PERANCANGAN PERHIASAN BROS BERMOTIF BURUNG ENGGANG KALIMANTAN TIMUR

TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Mesin



Disusun Oleh :

Nama : **Zul Jalali Jafar**
No. Mahasiswa : **14525025**
NIRM : **2014010535**

JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2020

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Bismillahirrahmanirrahim. Dengan ini saya Zul Jalali Jafar menyatakan bahwa dalam skripsi ini yang berjudul "**Perancangan Perhiasan Bros Bermotif Burung Enggang Kalimantan Timur"** 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, 1 Oktober 2020



LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING

PERANCANGAN PERHIASAN BROS BERMOTIF BURUNG ENGGANG KALIMANTAN TIMUR

TUGAS AKHIR

Disusun oleh:

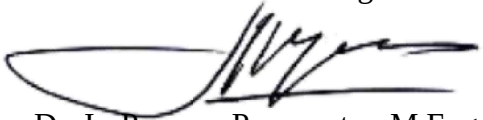
Nama : Zul Jalali Jafar

NO. Mahasiswa : 14525025

NIRM : 2014010535

Yogyakarta, 1 Oktober 2020

Dosen Pembimbing I



Dr. Ir. Paryana Puspaputra, M.Eng

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI

PERANCANGAN PERHIASAN BROS BERMOTIF BURUNG ENGGANG KALIMANTAN TIMUR

TUGAS AKHIR

Disusun oleh:

Nama : **Zul Jalali Jafar**

NO. Mahasiswa : **14525025**

NIRM : **2014010535**

Tim penguji

Dr. Ir. Paryana Puspaputra, M.Eng

Ketua **Tanggal** : **20 Nov 2020**

Rahmat Riza, ST., Msc., M.Eng

Anggota I **Tanggal** : **19 Nov 2020**

Finny Pratama Putera, ST., M.Eng

Anggota II **Tanggal** : **16 Nov 2020**

Mengetahui
Ketua Jurusan Teknik Mesin FTI UII

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

HALAMAN PERSEMBAHAN

Bismillahirrahmanirrahim. Allhamdulillah. Dengan rahmat dan izinNYA penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir ini dan penulis persembahkan kepada:

1. Ibu Kamriah. Ibu yang melahirkan saya. Mendidik saya dengan penuh kesabaran dan lemah lembut kasih sayangnya. Sehingga saya sangat tertolong melewati proses-proses hidup atas doa-doanya. Tidak ada kata-kata atau hal apapun yang bisa saya sandingkan nilainya kepada beliau.
2. Bapak M. Jafar, Ayah yang tak kenal henti memotifasi dan mendukung atas pilihan-pilihan hidup yang saya pilih. Mengajarkan segala sesuatu hal yang harus dilakukan seorang pria, bagaimana bersikap di dunia modern saat ini sehingga kalimat tauhid tidak tergerus didalam hati.
3. Bapak Dr. Ir. Paryana Puspaputra. M.Eng selaku dosen pembimbing saya yang sudah memberikan tantangan-tantangan untuk mendapatkan jawaban atas pembuatan laporan tugas akhir ini. Semoga ilmu yang beliau berikan kepada mahasiswanya menjadi amal jariyah yang tak putus-putus.
4. Segenap jajaran dosen dan karyawan Teknik Mesin FTI UII.
5. Bang Kurnia TM 10 yang selalu mendampingi dalam pembuatan perhiasan dan atas pengetahuan tentang proses pembutan perhiasan yang sudah diberikan.
6. Segenap jajaran Pengurus HMTM FTI UII periode 2015-2016 & periode 2016-2017.
7. MAPALA UNISI GC 37.
8. PAGUYUBAN SENI RUKUN RENCANG.

HALAMAN MOTTO

Manusia tahu bahwa dirinya itu lemah, namun anehnya dia terus menerus tidak taat kepada Dia (Allah) yang maha kuat.

(Abu bakr Ash-Shiddiq RA)

Ilmu pengetahuan adalah kehidupan pikiran.

(Abu bakr Ash-Shiddiq RA)

Tanpa tindakan, pengetahuan tidak ada gunanya dan pengetahuan tanpa tindakan itu sia-sia.

(Abu bakr Ash-Shiddiq RA)

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah Subhanahu wa ta'la atas rahmatNYA penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir yang berjudul "**Perancangan Perhiasan Bros Bermotif Burung Enggang Kalimantan Timur"**. Shalawat serta salam tidak lupa dipanjatkan bagi junjungan kita Nabi Muhammad sallallahu alaihi wasallam.

Tugas Akhir wajib ditempuh oleh mahasiswa Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan jenjang studi (SI).

Selama pelaksanaan Tugas Akhir terdapat kesulitan dan hambatan yang ditemui dalam proses pelaksanaan perancangan maupun dalam penyusunan laporan. Namun dengan bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak maka laporan Tugas Akhir ini dapat terwujud. Meskipun penulis sangat sadar masih terdapat kekurangan dalam penulisan. Karena itulah pada kesempatan kali ini penulis juga mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang membantu dalam penulisan khususnya kepada:

1. Allah subhanahu wa ta'la yang selalu memberikan rizky dan rahmatNYA dalam segala hal dan bentuk apapun kepada penulis dan Nabi Muhammad sallallahu alaihi wasallam juga atas keluarga, para sahabat serta para pengikutnya hingga akhir zaman.
2. Universitas Islam Indonesia.
3. Fakultas Islam Indonesia.
4. Program Studi Teknik Mesin.
5. Ibu Kamriah dan Ayah Jafar.
6. Dosen pembimbing Tugas Akhir Dr. Ir Paryana Puspaputra M.Eng.
7. Ketua Program Studi Teknik Mesin Dr. Eng Risdiyono. ST., M.Eng.
8. Bang kurnia TM10.
9. Segenap pengurus HMTM FTI UII Periode 2015-2016 & Periode 2016-2017.
10. Mapala UNISI GC 37.
11. PAGUYUBAN SENI RUKUN RENCANG.

Harapan penulis semoga laporan Tugas Akhir ini bisa bermanfaat bagi semua pihak dan semoga ilmu yang sudah dengan ikhlas diberikan kepada penulis menjadi amal jariyah bagi pihak-pihak terkait. Amin.

