PEMBUATAN *PENDANT* SANGKAR BURUNG

TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Mesin

Disusun Oleh :

Nama : Ronny Frandinata Maizir
No. Mahasiswa : 14525085
NIRM : 2014071192

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, 17 Desember 2018



Ronny Frandinata Maizir

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING

PEMBUATAN *PENDANT* DARI SANGKAR BURUNG

TUGAS AKHIR

Disusun Oleh :

Nama	**: Ronny Frandinata Maizir**
No. Mahasiswa	**: 14525085**
NIRM	**: 2014071192**

Yogyakarta, 22 Feb 2019

Pembimbing,

Dr. Ir. Paryana Puspaputra, M. Eng

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI

PEMBUATAN *PENDANT* SANGKAR BURUNG

TUGAS AKHIR

Disusun Oleh :

Nama : Ronny Frandinata Maizir

No. Mahasiswa : 14525085

NIRM : 2014071192

Tim Penguji

Dr., Ir. Paryana Puspaputra, M.Eng

Ketua

Tanggal : 22/02/2019

Muhammad Khafidh, S.T., M.T., Ph.D

Anggota I

Tanggal : 21/02/2019

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

Anggota II

Tanggal : 21/02/2019

Mengetahui

Ketua Program Studi Teknik Mesin

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

HALAMAN PERSEMBAHAN

Karya tulis ini ku persembahkan untuk :

Kedua orang tua tercinta, Bapak Afmaizir dan Ibu Asnawati. Terima kasih atas doa, kesabaran, pengorbanan dan kasih sayang kepada penulis selama ini sehingga dapat menyelesaikan tugas akhir ini dan tidak lupa juga penulis berterima kasih kepada teman – teman yang telah meluangkan waktu untuk membantu penulis dalam pengejaan tugas akhir ini.

Segala cerita dan nasihat menjadikan motivasi dalam menjalani hidup ini. Dan tidak lupa juga penulis berterima kasih kepada teman – teman yang telah memberikan saran dan masukan dalam membantu penulis untuk menyelesaikan tugas akhir ini.

Serta teman – teman seperjuangan ruangan 1.09 yang saling membantu dalam menyelesaikan tugas akhir ini . Terima Kasih untuk semua bantuan, doa dan perhatiannya. Semoga ALLAH SWT membalas dengan lompakan tahmat dan karunia – Nya. Amin.

HALAMAN MOTTO

"Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya"
(Q.s. Al-Baqaroh: 286)

"Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahaan"
(Qs.Al-Insyiraah Ayat: 5-6)

"Bekerja keras dan bersikap baiklah. Hal luar biasa akan terjadi"

Conan O' Brien

"Kesuksesan tak pernah dimiliki. Ia disewakan dan itu dibayar tiap hari"

Rory Vaden

" Capai Kesuksesan dimulai dari hati"

Ronny Frandinata Maizir

KATA PENGANTAR ATAU UCAPAN TERIMA KASIH



"Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh"

Alhamdulillahi Robbilalamin, segala puji dan syukur kehadirat Allah *Subhanahu wa Ta'ala* yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir ini. Tak lupa penulis 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 penelitian di Universitas Islam Indonesia 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, penulis sudah banyak mendapatkan bantuan dari berbagai pihak. Selanjutnya dalam kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

1. Allah *Subhanahu wa Ta'ala* atas ridho dan rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir.
2. Kedua orang tua, kakak, dan adik atas 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 dan kesempatan untuk menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini.
5. Teman-teman seperjuangan Teknik Mesin Universitas Islam Indonesia.
6. Himpunan Mahasiswa Teknik Mesin FTI UII yang membuat saya menjadi lebih bisa memaknai hidup.
7. Kawan-kawan Teknik Mesin 2014 yang telah memberikan dukungan dalam hal apapun.

8. Muhammad Kadar sebagai teman seperjuangan dan membantu untuk mengerjakan tugas akhir ini tanpa kenal lelah.
9. Kurnia S.T yang telah membantu untuk menyelesaikan tugas akhir ini sampai produk jadi.
10. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebut satu persatu yang telah memberikan dukungan kepada penulis.

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

"Wassalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh"

Yogyakarta, 17 Desember 2018



Ronny Frandinata Maizir

ABSTRAK

Industri perhiasan merupakan salah satu indsutri yang bergerak dibidang manufaktur yang memliki tingkat permintaan yang tinggi. Untuk memenuhi permintaan tersebut perlu adanya mesin yang yang memiliki standar operasional dan perawatan yang benar. Mesin CNC merupakan salah satu mesin yang didukung oleh standar operasional dan memiliki kemampuan yang dapat bekerja lebih cepat, lebih kompleks, jauh lebih baik, dan dapat diulang. Teknik mesin UII berfokus pada bidang manufaktur diharapkan mampu memproduksi perhiasan yang berkualitas dan bernilai jual sehingga dapat memenuhi kebutuhan pasar baik dalam kampus maupun diluar. Oleh karena itu, dibuat penelitian dengan topik pembuatan pendant sangkar burung. Dimulai dari proses desain dengan software inventor 2018, 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 gipsum, pengecoran menggunakan logam cair berupa perak, dan terkahir finishing.

***Kata Kunci**: CNC, Pendant, Pengecoran*

ABSTRAK

The jewelry industry is one of the industries engaged in manufacturing that has a high level of demand. To fulfill this demand, there is a need for machines that have the correct operational and maintenance standards. CNC machines are one of the machines that are supported by operation standards and have the ability to work faster, more complex, far better, and can be repeated. UII's mechanical engineering focusing on manufacturing is expected to be able to produce quality and selling jewelry so that it can meet market needs both on campus and outside. Therefore, a study was made on the topic of UII logo bird cage pendant. Starting from the design process with Inventor 2018 software, then making a master with Cedu CNC, then making a silicone mold with Silicone RTV 48, followed by making wax with injection machines, then making a wax tree, after that proceed with making gypsum molds, casting using liquid metal in the form of silver, and finally finishing.

***Keywords**: CNC, Pendant, Casting*

DAFTAR ISI

Halaman Judul i
pernyataan keaslian ii
Lembar Pengesahan Dosen Pembimbing iii
Lembar Pengesahan Dosen Penguji iv
Halaman Persembahan v
Halaman Motto vi
Kata Pengantar atau Ucapan Terima Kasih vii
Abstrak ix
Abstrak x
Daftar Isi xi
Daftar Tabel xiv
Daftar Gambar xv
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 Penulisan 2
Bab 2 Tinjauan Pustaka 4
2.1 Kajian Pustaka 4
2.2 CAD/CAM 4
2.2.1 ArtCam 5
2.3 Mesin CNC 7
2.3.1 Sumbu (*axis*) 8
2.3.2 CNC *Tools* 10
2.3.3 *Shank and Collet* 10
2.4 *Investment Casting* 12
2.4.1 *Silicon Rubber* 15
2.4.2 Lilin Perhiasan 16

2.4.3 *Injection Wax* 16
2.4.4 *Mixer* 17
2.4.5 Gipsum 17
2.4.6 Pengecoran 18
BAB 3 Metode Penelitian 22
3.1 Alur Penelitian 22
3.2 Alat 23
3.3 Bahan 23
3.4 Filosofi Sangkar Burung 24
3.5 Kriteria Desain *Pendant* 24
3.5.1 Desain Bagian Atas 25
3.5.2 Desain Bagian Tengah 25
3.5.3 Desain Bagian Bawah 26
3.6 Proses Pemesinan 26
3.6.1 Proses Roughing 27
3.6.2 Proses Finishing 28
3.7 Proses Silikon 29
3.8 Proses *Injection Wax* 29
3.9 Proses Pembuatan Pohon Lilin 30
3.10 Proses Pembuatan Cetakan Gipsum 30
3.11 Proses Pengovenan 31
3.12 Proses Penuangan Logam Cair 32
3.13 *Finishing* 32
bab 4 Hasil dan Pembahasan 34
4.1 Hasil dan Pembahasan Pemesinan Master 34
4.2 Hasil Pembuatan Cetakan Silikon 35
4.3 Hasil Pembuatan Pola Lilin 36
4.4 Hasil dan Pembahasan Pengecoran 37
4.5 Hasil *Finishing* 38
Bab 5 Penutup 39
5.1 Kesimpulan 39
5.2 Saran atau Penelitian Selanjutnya 39

