

**PEMBUATAN DAN ANALISIS HASIL PRODUK *SOUVENIR*
LOGAM MODEL BERONGGA KHAS JAWA DENGAN
METODE PENGECORAN *SPIN CASTING* MENGGUNAKAN
MASTER CETAKAN *LASER CUTTING***

TUGAS AKHIR

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



Disusun Oleh :

Nama : Gede Agung Widcaksono

No. Mahasiswa : 19525106

NIU : 1902130121

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

2024

PERNYATAAN KEASLIAN

Bismillahirrahmanirrahim, dengan ini saya menyatakan bahwa karya ini adalah hasil kerja saya sendiri kecuali kutipan dan ringkasan yang telah saya cantumkan sumbernya sebagai referensi. Apabila dikemudian hari terbukti bahwa pengakuan saya tidak benar serta melanggar peraturan yang sah dalam hak kekayaan intelektual maka saya bersedia mengikuti hukuman maupun sanksi apapun sesuai hukum yang diberlakukan Universitas Islam Indonesia.

Yogyakarta, 07 Oktober 2024



Gede Agung Widcaksono

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING

**PEMBUATAN DAN ANALISIS HASIL PRODUK *SOUVENIR*
LOGAM MODEL BERONGGA KHAS JAWA DENGAN
METODE PENGECORAN *SPIN CASTING* MENGGUNAKAN
MASTER CETAKAN *LASER CUTTING***

TUGAS AKHIR

Disusun Oleh :

Nama : Gede Agung Widcaksono

No. Mahasiswa : 19525106

NIU : 1902130121

Yogyakarta, 17 September 2024

Pembimbing ,



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

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI

**PEMBUATAN DAN ANALISIS HASIL PRODUK *SOUVENIR*
LOGAM MODEL BERONGGA KHAS JAWA DENGAN
METODE PENGECORAN *SPIN CASTING* MENGGUNAKAN
MASTER CETAKAN *LASER CUTTING***

TUGAS AKHIR

Disusun Oleh :

Nama : Gede Agung Widcaksono
No. Mahasiswa : 19525106
NIU : 1902130121

Tim Penguji

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


Ketua

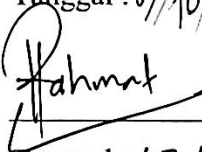
Rahmat Riza, S.T., M.Sc.ME.

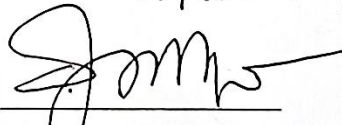
Anggota I

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

Anggota II


Tanggal: 07/10/2024



Tanggal : 03/10/2024


Tanggal : 02/10/2024

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Mesin




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

HALAMAN PERSEMBAHAN

Segala puji bagi Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah yang berlimpah kepada umatnya serta shalawat dan salam selalu tercurahkan kepada Nabi Besar kita Muhammad SAW. Saya persembahkan laporan tugas akhir ini kepada:

1. Alm. Bapak dan Ibu yang telah mendidik, mendukung, mendoakan dan memberi motivasi dengan penuh kesabaran dan kebijaksanaan, sehingga bisa menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik. Terima kasih atas kasih sayang yang telah kalian berikan selama ini, jasa kalian tidak bisa terlupakan.
2. Dosen pembimbing, bapak Dr. Eng. Ir. Risdiyono, S.T., M.Eng., IPM, yang telah memberikan bimbingan, masukan dan saran dalam menyelesaikan tugas akhir ini dari awal hingga akhir. Terima kasih telah meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan selama ini.
3. Segenap civitas akademik kampus Universitas Islam Indonesia Yogyakarta, staf pengajar, karyawan dan seluruh mahasiswa. Semoga selalu diberikan kesehatan dan semangat dalam beraktivitas menjalani hari-harinya dikampus tercinta ini
4. Dan semua orang-orang yang ada di lingkungan kehidupan penulis yang selalu memberi dukungan yaitu, Mas Dadoy, Mb Sova, Mas Linglung, Mas Nanda, Mang Sana, Hj Kholil, Kawan-kawan SMA, Kawan-kawan Balakosa, Rizky Budi Prabowo, Tri Mulyanto, Regawa Danu, Rifqi S Zuhri, Teman-Teman Teknik Mesin 2019, dan semua yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu. Besar harapan penulis semoga Tugas Akhir ini dapat berguna serta bermanfaat untuk perkembangan ilmu pengetahuan khususnya pada bidang yang sesuai dengan topik penulis pada masa yang akan mendatang kelak.

HALAMAN MOTTO

Tidak menjadi apapun juga tidak masalah. Tidak dikenal juga tidak masalah.
Tidak dihormati juga tidak masalah. Justru, bisa bersembunyi dari perhatian
banyak orang malah lebih leluasa dan santai.

(KH. Bahaudin Nursalim)

Hari-hari ku berjalan begitu saja, pelan dan sederhana bersahaja, tuhan berkati,
gusti berhati, setiap hari, setiap saat, jauh, dan dekat.

**SEMOGA SEMUA MAKHLUK HIDUP BAHAGIA, SEMOGA SEMUA
MAKHLUK HIDUP BAHAGIA, SEMOGA MAKHLUK HIDUP BAHAGIA.**

(Jason Ranti)

‘All Album Nirvana’

(Nirvana)

KATA PENGANTAR ATAU UCAPAN TERIMA KASIH



Segala puja dan puji syukur dipanjatkan kepada kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan berkah, rahmat, karunia, dan ridhoNya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir (TA) dengan judul “Perancangan Dan Analisis Hasil Produk *Souvenir* Logam Khas Jawa Dengan Metode Pengecoran *Spin Casting* Menggunakan Master Cetakan *Laser Cutting*” dengan lancar. Shalawat serta salam tidak lupa penulis haturkan kepada junjungan Nabi Muhammad SAW yang telah membawa umat manusia dari zaman gelap gulita menjadi zaman terang benderang.


Tugas Akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin Universitas Islam Indonesia. Penulis menyadari banyak pihak yang memberikan dukungan dan bantuan selama menyelesaikan Tugas Akhir ini. Oleh karena itu, sudah sepantasnya penulis dengan penuh hormat mengucapkan terimakasih dan mendoakan semoga Allah SWT memberikan balasan terbaik kepada:

1. Bapak Slamet dan ibu Lindarsih. Serta Mbah Karminten, adek Retno dan Lusiana Kusuma atas kasih sayang, dukungan dan doanya sehingga bisa menyelesaikan studi sampai selesai.
2. Semesta yang sudah banyak membantu dan mengajarkan ku dalam pencarian jati diri dan memaknai kehidupan.
3. Bapak Dr. Ir. Muhammad Khafidh, S.T., M.T., IPP selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
4. Bapak Dr. Eng. Ir. Risdiyono, S.T., M.Eng., IPM. selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang selalu memberikan bimbingan dan ilmu yang sangat bermanfaat kepada penulis selama pelaksanaan Tugas Akhir dan selama penyusunan Laporan Tugas Akhir ini.
5. Seluruh dosen dan staff program studi Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.

6. Mas Rizky Wirantara selaku staf laboratorium Manufaktur, Jurusan Teknik Mesin Universitas Islam Indonesia yang telah membantu selama pengerjaan Tugas Akhir ini.
7. Kepada Muhammad Ferriyanto dan Sibro (penasehat) sebagai partner dalam pengerjaan tugas akhir dan tertawa bersama.
8. Dan semua orang-orang yang ada di lingkungan kehidupan penulis yang selalu memberi dukungan yaitu, Mas Dadoy, Mb Sofa, Mas Linglung, Mas Nanda, Mang Sana, Hj Kholil, Kawan-kawan SMA, Kawan-kawan Balakosa, Rizky Budi Prabowo, Tri Mulyanto, Regawa, Zuhri, teman-teman Teknik Mesin 2019, dan semua yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa tidak ada yang sempurna dan tidak ada yang terlepas dari kesalahan dalam penyusunan Tugas Akhir ini. Saran dan kritik yang sifatnya membangun sangat diharapkan oleh penulis sebagai bahan pembelajaran penulis untuk kedepannya. Penulis juga memohon maaf atas kesalahan yang dilakukan penulis dalam menyusun laporan ini. Akhir kata, penulis berharap semoga Laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi pembaca. Semoga Allah SWT. senantiasa melimpahkan rahmat dan ridha-Nya kepada kita semua.

Yogyakarta, 16 September 2024



Gede Agung Widcaksono

ABSTRAK

Souvenir adalah barang yang biasanya berukuran kecil yang diberikan, disimpan, atau dibeli sebagai kenang-kenangan atau pengingat akan suatu tempat yang dikunjungi, suatu peristiwa, dll. *spin casting* merupakan metode pengecoran logam untuk membuat *Souvenir* atau benda dalam jumlah yang sama dengan bentuk presisi dan konsisten. metode ini membutuhkan sebuah parameter yang tepat untuk melakukan proses pengecoran dengan memperhatikan kecepatan putar, waktu, dan arah putaran. Penelitian ini bertujuan untuk membuat dan menganalisis hasil produk *Souvenir* logam model berongga khas Jawa dengan metode pengecoran *spin casting* menggunakan master cetakan *laser cutting*. Parameter variasi kecepatan proses *spin casting* yang digunakan adalah kecepatan 700 - 800 rpm, serta menggunakan waktu putar 20 detik dan tekanan 40 psi, dengan arah putaran *clockwise* (CW) dan *counterclock wise* (CCW). Hasil dari penelitian yang telah dilakukan, diperoleh parameter terbaik adalah pada kecepatan putar 800 rpm. Kecepatan putar 800 rpm menghasilkan selisih dimensi produk yang paling mendekati terhadap dimensi master cetakan. Terdapat parameter-parameter yang dipertimbangkan untuk mengoptimalkan cetakan terhadap kendala keterisian logam cair diantaranya, penggunaan *rubber* elastis tidak memungkinkan untuk digunakan, penambahan *bridge*, dan penambahan *runner*. Berdasarkan data perbandingan persentase deviasi dimensi produk hasil *spin casting* yang telah diperoleh, tiap variasi parameter pengecoran menyajikan bahwa terdapat selisih angka yang tidak lebih dari 0,3 mm. Sehingga tidak ada pengaruh signifikan terhadap detail visualisasi produk.

Kata Kunci : *Souvenir*, *Spin Casting*, Parameter, Analisis Hasil.

ABSTRACT

Souvenirs are items that are usually small in size that are given, stored, or purchased as a memento or reminder of a place visited, an event, etc. spin casting is a metal casting method to make souvenirs or objects in the same amount with precise and consistent shapes. this method requires an appropriate parameter to carry out the casting process by paying attention to the rotating speed, time, and direction of rotation. This study aims to create and analyze the results of a typical Javanese hollow model metal souvenir product with a spin casting casting method using a laser cutting mold master. The spin casting process speed variation parameters used are 700 - 800 rpm speed, as well as using a rotating time of 20 seconds and 40 psi pressure, with the direction of rotation clockwise (CW) and counterclockwise (CCW). The results of the research that has been carried out are, obtained the best parameters are at a rotational speed of 800 rpm. The rotating speed of 800 rpm produces the closest product dimension difference to the dimensions of the master mold. There are parameters that are considered to optimize the mold against liquid metal filling constraints including, the use of elastic rubber is not possible to use, the addition of bridges, and the addition of runners. Based on the comparison data of the percentage deviation of the dimensions of the spin casting products that have been obtained, each variation of the casting parameters presents that there is a difference in numbers that is not more than 0.3 mm. Thus, there is no significant influence on the visualization details of the product.

Keywords: Souvenir, Spin Casting, Parameters, Results Analysis.

DAFTAR ISI

Pernyataan Keaslian	ii
Lembar Pengesahan Dosen Pembimbing	iii
Lembar Pengesahan Dosen Penguji	iv
Halaman Persembahan	v
Halaman Motto	vi
Kata Pengantar atau Ucapan Terima Kasih	vii
Abstrak	ix
Daftar Isi	xi
Daftar Tabel	xiv
Daftar Gambar	xv
Daftar Notasi	xviii
Bab 1 Pendahuluan	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian atau Perancangan	3
1.5 Manfaat Penelitian atau Perancangan	3
1.6 Sistematika Penulisan	3
Bab 2 Tinjauan Pustaka	5
2.1 Kajian Pustaka	5
2.2 Dasar Teori	6
2.2.1 Souvenir	6
2.2.2 Spin Casting	6
2.2.3 <i>Computer Aided Design (CAD)</i>	7
2.2.4 <i>Laser Cutting</i>	8
2.2.5 <i>Silicone Rubber Mold</i>	8
2.2.6 Vulkanisir	9
2.2.7 <i>Zinc Alloy</i>	9
Bab 3 MetodE Penelitian	10
3.1 Alur Penelitian	10

3.1.1	Penjelasan Alur Penelitian.....	12
3.2	Peralatan dan Bahan.....	14
3.2.1	Perangkat Keras.....	14
3.2.2	Perangkat Lunak.....	16
3.2.3	Bahan.....	17
3.3	Paramater Penelitian.....	19
3.3.1	Parameter Konstan.....	19
3.3.2	Parameter Proses.....	19
3.4	Penelitian.....	20
3.4.1	Kriteria Desain.....	20
3.4.2	Konsep Desain.....	21
3.4.3	Perancangan Desain.....	22
3.4.4	Pembuatan Master Cetakan.....	23
3.4.5	Proses Vulkanisir Cetakan Master.....	24
3.4.6	Proses Pengecoran Produk Souvenir.....	27
Bab 4	Hasil dan Pembahasan.....	28
4.1	Hasil Perancangan Desain Produk.....	28
4.2	Proses Pembuatan Master.....	29
4.2.1	Parameter <i>software</i> laser.....	29
4.3	Pembahasan Hasil Vulkanisir Master.....	31
4.4	Pengoptimalan Cetakan terhadap Keterisian Logam Cair.....	31
4.4.1	<i>Testing</i> Proses.....	31
4.4.2	Percobaan Pengecoran (Analisa Kendala dan Solusi).....	33
4.5	Hasil <i>Spin Casting</i>	35
4.6	Hasil Pengukuran pada Produk <i>Spin Casting</i>	38
4.6.1	Data Hasil <i>Spin Casting</i> 700 rpm.....	38
4.6.2	Data Hasil <i>Spin Casting</i> 750 rpm.....	40
4.6.3	Data Hasil <i>Spin Casting</i> 800 rpm.....	41
4.6.4	Grafik Perbandingan Dimensi tiap Parameter dan Produk.....	43
4.7	Analisis dan Pembahasan.....	46
4.7.1	Penentuan Parameter Terbaik <i>Spin Casting</i>	46
4.8	<i>Finishing</i>	50

4.9	Kendala	51
Bab 5	Penutup.....	52
5.1	Kesimpulan	52
5.2	Saran atau Penelitian Selanjutnya.....	52
Daftar Pustaka	54

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Parameter Konstan.....	19
Tabel 3. 2 Parameter Proses	20
Tabel 3. 3 Variasi Parameter Percobaan.....	20
Tabel 4. 1 Keterangan Dimensi <i>souvenir</i> Majapahit	28
Tabel 4. 2 Dimensi Master <i>souvenir</i> Majapahit	28
Tabel 4. 3 Dimensi Master <i>souvenir</i> Gunungan	29
Tabel 4. 4 Dimensi Produk <i>all souvenir</i> 700 rpm CW	38
Tabel 4. 5 Dimensi Produk <i>all souvenir</i> 700 rpm CCW	39
Tabel 4. 6 Dimensi Produk <i>all souvenir</i> 750 rpm CW	40
Tabel 4. 7 Dimensi Produk <i>all souvenir</i> 750 rpm CCW	41
Tabel 4. 8 Dimensi <i>all souvenir</i> ‘Majapahit 1’ 800 rpm CW	41
Tabel 4. 9 Dimensi Produk <i>all souvenir</i> ‘Majapahit 1’ 800 rpm CCW.....	42
Tabel 4. 10 Dimensi Master Cetakan	46
Tabel 4. 11 Persentase Devisiasi <i>Souvenir</i> ‘Majapahit 1’ Arah Putar CW	47
Tabel 4. 15 Persentase Devisiasi <i>Souvenir</i> ‘Majapahit 1’ Arah Putar CCW.....	47

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2- 1 <i>Spin Casting Process</i>	7
Gambar 2- 2 Peran CAD dalam Proses Desain Produk.....	8
Gambar 3- 1 Alur Penelitian.....	11
Gambar 3- 2 Mesin <i>Spin Casting C-400 Matic</i>	14
Gambar 3- 3 Mesin Vulkanisir P-400 <i>Matic</i>	14
Gambar 3- 4 Mesin Pelebur Material F-120 <i>Matic</i>	15
Gambar 3- 5 Mesin <i>Laser Cutting</i> Hans Yueming Laser	15
Gambar 3- 6 Jangka Sorong Digital	15
Gambar 3- 7 <i>Rubber Mold</i>	16
Gambar 3- 8 <i>Precisiom Knife</i>	16
Gambar 3- 9 <i>Linoleum Cutter</i>	16
Gambar 3- 10 <i>Software Autodesk ArtCAM 2018</i>	17
Gambar 3- 11 <i>Corel Draw</i>	17
Gambar 3- 12 <i>Software Lightburn 1.6.00</i>	17
Gambar 3- 13 <i>Akrilik</i>	18
Gambar 3- 14 <i>Zinc alloy</i>	18
Gambar 3- 15 <i>Rubber Elastis</i>	18
Gambar 3- 16 <i>Talc</i>	19
Gambar 3- 17 Konsep Desain Majapahit	21
Gambar 3- 18 Konsep Desain Gunungan	21
Gambar 3- 19 Desain 3D <i>souvenir</i> Majapahit	22
Gambar 3- 20 Desain 3D <i>souvenir</i> Gunungan.....	23
Gambar 3- 21 Pemesinan <i>laser cutting</i>	23
Gambar 3- 22 Penataan Posisi Master dan Penekanan Master.....	24
Gambar 3- 23 Menutupi Lubang pada Master dengan <i>Rubber Elastis</i>	24
Gambar 3- 24 Memasang Pin dan Memberi <i>Talc</i> pada Permukaan <i>Rubber</i>	25
Gambar 3- 25 Pemasangan <i>Rubber Mold</i> bagian atas.....	25
Gambar 3- 26 Proses Sayat Tonjolan Pin Pengunci	25
Gambar 3- 27 Menutup <i>Rubber</i> dan Mengunci <i>Molding Frame</i>	25
Gambar 3- 28 Proses memasukkan <i>molding frame</i> ke mesin vulkanisir.....	26