Yogyakarta, 1 Oktober 2020

PERANCANGAN PERHIASAN BROS BERMOTIF BURUNG ENGGANG KALIMANTAN TIMUR

(Zul Jalali Jafar)

ABSTRAK

Enggang Gading Kalimantan Timur merupakan jenis burung yang memiliki bentuk tubuh yang indah. Pada bagian kepala yang memiliki paruh simetris, keindahan tersebut memiliki nilai seni dan estetika tersendiri untuk kalangan pecinta hiasan. Namun dengan keindahanya justru mengantarkan hewan tersebut kelembah kepunahan. Pemerintah Indonesia sendiri melalui kementerian lingkungan hidup dan kehutanan telah menetapkan peraturan menteri lingkungan hidup dan kehutanan Nomer: P106/Menlhk/Setjen/Kum.1/12/2018. Peraturan tersebut menetapkan satwa ini dilindungi di Negara Indonesia. Masyarakat asli Kalimantan Timur mempunyai beberapa ciri khas kebudayaan yang dijadikan pola hidup masyarakatnya mulai dari kesenian yang dihasilkan hingga ritual-ritual yang dipercayai. namun pada sekarang ini sudah sangat kurang dirasa unsur-unsur kebudayaan tersebut. Dengan begitu muncul ide untuk memperkenalkan kebudayaan tersebut melalui pembuatan perhiasan berjenis bros dengan mengadopsi pola dasar burung enggang dengan keilmuan yang sudah didapat di Teknik Mesin FTI UII. Produksi perhiasan nantinya akan melibatkan proses CAD & CNC. Untuk mewujudkan proses perancangan ini maka dilakukan serangkaian proses manufaktur mulai dengan proses awal desain mengunakan software ArtCAM JEWELLSMITH. Simulasi permesinan untuk mencari parameter yang tepat agar desain dapat sama dengan hasil permesinan. Pembuatan master dengan mesin cedu CNC, pembuatan cetakan silikon menggunakan silikon RTV-52, pembuatan master lilin dan pohon lilin, pembuatan cetakan gipsum untuk proses pengecoran logam perak dan tembaga. Maka produk bros bermotif burung enggang Kalimantan timur selesai. Dari perancangan ini dapat disimpulkan bahwa setiap proses-proses diatas harus diperhatikan parameter-parameternya agar dapat menghasilkan produk bros yang dapat mengenalkan kebudayaan Kalimantan Timur.

Kata kunci: Bros, motif burung enggang, artCAM JEWELLSMITH, mesin cedu CNC

DESIGN OF BROOCH WITH HORNBILL PATTERN EAST KALIMANTAN

(Zul Jalali Jafar)

ABSTRACT

East Kalimantan hornbill is a type of bird that has a beautiful body shape especially on the head which has a symmetrical beak. This beauty has its own artistic and aesthetic value for decoration lovers but with its beauty it actually delivered these animals to extinction. The Indonesia government and forestry has stipulated a regulation of minister of environment with forestry number:P106/Menlhk/Setjen/Kum.1/12/2018 stipulates that the hornbill is protected in the state of Indonesia. The indigenous people of East Kalimantan have several cultural characteristic that are used as the pattern of life for their people, like the art that they produced until the rituals they believe in. however, at present the cultural elements are lacking, with that the main idea emerged to introduce this culture through making brooch-type of jewelry by adopting the basic pattern of the hornbill with the knowledge that had been obtained in mechanical engineering FTI UII. To produce this jewelry will involve CAD & CNC processes. To realize this design process, a series of manufacturing processes were carried out, starting with the initial design process using artCAM jewellsmith software and machining simulation to find the right parameters so that the design can be the same as the machining result. The master acrylic created with CNC cedu machines, making silicon molds using silicon RTV-52, making master wax and wax trees, making gypsum molds for the casting process of silver and copper metal. So the brooch product with the motive of East Kalimantan hornbill was finished. From this design, it can be concluded that each of the above processes must be considered in order to produce brooch product that can introduce the culture of East Kalimantan.

Keywords: brooch, hornbill pattern, artCAM jewellsmith, CNC cedu machine.

DAFTAR ISI

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR ..... i.
LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING ii
LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI iii
HALAMAN PERSEMBAHAN iv
HALAMAN MOTTO ..... v.
KATA PENGANTAR vi
ABSTRAK viii
ABSTRACT ix
DAFTAR ISI x
DAFTAR TABEL xii
DAFTAR GAMBAR xiii
Bab 1 Pendahuluan 1
1.1 RUMUSAN MASALAH 2
1.2 BATASAN MASALAH 2
1.3 TUJUAN PENELITIAN DAN PERANCANGAN 2
1.4 MANFAAT PENELITIAN DAN PERANCANGAN 2
1.5 SISTEMATIKA PENULISAN 3
Bab 2 TINJAUAN PUSTAKA 4
2.1 CAD (Computer Aided Design) 5
2.1.1 ArtCAM 5
2.2 CNC (Computer Numerical Control) 6
2.2.1 MATA PAHAT 8
2.3 INVESTMENT CASTING 10
2.3.1 KARET SILIKON 10
2.3.2 JEWELLRY WAX 10
2.3.3 POHON POLA 11
2.3.4 GIPS (PLASTER CASTING) 11
Bab 3 METODE PENELITIAN 12
3.1 ALUR PENELITIAN 12

DAFTAR TABEL

Table 3-1 Alat yang digunakan pada penelitian ini**Error! Bookmark not defined.**
Table 3-2 Bahan yang digunakan pada penelitian ini 14
Table 4-1 Parameter permesinan bros sisi atas dan sisi bawah 31
Table 4-2 parameter permesinan yang gagal. 32

