sebuah grafik untuk mengetahui perbedaan hasil *spin casting* dengan perbandingan arah putar dan kecepatan putar yang menggunakan master cetakan dari pemesinan 3d *print* resin dan CNC sebagai berikut:

Tabel 4. 12 Grafik Berat dan Tebal

Nama	CW																																	
Plakat	<p><b>Tebal Plakat CW</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>rpm</th> <th>3d print (mm)</th> <th>CNC (mm)</th> <th>Desain (mm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>700</td> <td>4.7</td> <td>4.18</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>750</td> <td>4.77</td> <td>4.18</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>800</td> <td>4.77</td> <td>4.18</td> <td>5</td> </tr> </tbody> </table>	rpm	3d print (mm)	CNC (mm)	Desain (mm)	700	4.7	4.18	5	750	4.77	4.18	5	800	4.77	4.18	5	<p><b>Berat Plakat CW</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>rpm</th> <th>3d print (mm)</th> <th>CNC (mm)</th> <th>Desain (mm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>700</td> <td>75.61</td> <td>56.8</td> <td>83.21</td> </tr> <tr> <td>750</td> <td>77.97</td> <td>55.3</td> <td>83.21</td> </tr> <tr> <td>800</td> <td>80.25</td> <td>59.69</td> <td>83.21</td> </tr> </tbody> </table>	rpm	3d print (mm)	CNC (mm)	Desain (mm)	700	75.61	56.8	83.21	750	77.97	55.3	83.21	800	80.25	59.69	83.21
rpm	3d print (mm)	CNC (mm)	Desain (mm)																															
700	4.7	4.18	5																															
750	4.77	4.18	5																															
800	4.77	4.18	5																															
rpm	3d print (mm)	CNC (mm)	Desain (mm)																															
700	75.61	56.8	83.21																															
750	77.97	55.3	83.21																															
800	80.25	59.69	83.21																															
Ganci	<p><b>Tebal Ganci CW</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>rpm</th> <th>3d print (mm)</th> <th>CNC (mm)</th> <th>Desain (mm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>700</td> <td>2.95</td> <td>2.6</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>750</td> <td>2.98</td> <td>2.71</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>800</td> <td>3.02</td> <td>2.78</td> <td>3</td> </tr> </tbody> </table>	rpm	3d print (mm)	CNC (mm)	Desain (mm)	700	2.95	2.6	3	750	2.98	2.71	3	800	3.02	2.78	3	<p><b>Berat Ganci CW</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>rpm</th> <th>3d print (mm)</th> <th>CNC (mm)</th> <th>Desain (mm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>700</td> <td>15.72</td> <td>12.66</td> <td>20.641</td> </tr> <tr> <td>750</td> <td>16.07</td> <td>12.79</td> <td>20.641</td> </tr> <tr> <td>800</td> <td>16.45</td> <td>14.03</td> <td>20.641</td> </tr> </tbody> </table>	rpm	3d print (mm)	CNC (mm)	Desain (mm)	700	15.72	12.66	20.641	750	16.07	12.79	20.641	800	16.45	14.03	20.641
rpm	3d print (mm)	CNC (mm)	Desain (mm)																															
700	2.95	2.6	3																															
750	2.98	2.71	3																															
800	3.02	2.78	3																															
rpm	3d print (mm)	CNC (mm)	Desain (mm)																															
700	15.72	12.66	20.641																															
750	16.07	12.79	20.641																															
800	16.45	14.03	20.641																															
		CCW																																
Plakat	<p><b>Tebal Plakat CCW</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>rpm</th> <th>3d print (mm)</th> <th>CNC (mm)</th> <th>Desain (mm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>700</td> <td>4.75</td> <td>4.2</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>750</td> <td>4.85</td> <td>4.22</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>800</td> <td>4.81</td> <td>4.21</td> <td>5</td> </tr> </tbody> </table>	rpm	3d print (mm)	CNC (mm)	Desain (mm)	700	4.75	4.2	5	750	4.85	4.22	5	800	4.81	4.21	5	<p><b>Berat Plakat CCW</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>rpm</th> <th>3d print (mm)</th> <th>CNC (mm)</th> <th>Desain (mm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>700</td> <td>77.14</td> <td>54.6</td> <td>83.21</td> </tr> <tr> <td>750</td> <td>78.86</td> <td>55.93</td> <td>83.21</td> </tr> <tr> <td>800</td> <td>80.22</td> <td>58.34</td> <td>83.21</td> </tr> </tbody> </table>	rpm	3d print (mm)	CNC (mm)	Desain (mm)	700	77.14	54.6	83.21	750	78.86	55.93	83.21	800	80.22	58.34	83.21
rpm	3d print (mm)	CNC (mm)	Desain (mm)																															
700	4.75	4.2	5																															
750	4.85	4.22	5																															
800	4.81	4.21	5																															
rpm	3d print (mm)	CNC (mm)	Desain (mm)																															
700	77.14	54.6	83.21																															
750	78.86	55.93	83.21																															
800	80.22	58.34	83.21																															
Ganci	<p><b>Tebal Ganci CCW</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>rpm</th> <th>3d print (mm)</th> <th>CNC (mm)</th> <th>Desain (mm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>700</td> <td>2.96</td> <td>2.68</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>750</td> <td>3</td> <td>2.68</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>800</td> <td>3</td> <td>2.73</td> <td>3</td> </tr> </tbody> </table>	rpm	3d print (mm)	CNC (mm)	Desain (mm)	700	2.96	2.68	3	750	3	2.68	3	800	3	2.73	3	<p><b>Berat Ganci CCW</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>rpm</th> <th>3d print (mm)</th> <th>CNC (mm)</th> <th>Desain (mm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>700</td> <td>16.2</td> <td>12.61</td> <td>20.641</td> </tr> <tr> <td>750</td> <td>16.1</td> <td>12.61</td> <td>20.641</td> </tr> <tr> <td>800</td> <td>16.19</td> <td>13.63</td> <td>20.641</td> </tr> </tbody> </table>	rpm	3d print (mm)	CNC (mm)	Desain (mm)	700	16.2	12.61	20.641	750	16.1	12.61	20.641	800	16.19	13.63	20.641
rpm	3d print (mm)	CNC (mm)	Desain (mm)																															
700	2.96	2.68	3																															
750	3	2.68	3																															
800	3	2.73	3																															
rpm	3d print (mm)	CNC (mm)	Desain (mm)																															
700	16.2	12.61	20.641																															
750	16.1	12.61	20.641																															
800	16.19	13.63	20.641																															