Gambar 3- 29 Hasil Vulkanisir.....	26
Gambar 3- 30 Hasil Cetakan Setelah <i>Finishing</i> dan <i>Runner ingate</i>	26
Gambar 3- 31 Proses Penuangan Zinc ke Mesin <i>Spin Casting</i>	27
Gambar 3- 32 Proses Pasca Pegecoran <i>Spin Casting</i>	27
Gambar 4- 1 Desain 3D <i>souvenir</i> Majapahit	28
Gambar 4- 2 Desain 3D <i>souvenir</i> Gunungan.....	29
Gambar 4- 3 Parameter <i>Laser Cutting</i> Majapahit	30
Gambar 4- 4 Parameter <i>Laser Cutting</i> Gunungan.....	30
Gambar 4- 5 Hasil Pemesinan <i>Laser Cutting</i>	30
Gambar 4- 6 Kondisi Master Cetakan gunungan setelah Vulkanisir	31
Gambar 4- 7 Hasil <i>Testing</i> Pengecoran	32
Gambar 4- 8 Hasil dan Proses Pembuatan Ventilasi Udara pada <i>Rubber</i>	32
Gambar 4- 9 Kendala Kecacatan diproduksi <i>souvenir</i> ‘Majapahit 1-3’	33
Gambar 4- 10 Penambahan Runner pada produk <i>souvenir</i> ‘majapahit 1-3’	34
Gambar 4- 11 Kendala Kecacatan Produk <i>Souvenir</i> Gunungan	34
Gambar 4- 12 Hasil Cetakan Gunungan setelah diberi <i>bridge</i>	35
Gambar 4- 13 Hasil Pengecoran 700 rpm CW	35
Gambar 4- 14 Hasil Pengecoran 800 rpm CW	36
Gambar 4- 15 Hasil Pengecoran 750 rpm CW	36
Gambar 4- 16 Hasil Pengecoran 750 rpm CW	37
Gambar 4- 17 Hasil Pengecoran 800 rpm CW	37
Gambar 4- 18 Hasil Pengecoran 800 rpm CCW	38
Gambar 4- 19 Grafik Dimensi <i>Souvenir</i> ‘Majapahit 1’ Arah Putar CW.....	43
Gambar 4- 20 Grafik Dimensi <i>Souvenir</i> ‘Majapahit 2’ Arah Putar CW.....	44
Gambar 4- 21 Grafik Dimensi <i>Souvenir</i> ‘Majapahit 3’ Arah Putar CW.....	44
Gambar 4- 22 Grafik Dimensi <i>Souvenir</i> ‘Gunungan’ Arah Putar CW.....	44
Gambar 4- 23 Grafik Dimensi <i>Souvenir</i> ‘Majapahit 1’ Arah Putar CCW	44
Gambar 4- 24 Grafik Dimensi <i>Souvenir</i> ‘Majapahit 2’ Arah Putar CCW	45
Gambar 4- 25 Grafik Dimensi <i>Souvenir</i> ‘Majapahit 3’ Arah Putar CCW	45
Gambar 4- 26 Grafik Dimensi <i>Souvenir</i> ‘Gunungan’ Arah Putar CCW.....	45
Gambar 4- 27 Grafik Persentase Devisiasi <i>Souvenir</i> ‘Majapahit 1’	48
Gambar 4- 28 Grafik Persentase Devisiasi <i>Souvenir</i> ‘Majapahit 2’	49

Gambar 4- 29 Grafik Persentase Devisiasi <i>Souvenir</i> ‘Majapahit 3’	49
Gambar 4- 30 Grafik Persentase Devisiasi <i>Souvenir</i> ‘Gunungan’	49
Gambar 4- 31 <i>Finishing</i> Produk	50
Gambar 4- 32 Kendala Rubber Elastis sobek/lepas.....	51

DAFTAR NOTASI

CW	=	Clockwise
CCW	=	Counter Clockwise
Psi	=	<i>Pounds Per Inch</i>
Rpm	=	<i>Revolution Per Minute</i>
°C	=	Celcius
%DEV	=	Persentase Deviasi
Mm	=	milimeter
3D	=	3 Dimensi
2D	=	2 Dimensi
BPS	=	Badan Pusat Statistik
Wisnus	=	Wisatawan Nusantara
P	=	Panjang
L	=	Lebar
T	=	Tebal

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Deputi Bidang Statistik Distribusi dan Jasa BPS Pudji Ismartini mengungkapkan bahwa dibandingkan periode yang sama pada 2019 (sebelum pandemi) total perjalanan wisnus juga meningkat 23,83%. Dari jumlah wisnus pergi jalan-jalan di dalam negeri itu, sebanyak 74,33%. mayoritas berwisata di daerah pulau Jawa. Jawa Timur adalah provinsi yang paling sering dikunjungi wisatawan nusantara selama tahun 2023, dengan jumlah 116,70 juta perjalanan (26,92%), Surabaya menjadi kota yang paling populer dikunjungi dengan 10,06 juta kunjungan. Disusul dengan Jawa Tengah, menyumbang 14,55% atau sekitar 5,72 juta perjalanan. DI Yogyakarta, dengan daya tarik budaya dan sejarah yang kaya, telah menjadi destinasi favorit dengan presentasi kunjungan sebesar 3,72% dan total 5,66 juta perjalanan. Adapun asal wisatawan domestik di Indonesia yang melakukan perjalanan wisata tersebut, terbanyak dari Jawa Timur dengan jumlah terbanyak, yaitu 115,91 juta perjalanan.

Ber-angkat dari sejarah, simbol, dan kebudayaan yang penuh filosofi suku Jawa dan diimplementasikan berupa *souvenir* atau cenderamata yang berbahan dasar logam *Souvenir* adalah barang yang biasanya berukuran kecil dan relatif murah yang diberikan, disimpan, atau dibeli sebagai kenang-kenangan atau pengingat akan suatu tempat yang dikunjungi, suatu peristiwa, dll.

Pembuatan *souvenir* dapat menggunakan mesin *spin casting*. *Spin casting* merupakan metode pengecoran logam 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 mold* diputar pada mesin pemutar dengan parameter tertentu, kemudian logam yang telah dicairkan dimasukkan ke dalam cetakan *rubber mold* (Karpitschka et al., 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 et al., 2014).

Penelitian ini menggunakan mesin *spin casting* C-400 bermula dari proses pembuatan desain kemudian melakukan pemesinan *laser cutting* 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* bros/pin surya majapahit dan gantungan kunci gunung dengan melakukan parameter percobaan perubahan variasi kecepatan putar, arah putar, dan perekayasaan *rubber mold* untuk mendapatkan hasil yang terbaik.

1.2 Rumusan Masalah

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

1. Bagaimana pengaruh dari setiap variasi parameter percobaan *spin casting* terhadap hasil pengecoran *spin casting*?
2. Apa saja parameter-parameter yang dipertimbangkan untuk mengoptimalkan cetakan terhadap kendala keterisian logam cair?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini meliputi beberapa hal sebagai berikut:

1. Pembuatan produk *souvenir* menggunakan mesin *spin casting* C400 matic.
2. Master cetakan dibuat menggunakan proses pemesinan *laser cutting*.
3. Pembuatan desain 3D menggunakan *autodesk artcam* 2018.
4. Bahan master cetakan menggunakan akrilik.
5. Menggunakan penambahan *rubber* elatis, pada model yang berongga saat proses vulkanisir cetakan.
6. Material logam yang digunakan adalah *zinc alloy*.

7. Variasi kecepatan putar *spin casting* 700 - 800 rpm.
8. Variasi arah putar searah jarum jam (CW) dan berlawanan arah jarum jam (CCW)
9. Waktu putar *spin casting* 20 s dan tekanan *spin casting* 40 psi.
10. *Runner* lurus
11. Analisis hasil pengecoran *spin casting* hanya pada dimensi (P, L, dan T).

1.4 Tujuan Penelitian atau Perancangan

Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui pengaruh dari setiap variasi parameter percobaan *spin casting* terhadap produk hasil *spin casting*, serta menentukan parameter kecepatan putar terbaik *spin casting* yang telah dilakukan.

1.5 Manfaat Penelitian atau Perancangan

Manfaat dari penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

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

1.6 Sistematika Penulisan

Adapun penyusunan laporan ini menggunakan sistematika penulisan sebagai berikut:

BAB 1 PENDAHULUAN

Pada bab ini berupa uraian yang berisikan tentang latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan perancangan, manfaat perancangan, dan sistematika penulisan.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisikan penjelasan kajian pustaka, dasar teori, sitasi yang digunakan, dan persamaan matematika.

BAB 3 METODOLOGI PERANCANGAN

Bab ini berisikan penjelasan tentang metodologi penelitian, berisi langkah-langkah dan metode yang digunakan pada penelitian ini.

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisikan tentang hasil dari perancangan yang telah dilakukan dan membahas analisis tentang data-data yang telah didapatkan.

BAB 5 PENUTUP

Bab ini berisikan tentang kesimpulan dan saran dari hasil pelaksanaan tugas akhir

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kajian Pustaka

Dalam penelitian tentang “Analisis Hasil Spin Casting Dalam Pembuatan Produk Gantungan Kunci Menggunakan Master Cetakan Dari 3d Print Resin Dan *Laser Cutting*”. Kualitas dari produk spin casting dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu suhu, kecepatan putar, master dan *rubber mold*. Master yang digunakan dalam proses spin casting mempengaruhi hasil produk. Selain master kecepatan putar juga mempengaruhi keterisian logam pada cetakan. Apabila kecepatan putar kurang, maka keterisian logam tidak merata. Selain itu bila kecepatan putar terlalu cepat, maka logam akan meluber. Oleh karena itu perlu adanya parameter terbaik spin casting dengan variasi kecepatan agar menghasilkan produk dengan visual yang baik. Penelitian ini menggunakan master 3D print resin dan *laser cutting*. Parameter variasi kecepatan proses spin casting yang digunakan adalah kecepatan 750 rpm dan 800 rpm, serta menggunakan waktu putar 20 detik dan tekanan 40 psi. Hasil proses spin casting penelitian ini mendapatkan parameter terbaik yaitu dengan kecepatan 800 rpm, arah putar CW, waktu putar 20 detik dengan tekanan 40 psi (Amin, 2022).

Dalam penelitian lain tentang “Pengaruh Bentuk Runner Pada Cetakan Rtv *Silicone Rubber*, Kecepatan Dan Arah Putar Mesin *Spin Casting* Terhadap Keberhasilan Dan Kualitas Produk Kerajinan Pewter”. Pada penelitian ini untuk mengetahui bentuk runner dan posisi relief, arah dan kecepatan putar mesin *spin casting* terhadap tingkat keberhasilan produksi serta membandingkan dan merumuskan cetakan yang paling optimal. Tahapan penelitian yang dilakukan adalah membuat master cetakan, membuat cetakan dengan RTV *silicone rubber* : *catalyst* : *talc* dengan komposisi 50: 1: 20, pengecoran dengan arah putar CW dan CCW, kecepatan putar mesin 500 rpm dan 250 rpm, serta mengevaluasi secara visual hasil pengecoran. Hasil penelitian menunjukkan cetakan yang paling optimal adalah cetakan yang memiliki bentuk runner lurus dengan model cetakan persegi akibat gaya sentrifugal yang searah dengan runner. Arah putaran mesin

tidak berpengaruh terhadap bentuk runner lurus. Kecepatan putar mesin spin casting 500rpm menghasilkan produk yang lebih baik jika dibandingkan dengan kecepatan 250 rpm (Arifin Z, 2019).

Dalam penelitian lain tentang “Analisis Karakteristik Produk Hasil Spin Casting Menggunakan Master Cetakan Yang Dibuat Dengan 3d Print Resin, Cnc Dan Laser Cutting”. Pada penelitian ini mengetahui parameter yang paling optimal digunakan dalam proses spin casting untuk mendapat hasil yang terbaik dengan memvariasikan arah putar dan kecepatan putar. didapatkan karakteristik hasil spin casting dari master cetakan yang dibuat dengan 3d print resin memiliki hasil halus dan detil tetapi ada sebagian yang tidak halus/rata. Karakteristik hasil spin casting dari master cetakan yang dibuat dengan cnc memiliki hasil halus dan detil tetapi memiliki kontur. Karakteristik hasil spin casting dari master cetakan yang dibuat dengan laser cutting memiliki hasil kasar bergaris-garis dan detil tetapi sebagian detil yang kecil tidak detil. Parameter spin casting yang paling optimal yaitu dengan arah putar clockwise (CW) dan kecepatan putar 800 rpm (Prawira, 2022).

2.2 Dasar Teori

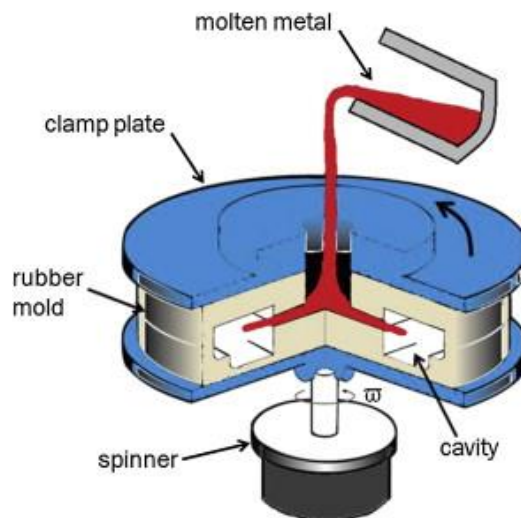
2.2.1 Souvenir

Souvenir merupakan produk kerajinan tangan yang berfungsi sebagai cenderamata atau kenang-kenangan yang diberikan pada suatu kegiatan tertentu dari orang lain atau diperoleh dari tempat wisata yang dikunjungi (Putra, 2021).

2.2.2 Spin Casting

Pengecoran putar, atau dikenal juga sebagai pengecoran cetakan karet sentrifugal (CRMC), adalah teknik pengecoran yang menggunakan gaya sentrifugal untuk mengisi cetakan yang terbuat dari karet. Teknologi ini dikembangkan pada tahun 1930-an, tetapi penggunaannya terbatas pada barang-barang ornamen; pada tahun 1960-an hingga 1970-an, pengecoran putar menjadi proses yang menarik untuk produksi pengecoran logam yang presisi dan tahan lama. Cetakan, yang berbentuk cakram, ditempatkan dan dijepit secara manual

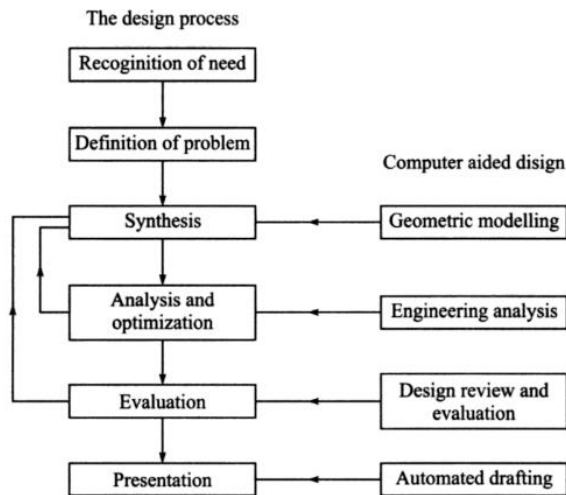
dengan tekanan yang sesuai ke dalam mesin, yang disebut spin caster. Setelah diamankan, ia mulai berputar di sekitar sumbu vertikal pada kecepatan tertentu (dari 100 hingga 1000 rpm) sementara logam cair dituangkan melalui *sprue* yang ditempatkan di bagian tengah atas cetakan (Gambar 2-1). Sebagai akibat dari gaya yang dihasilkan oleh pemintalan, logam cair mengisi rongga dan memadat di bawah tekanan. *Spin casting* khususnya digerakkan oleh gaya sentrifugal, coriolis, dan gesekan (Kapranos et al., 2014). Gambar 2- 1 menunjukkan proses *spin casting*, dibawah ini.