Daftar Pustaka 40
Lampiran 1..... 41

DAFTAR TABEL

Tabel 3- 1 Alat yang Digunakan. 23
Tabel 3- 2 Bahan yang Digunakan. 23
Tabel 3- 3 Parameter Pemesinan Desain Bagian Depan. 27
Tabel 3- 4 Parameter Pemesinan Desain Bagian belakang. 27
Tabel 3- 5 Parameter Pemesinan *Finishing* Desain Bagian Depan. 28
Tabel 3- 6 Parameter Pemesinan *Finishing* Desain Bagian Belakang. 28

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2- 1 CAD/ CAM. 5
Gambar 2- 2 Artcam. 6
Gambar 2- 3 Bitmap. 6
Gambar 2- 4 Vektor. 7
Gambar 2- 5 Mesin CNC. 7
Gambar 2- 6 Kaidah Tangan Kanan. 8
Gambar 2- 7 Mesin CNC 3 *Axis*. 9
Gambar 2- 8 Mesin CNC 4 dan 5 *Axis*. 9
Gambar 2- 9 *End Mill*. 10
Gambar 2- 10 Pahat *Ball End Mill*. 10
Gambar 2- 11 Pahat *Conical* 11
Gambar 2- 12 *Shank and Collet* 11
Gambar 2- 13 Cetakan Silikon. 13
Gambar 2- 14 Mesin *Wax Injector*. 13
Gambar 2- 15 Pohon Lilin. 13
Gambar 2- 16 Mesin Vakum Gipsum. 14
Gambar 2- 17 *Silicon Rubber*. 16
Gambar 2- 18 Lilin Perhiasan. 16
Gambar 2- 19 *Injection Wax*. 17
Gambar 2- 20 *Mixer* 17
Gambar 2- 21 Gipsum. 18
Gambar 2- 22 Rongga Udara 19
Gambar 2- 23 Lubang Jarum 20
Gambar 2- 24 Penyusutan Luar 20
Gambar 2- 25 Penyusutan Dalam 21

Gambar 3- 1 Alur Penilitian 28
Gambar 3- 2 Sangkar Burung 24
Gambar 3- 3 *Pendant* Sangkar Burung 24
Gambar 3- 4 Desain Bagian Atas 25

Gambar 3- 5 Desain Bagian Tengah 25
Gambar 3- 6 Desain Bagian Bawah 26
Gambar 3- 7 Mesin Cedu CNC 27
Gambar 3- 8 (a) Penempatan Master Di Wadah 29
Gambar 3- 9 (a) Cetakan Silikon 30
Gambar 3- 10 Pohon Llilin 30
Gambar 3- 11 (a)Wadah Sebelum Dituangi Gipsum 31
Gambar 3- 12 Pengovenan 31
Gambar 3- 13 (a) Kondisi Setelah Dituangi Cairan Logam 32
Gambar 3- 14 (a) *Magnetik Tumbler* 33

Gambar 4- 1 Parameter Pemesinan yang Tepat 34
Gambar 4- 2 Parameter Pemesinan yang Belum Sesuai 34
Gambar 4- 3 Hasil Pemesinan yang Gagal 35
Gambar 4- 4 (a) Bentuk Dalam Cetakan Silikon 36
Gambar 4- 5 Hasil Cetakan Lilin 36
Gambar 4- 6 Hasil Cetakan Lilin yang Gagal 37
Gambar 4- 7 Hasil Pembuatan Pohon Lilin 37
Gambar 4- 8 Hasil Pengecoran 37
Gambar 4- 9 Hasil *Finishing* 38

BAB 1
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pesatnya perkembangan industri manufaktur membuat seluruh perusahaan yang bergerak dalam bidang manufaktur selalu melakukan peningkatan secara bertahap agar dapat mampu bersaing dalam era globalisasi. Industri *jewelry* merupakan salah satu industri yang bergerak dibidang manufaktur yang memliki tingkat permintaan yang tinggi.

Jumlah unit industri *jewelry* di Indonesia pada tahun 2015 mencapai 36.636 perusahaan dengan nilai produksi sebesar Rp 10,45 triliun. Sektor ini menyerap tenaga kerja sebanyak 43.348 orang dan menghasilkan devisa melalui ekspor sebesar USD 3,31 miliar (Gati, 2016).

Perlu adanya mesin yang didukung oleh standar operasional dan perawatan yang benar untuk memenuhi pesatnya permintaan pasar. Mesin CNC (*Computer Numerical* Control) merupakan salah satu mesin yang didukung oleh standar operasional yang bisa menjadi solusi untuk mengatasi pesatnya permintaan pasar yang memliki kenggulan dapat bekerja lebih cepat, lebih kompleks, lebih baik, dan dapat diulang.

Melihat peluang ini maka penulis mencoba utnuk membuat *pendant* sangkar burung yang dapat memenuhi kebutuhan tersebut. Teknik mesin UII (Universitas Islam Indonesia) adalah jurusan teknik mesin yang berfokus pada bidang manufaktur yang memproduksi perhiasan. Diharapkan teknik mesin UII dapat memproduksi perhiasan yang memiliki kualitas dan bernilai jual sehingga menunjukkan identitas UII khususnya sebagai kampus yang memiliki produk yang berkualitas.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka rumusan masalahnya adalah bagaimana merealisasikan sebuah produk dari desain *pendant* menjadi logam berbentuk *pendant* sangkar burung.

1.3 Batasan Masalah

Pembatasan masalah dalam penelitian ini meliputi hal – hal sebagai berikut:

a. Pembuatan desain menggunakan *software Inventor Professional 2018.*
b. Simulasi pemesinan menggunakan *ArtCam JewelSmith* 2011
c. Proses pemesinan menggunakan mesin CEDU CNC
d. Material yang digunakan akrilik 8mm, silikon RTV 48, *Jewelry Wax*, *Gypsum*, perak dan tembaga.
e. Penelitian ini membahas proses pemesinan *pendant*.
f. Tidak membahas ketahanan material.

1.4 Tujuan Penelitian atau Perancangan

Membuat *pendant* sangkar burung dengan bahan dasar logam melalui tahapan proses pembuatan serta mengetahui kendala yang terjadi pada proses pembuatan *pendant* sangkar burung

1.5 Manfaat Penelitian atau Perancangan

a. Memberikan pemahaman kepada mahasiswa mengenai topik yang berkaitan dengan proses pemesinan CNC.
b. Meningkatkan *skill* mahasiswa dalam tahapan pembuatan *jewelry*.
c. Dapat digunakan sebagai referensi untuk membuat cetakan silikon, pembuatan pola lilin, cetakan gipsum dan pengecoran.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan tugas akhir ini disusun secara berurutan untuk mempermudah dalam pembahasan. Penulisan tugas akhir ini dijelaskan sebagai berikut. Bab I pendahuluan. Bagian ini menjelaskan tentang latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, dan sistematika penulisan. Bab II tinjauan pustaka. Bagian ini berisi kajian pustaka dan menjelaskan dasar

teori yang yang digunakan dalam penelitian dan perancangan yang dilakukan. Bab III metodologi penelitian. Bagian ini menjelaskan langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian dan metode penelitian yang digunakan. Bab IV hasil dan pembahasan. Bagian ini berisi tentang hasil dan pembahasan berdasarkan penelitian dan perancangan yang telah dilakukan. Bab V penutup. Bagian ini berisi tentang kesimpulan dari pembahasan yang dilakukan serta saran-saran untuk penelitian selanjutnya.

BAB 2
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kajian Pustaka

Dalam perkembangan topik penilitian ini, ada beberapa hasil yang dicapai dari penelitan sebelumnya yang berkaitan dengan proses pemesinan hingga proses *casting* perhiasan.

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

Penelitian tentang desain dan pembuatan gelang bermotif UII. Dari penelitian ini 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 gipsum, pengovenan, *casting*, dan *finishing* gelang (Adiyaksa, 2017).

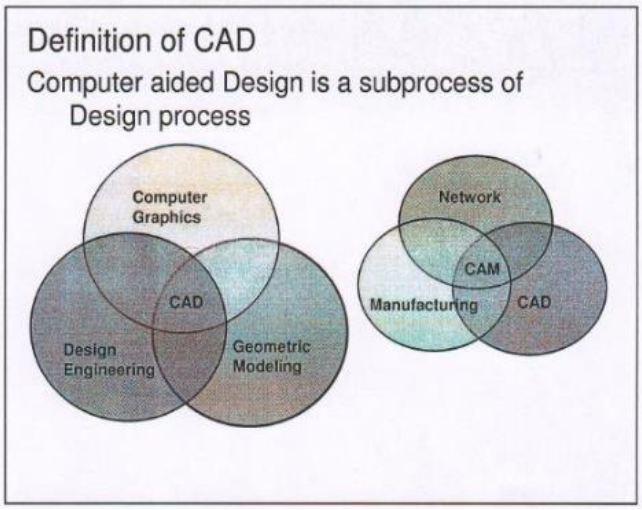
Penelitian tentang desain dan pembuatan souvenir bercorak UII Yogyakarta berupa jepitan dasi, plakat, dan logo kotak plakat. Dari penelitian ini diperoleh hasil berupa master jepitan dasi, plakat, dan logo kotak plakat yang dilakukan dengan menggunakan mesin CNC Roland JWX-10 dengan pemesinan rotary. Setelah master jadi dilanjutkan dengan pembuatan cetakan silikon lalu *injection wax*, pemasangan batu, pembuatan cetakan gipsum, pengovenan, *casting*, dan *finishing* gelang (Purnomo, 2017).