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2-1 perangkat lunak ArtCAM 6
Gambar 2-2 Kaidah Tangan Kanan 6
Gambar 2-3 Mesin perkakas 3 *Axis* 7
Gambar 2-4 Mesin Perkakas 5 *Axis* 8
Gambar 2-5 Mata Pahat *Endmill* 9
Gambar 2-6 Pahat *Flat Conical* 9
Gambar 3-1 Alur Penelitian 12
Gambar 3-2 Desain bros motif burung enggang 15
Gambar 3-3 Burung Enggang 15
Gambar 3-4 set mesin cedu CNC 16
Gambar 3-5 (a) karet silikon RTV-52 & katalis, (b) master akrilik, (c) hasil cetakan silikon. 18
Gambar 3-6 mesin injeksi lilin, (b) cetakan silikon, (c) pola lilin. 19
Gambar 3-7 Pohon pola 20
Gambar 3-8 (a) penuangan gips ke flask, (b) gips divakum, (c) cetakan gips. 21
Gambar 3-9 (a) proses lost wax, (b) proses peleburan perak & tembaga, (c) proses cor. 22
Gambar 4-1 Pola dasar keseluruhan burung enggang 24
Gambar 4-2 Pola dasar kepala burung enggang 25
Gambar 4-3 (a) contoh tameng khusus laki-laki, (b) contoh tameng khusus perempuan 27
Gambar 4-4 Pola dasar tameng khusus perempuan dipadukan dengan batik Kalimantan. 27
Gambar 4-5 kombinasi pola dasar tameng, pola dasar kepala burung enggang dan ornament batik Kalimantan. 28
Gambar 4-6 desain fix perhiasan bros bermotif burung enggang. 29
Gambar 4-7 (a) Proses permesinan bagian atas, (b) proses permesinan bagian bawah 30
Gambar 4-8 Hasil permesinan master bros yang berhasil 31
Gambar 4-9 master yang gagal 33

Gambar 4-10 Jig Kayu.....33
Gambar 4-11 pemasangan manual jig kayu. 34
Gambar 4-12 (a) *Sprue &* area *nozel Injection Wax* Pada Master, (b) spot-spot terdapat *trap air* pada cetakan silikon. 35
Gambar 4-13 pola lilin cacat. 36
Gambar 4-14 pola lilin yang sesuai. 36
Gambar 4-15 Pohon pola lilin 37
Gambar 4-16 (a) proses peleburan logam, (b) proses vakum logam cair pada cetakan gipsum. 38
Gambar 4-17 Hasil pengeceron 38
Gambar 4-18 logam bros masih dengan *sprue* 39
Gambar 4-19 Hasil finishing 39

BAB 1
PENDAHULUAN

Enggang Gading Kalimantan Timur merupakan jenis burung yang memiliki bentuk tubuh yang indah. Pada bagian kepala terdapat paruh simetris serta meruncing lalu di atas paruhnya terdapat cula atau balung yang padat berisi. keindahan tersebut memiliki nilai seni dan estetika tersendiri untuk kalangan pecinta hiasan. Namun dengan keindahanya justru mengantarkan hewan tersebut kelembah kepunahan.

Berdasarkan daftar IUCN (*International Union for Conservation of Nature*) tahun 2018 jenis burung ini telah termasuk dalam satwa berstatus terancam punah. Hal ini diakibatkan dengan adanya perburuan liar, perdagangan ilegal dan tingkat perkembang biakan yang sangat lambat. Pemerintah Indonesia sendiri melalui kementerian lingkungan hidup dan kehutanan telah menetapkan peraturan menteri lingkungan hidup dan kehutanan Nomer: P106/Menlhk/Setjen/Kum.1/12/2018 menetapkan satwa ini dilindungi di Negara Indonesia.

Masyarakat asli Kalimantan Timur tersebut mempunyai beberapa ciri khas kebudayaan yang dijadikan pola hidup masyarakatnya mulai dari kesenian yang dihasilkan hingga ritual-ritual yang dipercayai. Ornamen-ornamen kesenian yang mengadopsi pola dasar lekukan-lekukan akar dan hewan yang disakralkan terkhususnya burung enggang menjadi ciri khas tersendiri bagi siapa saja yang memijakan kakinya di pulau ini. Namun pada sekarang ini sudah sangat kurang dirasa unsur-unsur kebudayaan tersebut baik secara fisik (batik, perhiasan dan karya senirupa lainnya) maupun non-fisik seperti lagu-laguan.

Dengan begitu muncul ide untuk memperkenalkan kebudayaan tersebut melalui pembuatan perhiasan berjenis bros dengan mengadopsi pola dasar burung enggang dengan keilmuan yang sudah didapat di Teknik Mesin FTI UII. Produksi perhiasan nantinya akan melibatkan proses CAD & CNC sebagai sarana menghasilkan produk yang indah dan berkualitas. Sehingga harapan nantinya

dapat ikut berkontribusi dalam melestarikan satwa ini dan memperkenalkan kebudayaan yang ada.

1.1 RUMUSAN MASALAH

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah merealisasikan ide melalui proses pembuatan yang diawali dengan proses desain hingga menjadi produk dalam bentuk perhiasan.

1.2 BATASAN MASALAH

a. Desain menggunakan perangkat lunak ArtCAM 2011.
b. Proses permesinan menggunakan mesin CEDU CNC.
c. Material yang digunakan akrilik 8 mm, *silicone rubber* RTV-52, *jewellry wax*, gipsum, perak dan tembaga.
d. Tidak membahas kekuatan material.

1.3 TUJUAN PENELITIAN DAN PERANCANGAN

Tujuan dari penelitian dan perancangan ini yaitu membuat perhiasan bros bermotif burung enggang berbahan dasar logam perak dan tembaga dengan melalui tahapan proses serta memahami pertimbangan dalam desain perhiasan dan realisasinya.

1.4 MANFAAT PENELITIAN DAN PERANCANGAN

Manfaat dari penelitian dan perancangan ini yaitu:

a. Memberikan informasi terkait proses permesinan menggunakan mesin CEDU CNC.
b. Memberikan informasi tentang proses-proses *investment casting.*
c. Meningkatkan *skill* mahasiswa dalam membuat perhiasan dari tahap desain hingga tahap produk jadi.
d. Dapat digunakan sebagi referensi dalam proses perancangan perhiasan.

1.5 SISTEMATIKA PENULISAN

Sistematika penulisan laporan ini diuraikan bab per bab agar penjelasan lebih mudah dipahami, pokok-pokok permasalahan dibagi menjadi 5 bab yaitu Bab 1 berisi pendahuluan, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian dan perancangan, manfaat penelitian, perancangan sistematika penulisan. Bab 2 berisi teori-teori yang menjelaskan dasar pemecahan masalah dalam penelitian dan perancangan. Bab 3 berisi langkah-langkah serta metode yang digunakan dalam penelitian dan perancangan. Bab 4 berisi pembahasan dari penelitian dan perancangan Bab 5 berisi kesimpulan dan saran dalam penelitian dan perancangan.