Gambar 2- 1 *Spin Casting Process*

2.2.3 *Computer Aided Design (CAD)*

Computer Aided Design atau yang dikenal sebagai CAD merupakan perangkat lunak yang berfungsi membantu desainer dalam melakukan perancangan sebuah produk menjadi lebih mudah karena menggunakan komputer. Jika di masa lalu desainer mengandalkan gambar 2D dengan tangan untuk mengkomunikasikan desain perancangannya sebelum masuk proses manufaktur, dengan adanya CAD telah banyak desain perancangan serta pengembangannya yang dibuat dalam bentuk 3D model (Ramnath et al, 2020). Dengan meningkatnya teknologi yang ada pada CAD seiring dengan meningkatnya para pengguna teknologi tersebut, maka inovasi-inovasi produk akan semakin meningkat karena dimudahkannya para desainer ini dalam berinovasi (Murthy dan Mani, 2012). Peran CAD dalam proses desain produk dapat dilihat pada gambar 2- 2



Gambar 2- 2 Peran CAD dalam Proses Desain Produk
(Narayan et al., 2008)

2.2.4 *Laser Cutting*

Laser cutting adalah sebuah teknologi yang menggunakan laser untuk memotong material dan biasanya diaplikasikan pada industri manufaktur. *Laser cutting* bekerja dengan cara mengarahkan laser berkekuatan tinggi untuk memotong material dan digunakan komputer untuk mengarahkannya. (Saputro dan Darwis, 2020). *Laser cutting* merupakan salah satu proses yang sering digunakan sebagai alternatif dari permesinan konvensional. Kelebihan dari *laser cutting* adalah hasil pemotongan yang memiliki kualitas baik dan mencegah kerusakan produk yang dihasilkan. Mesin *laser cutting* memiliki kepresisian intensitas yang tinggi dalam pemotongan logam, selain itu *laser aided cutting* dalam dunia manufaktur dapat digunakan untuk memotong berbagai macam material seperti logam, (Dubey dan Yadava, 2008)

2.2.5 *Silicone Rubber Mold*

Rubber Mold atau karet silikon yang digunakan pada proses spin casting sebagai cetakan master yang berongga dan modelnya seperti cakram karena mengikuti prinsip kerja *spin casting* yang berputar pada poros. Karena silikon mampu menahan panas hingga 500°C. Silikon ini terbuat dari bahan karet yang fleksibel sehingga mudah dibentuk dan bisa diproduksi dengan cepat dan mudah. Silikon juga memiliki kelebihan dapat membuat cetakan secara detail dan memiliki

sifat kimia, fisiologis yang stabil dan juga tahan korosi yang sangat baik. Dalam pemakaian yang terus menerus digunakan *spin casting* akan membuat karet akan longgar maka disarankan setiap sekalian pemakaian diistirahatkan terlebih dahulu karena sangat berpengaruh dan agar tidak cepat rusak (Setiawan et al., 2017).

2.2.6 Vulkanisir

Vulkanisasi adalah proses pengikatan silang molekul karet secara kimia dengan bahan organik/anorganik melalui aksi panas dan tekanan. Karet yang diikat silang secara kimia disebut vulkanisat (Bin Samsuri, 2010). 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.

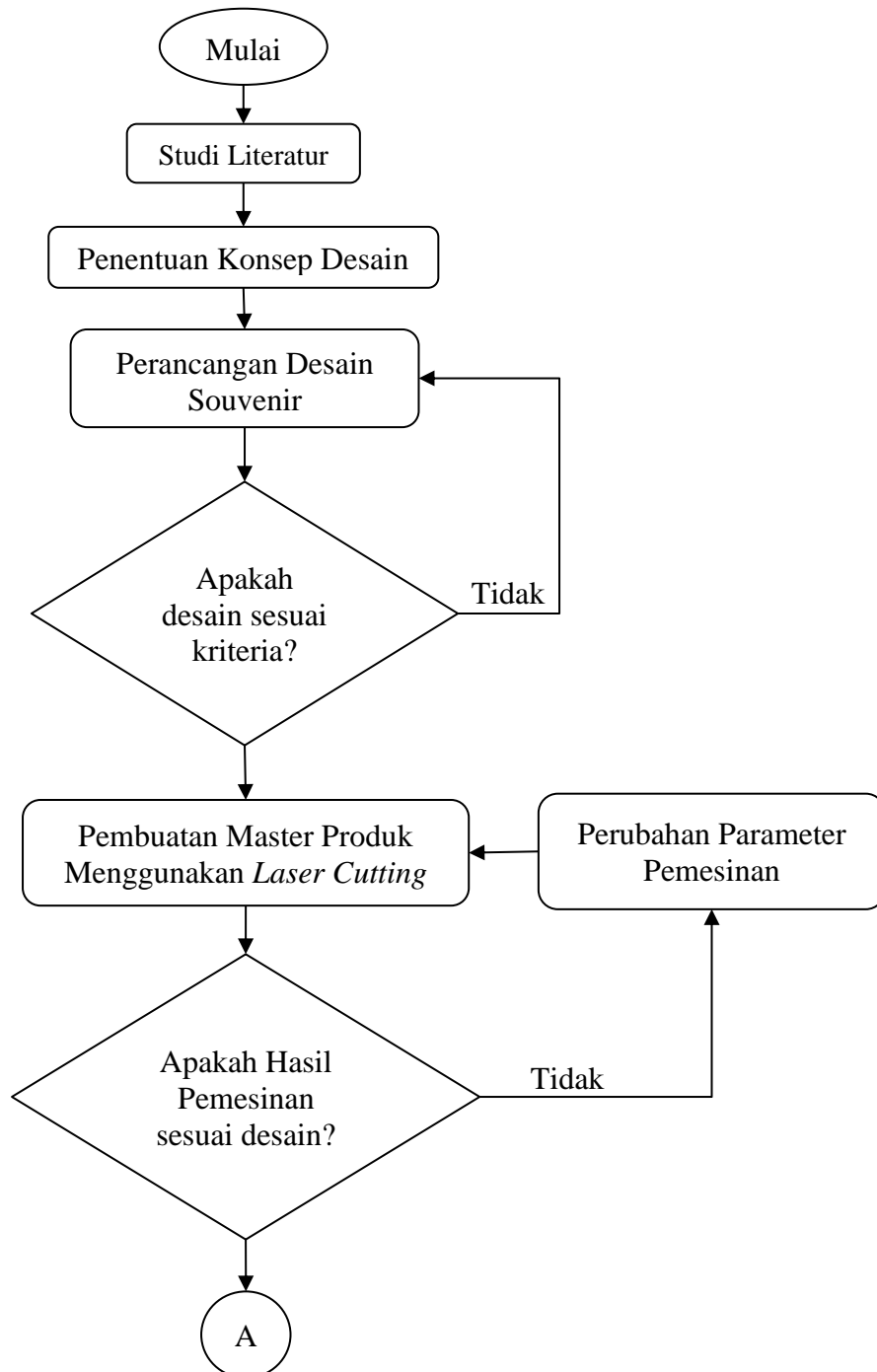
2.2.7 Zinc Alloy

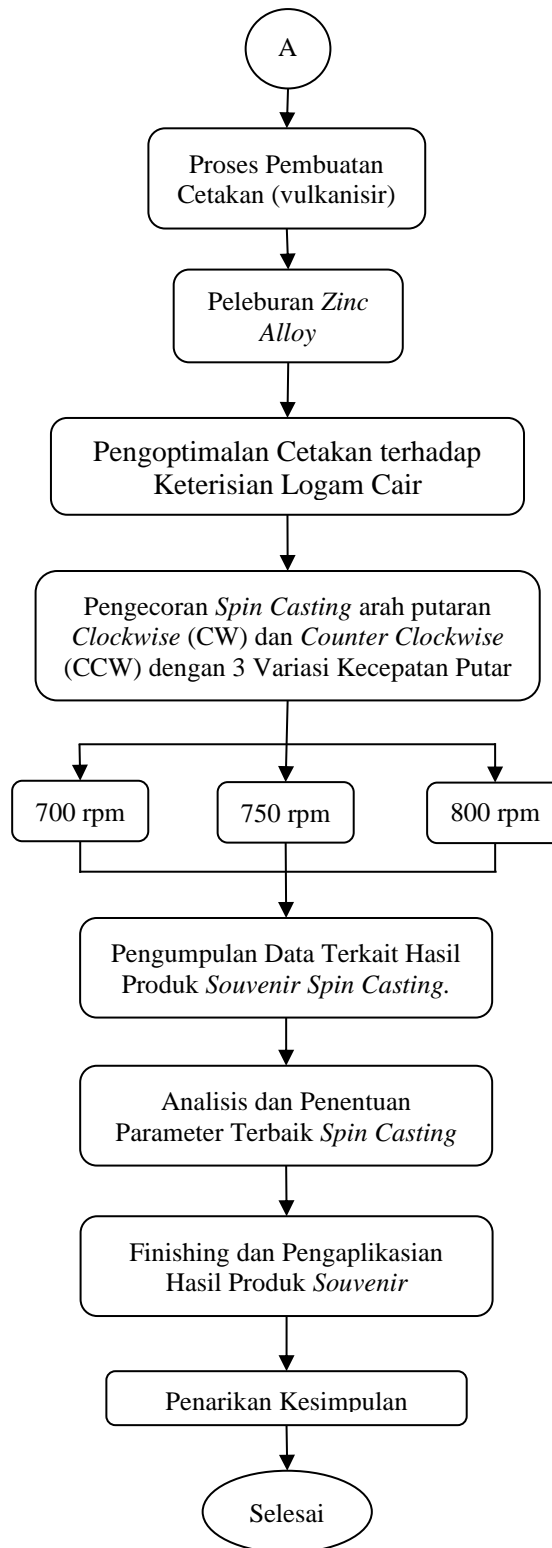
Zinc Alloy merupakan logam paduan yang mengandung unsur campuran dari seng (Zn) dengan aluminum (Al), magnesium (Mg) dan tembaga (Cu). Paduan dari logam ini dapat juga disebut dengan zamak. Material ini memiliki titik leleh yang rendah dan fluiditas tinggi sehingga cocok digunakan untuk material pengecoran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

BAB 3 METODE PENELITIAN

3.1 Alur Penelitian

Alur penelitian yang dilakukan dapat dilihat pada *flowchart* gambar 3- 1 dibawah ini :





Gambar 3- 1 Alur Penelitian

3.1.1 Penjelasan Alur Penelitian

1. Mulai

Penelitian ini berjudul Pembuatan dan “Analisis Hasil Produk Souvenir Logam Model Berongga Khas Jawa dengan Metode Pengecoran *Spin Casting* menggunakan Master Cetakan *Laser Cutting*.”

2. Studi Literatur

Studi literatur terlebih dahulu dilakukan sebelum melakukan percobaan penelitian. Tujuannya adalah untuk mencari referensi teori yang berkaitan dengan penelitian ini mengenai analisis hasil *spin casting*. Studi literatur dilakukan dengan membaca buku, jurnal atau tulisan-tulisan terkait yang pernah dibuat sebelumnya.

3. Penentuan Konsep dan Kriteria Desain

Konsep Desain adalah ide inti yang fokus pada perancangan suatu produk/karya yang dijelaskan melalui kumpulan sketsa, gambar, dan pernyataan tertulis.

4. Perancangan Desain *Souvenir*

Membuat desain produk souvenir visual 3D dengan menggunakan aplikasi dari ArtCAM 2018 yang dilakukan pada penelitian ini untuk memudahkan membuat master pemesinan.

5. Apakah Desain sesuai kriteria?

Jika desain sudah sesuai dengan kriteria maka bisa melanjutkan ke tahap berikutnya, jika tidak maka akan dilakukan perancangan desain lagi.

6. Pembuatan Master Produk Menggunakan *Laser Cutting*

Proses pembuatan master dengan menggunakan pemesinan *laser cutting* CO² Hans Yueming Laser 100 watt. Dalam pemesinan ini menggunakan bahan master akrilik.

7. Apakah Hasil Pemesinan sesuai Desain?

Dalam hasil ini jika sudah sesuai parameter yang diinginkan dan sudah sesuai dengan desain maka akan lanjut tahap selanjutnya, jika belum sesuai maka akan kembali melakukan pemesinan lagi dengan mengubah parameter-parameternya hingga hasil yang terbaik.

8. Proses pembuatan cetakan (vulkanisir)

Pembuatan cetakan dengan menggunakan rubber mold ke mesin vulkanisir dengan penekanan sebesar 100 psi, suhu 180°C dengan waktu 3600 s.

9. Peleburan *zinc alloy*

Proses peleburan material logam zinc alloy menggunakan mesin pelebur material F-120 *matic*.

10. Pengoptimalan cetakan terhadap keterisian logam cair

Pengoptimalan Ccetakan terhadap keterisian logam cair, berfungsi untuk mengetahui kendala apa saja yang dapat memperngaruhi kualitas hasil pengecoran. Lalu dilakukan rekayasa pada cetakan guna memaksimalkan keterisian logam.

11. Pengecoran spin casting

Dalam proses spin casting ini penulis memvariasikan parameter agar mendapatkan hasil dan data yang diinginkan, parameter yang divariasikan yaitu kecepatan putaran. Untuk kecepatan putarnya menggunakan 3 variasi 700 rpm, 750 rpm, dan 800 rpm. Untuk parameter tetap yang digunakan yaitu arah putar *clockwise* dan *counter-clockwise*, tekanan 40 Ppsi, waktu putar 20 detik

12. Pengumpulan data terkait hasil produk.

Pengumpulan data terkait dengan pengukuran dimensi (P, L, dan T) produk hasil pengecoran spin casting pada setiap parameter variasi. Pengukuran dilakukan dengan menggunakan jangka sorong digital.

13. Analisis dan penentuan parameter terbaik spin casting

Setelah melakukan pengukuran dimensi produk jadi, maka akan didapatkan data yang akan diolah dan diperlukan untuk menentukan parameter kecepatan putar terbaik.

14. Finishing

Dalam proses ini produk jadi akan direkayasa permukaanya agar terlihat menarik.

15. Penarikan kesimpulan

16. Selesai

3.2 Peralatan dan Bahan

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

3.2.1 Perangkat Keras

1. Mesin *Spin Casting*

Mesin yang digunakan tipe C-400 *Matic* yang ada di laboratorium Teknik Mesin Universitas Islam Indonesia. Berikut mesin spin casting c-400 *matic* dapat dilihat pada gambar 3-2.



Gambar 3- 2 Mesin *Spin Casting* C-400 *Matic*

2. Mesin Vulkanisir

Digunakan untuk membuat cetakan produk *souvenir* yang akan dibuat pada *silicone rubber*. Mesin yang digunakan ini bertipe P-400 *Matic* yang ada di Laboratorium Teknik Mesin Universitas Islam Indonesia. Berikut mesin vulkanisir dapat dilihat pada gambar 3- 3.



Gambar 3- 3 Mesin Vulkanisir P-400 *Matic*

3. Mesin Pelebur Material

Digunakan untuk melebur material logam zinc agar menjadi cair ini bertipe F-120 *Matic* yang ada di Laboratorium Teknik Mesin Universitas Islam Indonesia. Berikut mesin pelebur dapat dilihat pada gambar 3- 4.



Gambar 3- 4 Mesin Pelebur Material F-120 *Matic*

4. Mesin *Laser Cutting*

Laser Cutting ini digunakan untuk membuat master produk souvenir yang menggunakan metode laser. Berikut mesin *laser cutting* dapat dilihat pada gambar 3- 5.



Gambar 3- 5 Mesin *Laser Cutting* Hans Yueming Laser

5. Jangka Sorong Digital

Digunakan untuk mengukur dimensi hasil *spin casting* yang sudah jadi. Jangka sorong yang digunakan memiliki ketelitian 0.01mm. Berikut Jangka Sorong Digital dapat dilihat pada gambar 3- 6.



Gambar 3- 6 Jangka Sorong Digital

6. *Rubber Mold*

Rubber Mold yang digunakan adalah *Rubber Mold* dengan bahan *silicone* yang sudah disediakan di laboratorium. Cetakan karet ini memiliki dua sisi yaitu sisi atas dan bawah. Berikut *Rubber Mold* dapat dilihat pada gambar 3- 7.



Gambar 3- 7 *Rubber Mold*

7. *Precision Knife*

Berfungsi untuk menyayat *rubber mold* dan membuat *bridge* pada *rubber* elastis. Berikut *Precision Knife* dapat dilihat pada gambar 3- 8.



Gambar 3- 8 *Precision Knife*

8. *Linoleum cutter*

Berfungsi untuk alat bantu membuat *runner* dan *gate* pada *silicone rubber mold*. Berikut *linoleum cutter* dapat dilihat pada gambar 3- 9.



Gambar 3- 9 *Linoleum Cutter*

3.2.2 Perangkat Lunak

1. ArtCAM 2018

Pada penelitian ini membuat desain 3D *souvenir* Surya Majapahit dan Gunungan menggunakan *Autodesk Artcam* 2018 yang dapat dilihat pada gambar 3- 10.



Gambar 3- 10 *Software Autodesk ArtCAM 2018*

2. CorelDraw

Pada penelitian ini membuat format desain 2D *setup* untuk *engraving cutting souvenir* Majapahit menggunakan *software* Corel Draw yang dapat dilihat pada gambar 3- 11.



Gambar 3- 11 Corel Draw

3. Lightburn

Digunakan untuk proses pemesinan *laser cutting*, dengan *file* yang digunakan yaitu dxf atau svg. Berikut *software lightburn* yang dapat dilihat pada gambar 3- 11.



Gambar 3- 12 *Software Lightburn 1.6.00*

3.2.3 Bahan

1. Akrilik

Bahan yang digunakan pada pembuatan master cetakan menggunakan akrilik dengan ketebalan 2,82 mm untuk pemesinan *laser cutting*.



Gambar 3- 13 Akrilik

2. *Zinc alloy*

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



Gambar 3- 14 *Zinc alloy*

3. *Rubber* lunak dan elastis

digunakan untuk menambal bagian berlubang pada master, bertujuan agar mempermudah pembentukan pola yang berlubang pada saat proses vulkanisir..