2.2 CAD/CAM

CAD (*Computer Aided Design*) adalah sebuah sistem desain yang digunakan untuk merancang dan mengembangkan suatu produk (Ningsih, 2005).

CAM (*Computer Aided Manufacturing)* adalah sebuah sistem desain yang mengkonversi suatu perancangan / pemodelan produk sampai produk akhir

menggunakan komputer (Ningsih, 2005). CAD/CAM dapat ditunjukkan pada gambar 2-1.



Gambar 2- 1 CAD/ CAM.

Sumber : (University of Technology Industrial Engineering)

2.2.1 ArtCam

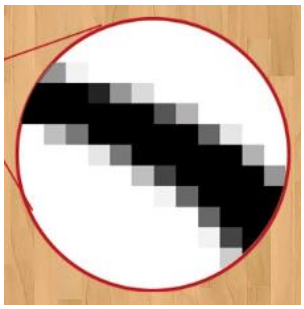
Dalam peralatan *software* yang terintegrasi dengan peralatan *engineering* secara detail telah dikembangkan dalam bentuk CAD (*Computer Aided Design*) / CAM *Computer Aided Manufacturing*), salah satunya berupa *software* Artcam Pro. Dalam Artcam Pro dapat menghasilkan file NC (*Numeric Control*), yang mana hasil tersebut dapat dipergunakan secara langsung pada mesin CNC (*Computer Numeric Control*). NC tersebut dapat berupa model yang kompleks atau sebuah surface yang berhubungan dengan dasar *Contour*. Untuk *Computer Aided Design* 2 Dimensi dapat dilakukan pada *software* AutoCad, hal ini karena untuk membuat design 2D dengan menggunakan *software* Autocad sangat presisi, sedangkan pada *software* Artcam Pro sebagai fasilitas pembentukan model 3D disertai juga dengan pembuatan *toolpath cutting* (Wismarini , 2005). Artcam ditunjukkan pada gambar 2-2.



Gambar 2- 2 Artcam.

2.2.1.1 Bitmap

Windows Bitmap (.BMP) yang mana Artcam Pro dapat membaca *monochrome*, 16- *colour*, 256-*colour* dan untuk 24-bit (*true colour*) secara automatis akan dikonversi menjadi 256 *colour* (Wismarini , 2005). Bitmap ditunjukkan pada gambar 2-3.



Gambar 2- 3 Bitmap.

Sumber : (www.pranataprinting.com/pengertian-vector-dan-bitmap/)

2.2.1.2 Vektor

Vektor adalah sebuah gambar yang dihasilkan dari elemen geometrik (garis, lingkaran, kurva, etc). Setiap bentuk (dalam Artcam Pro dapat memanggil *vector graphics*) dapat dihasilkan oleh program CAD seperti program Autocad atau program *graphic* seperti Corel Draw. Selain itu juga dapat dihasilkan dari sebuah nilai limit pada vektor grafik yang terdapat pada Artcam Pro itu sendiri. (Wismarini , 2005). Vektor ditunjukkan pada gambar 2-4.



Gambar 2- 4 Vektor.

Sumber : (www.pranataprinting.com/pengertian-vector-dan-bitmap/)

2.3 Mesin CNC

Mesin CNC (*Computer Numerically Controlled*) merupakan sebuah istilah yang digunakan hingga sistem operasinya dikontrol dengan memakai sebuah komputer internal. Teknologi CNC adalah metode yang terbaik saat ini untuk memenuhi produk pasar terhadap keperluan akan komponen manufaktur, disebabkan karena ketelitian dan efisiensi yang dimilikinya. Kehandalan dari mesin CNC tidak terlepas dari komponen- komponen pendukungnya, seperti operator (*brainware*), perangkat keras (*hardware*) dan perangkar lunak (*software*). Ketika komponen itu harus saling mendukung untuk memperoleh hasil kerja yang memuaskan. (Syahriza, Firsa, & Ibrahim, 2015). Mesin CNC ditunjukkan pada gambar 2-5.

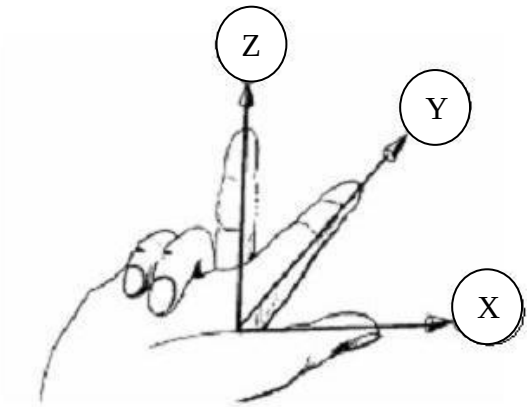


Gambar 2- 5 Mesin CNC.

Sumber : (Syahriza, Firsa, & Ibrahim, 2015)

2.3.1 Sumbu (*axis*)

Persumbuan pada mesin CNC mempunyai peranan penting dalam menentukan pergerakan arah pahat. ISO telah mengeluarkan standar persumbuan pada mesin CNC yaitu menggunakan sumbu XYZ. Gerakan sumbu Z orientasi bersama dengan arah gerak *spindle*. Sumbu X dengan arah gerak horizontal dan sumbu Y yang mengikuti kaidah tangan. Sumbu XYZ ini sebut juga gerakan transalasi pahat. Kaidah tangan ditunjukkan pada gambar 2-6.



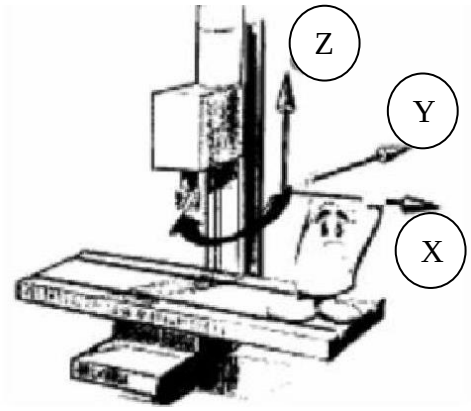
Gambar 2- 6 Kaidah Tangan Kanan.

Sumber : (Paryanto, 2012)

Jumlah *axis* pada mesin CNC dibedakan menjadi 2 yaitu, 3 *axis* dan 4 dan 5 *axis*

a. 3 *Axis*

mesin CNC 3 *axis* menggunakan 3 sumbu yaitu X,Y dan Z sebagai arah pergerakannya. Ilustrasi mesin CNC 3 *axis* dapat dilihat pada gambar 2-7.

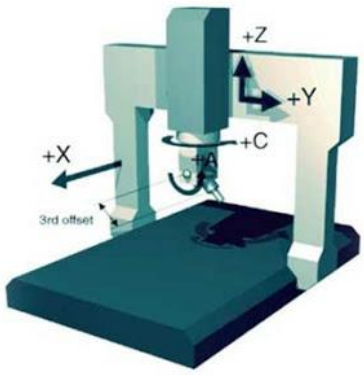


Gambar 2- 7 Mesin CNC 3 *Axis*.

Sumber : (Paryanto, 2012)

b. 4 dan 5 *axis*

Mesin CNC 4 *axis* memiliki 4 sumbu untuk arah pergerakannya yaitu sumbu X, Y, Z, A atau C sedangkan Mesin CNC 5 *axis* memiliki 5 sumbu yaitu sumbu X, Y, Z, A dan C untuk arah pergerakannya. Mesin 4 dan 5 *axis* biasanya digunakan untuk produk yang lebih rumit dan lebih kompleks. Mesin CNC 4 dan 5 *axis* ditunjukkan pada gambar 2-8.



Gambar 2- 8 Mesin CNC 4 dan 5 *Axis*.

Sumber : (Paryanto, 2012)

2.3.2 *CNC Tools*

a. *End Mills*

Pahat yang memiliki sudut kecil dan rapuh yang digunakan untuk permukaan bidang datar (Roland University, 2008), *End Mill* ditunjukkan pada gambar 2-9.