BAB 2
TINJAUAN PUSTAKA

Penelitian ini membahas proses pembuatan bros bermotif burung enggang mulai dari proses desain hingga menjadi produk. Dengan menggunakan teknik pengecoran *investment casting* dan melibatkan CAD & CNC. Dalam topik penelitian ini terdapat beberapa hasil penelitian-penelitian yang terkait.

Kementrian perindustrian (KEMENPERIN) mencatat ekspor produk perhiasan mencapai US$ 2.05 miliar sepanjang 2018. Singapura, Swiss, Amerika Serikat dan Uni Emirat Arab menjadi tujuan utama ekspor produk perhiasan. Dengan begitu Indonesia menduduki peringkat ke-9 dunia sebagai eksportir produk perhiasan dengan pangsa pasar 4%. Ini merupakan peluang bagi UKM dan IKM melihat banyaknya permintaan perhiasan berskala international (Prasetyo, Andhika 2019).

Dari penelitian desain dan pembuatan bros souvenir bernuansa Jogja menuturkan bahwa peranan teknologi sangat penting dalam memenuhi pesanan konsumen secara kuantitas dan kualitas. Dengan dilakukan serangkaian proses mulai dari desain 3D menggunakan perangkat lunak ArtCAM *Jewellsmith* beserta simulasi permesinan. Proses permesinan membuat master menggunakan mesin CNC. Penggunaan mesin CNC mempermudah pembuatan master dalam segi mempercepat waktu dan meningkatkan mutu karena hasilnya tetap sama (Suwanda. 2017).

Dari penelitian desain dan pembuatan bros bermotif UII dan liontin tugas akhir menuturkan penelitian ini dapat mengadopsi bentuk dasar dari fauna. Diawali dengan proses desain, pembuatan master, cetakan silikon (*rubber mold*), *second master* (*wax*/lilin), pohon lilin, cetakan gipsum, pengovenan, pengecoran dan diakhiri dengan *finishing* (Cisron. 2017).

2.1 CAD (Computer Aided Design)

CAD (*Computer Aided Design*) dapat didefinisikan sebagai penggunaan sistem komputer untuk membantu dalam menciptakan, memodifikasi, analisa atau mengoptimalkan desain. CAD membantu pendesain untuk membayangkan sebuah produk komponen-komponen rakitan. Hal ini dapat mengurangi waktu mensintesi, analisa dan mendokumentasikan desain (K, Lalit Naryan dkk. 2008).

Fungsi khusus dari CAD diantaranya yang pertama untuk pengembangan desain yang dibuat pada terminal grafik dari elemen geometrik dasar seperti bentuk garis, titik, lingkaran, kerucut, kotak dll. Yang kedua yaitu menganalisa desain dan menghitung bagian dari desain tersebut seperti berat, volume, jenis material dll. Yang ketiga yaitu simulasi desain agar dapat mempelajari gerak mekanisme desain. Yang keempat yaitu evaluasi desain agar mengurangi kesalahan ukuran atau melakukan assembly yang salah. Yang kelima yaitu memodifikasi desain untuk mendapatkan fungsi-fungsi yang dibutuhkan oleh kompenen baru.

2.1.1 ArtCAM

ArtCAM merupakan perangkat lunak yang terintegrasi dengan peralatan *engineering* secara detail dalam bentuk CAD/CAM. Perangkat lunak ini dapat menghasilkan file NC (*Numerical Control)* yang mana hasil tersebut langsung dapat dipergunakan pada mesin CNC. ArtCAM sebagai fasilitas pembentuk model 3D disertai juga dengan pembuatan *toolpath cutting* (Wismari, Dwiati. 2005).

Artcam memiliki fitur yang tepat untuk mendesain perhiasan pada penelitian ini. Fitur vector tool dapat digunakan untuk membuat bentuk geometric dasar sesuai motif perhiasan dengan keindahan yang diinginkan. Fitur selanjutnya yaitu relief tool mampu membuat permukaan benda kerja memiliki bentuk kontur yang beragam dan membuatnya menjadi 3D. Kemudian ada fitur *toolpath* untuk mensimulasikan proses permesinan atas desain yang sudah dibuat sehingga mengurangi resiko gagal pada saat G-CODE diterapkan pada mesin CNC.



Gambar 2-1 perangkat lunak ArtCAM

Sumber : www.google.com

2.2 CNC (Computer Numerical Control)

CNC (*Computer Numerical Control*) didefinisikan sebagai satu komputer yang mengkonversikan rancangan menjadi sebuah perintah (*Number*). Dimana komputer memanfaatkan kendali (*Control*) untuk melakukan pemotongan (*Cutting*) dan membentuk (*Shaping*) model. Dibanyak kasus sistem CAM akan bekerja dengan perancangan CAD dalam 3D (Ningsih. 2005).

Dalam hal perangkat CNC, komputer digunakan untuk melakukan semua fungsi dasar NC. Kelengkapan program diinput dan disimpan pada memori penyimpanan komputer untuk menghasilkan sebuah output. Mesin CNC banyak digunakan saat ini karena mempunyai banyak fitur kontrol yang baru. Sistem kontrol memproses program setiap pergerakan pahat akan ditampilkan pada layar monitor (B,S Pabla & M, Ardhitan. 1994). Pergerakan pahat mempunyai sistem persumbuan yang diatur berdasarkan standar ISO 841 dan DIN 66217 untuk berbagai macam mesin. Sistem persumbuan mengikuti kaidah tangan kanan (Paryanto. 2012).