Gambar 3- 15 *Rubber* Elastis

4. *Talc*

Digunakan untuk membantu mengurangi rekatan antar *silicone rubber* selama proses vulkanisir.



Gambar 3- 16 Talc

3.3 Paramater Penelitian

Penelitian ini memiliki beberapa parameter sebagai acuan untuk proses *spin casting*. Parameter yang digunakan yaitu ada parameter konstan dan parameter proses melakukan *spin casting* saat pengecoran.

3.3.1 Parameter Konstan

Penelitian ini memakai parameter konstan sebagai acuan. Parameter ini didapatkan dari penelitian terdahulu, dimana parameter yang terdahulu merupakan parameter yang terbaik. Parameter konstan yaitu parameter yang tidak divariasikan seperti tekanan, suhu vulkanisir, waktu vulkanisir dan semacamnya (Damayanti, 2017).

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	Tekanan <i>Spin Casting</i>	40	psi
5	Suhu Material	450-500	°C

3.3.2 Parameter Proses

Parameter proses merupakan parameter yang akan dijadikan sebagai bahan percobaan untuk mendapatkan hasil yang maksimal dalam penelitian ini sebagai berikut :

Tabel 3. 2 Parameter Proses

No	Variabel	Nilai	Satuan
1	Arah Putaran	CW dan CCW	
2	Kecepatan Putaran	700, 750, 800	Rpm
3	Waktu putaran	20	s

Tabel 3. 3 Variasi Parameter Percobaan

Produk	Parameter	Percobaan
Majapahit #1 Majapahit #2 Majapahit #3 Gunungan	750 rpm 20 s 40 psi CW	3
	750 rpm 20 s 40 psi CCW	3
	700 rpm 20 s 40 psi CW	3
	700 rpm 20 s 40 psi CCW	3
	800 rpm 20 s 40 psi CW	3
	800 rpm 20 s 40 psi CCW	3
Total		18

3.4 Penelitian

3.4.1 Kriteria Desain

Sebelum membuat 3D desain produk, penting untuk mempertimbangkan produk yang akan didesain, karena setiap pengecoran memiliki batasan dasar tertentu. Produk yang dipilih pada penelitian ini adalah barang bertema *souvenir* karena dimensinya yang mudah dicetak dalam *rubber mold* dengan ukuran maksimal 100mmx100mm. Di antara pemilihan produk *souvenir* sebagai berikut :

1. Gantungan Kunci
2. Bros/ pin
3. Tempelan kulkas
4. Hiasan dompet

Gantungan kunci dan bros/pin menjadi *souvenir* yang dipilih. Produk souvenir harus memiliki kriteria desain yang ditentukan dalam penelitian ini.

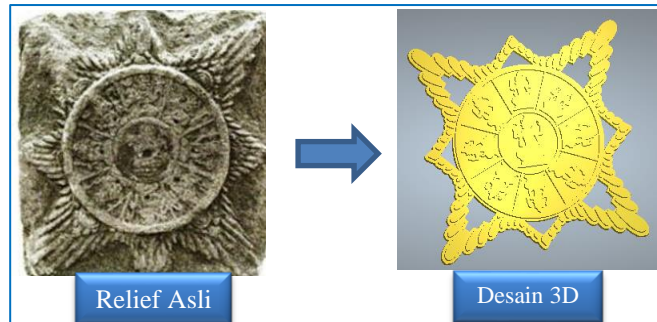
Kriteria desain master cetakan adalah sebagai berikut :

1. Model *souvenir* berongga/berlubang,
2. Souvenir memiliki dimensi yang berbeda-beda,
3. Arah aliran logam cair balik menuju ke pusat,
4. Desain mempresentasikan simbol dan kebudayaan Jawa.

3.4.2 Konsep Desain

Selanjutnya melakukan konsep desain yang akan dibuat dengan berbagai parameter dan keterbaruan desain agar mengambil minat dan ketertarikan konsumen untuk membeli produk *souvenir*. Konsep desain bros/pin dan gantungan kunci diambil dari berbagai ide seperti berikut :

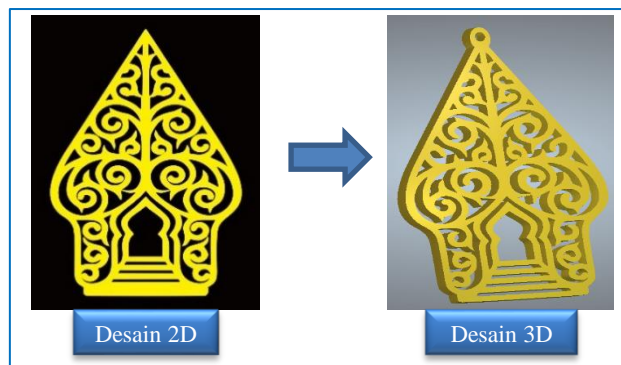
1. Desain Bros/pin



Gambar 3- 17 Konsep Desain Majapahit

Konsep desain dari *souvenir* bros/pin diambil dari bentuk ukiran Surya Majapahit yang paling umum. Kerajaan Majapahit merupakan salah satu kerajaan nusantara terbesar, yang berpusat di tanah Jawa. Aspek visual yang muncul dalam Surya Majapahit mengungkap mitologi yang berbasis pada sistem religi Jawa yang tercermin melalui motif-motif di dalamnya. Melalui penghubungan gambaran dewa dan latar warna terang pada ornamen pancaran dari simbol Surya Majapahit, dapat ditemukan adanya penerapan konsep budaya lama yakni loro-loroning atunggal dalam budaya Jawa (Adisukma, 2019).

2. Desain Gantungan Kunci

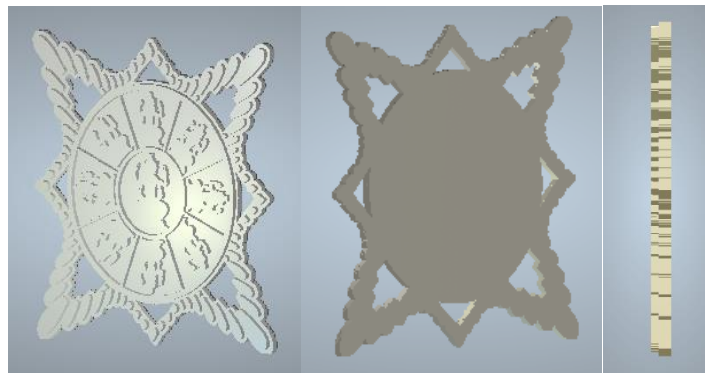


Gambar 3- 18 Konsep Desain Gunungan

Konsep desain *souvenir* plakat ini dengan konsep desain dari model plakat wayang khas jogja dengan seni dan kebudayaan yang diambil dari gunung wayang dengan filosofi dalam arti gunung (batas) “kehidupan manusia” semakin mengerucut dalam usia dan ilmu maka akan semakin mendekat kepada sang pencipta.

3.4.3 Perancangan Desain

Setelah menentukan kriteria desain dan konsep desain produk *souvenir* yang akan dibuat maka tahap selanjutnya membuat produk *souvenir* desain 3D dengan menggunakan aplikasi dari *ArtCAM 2018* yang dilakukan pada penelitian ini untuk memudahkan membuat master pemesinan. Bisa dilihat dibawah ini hasil perancangan desain produk *souvenir*.



Gambar 3- 19 Desain 3D *souvenir* Majapahit

Desain produk *souvenir* 1 adalah *souvenir* bros/pin yang menampilkan logo kerajaann terbesar dan terkuat Nusantara yang berpusat di tanah Jawa yaitu “Majapahit”. Hal ini ada penambahan lubang pada tiap sudut model, bertujuan untuk memperingan massa produk jadi dan tidak meninggalkan unsur estetika produk. Dimensi model dibuat tiga variasi :

1. Majapahit #1 : Panjang 48 mm,
Lebar 48 mm
Tebal 2 mm
Dalam grafir 0,62 mm
2. Majapahit #2 : Panjang 55 mm,
Lebar 55 mm
Tebal 2,85 mm

Dalam grafir 1,1 mm

3. Majapahit #3 : Panjang 59 mm

Lebar 59 mm

Tebal 2,85 mm

Dalam grafir 1,1 mm

Kemudian untuk desain *souvenir* 2 berjenis gantungan kunci ini menampilkan gunung wayang yang berarti ‘batas’ filosofi orang Jawa “setiap orang ada batas dalam kehidupan, untuk pengingat kepada yang sang pencipta”. Adapun dimensi gantungan kunci tebal 2,85 mm, lebar 44 mm dan panjang 65 mm.



Gambar 3- 20 Desain 3D *souvenir* Gunung

3.4.4 Pembuatan Master Cetakan

proses pembuatan master dengan menggunakan pemesian *laser cutting* CO^2 Hans Yueming Laser 100 watt. Dalam pemesian ini menggunakan bahan master akrilik. Master ini menjadi pola dasar bentuk *souvenir* pada cetakan *silicone rubber*. Berikut gambar 3- 21 merupakan proses pemesian laser cutting.



Gambar 3- 21 Pemesian *laser cutting*

3.4.5 Proses Vulkanisir Cetakan Master

Pencetakan master ini menggunakan *silicone rubber* dengan cara di vulkanisir. Vulkanisir digunakan untuk membuat cetakan model sebelum dilakukannya pengecoran. 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, sehingga menghasilkan pola refleksi dari master cetakan itu sendiri. Gambar 3- 22 sampai gambar 3- 30 berisi langkah-langkah dan penjelasan mengenai proses vulkanisir.

1. Menyiapkan master dan 2 buah *silicone rubber* yang akan digunakan. Dan kemudian meletakkan master diatas *silicone rubber*. Setelah itu master ditekan-tekan hingga sebagian badan master tertanam.



Gambar 3- 22 Penataan Posisi Master dan Penekanan Master

2. Menempelkan *rubber* elastis pada bagian master,yang berlubang, berguna untuk membantu membentuk pola yang berlubang pada saat vulkanisir.



Gambar 3- 23 Menutupi Lubang pada Master dengan *Rubber* Elastis

3. Memasang pin pengunci, kemudian memberikan bedak pada permukaan rubber dan dasar tempat moding, bertujuan agar tidak lengket.



Gambar 3- 24 Memasang Pin dan Memberi *Talc* pada Permukaan *Rubber*

4. Memasang bagian atas *silicone rubber* dan tekan-tekan hingga pin pengunci menonjol pada *silicone rubber* tersebut.



Gambar 3- 25 Pemasangan *Rubber Mold* bagian atas

5. Menyayat sedikit bagian yang menonjol pada tonjolan pin pengunci dengan cutter hingga rata dengan *silicone rubber*. Setelah itu memberikan *talc* pada permukaan rubbarnya.



Gambar 3- 26 Proses Sayat Tonjolan Pin Pengunci

6. Menutup dan mengunci *molding frames* dengan pengunci.



Gambar 3- 27 Menutup *Rubber* dan Mengunci *Molding Frame*

- Setelah itu angkat molding cetakan ke mesin vulkanisir dan masukan dengan posisi di tengah pada mesin vulkanisir.



Gambar 3- 28 Proses memasukkan *molding frame* ke mesin vulkanisir

- Melakukan proses vulkanisir dengan parameter yang sudah ada.
- Setelah proses vulkanisir selesai, diamkan hingga cetakan dingin. Lalu angkat molding keluar dan membuka semua komponen *molding*.
- Membuka 2 buah *silicone rubber*



Gambar 3- 29 Hasil Vulkanisir

- Setelah selesai molding cetakan di bongkar dan dilakukan *finishing rubbermold* meratakan tengah yang tidak rata dan menambahkan *runner* serta *ingate*. Dalam hal ini dilakukan *runner* sesuai porsi desain *souvenir*.



Gambar 3- 30 Hasil Cetakan Setelah *Finishing* dan *Runner ingate*

3.4.6 Proses Pengecoran Produk Souvenir

Setelah proses vulkanisir selesai langkah selanjutnya melakukan proses pengecoran produk dengan mesin *spin casting* C-400 dengan material *logam zinc alloy*. Langkah-langkah proses pengecoran produk *souvenir* sebagai berikut :

1. Menghidupkan mesin *spin casting*, putar *on off* pada *spin casting* kemudian tekan tombol *emergency* dan hidupkan kompresor untuk tekanan pada mesin *spin casting*, atur parameternya.
2. Setelah itu ambil zinc yang sudah cair dengan alat yang tersedia dan tombol ditekan setelah itu dituangkan zinc di atas mesin *spin casting*. Gambar 3- 31 menampilkan proses penuangan zinc, dibawah ini.



Gambar 3- 31 Proses Penuangan Zinc ke Mesin *Spin Casting*

3. Untuk parameter percobaan dalam hal ini parameter yang diubah adalah kecepatan 700, 750, 800 dengan arah putar CW dan CCW namun tekanan 40 psi.
4. Menunggu hingga proses *spin casting* selesai.
5. Mengambil *rubber molding* dari mesin *spin casting* dengan sarung tangan khusus. Kemudian buka *silicone rubber mold*. Gambar 3- 32 menunjukkan proses pasca pengecoran, dibawah ini.

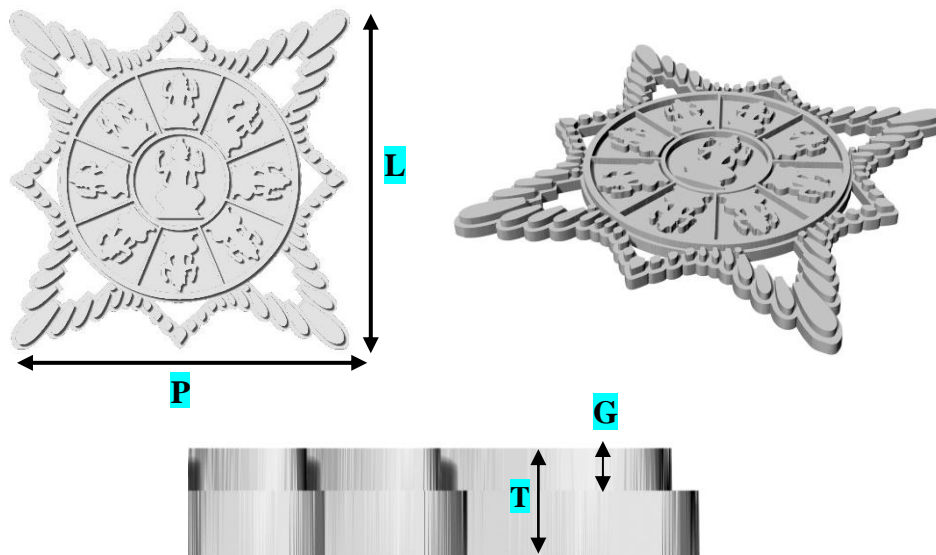


Gambar 3- 32 Proses Pasca Pengecoran *Spin Casting*

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Perancangan Desain Produk

Perancangan desain produk untuk master *souvenir* bros/pin dan gantungan kunci ini menggunakan *software* 3D autodesk artcam 2018 dengan kriteria desain dan dimensi yang telah ditentukan.



Gambar 4- 1 Desain 3D *souvenir* Majapahit

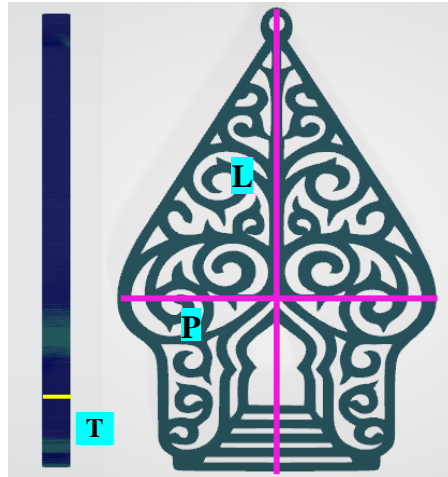
Adapun model yang dibuat menjadi 3 variasi dimensi, masing-masing mempunyai ukuran dan ketebalan yang berbeda. Tabel 4. 1 dan tabel 4. 2 menunjukkan Penjelasan dan ukurannya, sebagai berikut.

Tabel 4. 1 Keterangan Dimensi *souvenir* Majapahit

L	Lebar Majapahit	T	Tebal Majapahit
P	Panjang Majapahit	G	<i>Engrave</i> Majapahit

Tabel 4. 2 Dimensi Master *souvenir* Majapahit

Master Majapahit 1		Master Majapahit 2		Master Majapahit 3	
P	48,97 mm	P	55,75 mm	P	59,88 mm
L	48,97 mm	L	55,75 mm	L	59,88 mm
T	1,95 mm	T	2,8 mm	T	2,8 mm
G	0.62 mm	G	1,1 mm	G	1,1 mm



Gambar 4- 2 Desain 3D *souvenir* Gunungan

Pada Gambar 4- 2 Desain 3D *souvenir* Gunungan merupakan desain 3D dengan model souvenir gantungan kunci dengan Panjang didefinisikan sebagai P, Lebar sebagai L, T adalah tebal *souvenir*. Tabel 4. 3 menunjukkan dimensi master *souvenir* gunungan, dibawah ini.