Gambar 2- 9 *End Mill*.

Sumber : (Roland University, 2008)

b. *Ball Nose*

Ball nose digunakan untuk memotong permukaan yang melengkung dan bergelombang. *Ball nose* memliki struktur yang lebih kuat dari *flat nose* sehingga lebih aman digunakan. Pahat ini digunakan untuk membuat *fillet* pada permukaan, alur bulat, lubang dan untuk pengerjaan bentuk bulat. Biasanya digunakan untuk 3D *milling* (Roland University, 2008). Pahat *ball nose end mill* ditunjukkan pada gambar 2-10.



Gambar 2- 10 Pahat *Ball End Mill*.

Sumber : (Roland University, 2008)

c. *Conical*

Pahat *conical* adalah pahat yang memiliki sudut paruh yang kecil dengan bentuk yang runcing. .Sudut paruh pada pahat ini sangat

berpengaruh terhadap detail profil dari permukaan produk. Semakin kecil sudut paruhnya maka akan semakin detail profil permukaanya (Roland University, 2008). Pahat *Conical* ditunjukkan pada gambar 2-11.

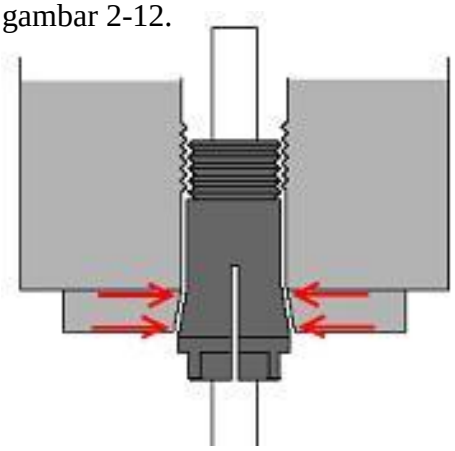


Gambar 2- 11 Pahat *Conical*.

Sumber : (Roland University, 2008)

2.3.3 *Shank and Collet*

Shank merupakan bagian yang dipegang oleh mesin dan digunakan untuk menghubungkan dengan *collet* pemegang. Ukuran standar *collet* adalah 1/4", 1/8" dan untuk ukuran metrik 6mm dan 3mm (Roland University, 2008). *Shank* dan *collet* ditunjukkan pada gambar 2-12.



Gambar 2- 12 *Shank and Collet*.

Sumber : (Roland University, 2008)

2.4 *Investment Casting*

Investment Casting merupakan suatu metode pengecoran untuk memperoleh hasil berupa rongga menggunakan pola yang tertanam dalam rongga cetak yang akan dihilangkan dengan cara dipanaskan. Pola yang digunakan biasanya terbuat dari material yang mudah meleleh seperti lilin dan plastik (Prasetyo, 2017).

\ Metode pengecoran ini sudah sangat pesat digunakan untuk produksi masal didunia *industry jewelry* karena jenis pengecoran ini memliki tingkat kepresisian yang tinggi sehingga dapat menghasilkan produk coran yang memiliki bentuk rumit seperti ketipisan, kemiringan dan kehalusan suatu produk. Pengecoran ini biasanya juga disebut dengan *lost wax casting* dan beberapa sebutan lainnya seperti *full mold process and lost foam* process (Prasetyo, 2017). Hal yang perlu dilakukan sebelum melakukan pengecoran perak menggunakan metode *lost wax casting,* seperti :

a. Pembuatan *Master* Utama

Ada 2 cara dalam pembuatan *master* utama. Pertama dapat dibuat oleh pengrajin yang disebut juga sebaga tukang mal. Pengrajin hanya membuat produk jadinya karena desain ditentukan oleh desainer.

Kedua dapat dibuat melalui pemesinan CNC yang keseluruhan prosesnya menggunakan *software* CAD (pembuatan desain)/CAM (analsis)/CAE (pemesinan).

b. Pembuatan Cetakan lilin

Pembuatan cetakan lilin menggunakan karet silikon yang awalnya berupa cairan kental yang dicampur dengan zat pengeras atau disebut juga dengan katalis. Hasil campuran antara cairan kental dan katalis akan dituangkan kedalam wadah yang sudah ada master sehingga dapat membungkus master apabila sudah dalam kondisi kering. Master yang dibungkus dikeluarkan dari cetakan dengan cara dibedah sehingga terbentuk rongga dalam cetakan karet. Cetakan silikon ditunjukkan pada gambar 2-13.



Gambar 2- 13 Cetakan Silikon.

c. Pembuatan Pola dan Pohon Lilin

Pembuatan pola lilin menggunakan mesin *wax injector* yang berfungsi untuk memasukkan cairan lilin kedalam cetakan karet yang didorong oleh tekanan udara. Untuk membentuk cairan lilin, lilin yang digunakan harus di lelehkan terlebih dahulu dengan suhu tertentu dan bertekanan tinggi. Pola lilin yang sudah jadi dirangkai dan membentuk sebuah pohon seperti pada gambar 2-15. Tinggi pohon tidak boleh lebih dari ukuran *flask* yang digunakan. Mesin *wax injector* ditunjukkan pada gambar 2-14.



Gambar 2- 14 Mesin *Wax Injector*.



Gambar 2- 15 Pohon Lilin.

d. Pembuatan Cetakan Gipsum

Pembuatan cetakan gipsum menggunakan bubuk gipsum ($CaSO_4$) yang dicampur dengan air menggunakan *mixer* sebagai pengaduknya. Kadar air yang digunakan sebanyak 40% dari berat bubuk gipsum yang digunakan. Hasil campuran antara gipsum dan air tadi dituangkan ke dalam *flask* yang sudah ada pohon lilin dan penahan karet dibawahnya. Fungsi dari penahan karet untuk mencegah tumpahnya cairan gipsum pada saat penuangan kedalam *flask*. *Flask* yang sudah berisi cairan gipsum akan divakum untuk meminimalisir gelembung udara yang timbul pada saat penuangan cairan gipsum sehingga dapat menghasilkan cetakan gipsum yang halus, padat dan rata. Sebelum dituangi logam cair, cetakan gipsum yang sudah divakum didiamkan selama 1 jam yang bertujuan untuk mengeringkan cetakan karena masih memiliki kadar air yang tinggi. Mesin vakum gipsum ditunjukkan pada gambar 2-16.



Gambar 2- 16 Mesin Vakum Gipsum.

e. Pengovenan Gipsum

Pengovenan gipsum bertujuan untuk mengeringkan gipsum yang masih lunak dan memiliki kadar air yang tinggi. Ada 3 proses pada tahap ini yaitu : proses pengeluaran lilin, pengeringan cetakan gipsum, dan pengerasan cetakan gypsum.

f. Proses Pengecoran

Logam cair panas dituangkan ke dalam cetakan gipsum yang sudah mengeras. Kemampuan dan kualitas logam yang digunakan akan mempengaruhi hasil dari pengecoran.

Kelebihan dan Kekurangan *investment casting* sebagai berikut:

a. Kelebihan
   1. Cocok untuk produk massal.
   2. Dapat digunakan untuk memproduksi produk yang memiliki dimensi yang rumit dan ketilitian yang tinggi.
   3. Dapat digunakan untuk memproduksi bahan coran yang mempunyai kekeraan yang tinggi
   4. Produk yang dihasilkan mendekati bentuk yang sebenarnya.
   5. Dapat menggunakan semua bahan coran.
b. Kekurangan
   1. Tidak efisien untuk memproduksi dengan jumlah sedikit.

2.4.1 *Silicon Rubber*

Karet silikon merupakan bahan seperti karet atau disebut juga dengan elastomer yang umumnya tidak reaktif, stabil, dan tahan terhadap lingkungan dan suhu ekstrim dari -55^{o}C sampai +300^{o}C. (Prasetyo, 2017). *Silicone rubber* ditunjukkan pada gambar 2-17.



Gambar 2- 17 *Silicon Rubber*.

2.4.2 Lilin Perhiasan

Ferris beads merupakan salah satu merk lilin yang digunakan khusus untuk aplikasi produk perhiasan. *Ferris beads* merupakan jenis lilin yang dirancang khusus untuk injeksi dengan bentuk butiran (Prasetyo, 2017). Lilin perhiasan ditunjukkan pada gambar 2-18.



Gambar 2- 18 Lilin Perhiasan.

2.4.3 *Injection Wax*

Proses *injection wax* adalah proses memasukkan lilin kedalam cetakan silikon yang menggunakan biji lilin yang sudah dipanaskan dengan suhu ±75ºC. (Ramadhoni R. , 2016). *Injection wax* ditunjukkan pada gambar 2-19.



