PEMBUATAN AKSESORIS CINCIN BERMOTIF BATIK

TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Mesin

Disusun Oleh :

Nama : Muhammad Kadar
No. Mahasiswa : 14525037
NIRM : 2014010660

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA

2019

PERNYATAAN KEASLIAN

Bismillahirrahmanirrahim dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini merupakan hasil kerja saya sendiri kecuali kutipan dan ringkasan yang saya cantumkan sumbernya sebagai referensi. Apabila kemudian hari terbukti pernyataan ini tidak benar, saya bersedia menerima hukuman/sanksi sesuai hukum yang berlaku di Universitas Islam Indonesia.

Yogyakarta, 18 Desember 2018



Muhammad Kadar

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING

PEMBUATAN AKSESORIS CINCIN BERMOTIF BATIK

TUGAS AKHIR

Disusun Oleh :

Nama : Muhammad Kadar

No. Mahasiswa : 14525037

NIRM : 2014010660

Yogyakarta, 22 Feb 2019

Pembimbing,

Dr. Ir. Paryana Puspaputra, M. Eng

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI

PEMBUATAN AKSESORIS CINCIN BERMOTIF BATIK

TUGAS AKHIR

Disusun Oleh :

Nama : Muhammad Kadar

No. Mahasiswa : 14525037

NIRM : 2014010660

Tim Penguji

Dr. Ir. Paryana Puspaputra, M. Eng
Ketua
Tanggal : 22 Feb 2019

Donny Suryawan, ST., M.Eng
Anggota I
Tanggal : 21-Februari - 2019

Santo Ajie Dhewanto, ST, MM
Anggota II
Tanggal : 21/02/2019

Mengetahui
Ketua Jurusan Teknik Mesin

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

HALAMAN PERSEMBAHAN

Bismillah saya persembahkan Tugas Akhir ini untuk:

1. *Ibu Kursiah yang tidak pernah henti menanyakan peneliti kapan lulus, sudah solat apa belum, sudah makan apa belum, sehat aja kah nak dan jangan main futsal nanti sakit.*
2. *Bapak Muhammad Nasir yang tidak pernah henti mengingatkan agar selalu baca doa sebelum keluar rumah dan jangan pernah mencoba coba narkoba.*
3. *Khairunnisa, Muhammad Fadli dan Muhammad Badar yang selalu minta dibelikan oleh-oleh saat pulang ke kampong halaman.*
4. *Pak Dr. Ir. Paryana Puspaputra, M. Eng yang selalu menasehati terkait ilmu dunia maupun akhirat dan memberikan tantangan pada saat tugas akhir.*
5. *Saudara Angkatan 2014 Teknik Mesin LEM FTI UII dan Keluarga Besar Himpunan Mhasiswa Teknik Mesin LEM FTI UII.*
6. *Panti Qore Squad yang telah memberikan pelajaran dan kisah hidup panjang terkait hiruk-pikuk persahabatan.*
7. *Sahabat-sahabat seperjuangan dalam menempuh kehidupan dikampus yang tidak pernah lelah untuk mengganggu saya.*

HALAMAN MOTTO

"Impossible Is Nothing"

Muhammad Kadar

"Hidup adalah soal keberanian, menghadapi yang tanda tanya, tanpa kita mengerti tanpa kita bisa menawar. Terimalah dan hadapilah."

Soe Hok Gie

"Namanya hidup pasti banyak rintangan, kalo banyak rantangan itu namanya catering"

Mei Kushartanti

"Banyak belajar banyak lupa, sedikit belajar sedikit lupa dan tidak belajar tidak lupa"

Hamba Tuhan

KATA PENGANTAR



"Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh"

Alhamdulillahi Robbilalamin, segala puji dan syukur kehadirat Allah *Subhanahu wa Ta'ala* yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga peneliti dapat menyelesaikan laporan tugas akhir ini. Tak lupa peneliti memanjatkan shalawat kepada Nabi Muhammad *Shallahu 'alaihi wa Sallam*, yang telah membawa umat muslim keluar dari zaman *jahilliyah*.

Laporan ini disusun berdasarkan data-data dan fakta-fakta yang terjadi dilapangan ketika melakukan proses penelitian untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar sarjana teknik mesin pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.

Dalam pelaksanaan dan penyusunan laporan tugas akhir ini, peneliti sudah banyak mendapatkan bantuan dari berbagai pihak. Selanjutnya dalam kesempatan ini peneliti menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

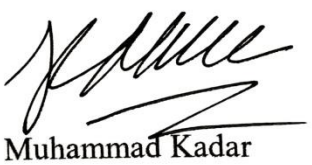
1. Allah *Subhanahu wa Ta'ala* atas ridho dan rahmat-Nya peneliti dapat menyelesaikan laporan tugas akhir.
2. Muhammad Nasir dan Kursiah sebagai orangtua dan Khairunnisa, Muhammad Fadli, Muhammad Badar sebagai adik yang telah memberikan segala dukungan dan kasih sayang yang selalu mendoakan untuk kebahagiaan dan keberhasilan.
3. Bapak Dr. Eng. Risdiyono, S.T., M. Eng, selaku Kaprodi Teknik Mesin.
4. Bapak Dr. Ir. Paryana Puspaputra, M. Eng, selaku Dosen Pembimbing yang telah memberikan banyak nasehat, tantangan, dan kesempatan untuk menyelesaikan Laporan Tugas Akhir.
5. Mohamad Syarifudin yang mengenalkan *software* Matrix V8 sebagai aplikasi untuk mendesain produk *Jewellery* dan memberikan pengetahuan kepada peneliti terkait *software* Matrix V8.

6. Bang Kurnia, S.T. selaku pembimbing pada saat proses silikon, pembuatan pola lilin, cetakan *gypsum*, pengovenan dan pengecoran. Saya sangat berterima kasih atas kesabaran yang telah diberikan pada saat proses memberikan ilmu.
7. *Panti Qore Squad* yang telah memberikan arti persahabatan yang sangat dalam untuk menempuh masa depan dengan bergandeng tangan bersama.
8. Prikitiw yang telah memberikan kepercayaan, do'a dan dukungannya sejauh ini kepada peneliti. Terima Kasih Banyak.
9. Teman seperjuangan Ronny F. M yang bersama berjuang melewati rintangan yang telah dilewati dengan semangat juang yang tinggi.
10. Himpunan Mahasiswa Teknik Mesin LEM FTI UII yang membuat saya menjadi bisa memaknai hidup dibangku perkuliahan.
11. Kawan-kawan Teknik Mesin 2014 yang telah memberikan dukungan dalam hal apapun dan kapanpun.
12. *Super Evil Megacorp* yang telah membuat *game* Vainglory yang mampu mengisi waktu bosan saya ketika jenuh mengerjakan tugas akhir dan laporan.
13. Shallom *Grup* yang telah memberi hiburan, ketenangan dan kenyamanan disaat peneliti kehilangan arah.
14. Semua pihak yang tidak dapat peneliti sebut satu persatu yang telah memberikan dukungan kepada peneliti.

Peneliti berharap laporan ini dapat bermanfaat bagi pembaca. Dan peneliti menyadari bahwasannya laporan tugas akhir masih belum sempurna. Oleh karena itu, peneliti mengharapkan kritik dan saran dari semua pihak. Akhirul kata dengan segala harapan dan doa semoga laporan ini dapat bermanfaat. Aaamiiin

"Wassalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh"

Yogyakarta, 18 Desember 2018



Muhammad Kadar

ABSTRAK

Industri perhiasan di Indonesia memiliki potensi dan peluang yang cukup besar. Dengan meningkatnya permintaan perhiasan di pasar, perlu adanya teknologi yang mampu menghasilkan perhiasan dalam jumlah besar dengan waktu produksi yang singkat. Teknologi mesin CNC adalah salah satu solusi untuk industri perhiasan. Keunggulan dari mesin CNC yang dapat bekerja lebih cepat, lebih kompleks, jauh lebih baik, dan dapat diulang, menyebabkan produsen untuk menggunakan mesin CNC agar menggantikan cara konvensional dalam membuat perhiasan. Sebagai jurusan manufaktur yang memproduksi perhiasan dan aksesoris, Teknik Mesin UII diharapkan dapat membantu untuk memenuhi kebutuhan pasar di dalam atau bahkan di luar kampus. Dengan demikian, Teknik Mesin UII dapat dikenal oleh masyarakat sebagai jurusan yang menghasilkan produk yang berkualitas tinggi dibidang perhiasan dan aksesoris. Oleh karena itu, dibuat penelitian dengan topik Satu Aksesoris Berupa Cincin Bermotif batik Truntum. Dimulai dari proses desain dengan Matrix V8, lalu pembuatan master dengan Cedu CNC, kemudian pembuatan cetakan lilin dengan Silikon RTV 48, dilanjutkan dengan pembuatan lilin dengan mesin injeksi, lalu pembuatan pohon lilin, setelah itu dilanjutkan dengan pembuatan cetakan gypsum dan terakhir proses pengecoran menggunakan logam cair berupa perak. Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa, pembuatan Cincin dengan mesin CNC dapat bekerja lebih cepat, dengan desain yang kompleks dan memiliki hasil yang lebih baik, serta dapat diulang.

***Kata kunci** : CNC, Cincin, Perhiasan, Pengecoran*

ABSTRACT

The jewelry industry in Indonesia has considerable potential and opportunities. With the increasing demand for jewelry in the market, technology needs to be able to produce jewelry in large quantities with short production times. CNC machine technology is one of the solutions for the jewelry industry. The advantages of CNC machines that can work faster, more complex, much better, and can be repeated, cause manufacturers to use CNC machines to replace conventional ways of making jewelry. As a manufacturing department that manufactures jewelry and accessories, Mechanical Engineering Indonesian Islamic University is expected to help to meet market needs inside or even off campus. Thus, Mechanical Engineering Indonesian Islamic University can be recognized by the public as a department that produces high quality products in the field of jewelry and accessories. Therefore, research was made on the topic One Accessories in the form of Truntum Batik Patterned Ring. Starting from the design process with Matrix V8, then making a master with Cedu CNC, then making a wax mold with Silicone RTV 48, followed by making wax with an injection machine, then making a wax tree, then proceed with making gypsum molds and finally casting using metal liquid in the form of silver. From this study it can be concluded that, making rings with CNC machines can work faster, with complex designs and have better results, and can be repeated.