Pada arah putar *Clockwise* dan *Counter clockwise*, hasil produk mengalami penyusutan dimensi untuk ketebalan dan massanya, baik master cetakan dari pemesinan 3d *print* Resin maupun CNC. Penyusutan dimensi terjadi dikarenakan ukuran master cetakan yang tidak sesuai dengan dimensi desain sehingga pada saat dilakukan vulkanisir pada cetakan ukuran cetakan mengalami penyusutan. Dengan melihat grafik pada arah putar CW maupun CCW didapati hasil terbaik pada 800 rpm dengan keterisian dan dimensi hasil produk yang mendekati dimensi desain. Kecepatan putar diatas 800 rpm terjadi penambahan ukuran dari dimensi desain dan dapat terjadi flashing pada saat *spin casting*.





## **BAB 5**

### **PENUTUP**

#### **5.1 Kesimpulan**

1. Master produk dari pemesinan 3D *print* resin lebih baik dibandingkan pemesinan CNC dari segi visual, dimensi, dan bentuk detailnya terhadap hasil *spin casting*.
2. Hasil *spin casting* pada 800 rpm menunjukkan keterisian dan dimensi hasil produk mendekati desain.
3. Penambahan ventilasi udara pada *rubber mold* dapat mengurangi terjadinya kegagalan hasil produk *spin casting*.