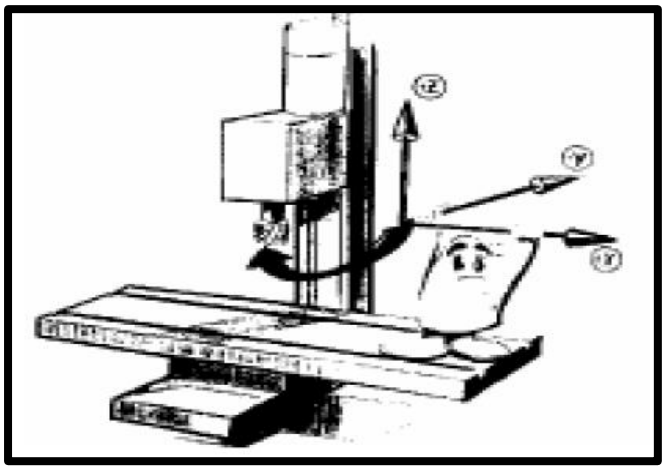
Gambar 2-2 Kaidah Tangan Kanan

Sumber : (Paryanto. 2012)

Proses permesinan bertujuan untuk mengubah bentuk/geometri benda kerja menjadi produk dengan cara pemotongan dan geometri. Produk dapat didefinisikan dengan memakai sistem sumbu (Koordinat) tertentu. Dengan demikian derajat kebebasan gerak pahat ditentukan oleh jumlah sumbu mesin perkakas CNC (Widarto. 2008). Berikut beberapa jenis sumbu mesin perkakas CNC:

A. 3 Sumbu (*Axis*).

   Mesin perkakas CNC 3 *axis* mempunyai 3 arah gaya pemakanan yaitu sumbu X, sumbu Y dan sumbu Z. Sumbu Z selalu menjadi sumbu referensi dan selalu diorientasikan sebagai sumbu poros utama (Paryanto. 2012).

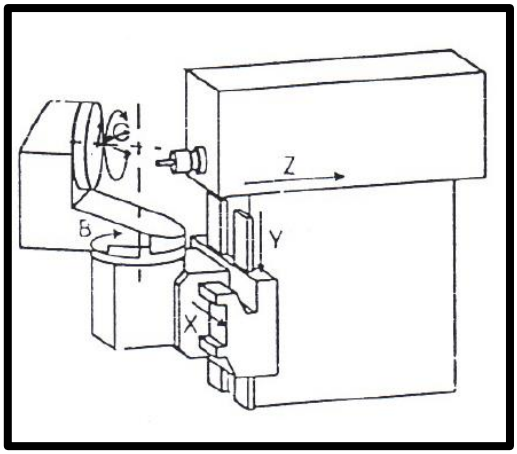


Gambar 2-3 Mesin perkakas 3 *Axis*

Sumber : (Paryanto. 2012)

B. 4-5 Sumbu (*Axis).*

   Mesin milling 4-5 axis mempunyai posisi alat kedalamn tiga dimensi ruang/translasi dan dua pengontrol orientasi/rotasi. Dengan 5 axis dapat memproduksi bagian geometri yang lebih rumit dengan sekali *setup* (Tangkameda, Abram. 2008).



Gambar 2-4 Mesin Perkakas 5 *Axis*

Sumber : (Tangkameda, Abram. 2008)

2.2.1 MATA PAHAT

Dalam proses permesinan mata pahat merupakan salah satu bagian penting untuk menyayat benda kerja. Kekuatan dan suhu yang tinggi selama mesin beroperasi membuat mata pahat mendapat perlakuan yang keras. Dengan begitu mata pahat harus memiliki sifat tertentu yang harus lebih keras dibanding benda kerja dan tahan aus. Sehingga dapat menghasilkan produk dengan permukaan dan bentuk yang berkualitas dalam waktu operasi yang singkat.

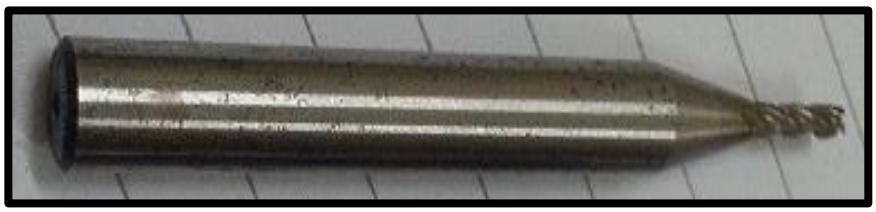
Mata pahat harus mempunyai 2 aspek utama yaitu material dan geometri. Dimasa sekarang terdapat 7 material utama yang digunakan sebagai material utama yaitu *carbonsteel,* HSS (*High Speed Steel*), *cast alloy,* karbida, keramik, CBC (*Cubic Boron Nitrides)* dan Intan. Masing-masing dengan bentuk yang berfariasi menyesuaikan kegunaannya. Berikut pahat yang digunakan pada penelitian ini.

2.2.1.1 MATA PAHAT *ENDMILL*

Pisau jari (*Endmill*) merupakan salah satu jenis *cutter* mesin CNC *milling* yang banyak digunkan. Ukuran *cutter* jenis ini sangat bervariasi mulai ukuran kecil sampai ukuran besar. Biasanya *cutter* ini memiliki satu atau lebih alur (*flute). Cutter* ini dipakai untuk membuat alur pada bidang datar atau pasak dan

umumnya dipasang pada posisi vertical. Namun pada situasi tertentu dapat dipasang pada posisi horizontal.

Berdasarkan hasil penelitian menunjukan bahwa semakin banyak jumlah mata pahat sangat berpengaruh pada tingkat kekasaran permukaan benda kerja. Hal ini disebabkan jika semakin banyak jumlah mata pahat maka geram yang dihasilkan akan semakin kecil ukurannya. Karena tiap mata sayat tidak menyat terlalu banyak (Zainuddin, 2013). Dengan begitu pada penelitian ini menggunakan mata pahat *Endmill.*

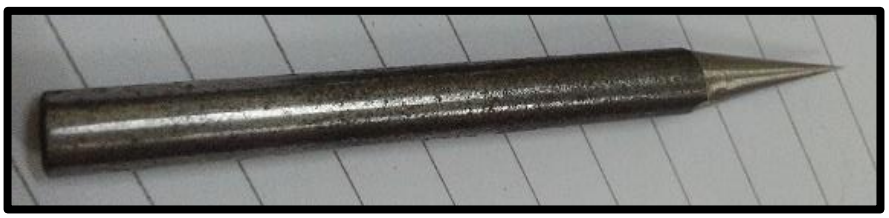


Gambar 2-5 Mata Pahat *Endmill*

2.2.1.2 MATA PAHAT FLAT CONICAL

Pahat *flat conical* digunakan untuk membentuk realif yang rumit dan biasanya digunakan pada tahap *finishing.* Ujung pahat yang runcing langsung menyentuh benda kerja untuk menjangkau sudut-sudut *relief* yang dalam.