Keywords: *CNC, Ring, Jewelry, Casting*

DAFTAR ISI

Halaman Judul i
pernyataan keaslian ii
Lembar Pengesahan Dosen Pembimbing ..... **Error! Bookmark not defined.**
Lembar Pengesahan Dosen Penguji ..... **Error! Bookmark not defined.**
Halaman Persembahan v
Halaman Motto vi
Kata Pengantar vii
Abstrak ix
Daftar Isi xi
Daftar Tabel xiii
Daftar Gambar xiv
Bab 1 Pendahuluan 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 1
1.3 Batasan Masalah 2
1.4 Tujuan Penelitian atau Perancangan 2
1.5 Manfaat Penelitian atau Perancangan 2
1.6 Sistematika Penelitian 2
Bab 2 Tinjauan Pustaka 4
2.1 Kajian Pustaka 4
2.2 CAD (*Computer Aided Design*) 4
2.2.1 Matrix V8 5
2.2.2 ArtCAM 5
2.3 CAM (*Computer Aided Manufacturing*) 6
2.3.1 CNC (Computer Numerical Controlled) 6
2.4 *Investment Casting* 11
2.4.1 *Silicone Rubber* 12
2.4.2 *Jewellery Wax* 12
2.4.3 Pohon Lilin 13
2.4.4 *Mixer* 14
2.4.5 *Gypsum* 14

2.4.6 Pengecoran 15
Bab 3 Metode Penelitian 16
3.1 Alur Penelitian 16
3.2 Alat 17
3.3 Bahan 17
3.4 Desain Produk Cincin 18
3.4.1 Filosofi Desain Cincin 18
3.4.2 Kriteria Desain Cincin 18
3.5 Proses Pemesinan 19
3.5.1 Proses *Roughing* 19
3.5.2 Proses *Finishing* 19
3.6 Proses Silikon 20
3.7 Proses *Injection Wax* 20
3.8 Proses Pembuatan Pohon Lilin 21
3.9 Proses Pembuatan Cetakan *Gypsum* 22
3.10 Proses Pengovenan 22
3.11 Proses Pengecoran 23
3.12 *Finishing* 24
Bab 4 Hasil dan Pembahasan 25
4.1 Hasil dan Pembahasan Pemesinan Master 25
4.1.1 Pemesinan Cincin Bagian Atas 25
4.1.2 Pemesinan Cincin Bagian Bawah 28
4.1.3 Pemesinan Cincin Bagian Atas dan Bawah Yang Gagal 30
4.2 Hasil dan Pembahasan Pembuatan Cetakan Silikon 31
4.3 Hasil dan Pembahasan Pembuatan Pola Lilin 31
4.4 Hasil dan Pembahasan Proses Pengecoran 33
4.5 Hasil dan Pembahasan Proses *Finishing* 33
Bab 5 35
5.1 Kesimpulan 35
5.2 Saran 35
DAFTAR PUSTAKA 36
LAMPIRAN 1 37

DAFTAR TABEL

Tabel 3-1 Alat Yang Digunakan 17
Tabel 3-2 Bahan Yang Digunakan 17
Tabel 4-1 Parameter Pemesinan Pertama Cincin Bagian Atas 25
Tabel 4-2 Parameter Pemesinan Kedua Cincin Bagian Atas 26
Tabel 4-3 Parameter Pemesinan Ketiga Cincin Bagian Atas 27
Tabel 4-4 Parameter Pemesinan Berhasil Cincin Bagian Atas 28
Tabel 4-5 Parameter Pemesinan Pertama dan Kedua Cincin Bagian Bawah 29
Tabel 4-6 Parameter Pemesinan Berhasil Cincin Bagian Bawah 30

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2- 1 *Software* Matrix V8 5
Gambar 2- 2 *Software* ArtCam JewelSmith 6
Gambar 2- 3 Kaidah Tangan Kanan 7
Gambar 2- 4 CNC 3 *Axis* 7
Gambar 2- 5 CNC 4 *Axis* dan 5 *Axis* 8
Gambar 2- 6 Pahat *End Mill* 10
Gambar 2- 7 Pahat *Conical* 10
Gambar 2- 8 Pahat *Ball End Mill* 11
Gambar 2- 9 *Shank and Colet* 11
Gambar 2- 10 *Silicone Rubber* 12
Gambar 2- 11 *Jewellery Wax* 13
Gambar 2- 12 Pohon Lilin 13
Gambar 2- 13 *Mixer* 14
Gambar 2- 14 *Gypsum* 14
Gambar 2- 15 *Gas Defects* dan *Shrinkage Defects* 15
Gambar 3- 1 Diagram Alur Penelitian 16
Gambar 3- 2 Pengaplikasian Motif Batik Truntum Ke Cincin 18
Gambar 3- 3 (a) Paret 1 (b) Paret 2 (c) Paret 3 19
Gambar 3- 4 Proses Silikon 20
Gambar 3- 5(a) Cetakan Silikon (b) Mesin *Injection Wax* (c) Pola Lilin 21
Gambar 3- 6 Proses Pembuatan Pohon Lilin 21
Gambar 3- 7 (a) Pencampuran *Gypsum* (b) *Gypsum* Divakum (c) *Gypsum* Mengering 22
Gambar 3- 8 Proses Pengovenan 23
Gambar 3- 9 (a) Memasukkan Logam Kedalam *Furnace* (b) Memasukkan Logam Cair Kedalam Cetakan *Gypsum* (c) Hasil Cor 23
Gambar 3- 10 (a) Proses Grinding (b) Proses Tumbling (c) Proses Poles 24
Gambar 4-1 Hasil Pemesinan Gagal Pertama 26
Gambar 4-2 Hasil Pemesinan Gagal Kedua 27
Gambar 4-3 Hasil Pemesinan Gagal Ketiga dan Keempat 27
Gambar 4-4 Hasil Pemesinan Berhasil di Percobaan Ke 21 28

Gambar 4-5 Hasil Pemesinan Gagal Pertama dan Kedua 29
Gambar 4-6 Hasil Pemesinan Berhasil di Percobaan Ke 3 30
Gambar 4-7 Hasil Pemesinan Gagal..... 31
Gambar 4-8 Hasil Cetakan Silikon..... 31
Gambar 4-9 Hasil Pembuatan Pola Lilin Yang Berhasil..... 32
Gambar 4-10 Hasil Pembuatan Pola Lilin Yang Gagal..... 32
Gambar 4-11 Hasil Pembuatan Pohon Lilin..... 33
Gambar 4-12 Hasil Proses Pengecoran 33
Gambar 4-13 Hasil Pengecoran Gagal 33
Gambar 4-14 Hasil Pengecoran Berhasil 34

BAB 1
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Industri perhiasan di Indonesia memiliki potensi dan peluang yang cukup besar. Data dari Kementrian Perindustrian pada tahun 2015 menunjukkan bahwa permintaan pasar khususnya perhiasan dan aksesoris berbahan dasar logam terus meningkat setiap tahunnya. Pada bulan Oktober tahun 2018 menurut Badan Pusat Statistik (BPS), sektor perhiasan tumbuh sebesar 82,24% dengan nilai 294,1 juta dollar AS. Perhiasan paling banyak diekspor kebeberapa negara besar seperti Singapura, Swiss dan Korea Selatan (Movanita, 2018).

Dengan meningkatnya permintaan pasar, perlu adanya teknologi yang mampu menghasilkan perhiasan dalam jumlah besar dengan waktu produksi yang singkat. Teknologi mesin CNC adalah salah satu solusi untuk industri perhiasan. Mesin CNC memiliki keunggulan dapat bekerja lebih cepat, lebih kompleks, jauh lebih baik dan dapat diulang.

Melihat adanya peluang ini maka peneliti mencoba untuk memenuhi kebutuhan tersebut dengan membuat sebuah perhiasan dalam bentuk cincin yang bermotif batik Truntum. Teknik Mesin UII adalah jurusan manufaktur yang memproduksi perhiasan dan aksesoris dengan melibatkan CAD, CAM dan CNC sebagai sarana pendukung. Diharapkan peneliti dapat menghasilkan produk perhiasan yang berkualitas dan bernilai jual tinggi dan memenuhi kebutuhan pasar baik di dalam maupun di luar kampus.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka rumusan masalahnya adalah bagaimana merealisasikan sebuah produk dari desain cincin sampai menjadi logam berbentuk cicin dengan motif batik Truntum.

1.3 Batasan Masalah

a. Pembuatan desain menggunakan *software Matrix* V8
b. Simulasi pemesinan menggunakan *ArtCam JewelSmith* 2011
c. Proses pemesinan menggunakan mesin CEDU CNC
d. Material yang digunakan akrilik 5mm, silikon RTV 48, *Jewelry Wax, Gypsum,* perak dan tembaga.
e. Penelitian ini membahas proses pemesinan cincin.
f. Tidak membahas ketahanan material.

1.4 Tujuan Penelitian atau Perancangan

Tujuan dari perancangan yaitu membuat cincin dengan desain motif batik Truntum menggunakan bahan logam dengan melalui proses pembuatan cincin dan mengamati kendala yang terjadi selama proses pembuatan.

1.5 Manfaat Penelitian atau Perancangan

Manfaat dengan adanya penelitian ini adalah sebagai berikut :

a. Meningkatkan *skill* mahasiswa dalam pembuatan desain menggunakan *software Matrix* V8.
b. Memberikan pengetahuan kepada mahasiswa terkait topik proses pemesinan CNC.
c. Dapat digunakan sebagai referensi untuk membuat cetakan silikon, menggukan mesin injeksi *wax*, membuat cetakan *gypsum* dan proses pengecoran.

1.6 Sistematika Penelitian

Pada penelitian tugas akhir ini diuraikan bab demi bab yang berurutan untuk mempermudah pembahasannya pokok-pokok permasalahan dalam penelitian ini dibagi menjadi lima bab yaitu bab 1 berisikan tentang latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian dan manfaat penelitian serta sistematika penelitian laporan. Bab 2 kajian pustaka dan yang digunakan sebagai dasar dalam menyelesaikan permasalahan. Langkah-langkah

dan metode yang digunakan dalam tugas akhir ini terangkum dalam bab 3. Bab 4 berisikan data dan pembahasan dari penelitian yang telah dilakukan meliputi penjelasan mengenai hasil yang telah dicapai. Bab 5 merupakan bab penutup yang berisikan kesimpulan saran yang didapat dalam pelaksanaan penelitian ini.

BAB 2
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kajian Pustaka

Penelitian tentang desain dan proses pembuatan perhiasan berupa cincin bermotif batik Truntum belum banyak dilakukan. Namun ada beberapa hasil yang telah dicapai oleh peneliti sebelumnya yang berkaitan dengan proses pemesinan dan *casting* perhiasan.

Melakukan penelitian tentang pembuatan master cincin *Complex Signet* menggunakan Roland Jwx 10, akan mendapatkan bentuk *fixture* yang sesuai dalam pembuatan master perhiasan. Agar menghasilkaan *fixture* yang dapat digunakan untuk pemesinan 2 sisi dan pemesinan *rotary*. Hasil pengujian ini adalah terbentuknya master cincin *complex signet* (Shofia, 2014).

Penelitian tentang desain bros bermotif UII dan dilanjutkan dengan pembuatan master menggunakan Roland JWX-10, dilanjutkan pembuatan cetakan silikon, *injection wax*, pemasangan batu, pembuatan *gypsum*, pengovenan, *casting* dan *finishing* bros. Penelitian ini telah berhasil membuat perhiasan bros bermotif UII (Ramadhoni, 2016).

Penelitian terkait desain dan pembuatan gelang bermotif UII diperoleh hasil berupa master gelang bermotif UII yang dilakukan dengan menggunakan mesin CNC Roland JWX-10 dengan pemesinan *rotary*. Setelah master jadi dilanjutkan dengan pembuatan cetakan silikon lalu *injection wax*, pemasangan batu, pembuatan cetakan *gypsum*, pengovenan, *casting*, dan *finishing* gelang (Adiyaksa, 2017).