Tabel 4. 3 Dimensi Master *souvenir* Gunungan

P	44,43 mm
L	65,4 mm
T	2,85 mm

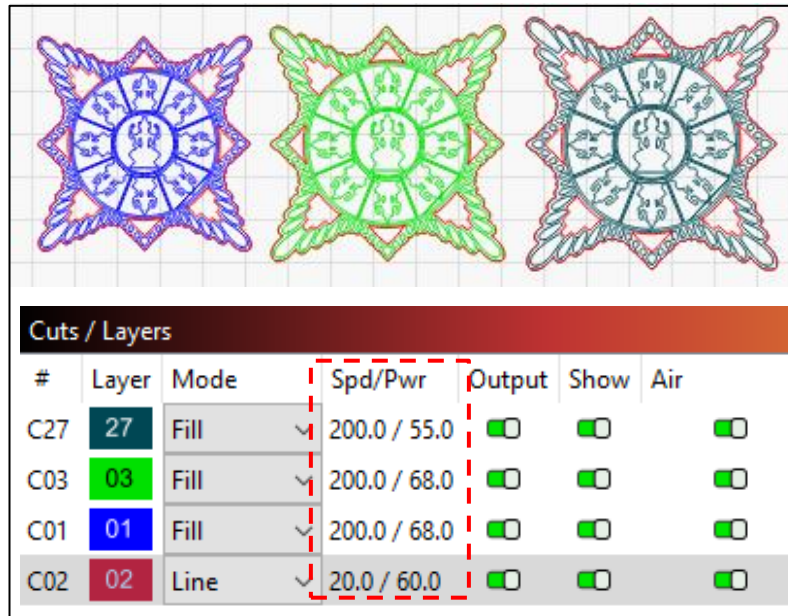
4.2 Proses Pembuatan Master

Setelah melakukan proses desain 3D dengan berbagai ketentuan maka langkah selanjutnya adalah proses pembuatan master dengan menggunakan proses pemesinan *laser cutting*.

4.2.1 Parameter *software* laser

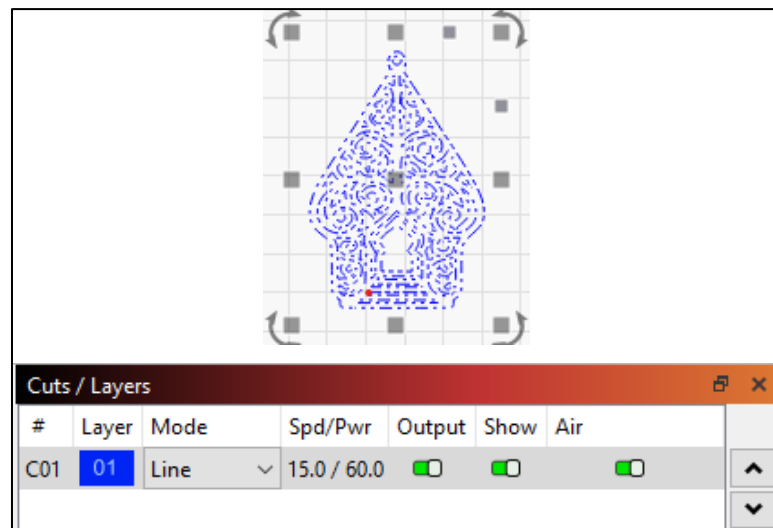
Melakukan percobaan *engraving* pada mesin *laser cutting* pada bagian *power* dengan *speed* 200 mm/s hingga mendapatkan parameter acuan untuk mendapatkan hasil seperti desain karena mesin *laser cutting* hanya bisa melakukan proses pemesinan satu muka dan 2D, untuk gambar 4- 3 menampilkan parameter *software* majapahit, gambar 4- 4 menampilkan parameter *software* gunungan, dan gambar 4- 5 merupakan hasil dari proses pemesinan.

1. Souvenir Majapahit



Gambar 4- 3 Parameter *Laser Cutting* Majapahit

2. Souvenir gunungan



Gambar 4- 4 Parameter *Laser Cutting* Gunungan



Gambar 4- 5 Hasil Pemesinan *Laser Cutting*

4.3 Pembahasan Hasil Vulkanisir Master

Didapatkan hasil visual dimana master cetakan setelah proses vulkanisir mengalami perubahan warna dari bening menjadi kekuningan dan pada master *souvenir* gunung pada bagian bawah nya mengalami kemelengkungan. Gambar 4- 6 merupakan hasil kondisi master setelah proses vulkanisir, dibawah ini.



Gambar 4- 6 Kondisi Master Cetakan gunung setelah Vulkanisir

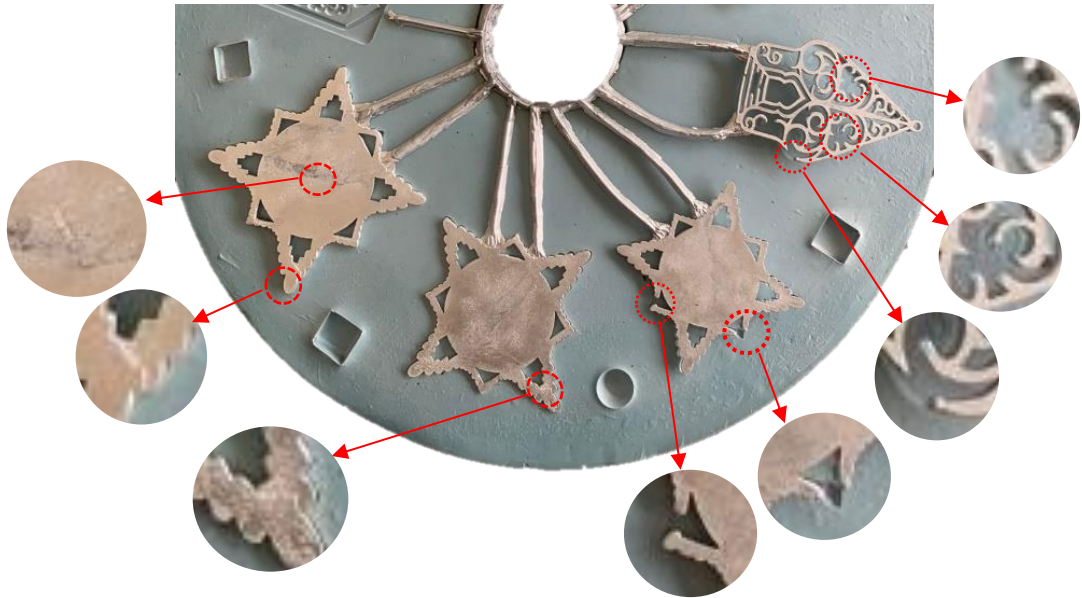
Dapat dilihat pada gambar 4- 6 bahwa master yang berbahan akrilik cukup kokoh saat proses vulkanisir, akan tetapi pada permukaan berlubang dan sisi per sisinya tipis, master berbahan akrilik dapat melengkung.

4.4 Pengoptimalan Cetakan terhadap Keterisian Logam Cair

Pengoptimalan Cetakan terhadap keterisian logam cair, berfungsi untuk mengetahui kendala apa saja yang dapat memengaruhi kualitas hasil pengecoran. Lalu dilakukan rekayasa pada cetakan guna memaksimalkan keterisian logam.

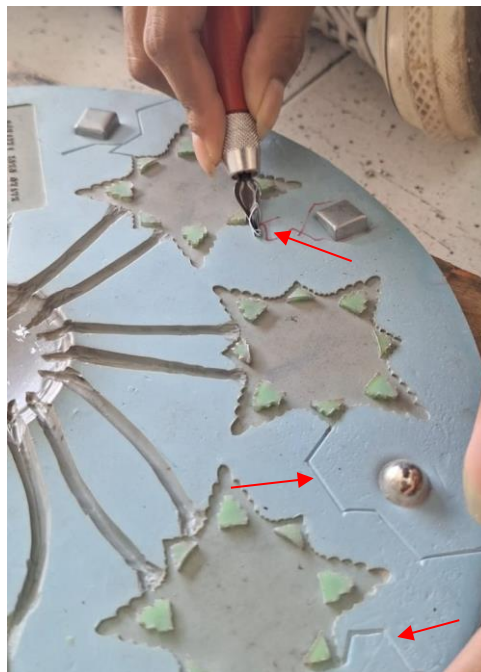
4.4.1 *Testing Proses*

Sebelum ketahap percobaan dengan parameter proses yang telah ditentukan sebelumnya. Dilakukan percobaan *testing* dengan maksud untuk mengetahui bagian atau sisi mana yang terdapat kecacatan yang disebabkan karena terendapnya udara pada saat pengecoran. Gambar 4- 7 menampilkan hasil dari kecacatan *testing* proses, sebagai berikut ini.



Gambar 4- 7 Hasil *Testing* Pengecoran

Setelah didapatkan hasil *testing* pengecoran, lalu membuat lubang udara atau ventilasi dengan linoleum *cutter size* kecil, pada posisi yang teridentifikasi mengalami kecacatan akibat tidak adanya ventilasi udara. Hasil dan proses pembentukan ventilasi udara pada gambar 4. 8, dibawah ini.



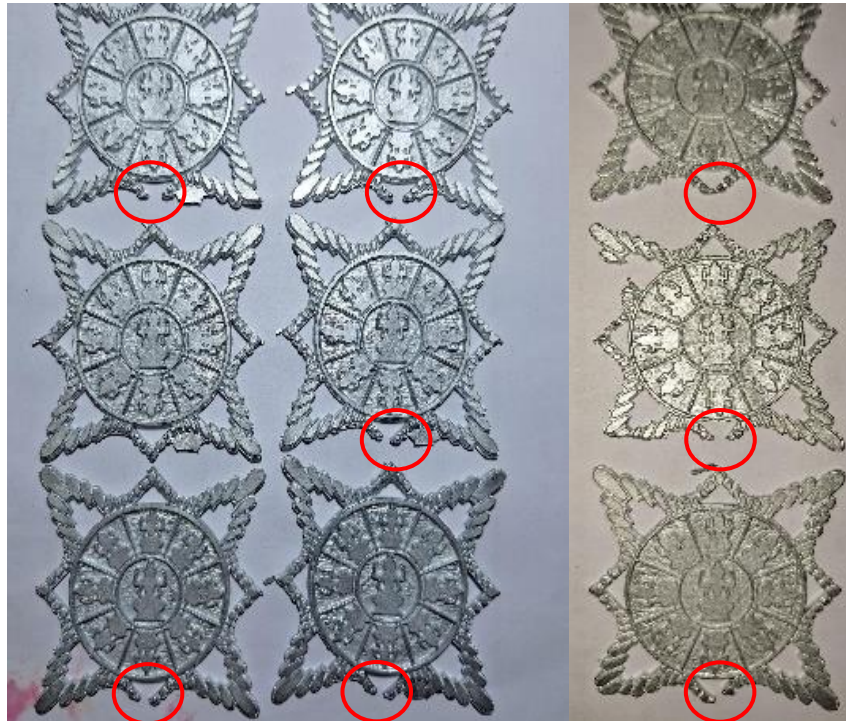
Gambar 4- 8 Hasil dan Proses Pembuatan Ventilasi Udara pada *Rubber*

4.4.2 Percobaan Pengecoran (Analisa Kendala dan Solusi)

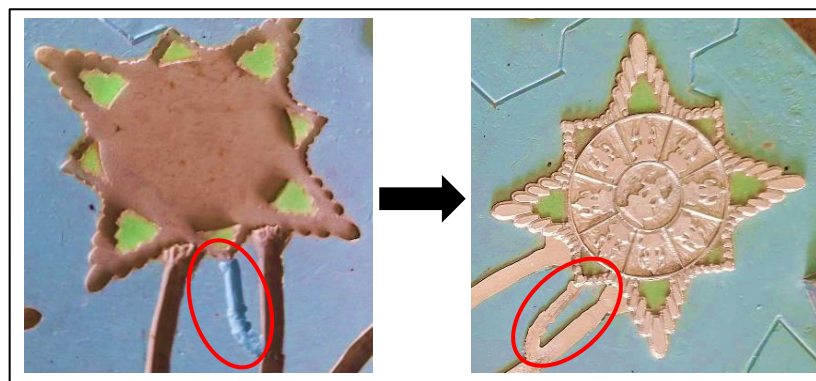
Terdapat kecacatan berupa logam cair tidak terisi dengan sempurna. Berikut kompilasi percobaan pengecoran yang telah dilakukan.

1. Produk *Souvenir* Bros Majapahit

Gambar 4- 9 menampilkan kompilasi kendala kecacatan diproduksi *souvenir* ‘Majapahit 1-3’, sebagai berikut ini:



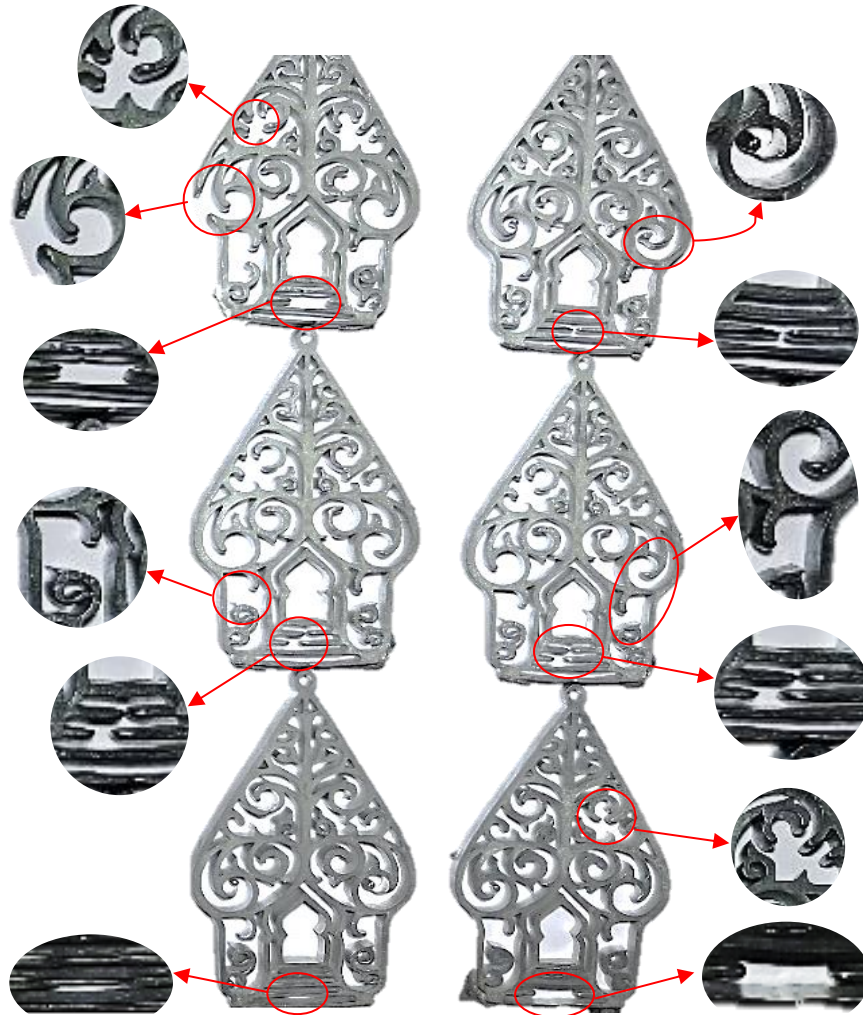
Gambar 4- 9 Kendala Kecacatan diproduksi *souvenir* ‘Majapahit 1-3’ efek gaya sentrifugal, yang dihasilkan mesin *spin casting*, membuat aliran logam cair menjadi *turbulent*, sehingga cairan logam mengisi menjauhi titik pusat masuknya logam cair, membuat sudut terdekat pada titik pusat mengalami kecacatan. Adapun solusinya yaitu dengan menambahkan *runner* pada cetakan, dapat dilihat pada gambar 4- 10, berikut ini.



Gambar 4- 10 Penambahan Runner pada produk *souvenir* ‘majapahit 1-3’

2. Produk *souvenir* gantungan kunci gunung

Gambar 4- 11 menampilkan kompilasi kendala kecacatan diproduk *souvenir* ‘gunungan’, sebagai berikut.



Gambar 4- 11 Kendala Kecacatan Produk *Souvenir* Gunungan

Produk *souvenir* gantungan kunci gunungan yang masih belum terpenuhi karena beberapa hal yang bisa dianalisa :

- Pola alur ukiran pada desain *souvenir* memiliki geometri yang kompleks dan model berongga. Sehingga membuat arah aliran logam cair banyak menuju ke pusat.