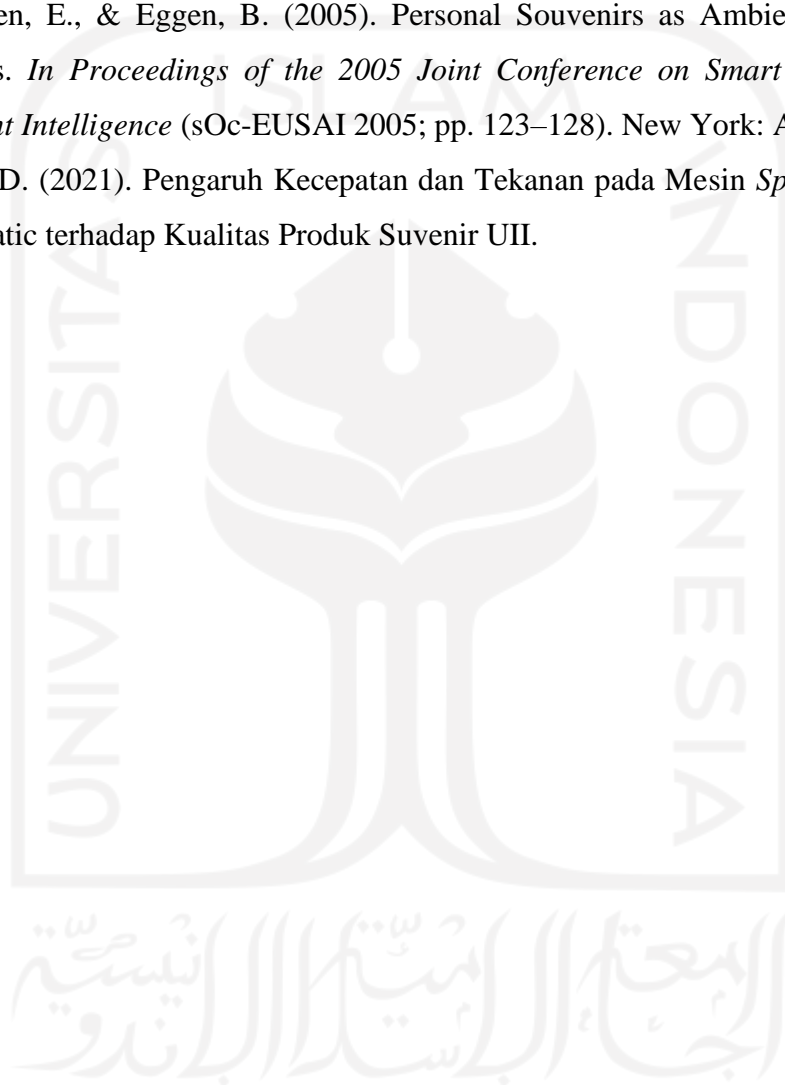
#### **5.2 Saran atau Penelitian Selanjutnya**

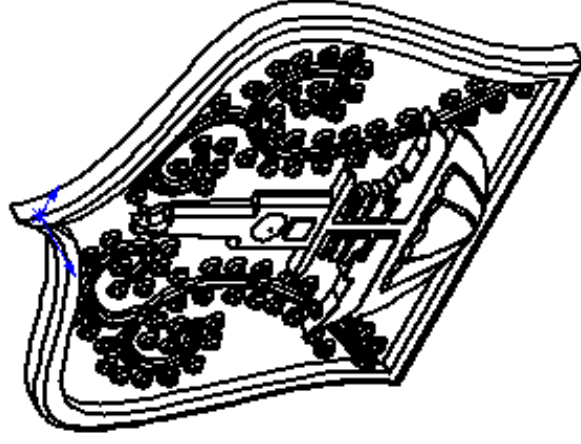
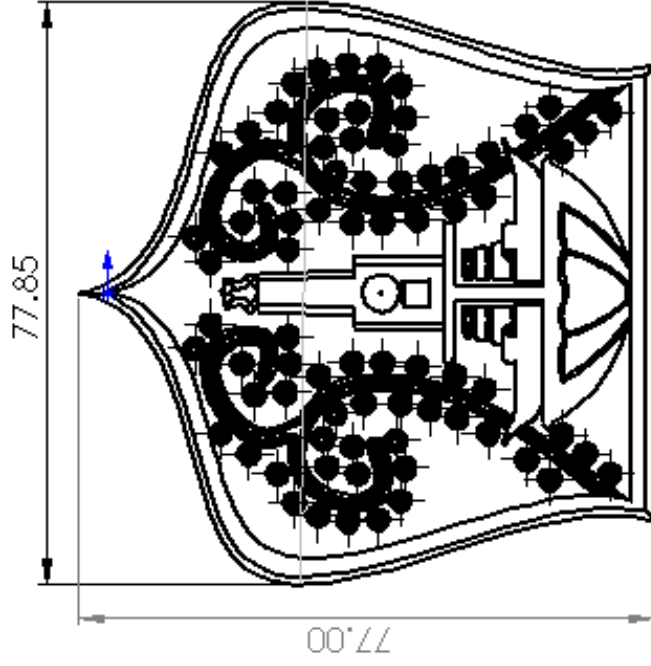
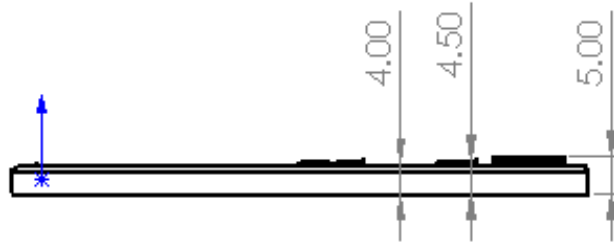
Untuk penelitian selanjutnya terkait proses pemesinan dan bahan master cetakan dapat lebih dianalisis sehingga mendapatkan parameter terbaik untuk hasil yang sesuai desain.