2.2 CAD (*Computer Aided Design*)

Computer Aided Design (CAD) secara sederhana dapat didefinisikan sebagai "menggunakan komputer dalam proses desain". Dalam proses desain tersebut, komputer dapat dimanfaatkan baik untuk melakukan penggambaran (*representation*) maupun analisis. Aplikasi CAD dalam representasi visual tidaklah terbatas hanya pada *drafting*. Model tiga dimensi, *wire-frame*,

representasi *boundary* dan model *solid* adalah cara-cara penggambaran yang tersedia bagi pengguna. Untuk membantu analisis teknik, tersedia paket-paket untuk simulasi kinematik, analisis rangkaian (*circuit*) dan simulasinya, serta metode elemen hingga (*Finite Element Method*). Sistem CAD biasanya terdiri atas kumpulan modul-modul aplikasi di dalam sebuah database (tidak selalu) dan editor grafik. (Suhendra, 2015).

2.2.1 Matrix V8

Matrix V8 merupakan salah satu *software gemvision* desain perhiasan yang memang dirancang untuk membuat berbagai macam perhiasan seperti cincin, gelang dan kalung. Matrix V8 memiliki keunggulan fitur-fitur untuk membuat perhiasan seperti ukuran ring cincin yang telah tersedia dan ukuran batu permata yang sudah tersedia. Matrix V8 juga telah menyediakan fitur render untuk melihat hasil desain lebih nyata seperti pada gambar 2-1.

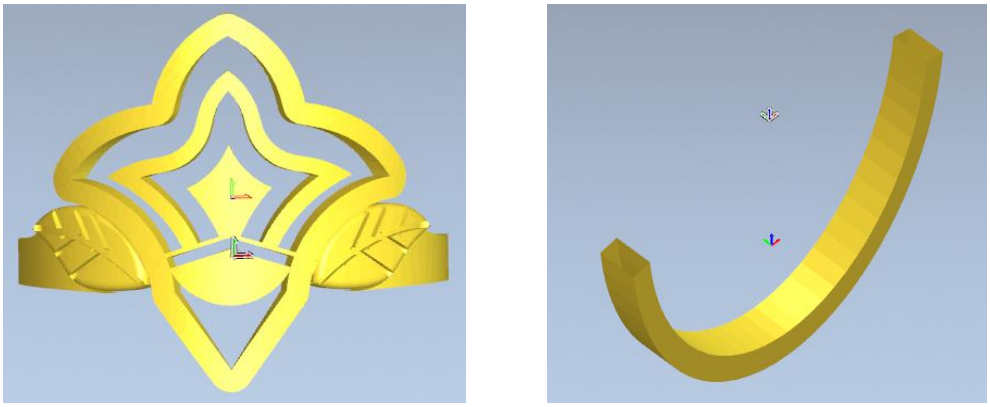


Gambar 2- 1 *Software* Matrix V8

2.2.2 ArtCAM

ArtCAM (*Artistic Computer Aided Manufacturing*) adalah *software* CAD/CAM yang diciptakan perusahaan Delcam yang menjadi solusi untuk pembuatan desain produk seni. ArtCAM memiliki keungulan untuk membangkitkan *relief* 3D sebuah gambar atau foto secara cepat, sehingga

memiliki potensi besar dalam memberikan nilai tambah pada desain produk yang membutuhkan seni artistik seperti pada gambar 2-2.



(a) (b)

Gambar 2- 2 *Software* ArtCam JewelSmith

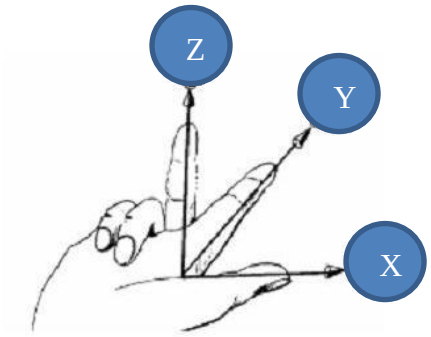
2.3 CAM (*Computer Aided Manufacturing*)

Computer Aided Manufacturing (CAM)) yaitu sebuah teknologi aplikasi yang menggunakan perangkat lunak komputer dan mesin untuk memfasilitasi dan mengotomatisasi proses manufaktur. *Computer Aided Manufacturing* (CAM)) sering digunakan bersama dengan *Computer Aided Design* (CAD). Perangkat lunak berupa integrasi bersama antara CAD dan CAM disebut sebagai CAD/CAM *software* sebagai contoh MaterCAM. Selain persyaratan bahan, sistem *Computer Aided Manufacturing* (CAM) modern meliputi kontrol *real time* dan robotika. Simulasi proses *cutting*/pembentukan benda kerja dalam *software* CAD/CAM dapat disimulasikan (Pramono, 2017).

2.3.1 CNC (Computer Numerical Controlled)

Computer Numerical Control (CNC) didefinisikan sebagai satu computer yang mengkonversikan rancangan menjadi sejumlah perintah dimana komputer memanfaatkan kendali control untuk memotong *(cutting)* dan membentuk *(shaping)* material. *Computer Numeric Control* (CNC) digunakan untuk melakukan proses permesinan dan perancangan. Di banyak kasus sistem CAM akan bekerja dengan perancangan CAD yang dibuat di lingkungan 3 Dimensi.

Programmer CNC akan menentukan operasi mesin dan sistem CAM yang akan membuat program CNC (Ningsih, 2005).



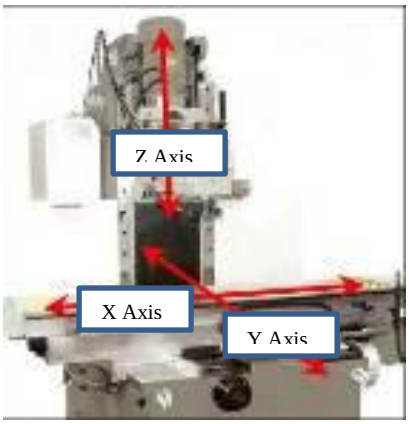
Gambar 2- 3 Kaidah Tangan Kanan

Sumber : (Paryanto, 2012)

Sumbu mesin CNC menentukan gerakan pada pahat terhadap benda kerja. Pada mesin CNC standar yang digunakan pada sumbu mesin yaitu dengan menggunakan kaidah tangan kanan. ISO telah mengeluarkan standar sumbu mesin yaitu gerakan sumbu Z orientasi bersama dengan gerak *spindle*, sumbu X dengan arah gerak horizontal, kemudian sumbu Y yang mengikuti kaidah tangan kanan sehingga membentuk sumbu X, Y, dan Z untuk menyatakan gerakan translasi pahat. Jumlah *Axis* pada mesin CNC pada umumnya memiliki 2 *Axis* dan 3 *Axis*, serta 4 *Axis* dan 5 *Axis*.. Berikut ini merupakan keterangan mesin CNC tersebut:

a. CNC 3 *Axis*

Mesin CNC 3 *Axis* adalah mesin CNC yang menggunakan 3 arah mata pahat sebagai arah pergerakan sumbu X, sumbu Y, dan Sumbu Z.

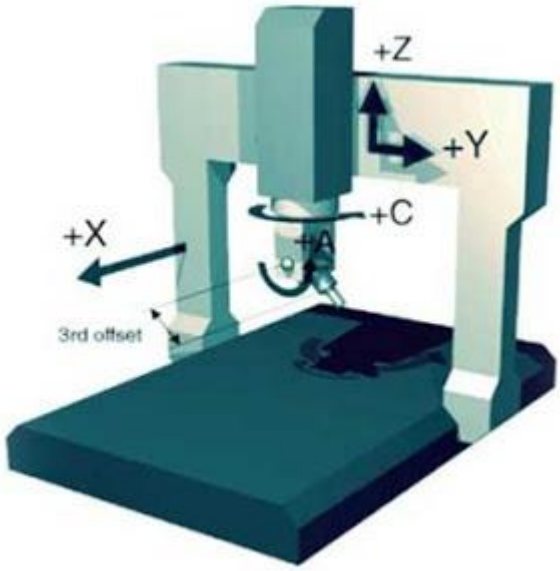


Gambar 2- 4 CNC 3 *Axis*

Sumber : (www.Procnc.com)

b. CNC 4 *Axis* dan 5 *Axis*

Pada mesin CNC ini bertujuan untuk pembuatan produk yang lebih kompleks dan harus memiliki jumlah *Axis* yang lebih dari sebelumnya. CNC 4 *Axis* memiliki arah gerak pada sumbu X, Y, Z, dan A ataupun C. Sedangkan untuk mesin CNC 5 *Axis* mempunyai gerak sumbu X, Y, Z, A dan C.



Gambar 2- 5 CNC 4 *Axis* dan 5 *Axis*

Sumber : (www.rionugraha69.blogspot.com)

2.3.1.1 Pahat

Pahat merupakan salah satu bagian terpenting dalam proses pemesinan. Sifat pahat harus lebih keras daripada benda kerja yang akan dipotong. Adapun jenis bahan pahat yang umum digunakan adalah sebagai berikut:

a. *Carbon Steel*

   Merupakan bahan pahat yang pertama kali ditemukan. *Carbon steel* terbuat dari besi dengan kandungan karbon berkisaran antara 0.71.2%. Panas yang terjadi pada waktu operasi menyebabkan bahan menjadi lunak, sehingga bahan ini hanya digunakan untuk operasi dengan *cutting speed* dan *fedding* yang rendah. *Cutting maksimum* adalah 7.5m/min dan temperatur *maksimum* yang diizinkan adalah 2000°C.

b. HSS (*High Speed Steel*)

Bahan ini adalah penyempurnaan dari *carbon steel* dengan tambahan beberapa bahan sehingga diperoleh karakteristik pemotongan yang seperti diinginkan. Penambahan *tungsten* dan *manganese* menghasilkan HSS I. Penambahan *tungsten*, *chromium*, dan *vanadium* menghasilkan HSS II. Penambahan *cobalt* menghasilkan *super* HSS.

c. *Cast Alloy*

Cast alloy adalah bahan gabungan dari bahan utama *tungsten*, *chromium*, dan *cobalt* yang dituang secara bersamaan. Material yang terjadi adalah material *non ferro* yang kuat, keras, dan mempunyai daya pendinginan yang tinggi sehingga dapat digunakan pada operasi-operasi dengan cutting speed 30 m/min dan temperatur maksimal 580°C.

d. *Carbide*

Bahan ini terbuat dari *tungsten* yang dijadikan tepung dan akhirnya dilelehkan pada suhu yang tinggi (1370°C). Bubuk *tungsten* pada waktu dipanaskan akan membentuk gabungan yang akhirnya menjadi *solid* dan disebut *carbide*. *Carbide* mempunyai maksimum *cutting speed* yang tinggi yaitu 90 m/min dan temperatur *maksimum* 1100°C, sehingga memungkinkan untuk penekanan *cutting speed* yang tinggi. Kelemahan dari bahan ini adalah sifatnya yang getas, sehingga kejutan tekanan harus dihindari.

e. *Ceramic*

Bahan ini terbuat dari *aluminium oksida* yang dihancurkan, dilelehkan, dan dicampur dengan beberapa bahan yang lain seperti *titanium*, *chromium*, *agnese oksida*, dan lainnya. Hasil dari proses tersebut adalah suatu bahan yang disebut *ceramic*. Sifat *ceramic* adalah temperatur kerja yang sangat tinggi sampai dengan 1200°C, sehingga pemakaian *cutting speed* yang tinggi tidak mempengaruhinya. Namun, kekurangannya adalah sifatnya yang getas sehingga jika terjadi kejutan tekanan akan mematahkan pahat.