Adapun solusinya yaitu dengan membuat jembatan logam cair (*bridge*) pada cetakan, pola *bridge* yang dibuat berdasarkan kompilasi titik kecacatan pengecoran

sebelumnya, hasil cetakan setelah diberi *bridge* dapat dilihat pada gambar 4- 12, dibawah ini :

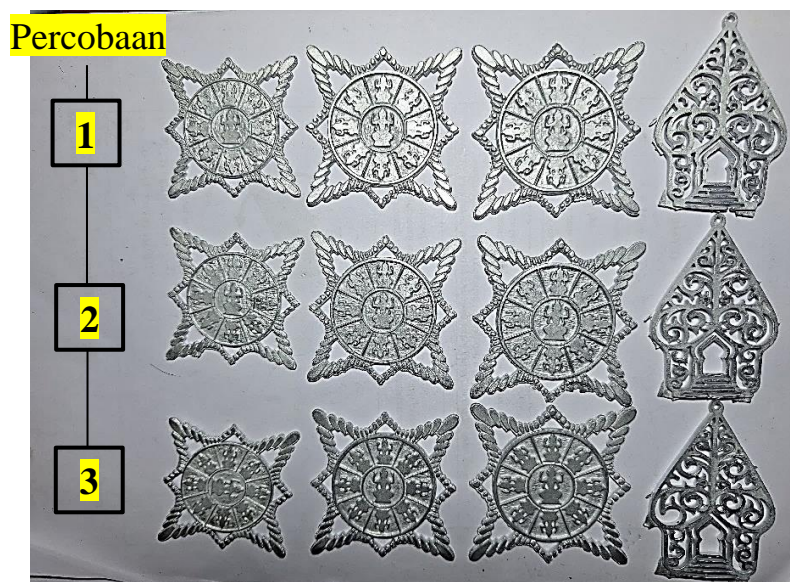


Gambar 4- 12 Hasil Cetakan Gunungan setelah diberi *bridge*

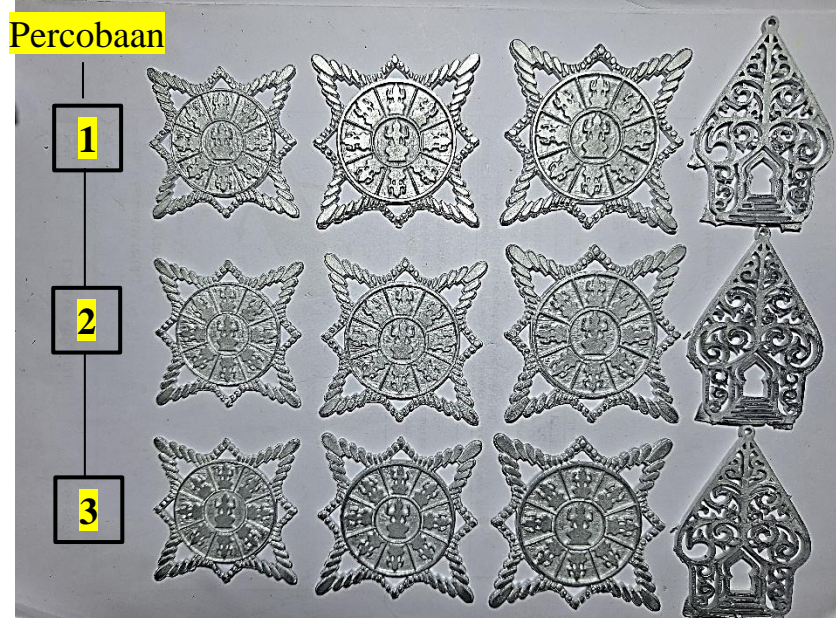
4.5 Hasil *Spin Casting*

Setelah dilakukannya Pengoptimalan cetakan terhadap keterisian logam, selanjutnya dilakukan tahap pengecoran *spin casting* dengan variasi kecepatan putar 700 - 800 rpm dan arah putar *spin casting clockwise* dan *counter-clockwise*. Menggunakan waktu 20s dan tekanan 40 psi yang dilakukan masing-masing 3x percobaan, dengan total percobaan 18x, Berikut Gambar 4- 13 sampai 4- 18 menampilkan hasil pengecoran *spin casting*.

1. Hasil *Spin Casting* 700 RPM

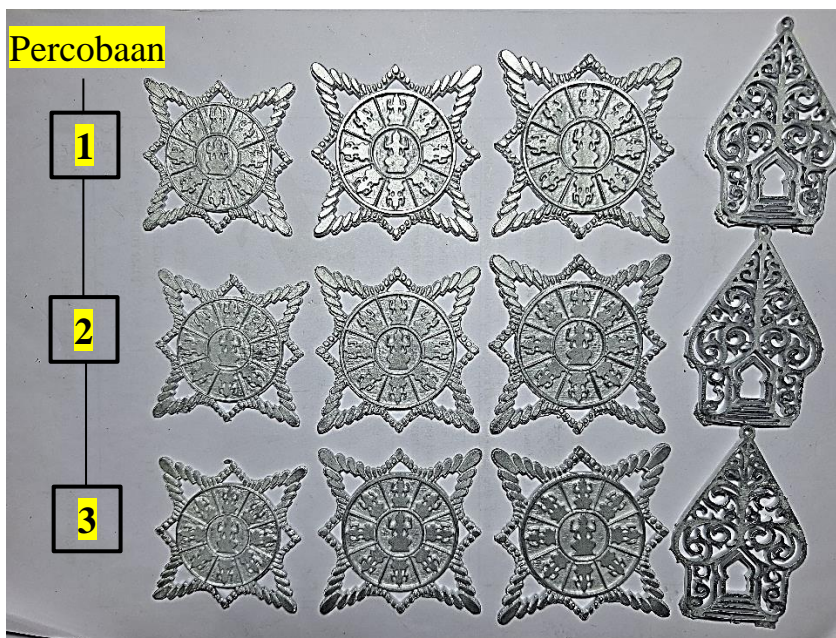


Gambar 4- 13 Hasil Pengecoran 700 rpm CW



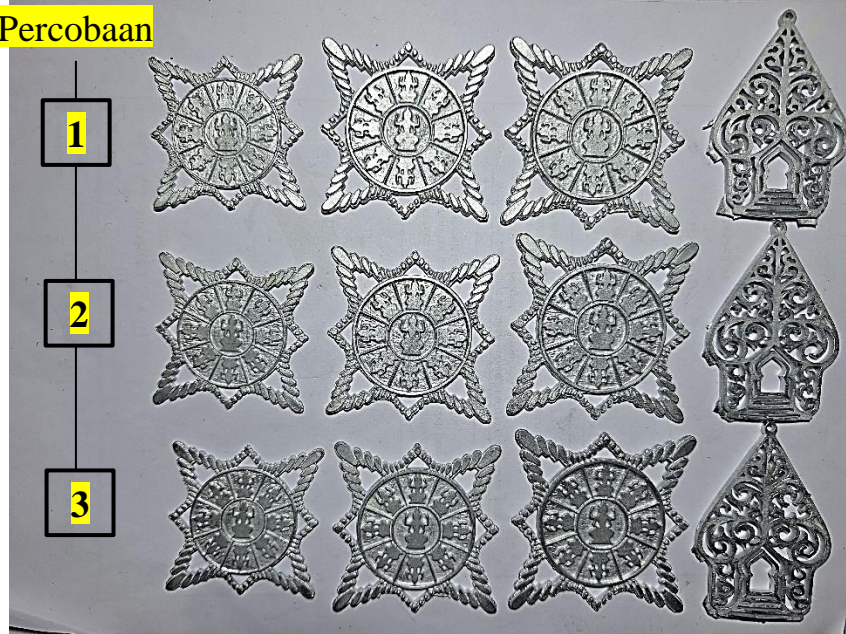
Gambar 4- 14 Hasil Pengecoran 800 rpm CW

2. Hasil *spin casting* 750 RPM



Gambar 4- 15 Hasil Pengecoran 750 rpm CW

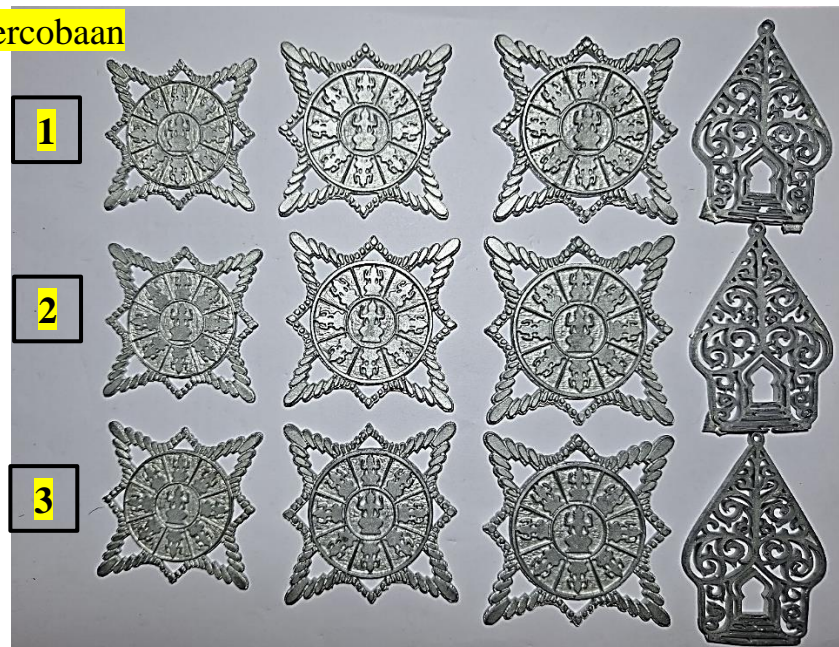
Percobaan



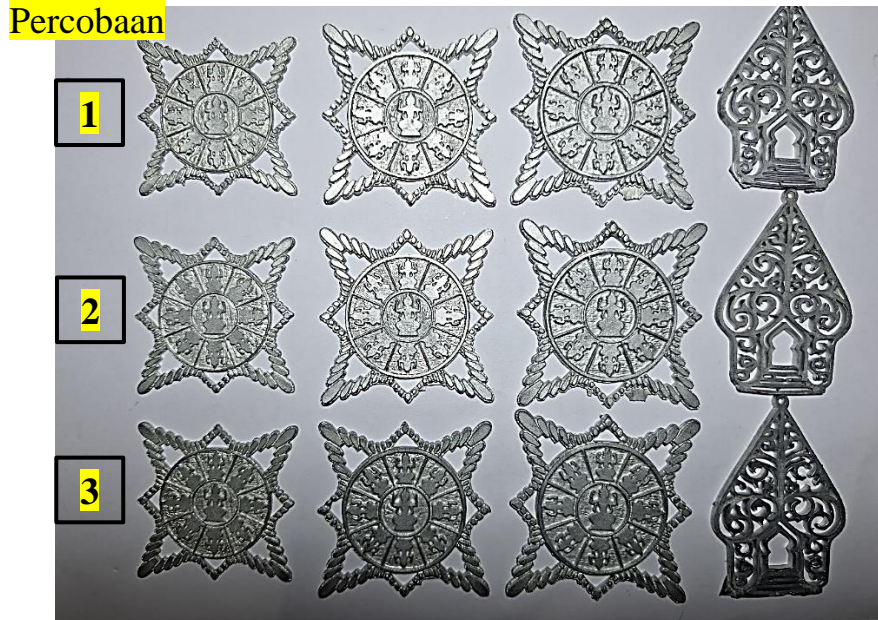
Gambar 4- 16 Hasil Pengecoran 750 rpm CW

3. Hasil *spin casting* 800 RPM

Percobaan



Gambar 4- 17 Hasil Pengecoran 800 rpm CW



Gambar 4- 18 Hasil Pengecoran 800 rpm CCW

Dapat lihat pada Gambar 4-13 sampai 4- 18 *souvenir* logam cair terisi dengan sempurna atau optimal dan konsisten setelah pengoptimalan cetakan terhadap keterisian logam cair.

4.6 Hasil Pengukuran pada Produk *Spin Casting*

Pengukuran dilakukan dengan menggunakan jangka sorong digital, bertujuan untuk mengetahui dimensi produk hasil pengecoran *spin casting* yang sudah berhasil dibuat. Berikut merupakan hasil pengukuran yang telah dilakukan.

4.6.1 Data Hasil *Spin Casting* 700 rpm

Pada tabel 4. 4 dan tabel 4. 5 merupakan tampilan hasil pengukuran produk *souvenir* dengan parameter kecepatan putar 700 rpm, arah putaran *clockwise* dan *counter-clockwise*, tekanan 40 psi, dan waktu putar 20 detik.

1. Hasil pengukuran produk dengan kecepatan 700 rpm arah putar CW

Tabel 4. 4 Dimensi Produk *all souvenir* 700 rpm CW

Majapahit 1 CW (700 rpm)		
Percobaan	P, L (mm)	T (mm)
Percobaan 1	48,1	1,8
Percobaan 2	48,27	1,9
Percobaan 3	48,22	1,83
Rata-rata	48	1,84

Majapahit 2 CW (700 rpm)			
Percobaan	P, L (mm)		T (mm)
Percobaan 1	54,46		2,63
Percobaan 2	54,46		2,68
Percobaan 3	54,6		2,62
Rata-rata	54,51		2,64
Majapahit 3 CW (700 rpm)			
Percobaan	P, L (mm)		T (mm)
Percobaan 1	58,68		2,64
Percobaan 2	58,64		2,6
Percobaan 3	58,92		2,64
Rata-rata	58,7		2,63
Gunungan CW (700 rpm)			
Percobaan	P (mm)	L (mm)	T (mm)
Percobaan 1	44	65,25	2,8
Percobaan 2	44,12	65,21	2,82
Percobaan 3	44,14	65,22	2,81
Rata-rata	44,09	65,23	2,81

2. Hasil pengukuran produk dengan kecepatan 700 rpm arah putar CCW

Tabel 4. 5 Dimensi Produk *all souvenir* 700 rpm CCW

Majapahit 1 CCW (700 rpm)			
Percobaan	P, L (mm)		T (mm)
Percobaan 1	48,1		1,78
Percobaan 2	48,14		1,77
Percobaan 3	48,2		1,77
Rata-rata	48,15		1,77
Majapahit 2 CCW (700 rpm)			
Percobaan	P, L (mm)		T (mm)
Percobaan 1	54,48		2,6
Percobaan 2	54,52		2,6
Percobaan 3	54,49		2,66
Rata-rata	54,50		2,62
Majapahit 3 CCW (700 rpm)			
Percobaan	P, L (mm)		T (mm)
Percobaan 1	58,63		2,62
Percobaan 2	59		2,61
Percobaan 3	58,79		2,64
Rata-rata	58,81		2,62
Gunungan CCW (700 rpm)			

Percobaan	P (mm)	L (mm)	T (mm)
Percobaan 1	44	65,77	2,88
Percobaan 2	43,97	65,16	2,78
Percobaan 3	44,15	65,46	2,81
Rata-rata	44,04	65,46	2,82

4.6.2 Data Hasil Spin Casting 750 rpm

Pada tabel 4. 6 dan tabel 4. 7 merupakan tampilan hasil pengukuran produk *souvenir* dengan kecepatan 750 rpm, tekanan 40 psi dan waktu 20 detik.

1. Hasil pengukuran produk kecepatan 750 rpm arah putar CW

Tabel 4. 6 Dimensi Produk *all souvenir* 750 rpm CW

Majapahit 1 CW (750 rpm)			
Percobaan	P, L (mm)		T (mm)
Percobaan 1	48,26		1,9
Percobaan 2	48,1		1,89
Percobaan 3	48,26		2
Rata-rata	48,21		1,93
Majapahit 2 CW (750 rpm)			
Percobaan	P, L (mm)		T (mm)
Percobaan 1	54,81		2,75
Percobaan 2	54,67		2,76
Percobaan 3	54,78		2,78
Rata-rata	54,75		2,76
Majapahit 3 CW (750 rpm)			
Percobaan	P, L (mm)		T (mm)
Percobaan 1	58,65		2,65
Percobaan 2	58,72		2,73
Percobaan 3	58,67		2,72
Rata-rata	58,68		2,7
Gunungan CW (750 rpm)			
Percobaan	P (mm)	L (mm)	T (mm)
Percobaan 1	44,1	65,15	2,76
Percobaan 2	44,11	65,19	2,89
Percobaan 3	44,25	65,22	2,92
Rata-rata	44,15	65,19	2,86

2. Hasil pengukuran produk kecepatan 750 rpm arah putar CCW

Tabel 4. 7 Dimensi Produk *all souvenir* 750 rpm CCW

Majapahit 1 CCW (750 rpm)			
	P, L (mm)		T (mm)
Percobaan 1	48,13		1,85
Percobaan 2	48,22		1,85
Percobaan 3	48,34		1,86
Rata-rata	48,23		1,85
Majapahit 2 CCW (750 rpm)			
	P, L (mm)		T (mm)
Percobaan 1	54,63		2,72
Percobaan 2	54,75		2,72
Percobaan 3	54,91		2,64
Rata-rata	54,76		2,69
Majapahit 3 CCW (750 rpm)			
	P, L (mm)		T (mm)
Percobaan 1	59,01		2,71
Percobaan 2	59,01		2,74
Percobaan 3	58,99		2,68
Rata-rata	59		2,71
Gunungan CCW (750 rpm)			
	P (mm)	L (mm)	T (mm)
Percobaan 1	44,22	65,44	2,86
Percobaan 2	44,11	65,05	2,87
Percobaan 3	44,26	65,1	2,85
Rata-rata	44,2	65,2	2,86

4.6.3 Data Hasil *Spin Casting* 800 rpm

Pada tabel 4. 8 dan tabel 4. 9 merupakan hasil pengukuran spesimen dengan kecepatan 800 rpm, tekanan 40 psi dan waktu 20 detik.