## DAFTAR PUSTAKA

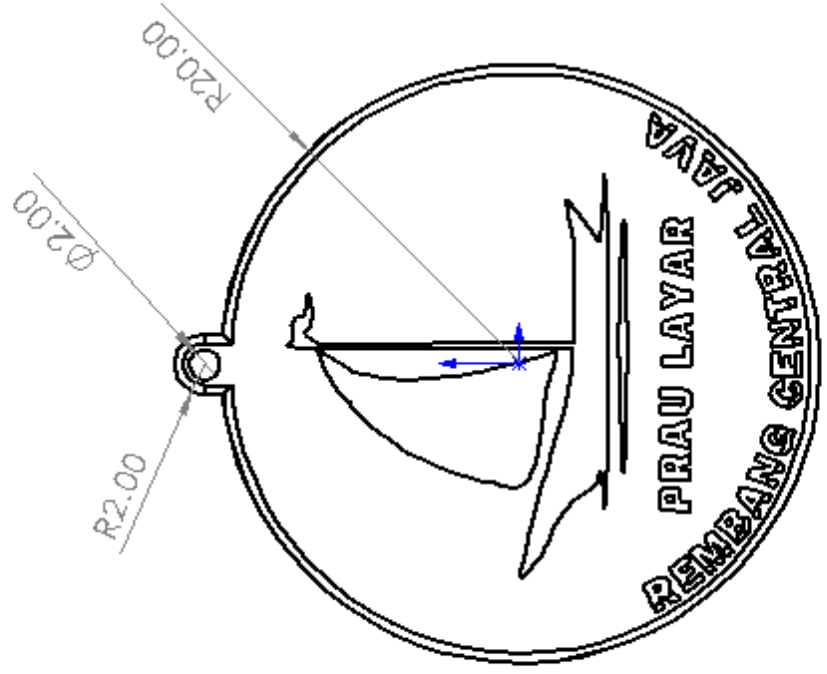
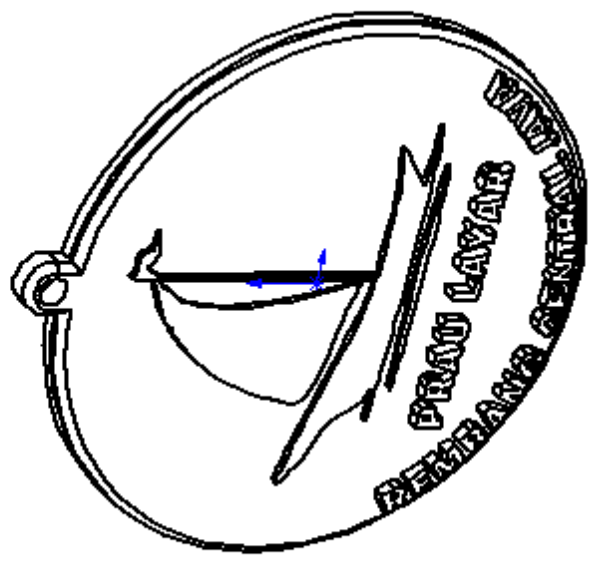
- Agung, P. (2020). 36 Tempat Wisata di Rembang Terbaru & Paling Hits yang Wajib Dikunjungi. Diakses dari ([tempatwisataseru.com](http://tempatwisataseru.com)) pada 12/07/2022.
- Arifin, Z. (2019). Pengaruh Bentuk Runner Pada Cetakan RTV Silicone Rubber, Kecepatan dan Arah Putar Mesin *Spin casting* Terhadap. 113-124.
- Arifin, Z. (2020). Metodologi penelitian pendidikan. Jurnal Al-Hikmah, 1(1).
- Balingit, W. H., & Maglaya, A. B. (2013). Numerical Optimization of the *Spin casting* Process Parameters. *World Applied Sciences Journal*, 21(8), 1106-1112.
- Beznak, M., Bajicak, M. & Suba, R. (2010). The Possibilities of Runner Placements for Castings Produced by *Spin casting* Into *Silicone rubber* Moulds. *Jurnal Slovak University of Technology Bratislava*.
- Badan Pusat Statistik. (2022). Kabupaten Rembang dalam Angka. katalog:1102001.3317
- Damayanti, M. K. (2017). Desain Parameter Eksperimen Untuk Optimasi Nilai Frangibility Factor Material Komposit Dengan Metode Taguchi Dan Neural Network. (Doctoral dissertation, Institut Teknologi Sepuluh Nopember).
- 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>.
- Nindani, A. A. (2017). Analisis Association Rules Menggunakan Algoritma Apriori dan Algoritma ECLAT Pada Data Hasil Tangkapan Ikan Laut (Studi Kasus : Hasil Tangkapan Ikan Laut di Kabupaten Rembang Tahun 2015). Universitas Islam Indonesia
- Pola, A., Tocci, M. & Goodwin, F. E. (2020). Review of microstructures and properties of *zinc alloys*. *Metals*, 10(2), 253.
- Ridho Hasana, G. (2021). Pengaruh Kecepatan Putar dan Tekanan Dari Mesin *Spin casting* C-400 Matic dalam Pembuatan Suvenir Bertema UII.
- Setiawan, J., Prasetyo, A., & Risdiyono. (2017). Effect of Talc Addition on RTV *Silicone rubber mold* Hardness Value Increasing in *Spin casting* Process. 34(1), 1-10.