2.3.1.2 Pahat *End Mill*

End Mill merupakan pahat *solid* dengan sisi dan gagang yang menjadi satu. *End Mill* dapat digunakan untuk frais bagian muka, frais *horizontal*, *vertikal*, menyudut atau melingkar. Secara operasional *End Mill* digunakan untuk

pembuatan alur, *keyways*, *pockets* (kantong), *shoulders* (tingkat), permukaan datar dan frais bentuk. Pahat *End Mill* seperti pada gambar 2-6 (Prasetyo, 2017).



Gambar 2- 6 Pahat *End Mill*

Sumber : (Roland University 2008)

2.3.1.3 Pahat *Conical*

Digunakan untuk memotong bentuk yang memiliki lekukan tajam serta relief yang berukuran kecil, namun mudah untuk mengalami kegagalan karena sudut yang sangat kecil dan rapuh. Pahat *Conical* dapat ditunjukan pada gambar 2-7 (Purnomo, 2017).



Gambar 2- 7 Pahat *Conical*

2.3.1.4 Pahat *Ball End Mill*

Digunakan untuk memotong permukaan melengkung dan bergelombang. Pahat jenis ini paling umum digunakan. Biasanya *ball end mill* lebih kuat daripada *flat end mill*. Pisau ini digunakan untuk frais *fillet* atau alur dengan radius pada permukaannya, untuk alur bulat, lubang, bentuk bola dan untuk semua pengerjaan bentuk bulat, seperti pada gambar 2-8.

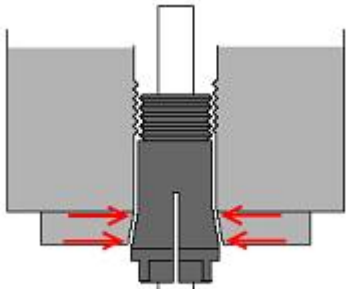


Gambar 2- 8 Pahat *Ball End Mill*

Sumber : (Roland University 2008)

2.3.1.5 Shank and Colet

Shank merupakan bagian yang dipegang oleh mesin dan digunakan untuk menghubungkan dengan *colet* pemegang. Ukuran *standard colet* adalah 1/4", 1/8" dan untuk ukuran metrik 6mm dan 3mm, seperti pada gambar 2-9 (Shofia, 2014).



Gambar 2- 9 *Shank and Colet*

Sumber : (Roland *University* 2008)

2.4 *Investment Casting*

Investment Casting adalah salah satu proses manufaktur, dimana logam cair dituangkan ke dalam cetakan *gypsum* yang dapat dibuang. Cetakan dibentuk dengan menggunakan pola lilin sekali pakai. Pola lilin dimasukan ke dalam bubur *gypsum* yang mengeras di dalam cetakan. *Investment Casting* sering disebut sebagai *"lost-wax casting"* karena cetakan pada *gypsum* terbentuk setelah pola lilin di lelehkan. *Investment casting* merupakan salah satu jenis pengecoran presisi untuk menghasilkan salah satu produk coran yang memiliki bentuk rumit, misalnya ketipisan, kemiringan, kelengkungan variasi radius kecil, kehalusan

permukaan produk dan mensyaratkan tingkat kepresisian bentuk dan dimensi. Cara ini semenjak dahulu telah dipakai untuk membuat benda seni rupa secara industri, tetapi sekarang dipakai secara luas dan pesat untuk pengecoran produksi masa atau pengecoran paduan kelas tinggi (Prasetyo, 2017). Berikut merupakan persiapan yang perlu dilakukan terlebih dahulu sebelum melakukan pengecoran dengan menggunakan metode *lost wax casting*, seperti :

2.4.1 *Silicone Rubber*

Silicone rubber merupakan bahan polimer yang tersusun dari monomer-monomer cilcicsiloxane yang membentuk polydimethylsiloxane. Secara kimia dituliskan dengan rumus [CH32SiO]n. Berdasarkan rumus kimia tersebut dapat terlihat pengulangan monomernya yang dinyatakan dengan derajat polimerisasi (n). Karet silikon memiliki berat molekul yang tinggi dan memiliki derajat polimerisasi antara 4.000 sampai 10.000. Satu atom silikon diperoleh dengan cara mereduksi SiO2 dengan karbon melalui peristiwa pemanasan listrik, seperti pada gambar 2-9 (Yuniarti, 2012).



Gambar 2- 10 *Silicone Rubber*

2.4.2 *Jewellery Wax*

Ferris File A Wax merupakan salah satu *merk* lilin yang digunakan khusus untuk aplikasi produk perhiasan. Komposisi *Ferris File A W*ax adalah

senyawa kimia Petroleum Hydrocarbon yang merupakan kumpulan dari molekul-molekul alkana (linier atau cros parafin), sikloalkana (naphthenes), hidrokarbon aromtik, atau senyawa yang lebih rumit seperti asphaltenes. *Ferris File A Wax* memiliki 5 macam variasi yang dibedakan berdasarkan warnanya. Warna-warna tersebut terdiri dari biru, kuning emas, hijau, jingga, dan ungu. Selain itu bentuk yang disediakan juga bervariasi, terdapat blok batangan utuh, potongan batangan, silinder bulat dan silinder *oval*. Berat satu paket lilin Ferris File A Wax sebesar 1 pons atau sekitar 0,45 kg, seperti gambar yang ditunjukan pada 2-11 (Shofia, 2014).



Gambar 2- 11 *Jewellery Wax*

2.4.3 Pohon Lilin

Pohon lilin dibuat dengan menggabungkan beberapa bagian yaitu dari saluran turun *(Sprue)*, pengalir *(Runner)*, saluran masuk *(Ingate)* dan master benda yang akan kita cetak. Pohon lilin dibuat menyesuaikan tinggi dan diameter *flask*. Semua bagian di satukan dengan menggunakan *solde*, seperti pada gambar 2-12 (Purnomo, 2017).



Gambar 2- 12 Pohon Lilin

2.4.4 *Mixer*

Active mixing adalah proses pencampuran fluida dimana dalam proses pencampurannya terdapat tekanan atau *pressure* dari luar seperti pompa sehingga terjadi pergerakan *fluida* didalam channel dan mempunyai efisiensi pencampuran yang tinggi, seperti pada gambar 2-13 (Baskoro, 2016).



Gambar 2- 13 *Mixer*

2.4.5 *Gypsum*

Gypsum adalah mineral hidrous kalium sulfat (CaSO4 2H2O) yang terjadi di alam, berbentuk endapan sedimen mendatar dan dekat dengan permukaan bumi dan memiliki sebaran yang luas. *Gypsum* sering berasosiasi dengan batu kapur, batu serpih, batu pasir, marmer, dan lempung. Mineral lain-lain yang selalu berasosiasi dengan *gypsum* ialah anhidrit (CaSO4), mineral sulfat sejenis *gypsum* tetapi tidak mengandung kristal H2O. Sebagian besar endapan gipsum terbentuk dari air laut dan hanya sedikit yang berasal dari endapan danau yang mengandung garam. *Gypsum* juga dapat terjadi dari hasil kegiatan vulkanik, gas H2S dari fumarol bereaksi dengan kapur dan hasil pelapukan batuan, seperti yang ditunjukan pada gambar 2-14 (Purnomo, 2017).



Gambar 2- 14 *Gypsum*

2.4.6 Pengecoran

Pengecoran sering disebut juga penempaan logam cair (*liquid metal forging*), yaitu suatu proses dimana logam cair didinginkan sambil diberikan tekanan. Proses ini pada dasarnya mengkombinasikan keuntungan keuntungan pada proses *forging* dan *casting*. Perlengkapan proses antara lain dapur pemanas, mekanisme *press*, *punch*, dan *die (direct), pouring hole*, *injection chamber plunger* dan *gating system (indirect)* (Firdaus, 2002).

2.4.6.1 Jenis dan Faktor Kegagalan Pengecoran

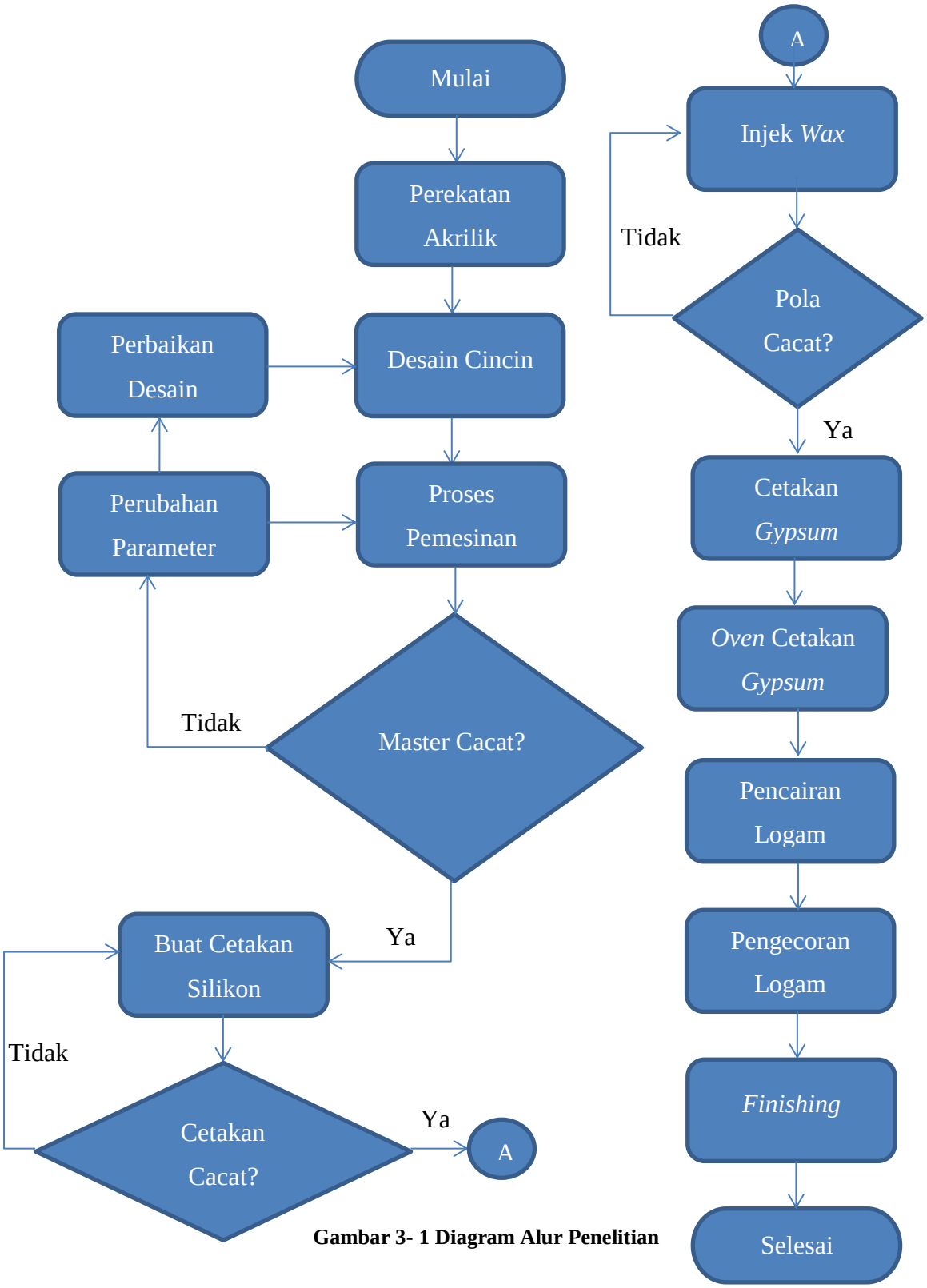
Ada beberapa jenis kegagalan pada saat pengecoran seperti *gas defects*. *Gas defects* dapat dihasilkan dari udara yang terjebak selama penuangan atau evolusi pada kontak antara logam cair dan material cetakan atau sisipan selama pembekuan sebagai hasil reaksi kimia atau perubahan temperatur dalam logam cair. Cacat gas dapat berupa *blowholes, air locks dan pin hole. Gas Defects* terjadi karena udara dapat terjebak dalam sebuah coran saat turbulensi berlebihan atau hirupan dalam penuangan terkombinasi dengan logam dan *superheat* yang kecil. Sehingga, bubbles tidak dapat keluar sebelum pembekuan coran. Selain itu dapat juga karena saat penuangan aliran logam yang memasuki *cavity* lebih cepat daripada aliran udara keluar cetakan melalui saluran. Sehingga timbul efek udara terjebak seperti efek bantal dan menunda aliran udara keluar. Efek ini menimbulkan cacat *airlock* di permukaan atas logam. Selanjutnya adalah cacat *shrinkage defects* yang terjadi saat pembekuan karena penyusutan yang tidak seragam sehingga menimbulkan cacat berupa rongga-rongga, seperti pada gambar 2-15.