1. Hasil pengukuran produk dengan kecepatan 800 rpm arah putar CW

Tabel 4. 8 Dimensi *all souvenir* ‘Majapahit 1’ 800 rpm CW

Majapahit 1 CW (800 rpm)			
	P, L (mm)		T (mm)
Percobaan 1	48,5		1,81
Percobaan 2	48,43		1,92
Percobaan 3	48,52		1,96
Rata-rata	48,48		1,9

Majapahit 2 CW (800 rpm)			
	P, L (mm)	T (mm)	
Percobaan 1	54,82	2,74	
Percobaan 2	54,88	2,73	
Percobaan 3	54,91	2,74	
Rata-rata	54,87	2,74	
Majapahit 3 CW (800 rpm)			
	P, L (mm)	T (mm)	
Percobaan 1	59,19	2,77	
Percobaan 2	58,9	2,72	
Percobaan 3	59,23	2,66	
Rata-rata	59,11	2,72	
Gunungan CW (800 rpm)			
	P (mm)	L (mm)	T (mm)
Percobaan 1	44,36	65,71	2,86
Percobaan 2	44,15	65,45	2,84
Percobaan 3	44,13	65,44	2,84
Rata-rata	44,21	65,53	2,85

2. Hasil pengukuran produk dengan kecepatan 800 rpm arah putar CCW

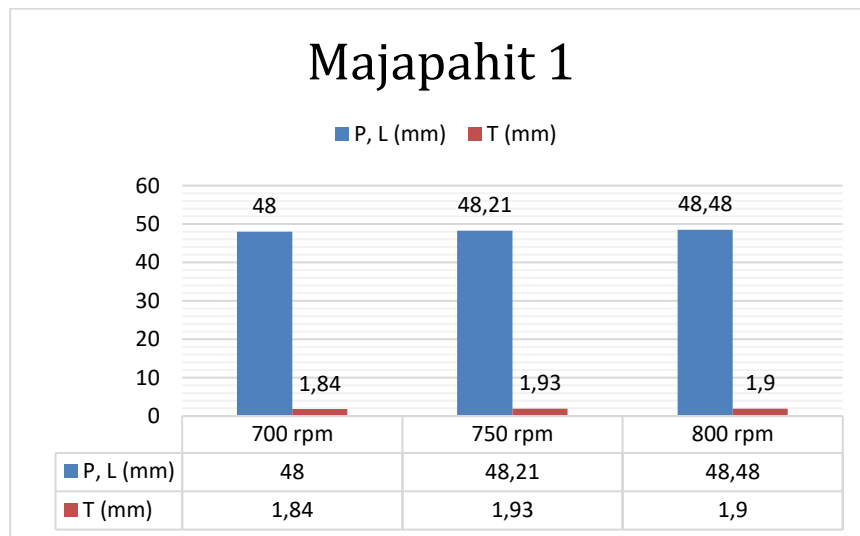
Tabel 4. 9 Dimensi Produk *all souvenir* 'Majapahit 1' 800 rpm CCW

Majapahit 1 CCW (800 rpm)			
	P, L (mm)	T (mm)	
Percobaan 1	48,3	1,85	
Percobaan 2	48,34	1,8	
Percobaan 3	48,38	1,98	
Rata-rata	48,34	1,88	
Majapahit 2 CCW (800 rpm)			
	P, L (mm)	T (mm)	
Percobaan 1	54,81	2,74	
Percobaan 2	54,78	2,75	
Percobaan 3	54,97	2,73	
Rata-rata	54,85	2,74	
Majapahit 3 CCW (800 rpm)			
	P, L (mm)	T (mm)	
Percobaan 1	59,13	2,73	
Percobaan 2	59,12	2,99	
Percobaan 3	59,07	2,69	
Rata-rata	59,11	2,80	
Gunungan CCW (800 rpm)			

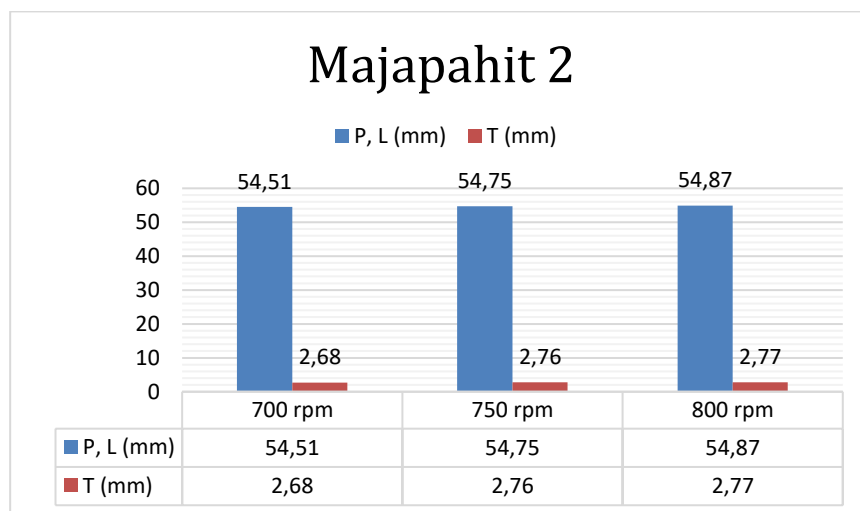
	P (mm)	L (mm)	T (mm)
Percobaan 1	44,28	65,44	2,85
Percobaan 2	44,24	65,21	2,8
Percobaan 3	44,3	65,51	2,87
Rata-rata	44,27	65,39	2,84

4.6.4 Grafik Perbandingan Dimensi tiap Parameter dan Produk

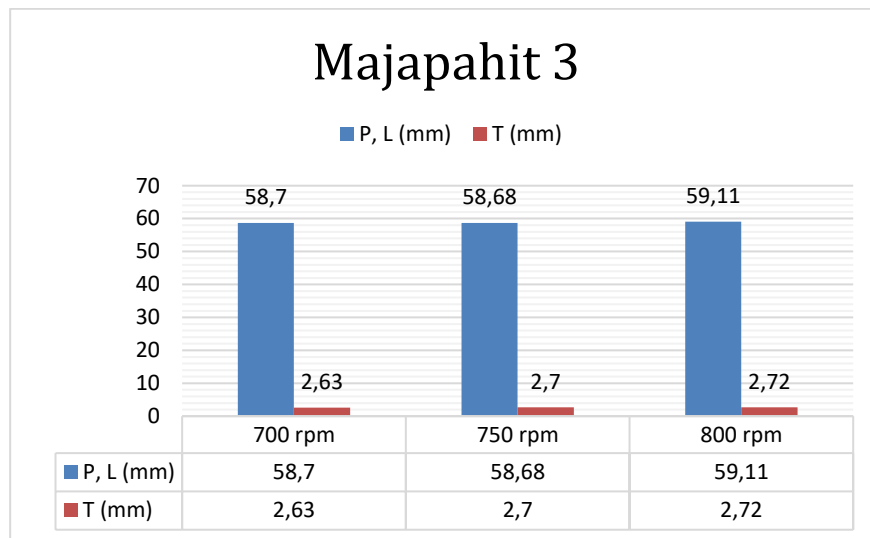
Setelah mendapatkan hasil pengukuran dimensi produk menggunakan jangka sorong mendapatkan panjang, lebar, dan ketebalan produk, kemudian diolah menjadi sebuah grafik untuk mengetahui perbedaan hasil *spin casting* dengan perbandingan arah putar dan kecepatan putar pada gambar 4- 19 sampai 4- 26, sebagai berikut ini.



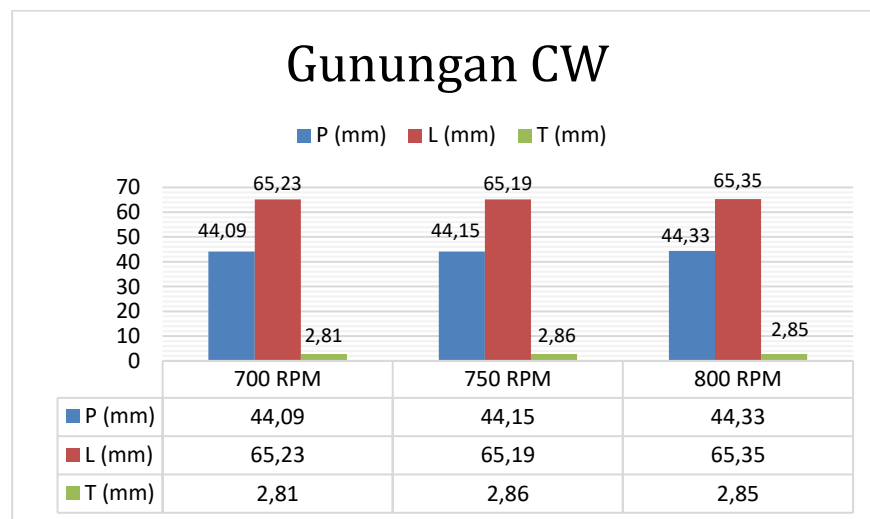
Gambar 4- 19 Grafik Dimensi *Souvenir* ‘Majapahit 1’ Arah Putar CW



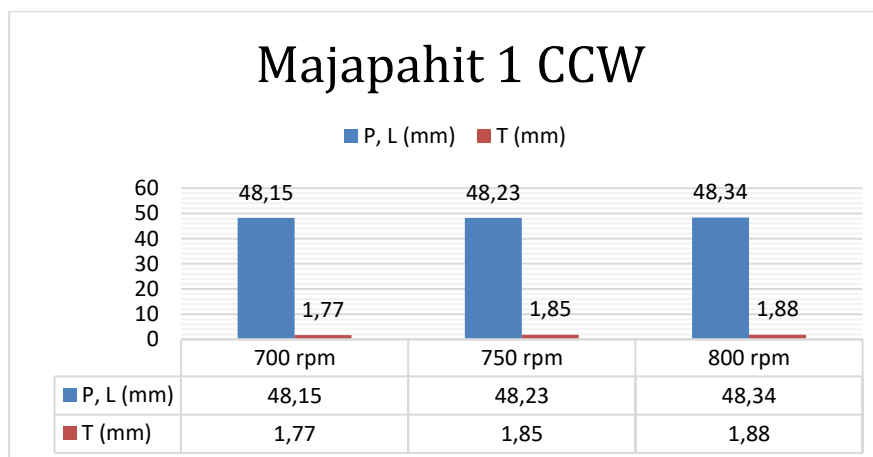
Gambar 4- 20 Grafik Dimensi *Souvenir* ‘Majapahit 2’ Arah Putar CW



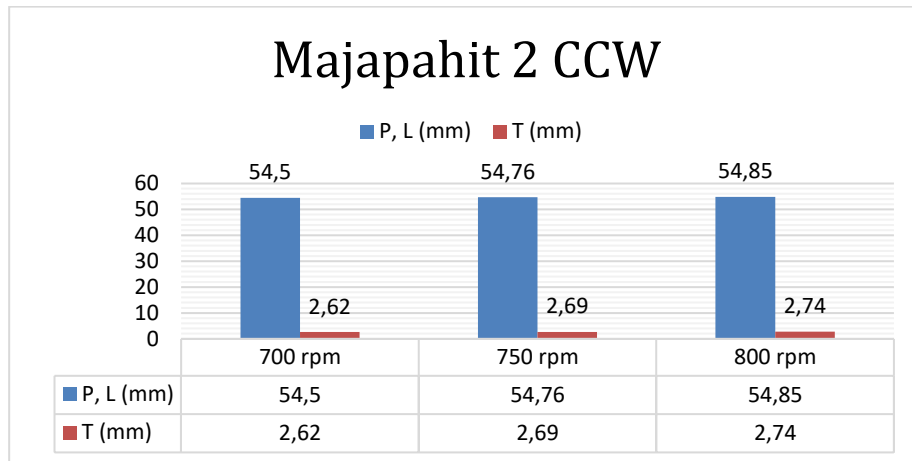
Gambar 4- 21 Grafik Dimensi *Souvenir* ‘Majapahit 3’ Arah Putar CW



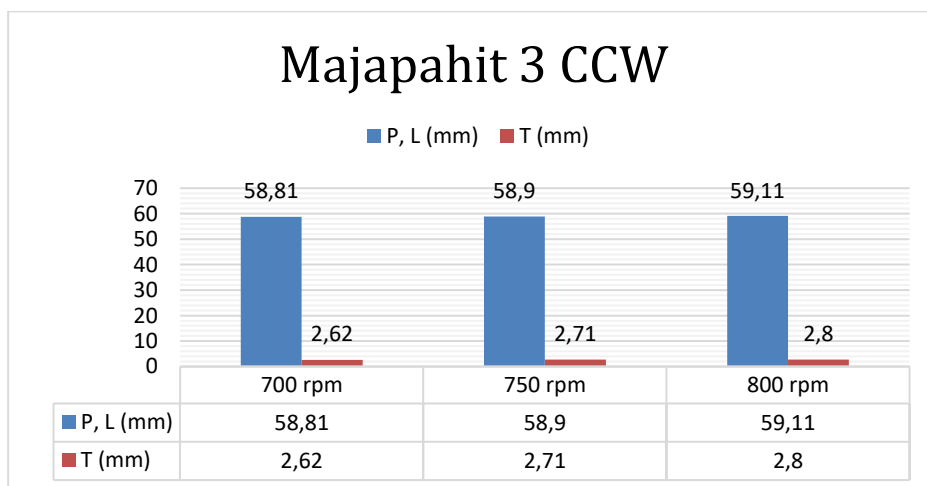
Gambar 4- 22 Grafik Dimensi *Souvenir* ‘Gunungan’ Arah Putar CW



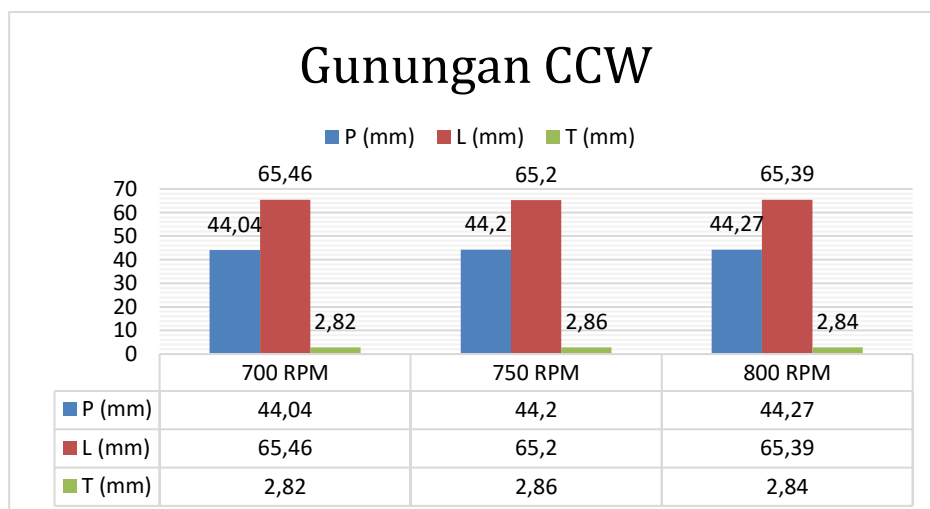
Gambar 4- 23 Grafik Dimensi *Souvenir* ‘Majapahit 1’ Arah Putar CCW



Gambar 4- 24 Grafik Dimensi *Souvenir* ‘Majapahit 2’ Arah Putar CCW



Gambar 4- 25 Grafik Dimensi *Souvenir* ‘Majapahit 3’ Arah Putar CCW



Gambar 4- 26 Grafik Dimensi *Souvenir* ‘Gunungan’ Arah Putar CCW

Dapat dilihat pada gambar 4- 19 sampai gambar 4- 26 dari hasil yang didapatkan menunjukkan hasil, semakin cepat kecepatan putar (800 rpm) yang

diberikan maka keterisian logam akan semakin merata dan memenuhi cetakan sehingga akan berpengaruh pada dimensi. Hal tersebut terjadi dikarenakan efek gaya sentrifugal yang tinggi sehingga material logam akan terdorong dan mengisi cetakan. Menambahkan lubang udara juga salah satu solusi agar logam cair terisi maksimal kedalam cetakan.

Diperlukan penambahan *runner* pada bagian tertentu yang mengalami kendala keterisian logam cair untuk memaksimalkan pengisian logam cair pada cetakan yang memiliki pola kompleks dan model berongga. Menambahkan *bridge* juga salah satu solusi agar pendistribusian logam cair cepat merata.

4.7 Analisis dan Pembahasan

4.7.1 Penentuan Parameter Terbaik *Spin Casting*

Penentuan parameter terbaik dilihat dari perhitungan dimensi tiap parameter percobaan produk *spin casting* terhadap dimensi awal master produk dari proses *laser cutting*. serta dilihat dari bentuk visual produk *spin casting*. Tabel 4. 10 menampilkan dimensi dari master cetakan sebagai berikut.

Tabel 4. 10 Dimensi Master Cetakan

Master Majapahit 1		Master Majapahit 2	Master Majapahit 3
P, L	48,97 mm	55,75 mm	59,88 mm
T	1,95 mm	2,8 mm	2,8 mm
Master Gantungan Kunci Gunungan			
P	44,43 mm		
L	65,4 mm		
T	2,85 mm		

Data hasil pengukuran yang telah didapatkan, selanjutnya dilakukan perhitungan terkait deviasi dimensi produk jadi terhadap dimensi master cetakan. Persentase deviasi digunakan untuk mengetahui jarak dimensi hasil pengecoran dengan dimensi master produk *laser cutting* itu sendiri, dengan persamaan 4. 1 dibawah ini.

$$Percentage\ devitiation = 100 - \left(\frac{Rerata\ Produk\ Jadi}{Master\ Cetakan} \right) \times 100 \quad (4.1)$$

(Bernard et al., 2009)

Perhitungan deviasi menggunakan data hasil pengukuran produk *spin casting* dengan parameter kecepatan ,700 - 800 rpm. Tabel 4. 11 dan tabel 4. 12 merupakan hasil perhitungan deviasi dan gambar 4- 27 sampai 4- 30 menampilkan grafiknya, sebagai berikut.