Gambar 2- 19 *Injection Wax*.

2.4.4 *Mixer*

Mixing adalah proses pencampuran bahan yang bersifat seragam memiliki penyebaran yang sempurna dan dapat bergabung menjadi suatu *homogeny*. (Ramadhoni, 2016). *Mixer* ditunjuikkan pada gambar 2-20.



Gambar 2- 20 *Mixer*.

2.4.5 Gipsum

Gipsum adalah batu putih yang terbentuk karena pengendapan air laut, kemudian dipanaskan 175^{o}C disebut *STUCCO*. Gipsum adalah salah satu mineral terbanyak dalam lingkungan sedimen yaitu batu yang terdiri dari mineral yang

diproduksi secara besar-besaran biasanya dengan parsitipasi dengan air asin (Sinaga, 2009).

Kristal gipsum dapat tidak berwarna dan transparan secara ekstrim membuat kontras yang kuat untuk pemakaian yang paling banyak di dinding kering. Gipsum adalah penyekat alami, hangat bila disentuh dan dibandingkan dengan batu biasa. Rumus kimia gipsum : $CaSO_4,2(H2O)$. dengan berat molekul = 172,17 gr (Sinaga, 2009).

Gipsum adalah yang bahan utamanya terdiri darri *hydrated calcium sulfate*. Seperti pada mineral dan batu, gipsum akan menjadi lebih kuat apabila mengalami penekanan (Sinaga, 2009). Gipsum ditunjukkan pada gambar 2-21.



Gambar 2- 21 Gipsum.

2.4.6 Pengecoran

` Coran dibuat dari logam yang dicairkan, dituang kedalam cetakan, kemudian dibiarkan mendingin dan membeku. Oleh karena itu sejarah pengecoran dimulai ketika orang mengetahui bagaimana mencairkan logam dan bagaimana membuat cetakan. Hal itu terjadi kira-kira tahun 4.000 sebelum Masehi, sedangkan tahun yang lebih tepat tidak diketahui orang (K.Roziqin, 2012).

2.4.6.1 Macam – Macam Kecacatan pada Proses Pengecoran

Ada beberapa kecacatan yang terjadi pada proses pengecoran yaitu :

1. Rongga Udara

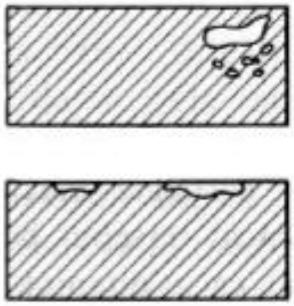
   Rongga udara ditunjukkan pada gambar 2-22.

   a. Penyebab

      - Logam cair teroksidasi.
      - Temperatur penuangan terlalu rendah.
      - Penuangan terlalu lambat.
      - Cetakan kuran kering.

   b. Pencegahan

      - Diusahakan pada saat pencairan alas kokas dijaga agar logam tidak berada di daerah oksidasi.
      - Temperatur tuang logam sebelum penuangan, dipastikan sudah sesuai dan penuangan dengan cepat.



Gambar 2- 22 Rongga Udara.

Sumber : (https://id.scribd.com/document/330811771/11-Cacat-coran-dan-pencegahannya-pdf)

2. Lubang Jarum

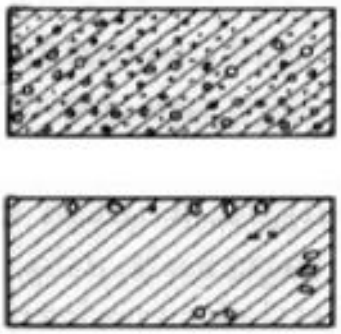
   Lubang jarum ditunjukkan pada gambar 2-23.

   a. Penyebab

      - Terlalu banyak yang keluar dari cetakan
      - Lubang kurang memadai
      - Tekanan kurang diatas terlalu rendah

   b. Pencegahan

      - Pembuatan cetakan yang teliti baik permeabilitas, pemadatan yang cukup, lubang angin yang cukup.
      - Diusahakan tekanan di atas dibuat tinggi.



Gambar 2- 23 Lubang Jarum.

Sumber : (https://id.scribd.com/document/330811771/11-Cacat-coran-dan-pencegahannya-pdf)

3. Penyusutan Luar

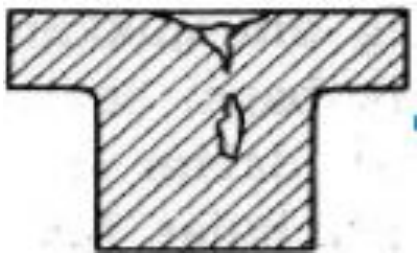
Penyusutan luar ditunjukkan pada gambar 2-24.

a. Penyebab

- Cetakan membengkak.
- Radius coran yang terlalu kecil.

b. Pencegahan

- Perencanaan dan peletakan penambah yang teliti.
- Menghilangkan sudut- sudut tajam pada cetaan.



Gambar 2- 24 Penyusutan Luar.

Sumber : (https://id.scribd.com/document/330811771/11-Cacat-coran-dan-pencegahannya-pdf)

4. Penyusutan Dalam

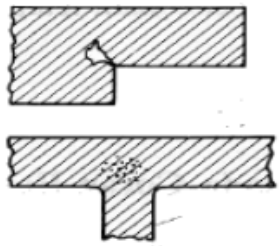
Penyusutan dalam ditunjukkan pada gambar 2-25.

a. Penyebab

- Logam cair teroksidasi.
- Temperatur penuangan terlalu rendah.
- Bahan muatan logam banyak kotoran dan berkarat.

b. Pencegahan

- Diusahakan pada saat pencairan alas kokas dijaga agar logam tidak berada di daerah oksidasi.
- Temperature tuang logam sebelum penuangan, dipastikan sudah sesuai dan penuangan dengan cepat.



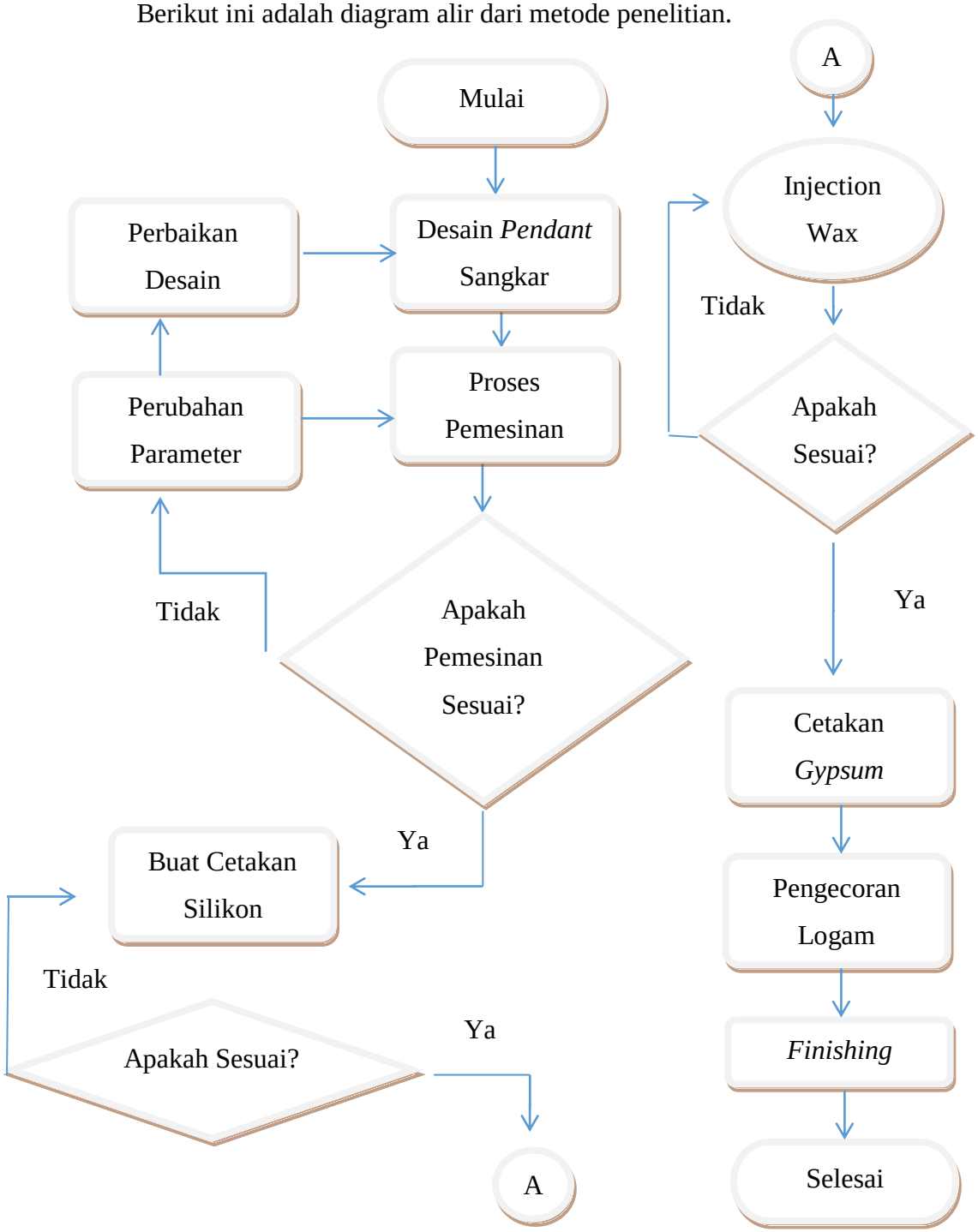
Gambar 2- 25 Penyusutan Dalam.