Gambar 2- 15 *Gas Defects* dan *Shrinkage Defects*

BAB 3
METODE PENELITIAN

3.1 Alur Penelitian



Gambar 3- 1 Diagram Alur Penelitian

3.2 Alat

Alat yang digunakan pada penelitian ini beserta fungsinya ditunjukkan pada tabel 3-1.

Tabel 3-1 Alat Yang Digunakan

No	Alat	Fungsi
1	*Laptop*	Membuat desain master
2	Cedu CNC	Membuat master dari akrilik 5mm
3	*Injection Wax*	Menginjek lilin kedalam cetakan silikon
4	*Vacuum Mixer Gypsum*	Untuk mengaduk campuran *gypsum* dengan air
5	*Vacuum & Casting Machine*	Untuk memvakum cetakan silikon dan cetakan *gypsum*
6	*Electric Furnace*	Untuk meleburkan perak
7	Pisau Bedah	Untuk merapikan hasil master lilin dan memotong cetakan silikon
8	Gergaji	Untuk memotong master cincin
9	Kompresor	Memeberikan tekanan udara

3.3 Bahan

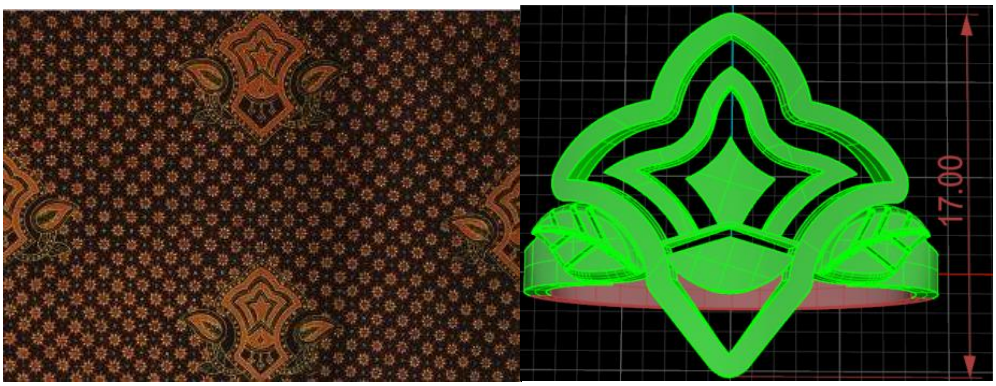
Bahan yang digunakan pada penelitian ini terdapat pada tabel 3-2.

Tabel 3-2 Bahan Yang Digunakan

No	Nama Bahan
1	Akrilik 5mm
2	Silikon *Rubber* RTV 48
3	*Injection Wax*
4	*Gypsum Jewelerry*
5	Perak 22,26 gram
6	Tembaga 1,65 gram

3.4 Desain Produk Cincin

Pembuatan desain cincin menggunakan *software Matrix* V8 dengan harapan mampu mengaplikasikan batik Truntum yang berasal dari daerah Yogyakarta menjadi sebuah cincin. Tahap berikutnya menggunakan aplikasi *ArtCam Jewelsmith* 2011 untuk membuat proses *roughing* dan *finishing* pada mesin cnc, seperti pada gambar 3-2.



(a) **(b)**

Gambar 3- 2 Pengaplikasian Motif Batik Truntum Ke Cincin

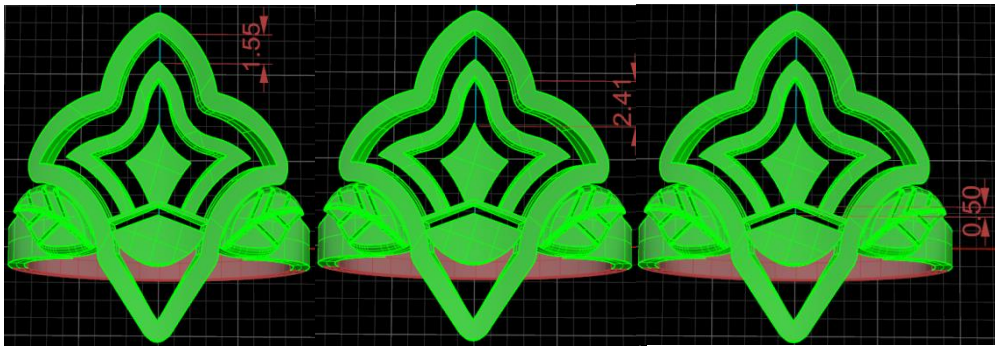
3.4.1 Filosofi Desain Cincin

Motif yang berada pada gambar diatas adalah bentuk penampakan batik Truntum . Batik Truntum diciptakan oleh Kanjeng Ratu Kencana yang memiliki makna cinta yang tumbuh kembali. Sebagai simbol cinta yang tulus, tanpa syarat, abadi dan semakin lama akan semakin terasa subur berkembang. Batik Truntum biasanya digunakan untuk acara pernikahan yang dikenakan oleh kedua orang tua pasangan yang berarti untuk menuntun anak-anaknya ke kehidupan yang baru.

3.4.2 Kriteria Desain Cincin

Desain motif batik Truntum pada cincin bertujuan untuk mengangkat tema batik Truntum itu sendiri. Pada desain cincin ini memiliki tebal *ring* 2 mm dan diameter 16,9 mm. Untuk mencapai tebal *ring* yang diinginkan maka peneliti harus menempatkan pahat ke titik 0 dengan tepat agar tebal *ring* cincin tersebut sesuai dengan yang diinginkan. Peneliti menginginkan hasil *relief* yang halus dan rapi dengan menimbulkan hasil motif pada daun batik Truntum agar motif daun tersebut tidak terkikis habis oleh pahat. Ukuran lebar paret pada motif daun

adalah 0,28 mm dengan kedalaman 0,2 mm. Desain kepala cincin memiliki tinggi 17 mm dengan lebar paret 1 yaitu 1,55 mm, lebar paret 2 yaitu 2,41 mm dan lebar paret 3 yaitu 0,5 mm. Dengan percobaan berkali-kali akhirnya peneliti mampu mendapatkan parameter yang tepat untuk menyelesaikan desain batik Truntum dengan kriteria desain pada gambar 3-3.



(a) (b) (c)

Gambar 3- 3 (a) Paret 1 (b) Paret 2 (c) Paret 3

3.5 Proses Pemesinan

Proses pemesinan master menggunakan mesin Cedu CNC. Material utama yang di pahat adalah akrilik dengan ukuran 5mm. Pada pemesinan ini ada dua tahap yaitu *roughing* dan *finishing*. Proses pemesinan yang dilakukan ada 8 tahap. Pertama *roughing* depan cincin bagian atas, *finishing* depan bagian atas, *roughing* belakang cincin bagian atas, *finishing* belakang cincin bagian atas, *roughing* depan cincin bagian bawah, *finishing* depan cincin bagian bawah, *roughing* belakang cincin bagian bawah dan *finishing* belakang cincin bagian bawah.

3.5.1 Proses *Roughing*

Pada proses pemesinan ini akan menggunakan pahat *endmill* 3mm dengan diameter collet 6mm. Pada saat proses ini akan menggunakan strategi *offset outside*. Strategi *offset outside* adalah cara pemotongan sesuai dengan bentuk produk dan dan memotong dimulai dari sisi luar menuju ke sisi dalam produk.

3.5.2 Proses *Finishing*

Pada proses pemesinan kali ini akan menggunakan pahat *conical* 0.125 10° dengan diameter colet 6mm dan menggunakan strategi pemotongan *offset*

outside. Strategi ini sama dengan cara pemotongan pada saat *roughing*, dengan memotong sesuai dengan bentuk produk dan dimulai dari sisi luar menuju ke sisi dalam produk.

3.6 Proses Silikon

Pembuatan cetakan silikon merupakan tahapan setelah proses pemesinan. Cetakan silikon dibutuhkan untuk melakukan *injection wax*, yaitu membuat pola lilin yang sesuai dengan bentuk master. Silikon yang digunakan pada penelitian ini yaitu silikon RTV-48 dengan campuran *catalys*, seperti pada gambar 3-4.



Gambar 3- 4 Proses Silikon

3.7 Proses *Injection Wax*

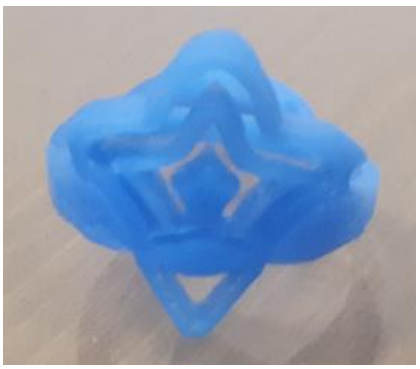
Proses ini adalah tahap untuk membuat master cincin dengan bahan lilin khusus untuk perhiasan. Setelah cetakan silikon telah jadi maka lilin akan di masukkan kedalam cetakan silikon menggunakan *wax injection*, seperti yang ditunjukan pada gambar 3-5.