Mata pahat *conical* merupakan pahat konus bermata tunggal berbentuk runcing dengan sudut paruh yang kecil. Semakin kecil sudut paruh yang digunakan maka semakin detail profil permukaan yang mampu dibuatnya. Namun batas geometri pahat yang semakin kecil rawan akan gaya potong yang terjadi (Puspaputra, Indra & Ratna, 2009). dengan begitu pada penelitian ini menggunakan mata pahat *flat conical.*



Gambar 2-6 Pahat *Flat Conical*

2.3 INVESTMENT CASTING

Pengecoran digunakan untuk membentuk logam dalam kondisi panas sesuai dengan bentuk cetakan yang telah dibuat. Pengecoran dapat berupa material logam cair atau plastik yang dapat meleleh dan juga material yang terlarut dengan air misalnya beton dan gip. Proses pengecoran dibagi menjadi 2 yaitu *Expandables* dan *Non-Expandables* (Widarto. 2008).

Investment Casting yang diketahui juga sebagai *lost wax casting* atau *precission casting* sudah digunakan secara luas selama berabad-abad. Dikarenakan kemampuannya untuk menghasilkan komponen dengan permukaan yang sangat baik. Akurasi dimensi dan bentuk yang komplek sangat berguna untuk membuat geometri yang rumit dimana proses permesinan tidak mampu dan terlalu boros dalam proses produksi (Sarojrani Pattnik & D.Benny Karunakar. 2012).

2.3.1 KARET SILIKON

Karet silikon tersusun dari *monomer-monomer cilcisciloxane* yang membentuk *polydimethylsiloxane*. Secara kimia dituliskan dengan rumus (CH₃2SiO). Secara garis besar karet silikon dibedakan menjadi 2 yaitu HTV (*High Temperature Vulcanizing)* dan RTV (*Room Temperatur Vulcanizing*) (Yuniarti. 2012). Karakternya yang lentur namun tidak mudah sobek membuat karet silikon sangat cocok untuk dijadikan sebagai wadah cetakan jewellry wax dan dapat mengering pada suhu ruangan.

Membuat cetakan karet silikon RTV dengan pola dari *stereolithography* (SLA) adalah metode yang berguna untuk membuat pola lilin. Metode ini mempunyai keuntungan waktu yang singkat dan lebih murah dibanding dengan menggunakan cetakan logam (S.Rahmati, J.Akbari, E.Brata. 2007).

2.3.2 JEWELLRY WAX

Lilin perhiasan digunakan untuk membuat model seperti bentuk perhiasan yang akan dibuat. Setelah lilin dapat membentuk persis dengan model perhiasan.

Lilin tersebut diplester oleh bahan yang tahan akan panas. Nantinya akan dipanaskan dengan suhu tinggi. Setelah lilin mencair maka akan membentuk rongga pada plester yang nantinya akan dituang logam cair.

2.3.3 POHON POLA

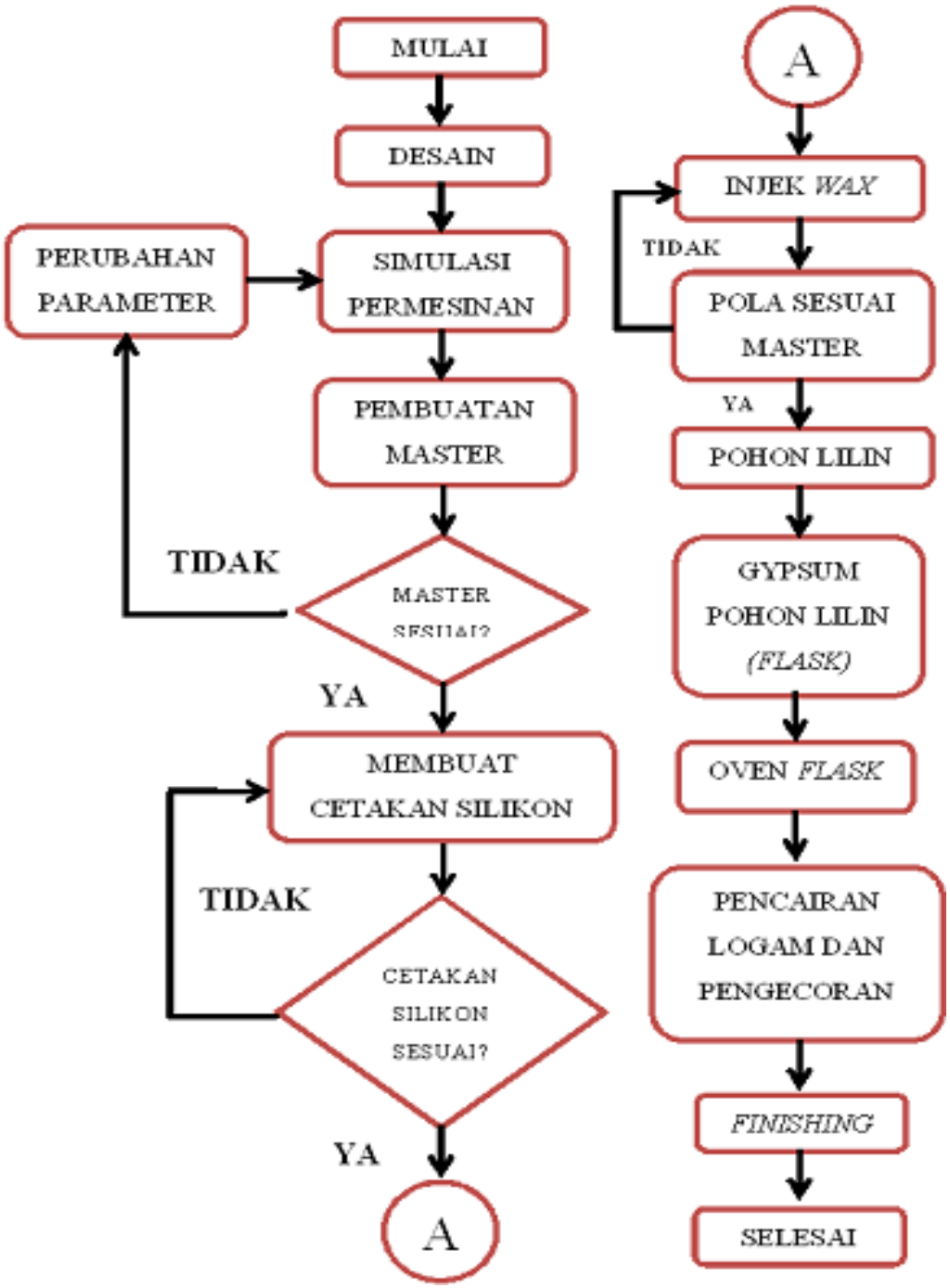
Pohon pola merupakan model-model potongan produk yang berbahan dasar lilin disusun membentuk tingkatan keatas menyesuaikan jumlah produk yang akan di hasilkan. Sehingga nanti mampu memproduksi dengan jumlah banyak dalam satu kali penungan logam cair.