Sumber : (https://id.scribd.com/document/330811771/11-Cacat-coran-dan-pencegahannya-pdf)

BAB 3
METODE PENELITIAN

3.1 Alur Penelitian

Berikut ini adalah diagram alir dari metode penelitian.



Gambar 3- 1 Alur Penilitian.

3.2 Alat

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

Tabel 3- 1 Alat yang Digunakan.

No	Alat	Fungsi
1	Komputer	Membuat desain master
2	Cedu CNC	Membuat master dari akrilik
3	*Injection Wax*	Memasukkan lilin yang akan di *inject* kedalam cetakan silikon
4	*Vacuum Mixer Gipsum*	Untuk mengaduk campuran antara air dan gipsum yang akan digunakan untuk membuat cetakan gipsum
5	*Vacuum & Casting Machine*	Untuk memvakum cetakan silikon dan cetakan gipsum
6	*Electric Furnace*	Untuk meleburkan logam
7	Mistar	Untuk proses pengukuran benda
8	Pisau Bedah	Untuk merapikan hasil master lilin
9	Gergaji	Untuk memotong master *pendant*
10	Kompresor	Memeberikan tekanan udara

3.3 Bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini terdapat pada tabel 3-2 dibawah ini :

Tabel 3- 2 Bahan yang Digunakan.

No	Nama Bahan
1	*Injection Wax*
2	Arkilik
3	Gipsum *Jewellry*
4	*Silicon Rubber* RTV 48
5	Perak 21.84 gram
6	Tembaga 1.63 gram

3.4 Filosofi Sangkar Burung

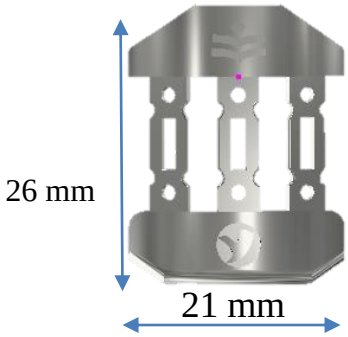


Gambar 3- 2 Sangkar Burung.

Hawa nafsu yang tidak bisa dikendalikan disertai pikiran yang melayang kemana – mana menginginkan hal – hal yang diluar jangkauan bahkan diluar batas kemanusiaan itu sendiri. Oleh karena itu, tetap bersyukur atas kenikmatan yang sudah diberikan sehingga dapat memliki kebahagiaan, ketenangan dan ketentraman hati.

3.5 Kriteria Desain *Pendant*

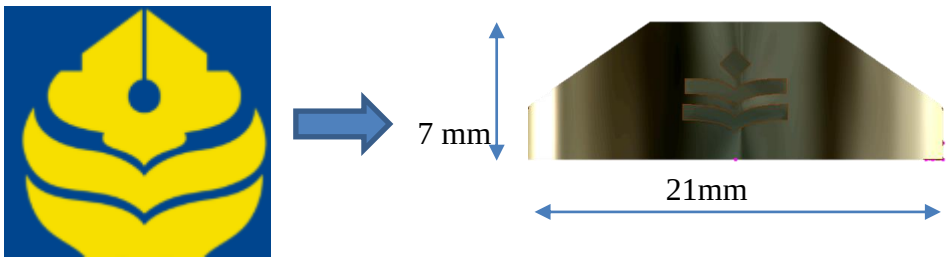
Membuat desain 3D menggunakan *software* Inventor *Professional* 2018 dengan format penyimpanan bebentuk STP. Tahap berikutnya menggunakan aplikasi ArtCam *Jewelsmith* 2011 untuk membuat proses *roughing* dan *finishing* pada mesin cnc. Pemilihan tema desain diambil dari logo UII. Dengan menggabungkan sangkar burung dan logo UII maka akan muncul *pendant* sangkar burung bermotif logo UII.



Gambar 3- 3 *Pendant* Sangkar Burung.

3.5.1 Desain Bagian Atas

Desain Bagian atas seperti gambar 3-1



Gambar 3- 4 Desain Bagian Atas.

Bentuk desain bagian atas ini tidak datar namun melengkung kebelakang dan dibuat tidak tajam bagian ujung – ujungnya agar aman pada saat dipegang. Desain ini memiliki panjang 21mm, tinggi 7mm dan tebal sisi sampingnya adalah 1mm. Motif yang terdapat pada bagian atas produk itu diambil dari logo UII. Logo UII melambangkan bahwa produk ini diproduksi oleh UII.

3.5.2 Desain Bagian Tengah

Desain Bagian Tengah Produk seperti gambar 3-2



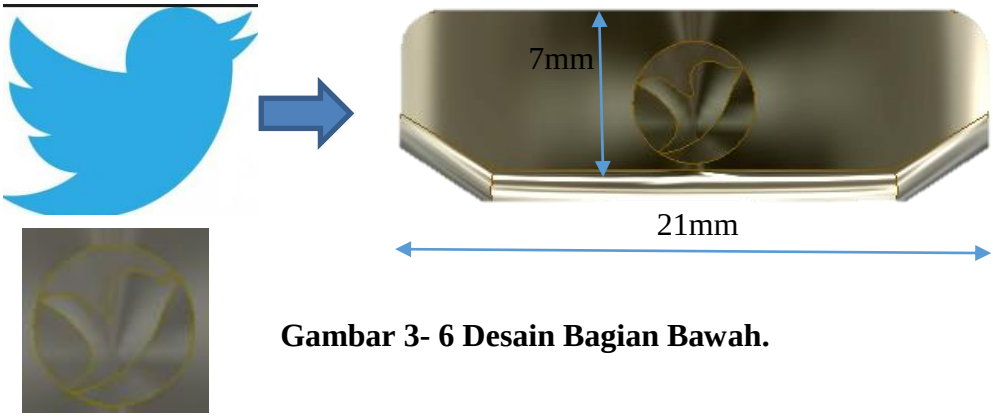
Gambar 3- 5 Desain Bagian Tengah.

Awalnya penulis membuat desain bagian tengah ini berbentuk bulat, namun sudah banyak sekali tiang – tiang sangkar burung berbentuk bulat, penulis memutuskan untuk membuat bentuk persegi panjang sebagai bentuk dari desain bagian tengahnya. Bentuk ini terisnpirasi dari tiang – tiang gedung mewah dengan perubahan – perubahan yang penulis modif sendiri. Desain ini memiliki

panjang 4mm, tinggi 15mm dan tebal sisi samping dari tiang ini adalah 0.6mm. Tinggi persegi panjang (*extrude cut)* dibagian dalam 5mm dan panjang 1,5mm. Diameter lingkaran (*extrude cut)* 2mm Tiang – tiang memiliki arti sebagai pelindung yang kokoh dan kuat. Jumlah 3 karena menurut Feng Shui angka 3 memliki arti menemukan, mendapatkan, hidup.

3.5.3 Desain Bagian Bawah

Desain bagian bawah produk seperti gambar 3-3



Gambar 3- 6 Desain Bagian Bawah.

Desain bagian bagian bawah ini memiliki panjang 21mm dan tinggi 7mm serta tebal sisi sampingnya adalah 1mm. Motif burung terinspirasi dari logo *twitter*. Tidak mirip dengan asli karena penulis menggunakan 1 buah lekukan sayap dan 1 bentuk mulut burung. Bentuk dari bagian bawah ini sama seperti bentuk atas tidak datar dan melengkung kebelakang. Penulis mengambil logo *twitter* karena terinspirasi dengan *Jack Dorsey* dan kawan – kawan karena telah mampu membuat suatu aplikasi yang mempengaruhi kehidupan sosial didunia.