(a)



(b)



(c)

Gambar 3- 5(a) Cetakan Silikon (b) Mesin *Injection Wax* (c) Pola Lilin

3.8 Proses Pembuatan Pohon Lilin

Pembuatan pohon lilin adalah tahap menggabungkan seluruh hasil master lilin menjadi satu tiang untuk dimasukkan *gypsum* dengan wadah yang disebut *flask*, seperti pada gambar 3-6.



Gambar 3- 6 Proses Pembuatan Pohon Lilin

3.9 Proses Pembuatan Cetakan *Gypsum*

Gypsum yang dijadikan cetakan akan dicampur air terlebih dahulu kemudian diaduk hingga merata lalu dimasukkan kedalam wadah *(flask)* yang sudah ada pohon lilinnya. *Gypsum* yang digunakan sebesar 1000 g dan dicampur air sebanyak 40% dari jumlah *gypsum* yang digunakan. Lalu *flask* yang telah berisikan *gypsum* di vacum agar tidak ada rongga udara didalam cetakan *gypsum*, seperti yang ditunjukan pada gambar 3-7.



(a) (b) (c)

Gambar 3- 7 (a) Pencampuran *Gypsum* (b) *Gypsum* Divakum (c) *Gypsum* Mengering

3.10 Proses Pengovenan

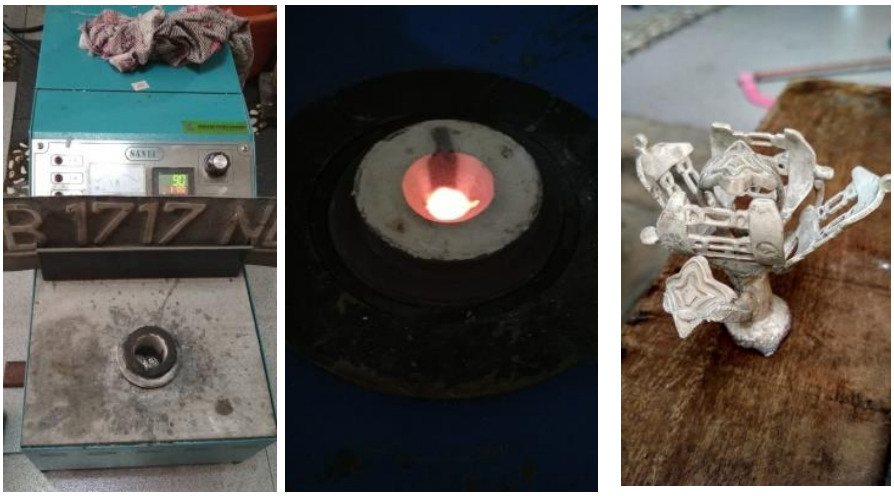
Lilin yang ada di dalam cetakan *gypsum* harus dilelehkan supaya terbentuk rongga di dalam cetakan. Pengovenan juga dilakukan untuk mengeraskan struktur *gypsum*. *Gypsum* akan dipanaskan pada program 1 dengan temperatur 155°C dengan waktu 120 menit, pada program 2 dengan temperatur 375°C dengan waktu 60 menit, pada program 3 dengan temperatur 750°C dengan waktu 120 menit dan pada program 4 dengan temperatur 645°C dengan waktu 60 menit, seperti pada gambar 3-8.



Gambar 3- 8 Proses Pengovenan

3.11 Proses Pengecoran

Logam berupa perak yang sudah dicairkan menggunakan *Electric Furnace* dengan suhu 980° C kemudian dituang kedalam cetakan *gypsum* yang telah disediakan. Kemudian *gypsum* yang berisikan logam *divacuum* agar logam mengisi seluruh ruangan yang ada pada *gypsum* sehingga tidak ada rongga udara. Setelah cetakan terisi logam lalu diamkan hingga logam mengeras dan temperaturnya turun menjadi bersuhu ruang. Proses pengeluaran dengan cara menghancurkan cetakan gipsum menggunakan air. Logam yang sudah dikeluarkan dari cetakan dibersihkan dari sisa gipsum yang masih menempel, seperti pada gambar 3-9.



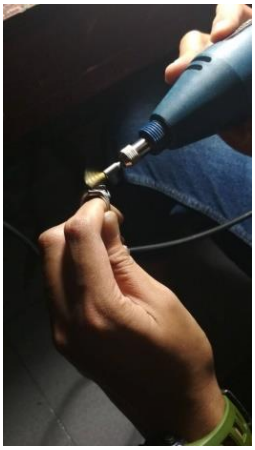
(a) (b) (c)

Gambar 3- 9 (a) Memasukkan Logam Kedalam *Furnace* (b) Memasukkan Logam Cair Kedalam Cetakan *Gypsum* (c) Hasil Cor

3.12 *Finishing*

Proses ini untuk menghilangkan sisa pada saat pengecoran sampai produk terlihat bersih . Adapun cara yang dilakukan seperti ini

a. Membuang sisa *gypsum* yang ada pada produk menggunakan sikat.
b. Memotong produk dari pohon lilin dan dilanjutkan dengan memotong *sprue* dengan gergaji
c. Membersihkan sisa logam yang menempel dan membentuk produk agar sesuai dengan desain menggunakan kikir.
d. Diamplas menggunakan amplas P1000.
e. Kemudian dimasukkan kedalam *magnetic tumbler* agar warna cincin terlihat bersih.
f. Dipoles dengan kain khusus poles.



(a)



(b)



(c)

Gambar 3- 10 (a) Proses Grinding (b) Proses Tumbling (c) Proses Poles

BAB 4
HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil dan Pembahasan Pemesinan Master

Setelah melewati proses pemesinan yang dilakukan berkali-kali hingga dianggap sesuai dengan desain yang diinginkan. Akhirnya peneliti menemukan parameter pemesinan yang tepat untuk sebuah desain cincin bermotif batik Truntum. Dipercobaan pertama peneliti masih belum bisa menemukan parameter pemesinan yang tepat. Peneliti membutuhkan 21 percobaan agar menemukan parameter pemesinan yang paling tepat.

4.1.1 Pemesinan Cincin Bagian Atas

Proses pemesinan pada produk cincin batik Truntum menggunakan mesin CNC 3 *Axis* oleh karena itu proses pemesinan dibagi menjadi 2 tahap yaitu cincin bagian atas dan cincin bagian bawah. Kriteria yang tepat pada proses pemesinan yaitu master cincin yang memiliki relief seperti desain tanpa ada cacat seperti patah pada relief, sisa akrilik dan diameter *ring* dan tebal *ring* sesuai dengan desain. Dibawah ini adalah parameter dan hasil pemesinan dari produk. Proses pemesinan cincin bagian atas dilakukan sebanyak 21 kali.

4.1.1.1 Pemesinan Pertama Cincin Bagian Atas

Pemesinan pertama dilakukan dengan parameter pemesinan yang terdapat pada tabel 4-1.

Tabel 4-1 Parameter Pemesinan Pertama Cincin Bagian Atas

Parameter	Pemesinan Sisi Atas		Pemesinan Sisi Bawah	
	Roughing	*Finishing*	*Roughing*	*Finishing*
Pahat	*Endmill* 3 mm	Conical 0.125 10°	*Endmill* 3 mm	Conical 0.125 10°
Area to Machine	*Inside Vector*			
Strategy	*Offset (Outside)*	*Offset (Outside)*	*Offset (Outside)*	*Offset (Outside)*
Stepover	1 mm	0.08 mm	0.8 mm	0.04 mm
Stepdown	0.5 mm	0.4 mm	0.4 mm	0.2 mm
Feed rate	17 mm/sec	17 mm/sec	17 mm/sec	17 mm/sec
Spindle	15000 rpm			
Material Thickness	20 mm			
Time	16:06	38:42	34:49	1:38:32

Pada proses pemesinan pertama sebelum proses *finishing* akhir selesai, *bridge* pada cincin sudah patah sehingga proses *finishing* akhir tidak sempurna. Hasil pemesinan seperti pada gambar 4-1.



Gambar 4-1 Hasil Pemesinan Gagal Pertama

4.1.1.2 Pemesinan Kedua Cincin Bagian Atas

Pada proses pemesinan kedua menggunakan parameter pemesinan yang terdapat pada tabel 4-2.

Tabel 4-2 Parameter Pemesinan Kedua Cincin Bagian Atas

Parameter	Pemesinan Sisi Atas		Pemesinan Sisi Bawah	
	Roughing	*Finishing*	*Roughing*	*Finishing*
Pahat	*Endmill* 3 mm	Conical 0.125 10^{o}	*Endmill* 3 mm	Conical 0.125 10^{o}
Area to Machine	*Inside Vector*			
Strategy	*Offset (Outside)*	*Offset (Outside)*	*Offset (Outside)*	*Offset (Outside)*
Stepover	1 mm	0.08 mm	0.8 mm	0.04 mm
Stepdown	0.5 mm	0.4 mm	0.4 mm	0.2 mm
Feed rate	17 mm/sec	17 mm/sec	17 mm/sec	17 mm/sec
Spindle	15000 rpm			
Material Thickness	15 mm			
Time	16:06	38:42	34:49	1:38:32

Pada proses pemesinan kedua untuk parameter pemesinan yang digunakan sama dengan parameter pemesinan pertama, hanya beda pada tebal material yang digunakan. Hasil pada proses pemesinan kedua gagal karena cincin patah pada saat proses finishing untuk membersihkan sisa akrilik yang tertinggal seperti pada gambar 4-2.



Gambar 4-2 Hasil Pemesinan Gagal Kedua

4.1.1.3 Pemesinan Ketiga dan Keempat Cincin Bagian Atas

Pada proses pemesinan ketiga dan keempat menggunakan parameter pemesinan dan tebal material yang sama dengan parameter pemesinan yang kedua seperti pada tabel 4-3

Tabel 4-3 Parameter Pemesinan Ketiga Cincin Bagian Atas

Parameter	Pemesinan Sisi Atas		Pemesinan Sisi Bawah	
	Roughing	*Finishing*	*Roughing*	*Finishing*
Pahat	*Endmill* 3 mm	Conical 0.125 10°	*Endmill* 3 mm	Conical 0.125 10°
Area to Machine	*Inside Vector*			
Strategy	*Offset (Outside)*	*Offset (Outside)*	*Offset (Outside)*	*Offset (Outside)*
Stepover	1 mm	0.08 mm	0.8 mm	0.04 mm
Stepdown	0.5 mm	0.4 mm	0.4 mm	0.2 mm
Feed rate	17 mm/sec	17 mm/sec	17 mm/sec	17 mm/sec
Spindle	15000 rpm			
Material Thickness	15 mm			
Time	16:06	38:42	34:49	1:38:32

Hasil pada proses pemesinan ketiga dan keempat tergolong gagal karena produk percobaan ketiga patah pada saat pemotongan *bridge* kemudian dilem tetapi hasil masih kurang maksimal. Percobaan keempat juga gagal karena produk masih banyak menyisakan sisa akrilik yang tidak bisa dibersihkan, seperti yang ditunjukan pada gambar 4-3.