1. Data persentase deviasi atah putar CW

Tabel 4. 11 Persentase Deviasi *Souvenir* ‘Majapahit 1’ Arah Putar CW

Devisiasi souvenir Majapahit 1			
RPM	P, L % DEV		T % DEV
700	0,55		0,08
750	0,54		0,01
800	0,34		0,04
Devisiasi souvenir Majapahit 2			
RPM	P, L % DEV		T % DEV
700	0,88		0,08
750	0,7		0,03
800	0,62		0,02
Devisiasi souvenir Majapahit 3			
RPM	P, L % DEV		T % DEV
700	0,8		0,12
750	0,85		0,07
800	0,55		0,06
Devisiasi souvenir Gunungan			
RPM	P % DEV	L % DEV	T % DEV
700	0,24	0,12	0,03
750	0,2	0,15	0
800	0,07	0,03	0

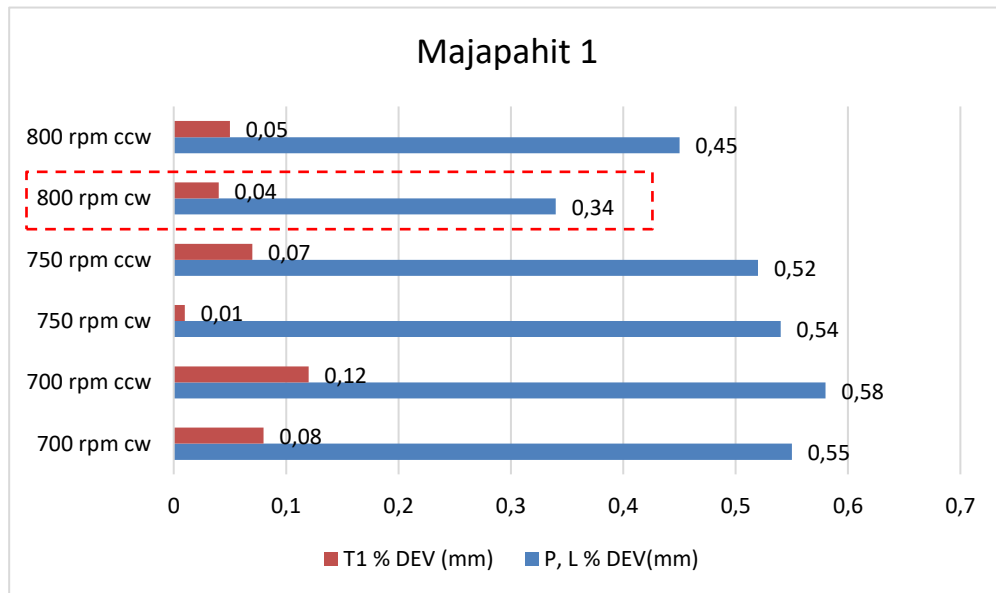
2. Data persentase deviasi atah putar CCW

Tabel 4. 12 Persentase Deviasi *Souvenir* ‘Majapahit 1’ Arah Putar CCW

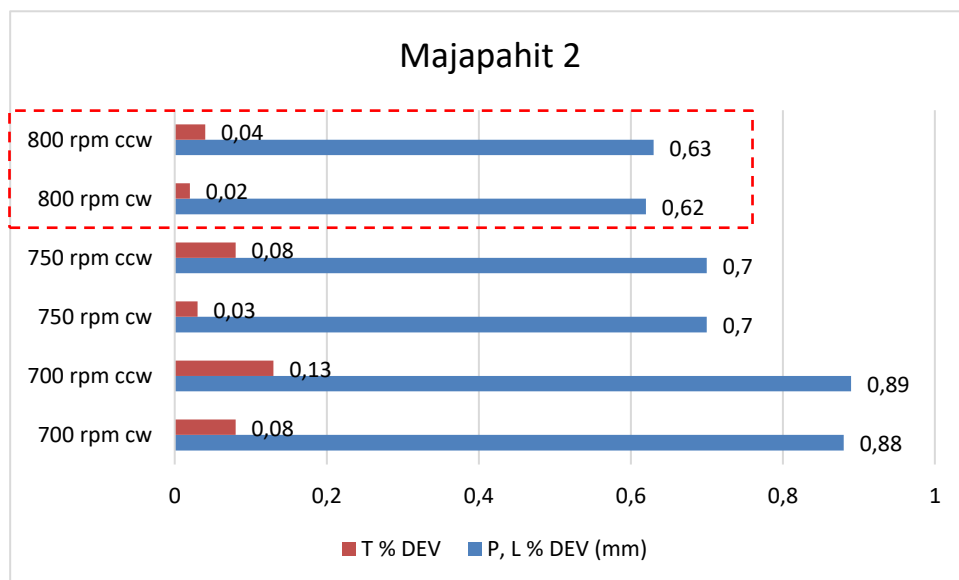
Devisiasi souvenir Majapahit 1			
RPM	P, L % DEV		T % DEV
700	0,58		0,12
750	0,52		0,07
800	0,45		0,05
Devisiasi souvenir Majapahit 2			
RPM	P, L % DEV		T % DEV
700	0,89		0,13
750	0,7		0,08
800	0,63		0,04

Devisiasi souvenir Majapahit 3		
RPM	P, L % DEV	T % DEV
700	0,76	0,12
750	0,62	0,06
800	0,55	0

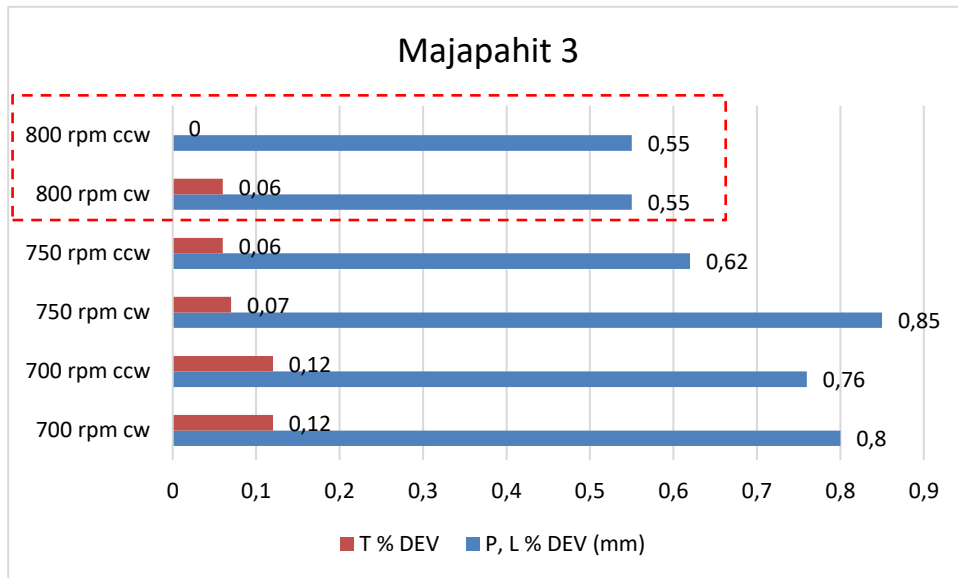
Devisiasi souvenir Gunungan			
RPM	P % DEV	L % DEV	T % DEV
700	0,28	0,04	0,02
750	0,16	0,14	0,01
800	0,11	0,01	0,01



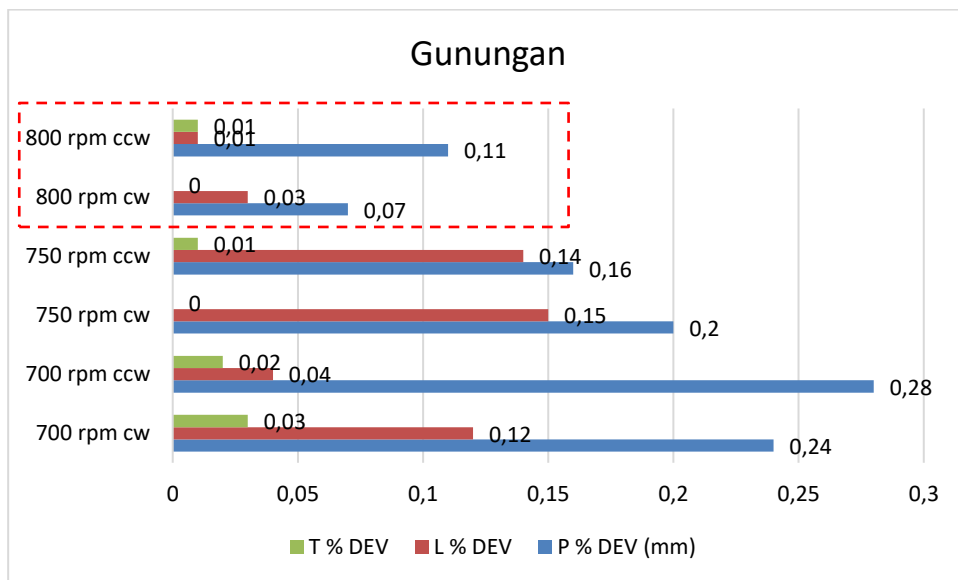
Gambar 4- 27 Grafik Persentase Devisiasi *Souvenir* ‘Majapahit 1’



Gambar 4- 28 Grafik Persentase Devisiasi *Souvenir* ‘Majapahit 2’



Gambar 4- 29 Grafik Persentase Devisiasi *Souvenir* ‘Majapahit 3’



Gambar 4- 30 Grafik Persentase Devisiasi *Souvenir* ‘Gunungan’

Pada gambar 4- 27 sampai Gambar 4- 30 secara keseluruhan menunjukkan bahwa pada kecepatan 800 rpm arah putar CW dan CCW adalah persentase devisiasi paling kecil, artinya pada data kecepatan putar 800 rpm menyajikan parameter terbaik pada penelitian ini, dimana selisih dimensi hasil produk jadi yang paling mendekati dengan dimensi asli master produk. Serta parameter arah putaran yang tidak berpengaruh terhadap runner yang dibuat lurus.

Dapat dilihat pada gambar 4- 27 sampai Gambar 4- 30 menunjukkan data perbandingan persentase deviasi dimensi produk hasil *spin casting* yang telah diperoleh dari tiap variasi parameter pengecoran menyajikan bahwa terdapat selisih angka yang tidak lebih dari 0,3 mm. Sehingga tidak ada pengaruh signifikan terhadap detail visualisasi produk.

4.8 *Finishing*

Proses *finishing* adalah pekerjaan tahap sentuhan akhir dari suatu proses pembuatan produk fungsional maupun nonfungsional. Tujuan *finishing* untuk logam (*metal finish*) adalah suatu proses pelapisan akhir pada permukaan logam atau material lain yang berbahan dasar logam dengan tujuan untuk meningkatkan nilai estetika dan melindungi permukaan logam dari kerusakan (Adi, 2018). Hasil *finishing* produk jadi dapat dilihat pada gambar 4- 31 dibawah ini.



Gambar 4- 31 *Finishing* Produk

Finishing step yang dilakukan, sebagai berikut :

1. Amplas, digunakan untuk meratakan atau memperhalus tekstur permukaan yang kurang rata.
2. Polishing, digunakan mengkilapkan logam.
3. Cat berwarna bitam (Majapahit), untuk mewarnai dalam *engrave*. Memberi kesan *detailing ornament* majapahit.

4.9 Kendala

Gambar 4- 31 menunjukkan terkendala bagian *rubber* elastis yang sobek/lepas pada cetakan *souvenir* gunungan berikut ini.



Gambar 4- 32 Kendala Rubber Elastis sobek/lepas

Terjadi kendala *rubber mold* yang seharusnya berlubang justru membuat cetakan terisi, hal ini disebabkan karena *rubber* elastis sobek/lepas. Adapun penyebabnya yaitu karena kualitas *rubber* elastis yang kurang baik.

BAB 5

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

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

1. Dari analisis hasil *spin casting* yang telah dilakukan, diperoleh parameter kecepatan putar terbaik adalah pada kecepatan putar 800 rpm. Kecepatan putar 800 rpm menghasilkan selisih dimensi produk yang paling mendekati terhadap dimensi master cetakan dan arah putaran tidak berpengaruh pada *runner* yang dibuat lurus. Serta terdapat parameter-parameter yang dipertimbangkan untuk mengoptimalkan cetakan terhadap kendala keterisian logam cair adalah sebagai berikut :
 - Penggunaan *rubber* elastis tidak memungkinkan untuk digunakan pada desain produk *souvenir* berongga yang memiliki dimensi ketebalan yang tipis (2 mm – 3mm) dan sisi yang tipis, karena rentan sobek atau lepas.
 - Penambahan *bridge* berguna untuk mengoptimalkan pendistribusian logam cair agar lebih merata. Khususnya pada desain yang memiliki pola geometri kompleks pada model desain yang berongga.
 - Penambahan *runner* berguna untuk mempercepat pendistribusian logam cair dan meminimalisir kecacatan produk pada titik tertentu yang mengalami kendala kecacatan keterisian logam cair pada cetakan.
2. Berdasarkan data perbandingan persentase deviasi dimensi produk hasil *spin casting* yang telah diperoleh, tiap variasi parameter pengecoran menyajikan bahwa terdapat selisih angka yang kecil, tidak lebih dari 0,3 mm. Sehingga tidak ada pengaruh signifikan terhadap detail visualisasi produk.

5.2 Saran atau Penelitian Selanjutnya

Dari hasil penelitian ini masih banyak kekurangan dan dimungkinkan untuk dilakukan pengembangan lebih lanjut. Diantaranya adalah :

- Proses penyayatan cetakan *spin casting* harus dilakukan dengan sangat hati-hati agar tidak terjadi cacat pada cetakan.
- Proses penuangan logam cair dari mesin pelebur ke mesin *spin casting* harus dilakukan dengan terampil, agar hasil pengecoran maksimal.
- Penelitian selanjutnya, perlu dilakukan objek pembuatan dan penelitian *spin casting* yang berbeda (selain dari *souvenir* berongga). Misalkan benda pada kehidupan sehari-hari atau alat tertentu yang memiliki model berongga dan simpel.

DAFTAR PUSTAKA

- Adi, F. W. (2018). Studi eksperimen finishing perhiasan kuningan dengan perpaduan elektroplating dan patinasi. *Corak: Jurnal Seni Kriya*, 7(1), 54-61.
- Adisukma, W. (2019). Makna Simbol Surya Majapahit.
- AMIN, R. F. (2022). Analisis Hasil Spin Casting Dalam Pembuatan Produk Gantungan Kunci Menggunakan Master Cetakan Dari 3d Print Resin Dan Laser Cutting.
- Arifin, Z. (2019). Pengaruh Bentuk Runner Pada Cetakan RTV Silicone Rubber. KECEPATAN DAN ARAH PUTAR MESIN SPIN CASTING TERHADAP KEBERHASILAN DAN KUALITAS PRODUK KERAJINAN PEWTER, 113-124.
- Barnard, L., Beer, D. D., & Campbell, R. (n.d.). Parameters Affecting Spin Casting Of Decorative And Mechanical Parts. 7(2), 13.
- Beznak, M., Bajicak, M., & Suba, R. (2010). The Possibilities of Runner Placements for Castings Produced by Spin Casting Into Silicon Rubber Moulds. *Jurnal Slovak University of Technology Bratislava*.
- Bin Samsuri, A. (2010). 3.33 Degradation of Natural Rubber and Synthetic Elastomers. *Shreir's Corrosion*, Elsevier, Oxford, 2407-2438.
- Dubey, A. K., & Yadava, V. (2008). Laser beam machining—A review. *International Journal of Machine Tools and Manufacture*, 48(6), 609-628.
- Kapranos, P., Carney, C., Pola, A., & Jolly, M. (2014). Advanced casting methodologies: investment casting, centrifugal casting, squeeze casting, metal spinning, and batch casting. In *Comprehensive materials processing* (Vol. 5, pp. 39-67). Elsevier Ltd.
- 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.
- Murthy, S. R., & Mani, M. (2012). Design for sustainability: The role of CAD. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 16(6), 4247-4256.

- Narayan, K. L., Rao, K. M., & Sarcar, M. M. M. (2008). *Computer Aided Design and Manufacturing*. Prentice-Hall of India Private Limited.
- Pola, A., Tocci, M., & Goodwin, F. E. (2020). Review of microstructures and properties of zinc alloys. In *Metals* (Vol. 10, Issue 2). MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/met10020253>
- PRAWIRA, M. D. A. (2022). Analisis Karakteristik Produk Hasil Spin Casting Menggunakan Master Cetakan Yang Dibuat Dengan 3d Print Resin, Cnc Dan Laser Cutting.
- Putra, E. S. (2021). Potensi Pengembangan Souvenir Di Sulawesi Tengah. *Jurnal Pariwisata PaRAMA: Panorama, Recreation, Accomodation, Merchandise, Accessibility*, 2(1), 16-23.
- Ramnath, S., Haghighi, P., Venkiteswaran, A., & Shah, J. J. (2020). Interoperability of CAD geometry and product manufacturing information for computer integrated manufacturing. *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, 33(2), 116-132.
- Saputro, A. E., & Darwis, M. (2020). Rancang Bangun Mesin Laser Engraver and Cutter Untuk Membuat Kemasan Modul Praktikum Berbahan Akrilik. *Jurnal Pengelolaan Laboratorium Pendidikan*, 2(1), 40-50.
- Setiawan, J., Prasetyo, A., & Risdiyono, R. (2017). Pengaruh Penambahan Talc Terhadap Peningkatan Nilai Kekerasan Cetakan Rtv Silicone Rubber Pada Proses Spin Casting. *Dinamika Kerajinan Dan Batik*, 34(1), 1-10.

LAMPIRAN

Nicem

BEST QUALITY SINCE 1970

C 400 MATIC

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

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

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

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

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



CHARACTERISTICS

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

CARATTERISTICHE

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

TECHNICAL DATA DATI TECNICI

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

WWW.NICEM.IT | VIA PALMIRO TOGLIATTI, 38 - 20030 SENAGO (MI) - ITALY +39 02 990 90 1 | NICEM@NICEM.IT