3.6 Proses Pemesinan

Proses pemesinan merupakan proses yang dilakukan dalam pembuatan master pertama menggunakan mesin Cedu CNC seperti gambar 3-7. Ada 2 tahap yang digunakan pada proses pemesinan ini yaitu proses *roughing* dan proses *finishing*.



Gambar 3- 7 Mesin Cedu CNC.

3.6.1 Proses Roughing

Proses *Roughing* merupakan proses pemesinan tahap pertama yang dilakukan dengan menggunakan parameter pemesinan.

Parameter pemesinan desain bagian depan seperti tabel 3-3 dibawah ini:

Tabel 3- 3 Parameter Pemesinan Desain Bagian Depan.

Parameter	Pemesinan
Pahat	*Conical 10°*
Diamater *Collet*	6 mm
Area to Machine	*Insert Vector*
Strategy	*Offset* (*Outside*)
Stepover	0.8 mm
Stepdown	0.4 mm
Feedrate	17mm/*sec*
Spindle	15000 rpm
Panjang Material	60 mm
Lebar Material	40 mm
Tebal Material	8 mm
Waktu	22 menit 38 detik

Parameter pemesinan desain bagian belakang seperti tabel 3-4 dibawah ini :

Tabel 3- 4 Parameter Pemesinan Desain Bagian belakang.

Parameter	Pemesinan
Pahat	*Conical 10°*
Diamater *Collet*	6 mm
Area to Machine	*Insert Vector*
Strategy	*Offset* (*Outside*)
Stepover	0.8 mm

Stepdown	0.4 mm
Feedrate	17mm/*sec*
Spindle	15000 rpm
Panjang Material	60 mm
Lebar Material	40 mm
Tebal Material	8 mm
Waktu	13 menit 16 detik

3.6.2 Proses Finishing

Proses *finishing* merupakan proses pemesinan tahap kedua yang dilakukan dengan menggunakan parameter pemesinan.

Parameter pemesinan *finishing* desain bagian depan seperti tabel 3-5 dibawah ini:

Tabel 3- 5 Parameter Pemesinan *Finishing* Desain Bagian Depan.

Parameter	Pemesinan
Pahat	*Conical 10°*
Diamater *Collet*	6 mm
Area to Machine	*Insert Vector*
Strategy	*Raster*
Stepover	0.08 mm
Stepdown	0.4 mm
Feedrate	17mm/*sec*
Spindle	15000 rpm
Panjang Material	60 mm
Lebar Material	40 mm
Tebal Material	8 mm
Waktu	2 jam 13 menit 20 detik

Parameter pemesinan *finishing* desain bagian belakang seperti tabel 3-6 dibawah ini:

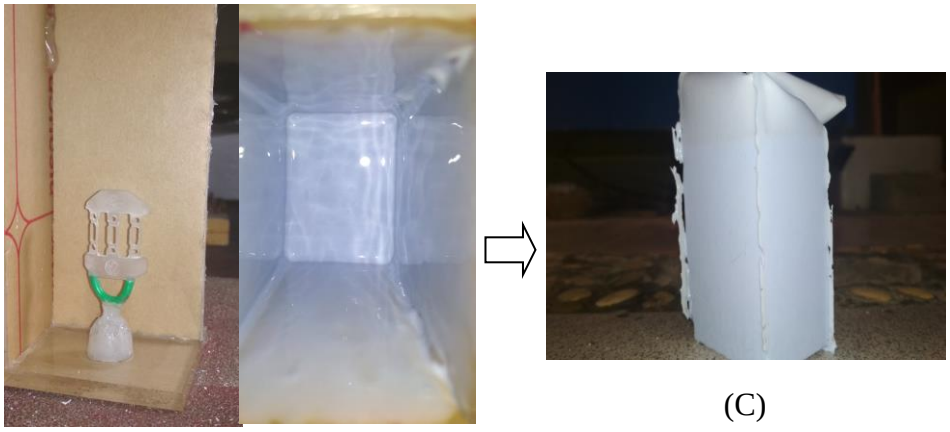
Tabel 3- 6 Parameter Pemesinan *Finishing* Desain Bagian Belakang.

Parameter	Pemesinan
Pahat	*Conical 10°*
Diamater *Collet*	6 mm
Area to Machine	*Insert Vector*
Strategy	*Raster*
Stepover	0.08 mm
Stepdown	0.4 mm

Feedrate	17mm/*sec*
Spindle	15000 rpm
Panjang Material	60 mm
Lebar Material	40 mm
Tebal Material	8 mm
Waktu	1 jam 18 menit 11 detik

3.7 Proses Silikon

Pembuatan cetakan silikon dibuat dengan menggunakan *silicon rubber RTV48* seperti gambar 3-8 dibawah ini:



(a) (b) (C)

Gambar 3- 8 (a) Penempatan Master Di Wadah.
(b) Kondisi Silikon Setelah Dicampur.
(c) Hasil Cetakan Silikon.

3.8 Proses *Injection Wax*

Proses *Injection Wax* merupakan tahap selanjutnya dalam pembuatan master lilin. Setelah cetakan silikon berhasil dibuat kemudian di injeksi dengan mesin *wax injector* untuk memasukkan cairan lilin kedalam cetakan silikon.



(a) (b)

Gambar 3- 9 (a) Cetakan Silikon.
(b) Mesin *Injection Wax*.

3.9 Proses Pembuatan Pohon Lilin

Pembuatan pohon lilin dilakukan dengan cara menyusun pola lilin dari hasil injeksi menjadi berbentuk suatu pohon dengan tinggi 12 cm. Pohon lilin yang sudah jadi akan digunakan untuk proses pembuatan cetakan gipsum dan pengecoran seperti gambar 3-10.



Gambar 3- 10 Pohon Llilin.

3.10 Proses Pembuatan Cetakan Gipsum

Proses ini merupakan tahap selanjutnya dari proses pembuatan pohon lilin. Adonan gipsum dicampur dengan air dan diaduk hingga merata kemudian dituangkan ke dalam wadah (*flask)* yang sudah berisi cetakan didalamnya. Diusahakan tinggi pohon lilin disesuaikan dengan tinggi *flask* seperti gambar 3-10. Gipsum yang digunakan 1000kg. Kadar air yang digunakan sebanyak 40% dari jumlah gipsum yang digunakan. Pembuatan cetakan gipsum ditunjukkan pada gambar 3-11.



(a) (b) (c)

Gambar 3- 11 (a) Wadah Sebelum Dituangi Gipsum.
(b) Wadah Setelah Dituangi Gipsum.
(c) Cetakan Gipsum.

3.11 Proses Pengovenan

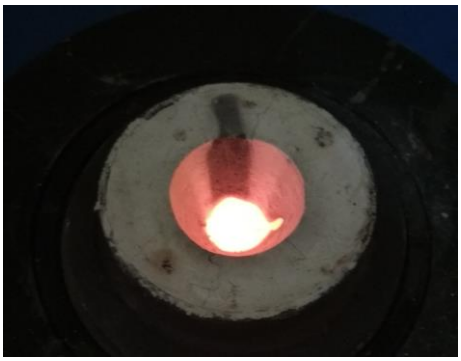
Cetakan gipsum yang sudah dibuat akan dipanaskan untuk melelehkan pola lilin yang ada didalamnya. Pengovenan gipsum dilakukan dengan suhu bertahap dari 155°C selama 120 menit, 375°C selama 60 menit, 750°C selama 120 menit dan 645°C selama 60 menit. Proses pengovenan ditunjukkan pada gambar 3-12.



Gambar 3- 12 Pengovenan.

3.12 Proses Penuangan Logam Cair

Proses ini bertujuan untuk mengisi rongga pada gipsum yang telah memiliki bentuk dari pohon lilin. Kemudian cetakan yang berisi cairan perak didiamkan sampai suhu nya turun menjadi bersuhu ruang. Setelah logam mulai mengeras logam akan dikeluarkan dengan air dan dibersihkan dari sisa gipsum yang masih menempel. Proses penuangan logam ditunjukkan pada gambar 3-13.



(a)



(b)

Gambar 3- 13 (a) Kondisi Setelah Dituangi Cairan Logam.
(b) Hasil Pengecoran.

3.13 *Finishing*

Tahap ini dilakukan untuk membersihkan sisa – sisa pengecoran yang masih menempel pada produk. Adapun cara yang dilakukan seperti ini

a. Membersihkan gipsum yang masih menempel pada produk dengan air dan sikat.
b. Memotong *sprue* menggunakan gergaji.
c. Mengikir bagian kasar yang menempel pada produk sehingga sesuai dengan bentuk desain.
d. Diamplas menggunakan amplas P1000.
e. Dipoles dengan mesin poles seperti gambar 3-14 (b).
f. Kemudian dimasukkan kedalam *magnetic tumbler* agar warna kalung merata dan bersih seperti gambar 3-14 (a).
g. Dipoles dengan kain khusus poles.