(a)



(b)

Gambar 4-3 (a) Hasil Gagal Ke-3 (b) Hasil Gagal Ke- 4

4.1.1.4 Pemesinan Cincin Bagian Atas Yang Berhasil

Setelah mencoba berulang-ulang kali dengan parameter yang berbeda dan tebal material yang berbeda, akhirnya pada percobaan ke 21 desain cincin bisa dikatakan berhasil. Parameter pemesinan pada percobaan ke 21ditunjukan pada tabel 4-4.

Tabel 4-4 Parameter Pemesinan Berhasil Cincin Bagian Atas

Parameter	Pemesinan Sisi Atas		Pemesinan Sisi Bawah	
	Roughing	*Finishing*	*Roughing*	*Finishing*
Pahat	*Endmill* 3 mm	Conical 0.125 10°	*Endmill* 3 mm	Conical 0.125 10°
Area to Machine	*Inside Vector*			
Strategy	*Offset (Outside)*	*Offset (Outside)*	*Offset (Outside)*	*Offset (Outside)*
Stepover	1 mm	0.08 mm	0.8 mm	0.04 mm
Stepdown	0.5 mm	0.4 mm	0.4 mm	0.2 mm
Feed rate	17 mm/sec	17 mm/sec	17 mm/sec	17 mm/sec
Spindle	15000 rpm			
Material Thickness	15 mm			
Time	16:06	38:42	34:49	1:38:32

Hasil pada proses pemesinan pada percobaan ke 21 ini telah melewati beberapa tahap setelah pemesinan seperti pemotongan *bridge*, membersihkan sisa *bridge* pada cincin dan pengamplasan agar hasil lebih halus. Dibawah ini adalah hasil gambar dari proses pemesinan cincin bagian atas yang berhasil, seperti pada gambar 4-4.



Gambar 4-4 Hasil Pemesinan Berhasil di Percobaan Ke 21

4.1.2 Pemesinan Cincin Bagian Bawah

Pada proses pemesinan cincin bagian bawah tidak memerlukan begitu banyak percobaan seperti cincin bagian atas. Karena cincin bagian bawah tidak

memiliki relief yang sangat signifikan seperti cincin bagian atas. Tetapi peneliti masih gagal pada percobaan pertama dan kedua. Parameter pemesinan cincin bagian bawah ditunjukan pada tabel 4-5.

Tabel 4-5 Parameter Pemesinan Pertama dan Kedua Cincin Bagian Bawah

Parameter	Pemesinan Sisi Atas		Pemesinan Sisi Bawah	
	Roughing	*Finishing*	*Roughing*	*Finishing*
Pahat	*Endmill* 3 mm	Conical 0.125 10°	*Endmill* 3 mm	Conical 0.125 10°
Area to Machine	*Inside Vector*			
Strategy	*Offset (Outside)*	*Offset (Outside)*	*Offset (Outside)*	*Offset (Outside)*
Stepover	1 mm	0.04 mm	1 mm	0.04 mm
Stepdown	0.5 mm	0.2 mm	0.5 mm	0.2 mm
Feed rate	17 mm/sec	17 mm/sec	17 mm/sec	17 mm/sec
Spindle	15000 rpm			
Material Thickness	15 mm			
Time	10:35	37:37	29:58	27:39

Pada proses pemesinan cincin bagian bawah percobaan satu dan dua gagal karena belum menemukan titik 0 yang tepat. Sehingga *bridge* patah pada percobaan pertama dan percobaan kedua hasilnya cacat karena produk tidak berbentuk setengah lingkaran karena proses *finishing* untuk membersihkan sisa akrilik terjadi kesalahan teknis karena *human error*, seperti pada gambar 4-5.



(a) (b)

Gambar 4-5 (a) Gagal 1 (b) Gagal (2)

4.1.2.1 Pemesinan Cincin Bagian Bawah Yang Berhasil

Pada proses pemesinan cincin bagian bawah di percobaan ke-3 cincin bagian bawah dengan bentuk setengah lingkaran berhasil. Parameter pemesinan pada produk cincin bagian bawah, ditunjukan pada tabel 4-6.

Tabel 4-6 Parameter Pemesinan Berhasil Cincin Bagian Bawah

Parameter	Pemesinan Sisi Atas		Pemesinan Sisi Bawah	
	Roughing	*Finishing*	*Roughing*	*Finishing*
Pahat	*Endmill* 3 mm	Conical 0.125 10°	*Endmill* 3 mm	Conical 0.125 10°
Area to Machine	*Inside Vector*			
Strategy	*Offset (Outside)*	*Offset (Outside)*	*Offset (Outside)*	*Offset (Outside)*
Stepover	1 mm	0.04 mm	1 mm	0.04 mm
Stepdown	0.5 mm	0.2 mm	0.5 mm	0.2 mm
Feed rate	17 mm/sec	17 mm/sec	17 mm/sec	17 mm/sec
Spindle	15000 rpm			
Material Thickness	15 mm			
Time	10:35	37:37	29:58	27:39

Hasil pada proses pemesinan cincin bagian bawah pada percobaan ketiga berhasil. Karena posisi pahat titik 0 sudah tepat dan proses *finishing* untuk memotong *bridge* dan menghaluskan produk telah sesuai keinginan, seperti yang ditunjukkan pada gambar 4-6.



Gambar 4-6 Hasil Pemesinan Berhasil di Percobaan Ke 3

4.1.3 Pemesinan Cincin Bagian Atas dan Bawah Yang Gagal

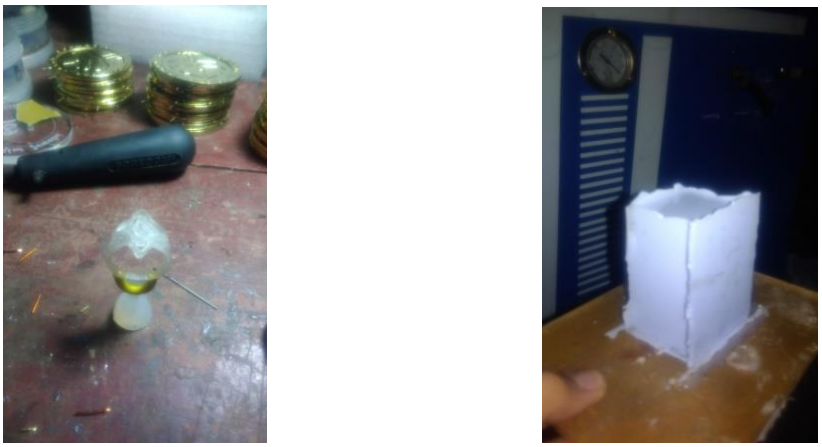
Peneliti telah melakukan percobaan yang sudah berulang ulang dan tidak dapat dituliskan dilaporan ini secara keseluruhan karena akan mengurangi efisiensi waktu kepada pembaca karena kesalahan banyak yang dilakukan secara berulang seperti proses pemesinan yang terlalu tebal maupun terlalu tipis itu dikarenakan penentuan titik nol yang tidak pas. Motif yang berkurang dari ukuran sebenarnya dikarenakan ujung pahat yang terlalu besar atau tumpul sehingga motif ikut termakan pahat. Hasil pemesinan yang kasar pada master disebabkan karena parameter yang belum pas. Terjadi patahan pada saat *finishing* bagian belakang karena posisi pahat terlalu dekat dengan master. Pada gambar 4-7 adalah gambar hasil pemesinan yang gagal.



Gambar 4-7 Hasil Pemesinan Gagal

4.2 Hasil dan Pembahasan Pembuatan Cetakan Silikon

Pembuatan cetakan silikon ini diawali dengan memasang *sprue* dan *area nozel injection wax* dengan menggunakan lem G. Lalu mencampurkan silikon *rubber* RTV 48 dengan *catalys.* Kadar campuran antara *catalys* dan silikon sangat berpengaruh terhadap hasil cetakan yang dihasilkan. Apabila *catalys* kebanyakan akan menyebabkan kegetasan pada cetakan, sebaliknya apabila *catalys* terlalu sedikit akan membuat cetakan silikon lambat kering dan menjadi lembek. Pada gambar 4-8 adalah gambar hasil pembuatan cetakan silikon dengan campuran yang pas :



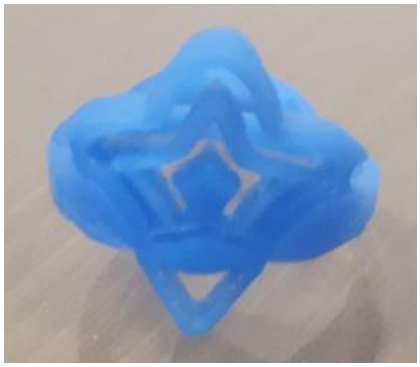
(a) (b)

Gambar 4-8 (a) Pemasangan *Sprue* (b) Hasil Silikon

4.3 Hasil dan Pembahasan Pembuatan Pola Lilin

Pada proses pembuatan pola lilin menggunakan mesin injeksi *wax*. Mesin injeksi *wax* adalah mesin yang akan memasukkan lilin yang sudah mencair setelah dipanaskan dengan suhu 80°C kedalam cetakan silikon. Perlu dilakukan percobaan yang berulang untuk mendapatkan parameter menggunakan mesin

injeksi *wax* sesuai dengan cetakan silikon. Parameter yang tepat digunakan peneliti adalah menggunakan waktu injeksi 2 detik, dengan tekanan antara 30 Mpa – 35 Mpa dan waktu *vacuum* 2 detik. Kriteria berhasil pada saat proses injek wax adalah ketika hasil pola lilin yang dihasilkan mampu mengisi rongga cetakan silikon tanpa melebihi atau kurang dari rongga cetakan silikon. Ada beberapa faktor kendala yang didapatkan peneliti saat menginjeksi seperti memegang cetakan silikon yang tidak pas, waktu injeksi yang terlalu pendek sehingga lilin tidak mengisi seluruh ruangan yang ada pada silikon dan waktu injeksi yang terlalu lama dapat membuat cairan lilin keluar dari cetakan silikon.



Gambar 4-9 Hasil Pembuatan Pola Lilin Yang Berhasil



Gambar 4-10 Hasil Pembuatan Pola Lilin Yang Gagal



Gambar 4-11 Hasil Pembuatan Pohon Lilin

4.4 Hasil dan Pembahasan Proses Pengecoran

Ketika suhu hasil cor sudah seperti suhu ruangan maka hasil cor tersebut sudah bisa dibersihkan dengan air karena masih ada sisa-sisa *gypsum* yang menempel pada produk seperti pada gambar 4-12.



Gambar 4-12 Hasil Proses Pengecoran

Ada beberapa kendala yang ada pada produk, salah satunya ada bentuk bintik-bintik pada produk karena adanya udara yang terjebak pada saat proses *gypsum* di *vacuum*, seperti pada gambar 4-13.



Gambar 4-13 Hasil Pengecoran Gagal

4.5 Hasil dan Pembahasan Proses *Finishing*

Setelah produk sudah bersih dari *gypsum* maka proses selanjutnya adalah membersihkan sisa logam yang terdapat pada produk dan membentuk produk sesuai desain cincin yang diinginkan menggunakan kikir. Bagian yang paling

sulit dikikir adalah bagian sela-sela dari motif batik Truntum. Ada beberapa bagian yang sulit di kikir karena apabila dipaksa akan menghilangkan motif dari batik Truntum tersebut. Gambar 4-14 adalah hasil jadi dari produk cincin bermotif batik Truntum.