2.3.4 GIPS (PLASTER CASTING)

Pengecoran dengan gips hampir sama dengan pengecoran menggunakan pasir. Pengecoran dengan gips biasanya digunakan untuk logam non belerang karena sulfur dalam gips perlahan bereaksi dengan besi. Campuran gips pada dasarnya terdiri dari 70-80% gipsum dan 20-30% penguat gipsum dan air (Widarto 2008).

BAB 3
METODE PENELITIAN

3.1 ALUR PENELITIAN



Gambar 3-1 Alur Penelitian

Dalam proses perancangan bros bermotif burung Enggang ada beberapa proses yang dilakukan. Pertama melakukan desain dengan software disertai dengan melakukan simulasi permesinan. Kemudian melakukan proses permesinan untuk membuat master dengan bahan akrilik. Apabila dirasa master akrilik telah sesuai maka dilanjut ke proses pembuatan cetakan silikon dengan karet silikon RTV-52. Ketika cetakan silikon jadi maka dilakukan proses injek lilin untuk membuat master lilin dari lilin khusus perhiasan. Master lilin yang telah jadi maka dilakukan proses selanjutnya yaitu membuat pohon lilin. Kemudian pohon lilin yang sudah jadi di plester dengan gipsum pada *flask.* Flask yang berisi gips yang sudah mengeras dilakukan proses oven untuk selanjutnya dilakukan proses pengecoran logam perak dan tembaga.

3.2 ALAT

Berikut alat beserta fungsi yang digunakan pada penelitian ini ditunjukan pada tabel di bawah ini:

Table 3-1 Alat yang digunakan pada penelitian ini

No	Alat	Fungsi
1	Laptop dan Komputer set	Desain, simulasi permesinan, membuat G-*Code*
2	Cedu CNC	Membuat master
3	Kunci pas 10,14,17	Membuka holdet untuk mengganti mata pahat
4	Kikir	Merapikan hasil potongan master dan logam
5	*Injection wax*	Memasukan lilin cair kedalam cetakan silikon
6	*Vacuum & Casting machine*	Menarik gelembung udara yang terperangkap pada proses pembuatan cetakan silikon dan penuangan gipsum pada *flask*

7	*Mixer* gipsum	Mengaduk campuran gipsum dan air
8	*Electric furnace*	Melebur logam perak dan tembaga
9	*Cutter pen*	Untuk merapikan hasil cetakan lilin
10	Gergaji besi	Memotong logam
11	Kompresor	Memberikan tekanan pada *injection wax.*
12	Pompa air	Sebagai cooler pada *electric furnace*
13	Mesin poles	Untuk mencerahkan warna logam perak

3.3 BAHAN

Bahan-bahan yang gunakan pada penelitian ini ditunjukan pada tabel dibawah ini:

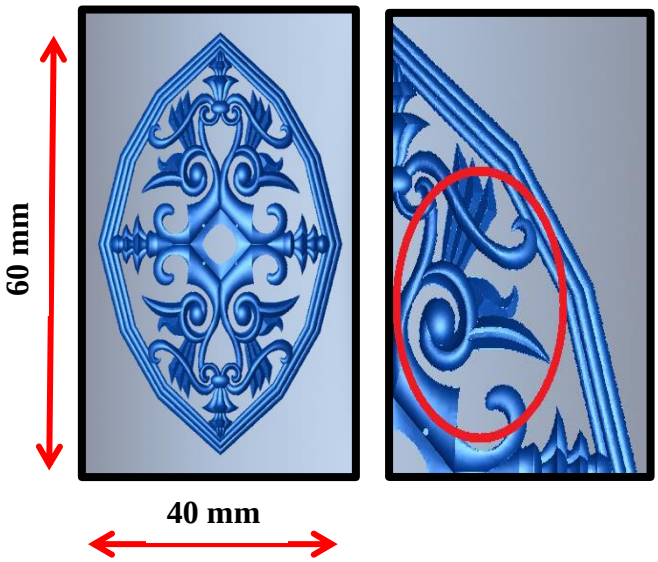
Table 3-2 Bahan yang digunakan pada penelitian ini

No	Bahan
1	Akrilik 8 mm
2	Karet silikon RTV 52
3	Lilin perhiasan
4	Gipsum
5	Perak
6	tembaga

3.4 DESAIN

Desain pada penelitian ini dibuat menggunakan perangkat lunak yang bernama *ArtCAM Jewellsmith* 2011. Sesuai dengan judulnya, desain pada penelitian ini mengadopsi pola dasar dari fauna yaitu burung Enggang. Fauna tersebut identik dengan pola dasar dibagian kepala, bulu sayap dan bulu buntut. Pola dasar kepala burung enggang akan diadopsi dan dituangkan pada produk bros nantinya.

\



Gambar 3-2 Desain bros motif burung enggang

3.4.1 FILOSOFI DESAIN

Burung Enggang merupakan fauna yang sangat dihormati dan dimuliakan khususnya pada suku-suku orang dayak yang ada di pulau Kalimantan. Mereka menganggap burung tersebut sebagai perwujudan dari nenek moyang mereka. Selain itu burung enggang memiliki nilai-nilai yang diambil dari cara hidup hewan tersebut seperti nilai kasih sayang, keharmonisan, kerja sama, suci dan mulia.