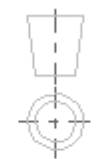
- Sucahyono, A.E., Nugraha P. & Risdiyono, R. (2019). Pengaruh Suhu Tuang pada Kualitas Gantungan Kunci berbahan Baku Pewter dengan Metode *Spin casting*. Balai Besar Kerajinan dan Batik: Majalah Ilmiah, 36 (1) 47-60.
- Suprpto, W. (2017). Teknologi Pengecoran Logam.
- Untoro, V., & Yefrry. (2015). Analisis Model Konstitutif dan Material Viscoelastis Karet untuk Aplikasi *Spin casting*. Doctoral dissertation, UAJY.
- Van den Hoven, E., & Eggen, B. (2005). Personal Souvenirs as Ambient Intelligent Objects. In *Proceedings of the 2005 Joint Conference on Smart Objects and Ambient Intelligence (sOc-EUSAI 2005)*; pp. 123–128). New York: ACM Press.
- Wijaya, I. W. D. (2021). Pengaruh Kecepatan dan Tekanan pada Mesin *Spin casting* C-400 Matic terhadap Kualitas Produk Suvenir UII.





Tanggal : 21/12/2022	Nama Part : Plakat Kabupaten	
Digambar : Yoga Satriyo Wibowo	Rembang	
Dicheck :	Part No.	
Disetujui :		
Revisi : Rev. 1		Satuan : mm
TEKNIK MESIN UII		Skala : 1:1
		Kertas : A4



Tanggal : 21/12/2022	Nama Part : Gantungan Kunci	
Digambar : Yoga Satriyo Wibowo	Perahu Layar	
Dicheck :		
Disetujui :	Part No.	
Revisi : Rev. 1		
<b>TEKNIK MESIN UJI</b>		
		Satuan : mm
	Skala : 2:1	
	Kertas : A4	