Gambar 4-14 Hasil Pengecoran Berhasil

BAB 5

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari penelitian yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan yaitu desain cincin bermotif batik Truntum menggunakan *software Matrix* V8 melalui proses pembuatan cincin dimulai dari proses desain, proses pembuatan master, pembuatan cetakan lilin, pembuatan pola lilin menggunakan mesin injeksi wax, tahap selanjutnya pengovenan *gypsum* lalu pengecoran dan terakhir *finishing.* Setelah melewati semua proses ini maka banyak kendala yang dialami yaitu tidak menggunakan parameter pemesinan yang tepat maka akan merusak master cincin. Pembuatan cetakan silikon ketika tidak *divacuum* maka akan timbul rongga udara yang terdapat pada cetakan silikon. Pada proses pembuatan cetakan *gypsum* komposisi *gypsum* dan air akan sangat mempengaruhi hasil cetakan karena cetakan *gypsum* bisa pecah apabila komposisi air melebihi kadar air yang sudah ditentukan yaitu 40% dari berat *gypsum.*

5.2 Saran

Dari hasil penelitian yang dilakukan ini masih terdapat kekurangan yang memungkinkan untuk dilakukan peneliti selanjutnya, diantaranya adalah :

1. Sebelum melakukan penelitian sebaiknya memahami terlebih dahulu terkait parameter pemesinan agar tidak melakukan kesalahan yang sama secara berulang-ulang.
2. Pada saat proses *finishing* hasil pengecoran sebaiknya dilakukan dengan hati hati agar tidak merusak motif yang ada pada produk.
3. Peneliti selanjutnya sebaiknya membuat tutup *flask* yang mudah dibongkar pasang agar mudah dalam proses penuangan *gypsum* kedalam *flask* ketika *gypsum* melebihi kapasitas *flask* yang digunakan.

DAFTAR PUSTAKA

Adiyaksa, R. (2017). Desain dan Pembuatan Gelang Bermotif UII Menggunakan Mesin CNC Roland JWX-10.

Baskoro, A. S. (2016). Analisis Fabrikasi Desain Lamination Passive Mixing Microchannel Perangkat Mikrofluidik.

Firdaus. (2002). Analisis Parameter Proses Pengecoran Squeeze.

Movanita, A. N. (2018). Oktober 2018, Ekspor Perhiasan dan Permata Jadi Andalan.

Ningsih, D. H. (2005). Computer Aided Design / Computer Aided Manufacturing CAD/CAM.

Paryanto, M. (2012). Mengopersikan Mesin CNC Dasar.

Pramono, E. P. (2017). Proses Permesinan CNC dalam Pembelajaran Simulasi CNC.

Prasetyo, F. D. (2017). Desain dan Pembuatan Suvenir Berupa Gantungan Kunci Bermotif UII.

Purnomo, W. C. (2017). Desain dan Pembuatan Suvenir Bercorak UII Jogja Berupa Jepitan Dasi Plakat dan Logo Kotak Plakat.

Ramadhoni, R. (2016). Desain Bros Bermotif UII Menggunakan Mesin Roland JWX-10.

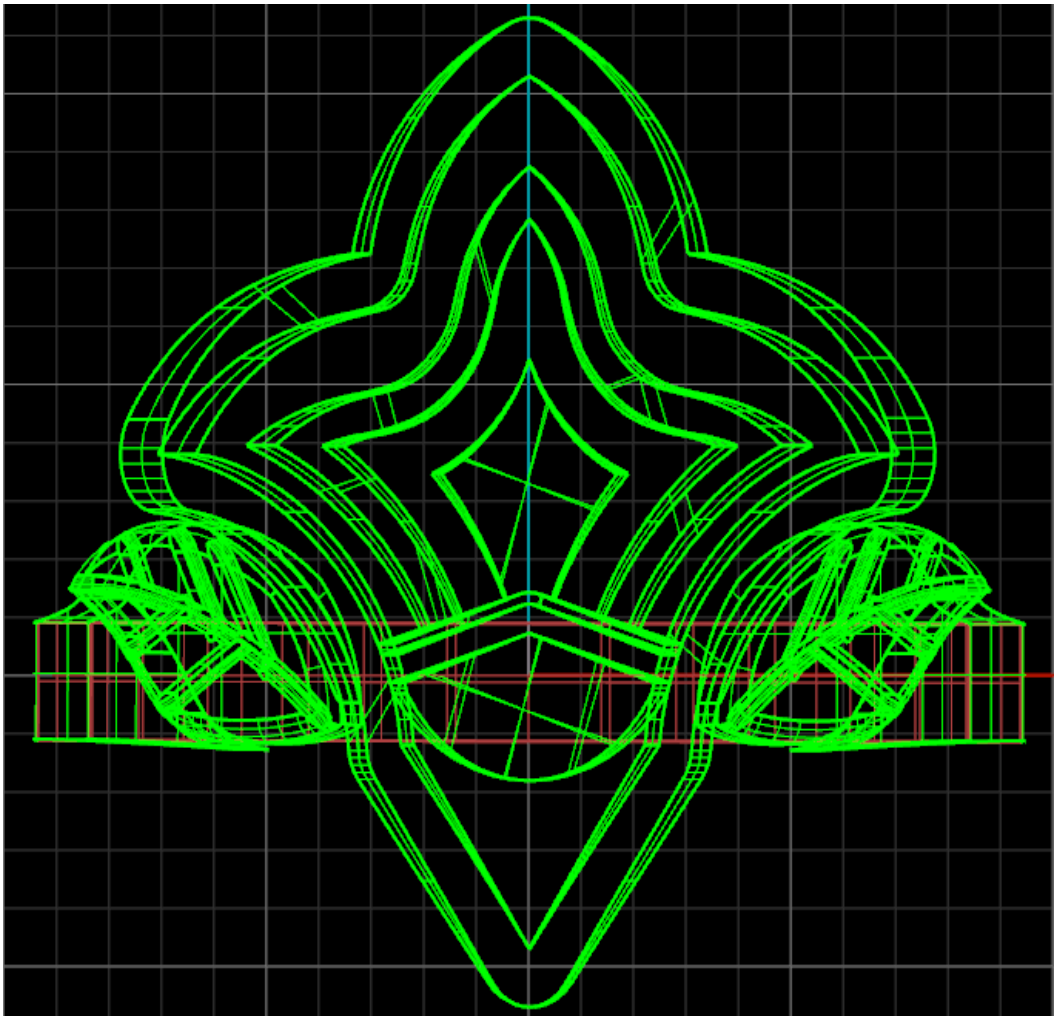
Shofia, N. (2014). Pembuatan Master Cincin Complex Signet Menggunakan Roland JWX-10.

Suhendra, B. (2015). Pemilihan Sistem CAD/CAM dalam Industri Manufactur Studi Kasus : Brake Drum.

Yuniarti, N. (2012). Tinjuan Sifat Hidrofobik Bahan Isolasi Silicone Rubber.

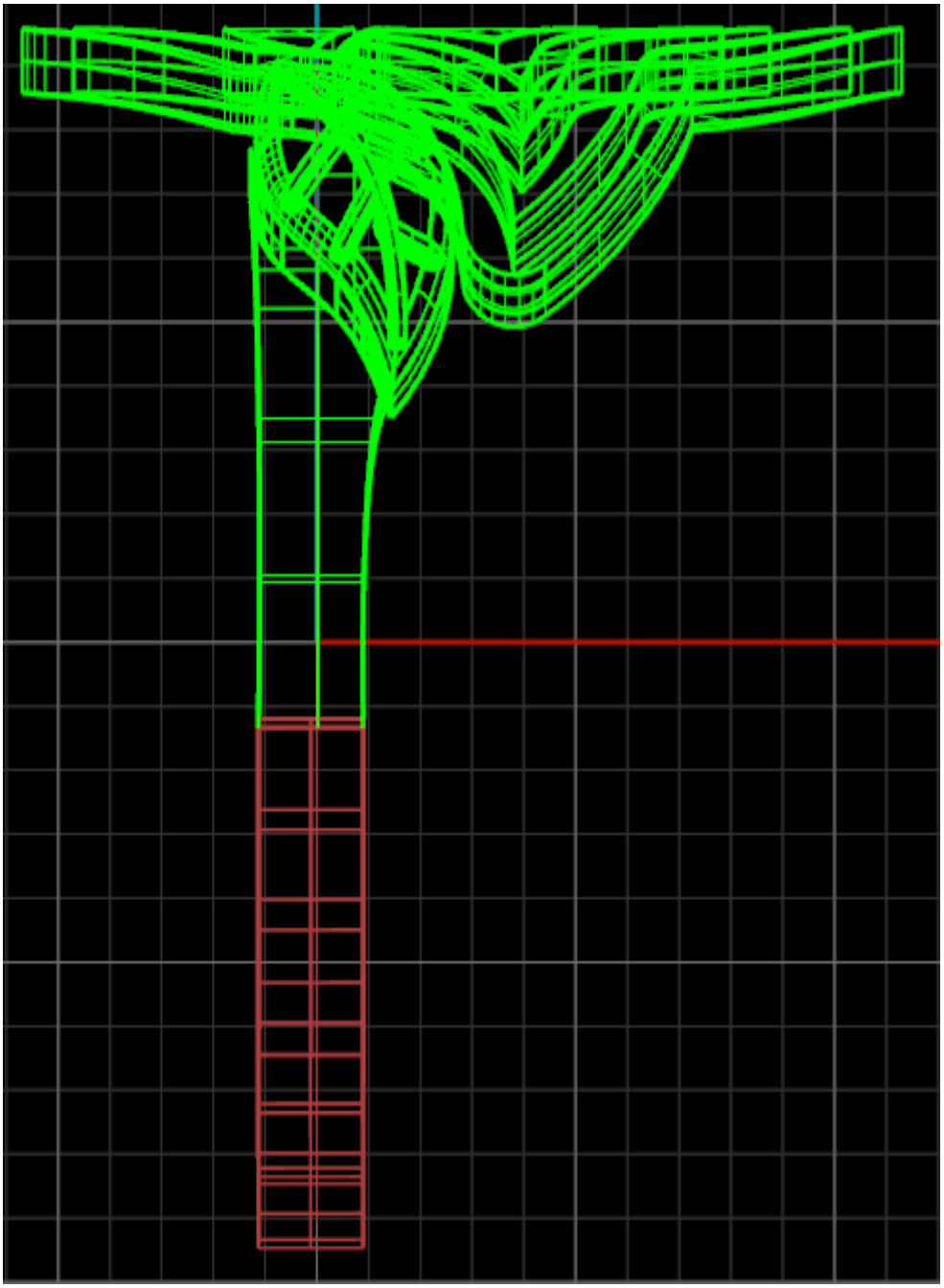
LAMPIRAN 1

DESAIN CINCIN TAMPAK DEPAN



LAMPIRAN 2

DESAIN CINCIN TAMPAK SAMPING



LAMPIRAN 3

DESAIN CINCIN TAMPAK ATAS