(a)



(b)

Gambar 3- 14 (a) *Magnetik Tumbler*.

(b) Alat Poles.

BAB 4
HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil dan Pembahasan Pemesinan Master

Dari beberapa percobaan proses pemesinan yang telah dilakukan, didapatkan hasil seperti gambar 4-1. Hasil ini didapatkan dari percobaan yang dilakukan berulang kali dengan mencari parameter pemesinan yang tepat. Pada gambar 4-2 adalah hasil pemesinan yang dilakukan dari pertama kali percobaan. Terlihat jelas bahwa adanya perbedaan antara kedua gambar. Pada gambar 4-2 batang sangkar burung patah dan pola burung tidak jelas serta hasilnya kurang mulus. Sedangkan pada gambar 4-1, batang tidak patah, pola burung jelas dan hasil nya lebih mulus. Kualitas master yang dihasilkan tergantung dari penentuan parameter pemesinannya.



Gambar 4- 1 Parameter Pemesinan yang Tepat.



Gambar 4- 2 Parameter Pemesinan yang Belum Sesuai.

Gambar 4-3 adalah hasil dari pemesinan yang gagal. Banyak faktor yang menyebabkan seperti motif yang kurang jelas itu dikarenakan pahat yang digunakan tumpul dan posisi pahat yang terlalu tinggi dari master. Terdapat patahan pada bagian produk, disebabkan karena pengaturan posisi pahat pada proses *finishing* bagian belakang master terlalu dekat dengan master. Hasil lebih tebal atau tipis dari desain, disebabkan karena penentuan titik nol tidak pas. Hasil pemesinan yang kasar karena parameter pemesinan yang belum pas.



Gambar 4- 3 Hasil Pemesinan yang Gagal.

4.2 Hasil Pembuatan Cetakan Silikon

Gambar 4-4 adalah hasil cetakan lilin menggunakan silikon *rubber* RTV 48. Pada gambar tersebut dapat dilihat ada beberapa gelembung udara yang terjebak Walaupun sudah melakukan proses vakum, namun masih ada bekas gelembung udara. Hal ini disebabkan karena kadar dari campuran silikon yang terlalu sedikit dibandingkan katalisnya sehingga cairan dapat mengeras lebih cepat saat udara belum keluar sepenuhnuya. Kadar campuran antara katalis dan silikon sangat berpengaruh terhadap hasil cetakan yang dihasilkan. Apabila katalis lebih banyak akan menyebabkan kegetasan pada cetakan, sebaliknya kalau katalisnya terlalu sedikit akan membuat cetakan silikon menjadi lembek.



(a) (b)

Gambar 4- 4 (a) Bentuk Dalam Cetakan Silikon.
(b) Cetakan Silikon.

4.3 Hasil Pembuatan Pola Lilin

Pembuatan pola lilin menggunakan mesin injeksi menggunakan suhu 80 ^{o}C. Setelah melakukan percobaan beberapa kali ditemukan suatu parameter yang tepat yaitu dengan waktu injeksi 2 detik dengan rentang tekana 32 -35 Mpa. Hasil dari pola lilin dapat dilihat pada Gambar 4-5. Masil ada butiran – butiran halus yang terdapat pada pola lilin. Untuk mengatasinya dengan membersihkan pola lilinnya dengan bensin sehingga permukaan pada pola lilin dapat lebih rata dan mulus. Kegagalan pola lilin seperti Gambar 4-6. Ada beberapa penyebab kegagalan yang dialami pada pembuatan pola lilin ini seperti pegangan saat injek tidak pas sehingga menyebabkan adanya rongga pada cetakan, waktu injesi yang terlalu lama menyebabkan cairan lilin keluar dari jalurnya. Setelah pembuatan pola lilin dilanjutkan dengan pembuatan pohon lilin seperti Gambar 4-7.



Gambar 4- 5 Hasil Cetakan Lilin.



Gambar 4- 6 Hasil Cetakan Lilin yang Gagal.



Gambar 4- 7 Hasil Pembuatan Pohon Lilin.

4.4 Hasil dan Pembahasan Pengecoran

Hasil pengecoran dapat diambil apabila suhu produk hasil cor turun menjadi suhu ruangan. Masih ada sisa – sisa gipsum yang menempel. Hasil dapat dilihat pada Gambar 4-8.



Gambar 4- 8 Hasil Pengecoran.

Ada kendala berupa pola – pola abstrak yang menempel di beberapa bagian produk. Hal ini disebabkan karena adanya udara yang terjebak saat gipsum divakum.

4.5 Hasil *Finishing*

Gambar 4-9 adalah hasil jadi produk yang sudah dilakukan *finishing.* Masih terdapat bagian – bagian yang kurang halus, Untuk menghilangkan hasil pengecoran dilakukan dengan menggosok dan dikikir secara manual. Bagian yang susah di *finishing* menghilangkan adanya kerak – kerak dari sisa pengecoran yang terdapat pada motif UII dan pola pada burung. Hasil *finishing* ditunjukkan pada gambar 4-9.



Gambar 4- 9 Hasil *Finishing*.

BAB 5
PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari penelitian yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan yaitu Pembuatan *pendant* sangkar burung dimulai dari pembuatan desain, proses pemesinan, pembuatan cetakan silikon, pembuatan pola lilin menggunakan mesin *wax injection,* pembuatan pohon lilin, pengovenan gipsum, pengecoran serta *finishing* dan terdapat kendala saat proses berlangsung yaitu parameter pemesinan yang kurang tepat yang menyebabkan master cacat. Campuran silikon dan katalis yang kurang pas yang menyebabkan adanya rongga udara pada cetakan silikon. Parameter proses injeksi yang tidak tepat menyebabkan hasil pola lilin tidak sesuai dengan master pertama. Terbentuknya rongga udara pada cetakan gipsum yang sangat berpengaruh pada hasil jadi.

5.2 Saran untuk Penelitian Selanjutnya

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

1. Kegagalan yang terjadi pada proses pemesinan sebaiknya terus dilakukan evaluasi mengenai parameter yang tepat, agar tidak terjadi kegagalan terus menerus.
2. Pola lilin yang sudah jadi sebaiknya diperiksa mengenai kehalusan, kesesuaian bentuk motif, dan presisi karena berpengaruh pada proses pengecoran.
3. Pada saat penuangan logam cair harus dilakukan dengan hati hati agar tidak merusak motif pada produk.
4. Peneliti selanjutnya sebaiknya membuat tutup *flask* yang mudah dibongkar pasang agar mudah dalam proses penuangan gipsum kedalam *flask* ketika gipsum melebihi kapasitas *flask* yang digunakan.

DAFTAR PUSTAKA

Adiyaksa, R. (2017). Desain dan Pembuatan Gelang Bermotif UII.

Gati. (2016). Industri Perhiasan Indonesia Masih Berkilau.

K.Roziqin, H. I. (2012). Pengaruh Model Sistem Saluran Pada Proses Pengecoran Aluminium Daur Ulang Terhadap Struktur Mikro Dan Kekerasan Coran Pulli Diameter 76 Mm Dengan Cetakan Pasir. 34.

Ningsih, D. H. (2005). Computer Aided Design / Computer Aided Manufactur [CAD/CAM]. 143.

Paryanto. (2012). Mengoperasikan Mesin CNC Dasar.

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

Purnomo, W. C. (2017). Desain dan Pembuatan Souvenir Bercorak UII Yogyakarta Berupa Jepitan Dasi, Plakat, Dan Logo Kotak Plakat.

Ramadhoni. (2016). Desain dan Pembuatan Bros Wanita Bermotif UII.

Roland University. (2008). Protowizard Workshop.

Sinaga, S. (2009). Pembuatan Bahan Gipsum Plafon Dengan Bahan Pengisi Limbah Padat Pabrik Kertas Rokok Dan Perekat Polivnil Alkohol.

Syahriza, Firsa, T., & Ibrahim, M. (2015). Rancang Bangun Mesin CNC 4 Axis Berbasis PC (Personal Computer). 78.

Wismarini , T. D. (2005). Pemanfaatan Software Artcam Unutk Peningkatan Produk Cetakan / Matras Dalam Skala Industri Menengah Ke Bawah. 51.

LAMPIRAN 1

DESAIN BAGIAN DEPAN



DESAIN BAGIAN BEAKANG