Gambar 3-3 Burung Enggang

Sumber : Boombastis.com

3.4.2 KRITERIA DESAIN

Kriteria desain yang digunakan menjadi patokan dalam menentukan desain bros yang dihasilkan. Adapun kriteria desain pada perancangan bros ini memperhatikan konsep etnik dengan bahan dasar logam perak.

Ada 4 hal yang juga harus diperhatikan pada kriteria desain. Yang pertama yaitu ketebalan yang akan direalisasikan harus memiliki ketebalan yang sesuai dengan desain awal pada saat produk telah jadi. Jika terlalu tipis akan membuat produk memiliki sisi tajam yang akan beresiko melukai pengguna dan jika terlalu tebal produk akan menjadi berat. Hal yang kedua ialah memperhatikan desain pada bagian sisi-sisi yang memiliki resiko patah pada saat permesinan maupun saat produk telah jadi. Hal yang ketiga yaitu memperhatikan pola dasar dan dimensi desain agar sesuai ide yang dituangkan. Kemudian hal yang keempat yaitu relief permukaan yang dibuat pada desain harus juga dipertimbangkan dengan proses selanjutnya agar dapat terealisasikan sesuai dengan realife desain awal.

3.5 PROSES PERMESINAN

Proses permesinan dilakukan untuk membuat master perhiasan dengan material akrilik 8 mm menggunakan mesin cedu CNC. Proses pembuatan master bros terdiri dari 4 proses yaitu *roughing* dan *finishing* akrilik bagian atas lalu *roughing* dan *finishing* akrilik bagian bawah.



Gambar 3-4 set mesin cedu CNC

3.5.1 ROUGHING.

Proses *roughing* adalah proses pengerjaan menggunakan pahat kasar dengan konstruksi yang lebih kuat untuk penyayatan benda kerja yang kasar agar dapat dilakukan lebih cepat. Pada penelitian ini proses *roughing* menggunakan pahat *Endmill* 2.5 mm.

3.5.2 FINISHING

Proses *finishing* merupakan tahapan terakhir pada proses permesinan untuk mendapatkan hasil benda kerja yang lebih mulus pada benda kerja. Pada penelitian ini proses finishing menggunakan pahat *flat conical* 0.2 20°. Dengan tujuan mendapatkan permukaan yang lebih detail tanpa ada nya garis perbedaan kontur pada relief yang kasar.

3.6 PROSES CETAKAN SILIKON

Proses cetakan silikon dibutuhkan untuk membuat pola dengan lilin khusus perhiasan. Pola yang ada pada cetakan silikon terbentuk dari penambatan master akrilik hasil proses permesinan yang sesuai dengan desain yang kita inginkan. Penelitian ini menggunakan silikon RTV-52 dengan campuran katalis.



(a)



(b)



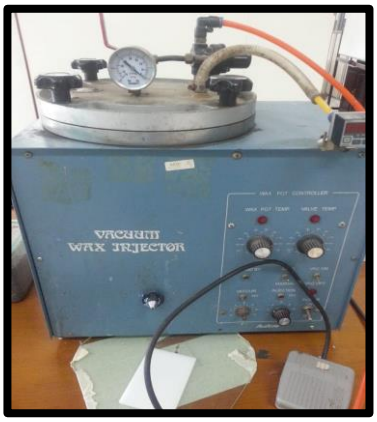
(c)

Gambar 3-5 (a) karet silikon RTV-52 & katalis, (b) master akrilik, (c) hasil cetakan silikon.

3.7 PROSES INJECTION WAX

Berbeda dengan pembuatan master berbahan dasar akrilik 8 mm pada proses permesinan. Pada proses ini pembuatan master menggunakan bahan lilin khusus untuk perhiasan. Cetakan silikon yang sudah jadi akan dimasukan lilin cair dengan tekanan serta suhu tertentu menggunakan *injection wax machine.*

Parameter yang harus diperhatikan pada proses ini yaitu kombinasi perpaduan antara tekanan injek lilin. Waktu injek lilin dan waktu vakum hal ini akan mempengaruhi master lilin kualitas master agar dapat menyerupai bentuk master akrilik secara presisi dan dapa mepersingkat waktu produksi.



(a)



(b)



(c)

Gambar 3-6 mesin injeksi lilin, (b) cetakan silikon,
(c) pola lilin.

3.8 PROSES POHON POLA

Master lilin yang sudah dimasukan kedalam cetakan silikon akan mengeras dan digabungan membentuk sebuah pohon keatas. Tinggi pohon pola ditentukan seberapa banyak dan dimensi master lilin yang disusun menyesuaikan permintaan produksi.

Parameter penting pada proses pembuatan pohon pola selain keterampilan tangan dalam menyatukan kedua sisi lilin yang cair. Memastikan jalur-jalur pengecoran dan mempertimbangkan parameter berat pohon pola untuk mencari berapa kebutuhan logam perak dan tembaga yang akan digunakan pada saat pengecoran.

$$Berat\ pohon\ pola\ x\ massa\ jenis\ perak \tag{3.1}$$

Setelah didapat kebutuhan logam yang akan digunakan yaitu seberat (100%). Untuk dapat mencampurkan logam tembaga dan perak agar lebih kuat dilakukan perhitungan kebutuhan yaitu logam perak seberat 92.5% dan logam tembaga seberat 7.5%. Dengan begitu dapat memenuhi semua rongga *flask* nantinya.



Gambar 3-7 Pohon pola

3.9 PROSES PEMBUATAN CETAKAN GIPS

Serbuk gips akan dicampur dengan air dan diaduk hingga merata. Lalu dituangkan kedalam *flask* yang berisi pohon pola. Setelah penuangan gips pada *flask* akan dilakukan proses vakum guna mengangkat udara-udara yang terjebak dari proses pengadukan dan penuangan adonan gips. Proses ini dilakukan untuk memplester pohon pola. Agar nantinya membentuk ruang pola didalam gipsum yang mengeras sehingga dapat dituang dengan logam cair.



(a)



(b)



(c)

Gambar 3-8 (a) penuangan gips ke flask, (b) gips divakum,
(c) cetakan gips.

3.10 PROSES PENGECORAN

Proses pengecoran pada penelitian ini kombinasi antara pemanasan cetakan gipsum dan pencairan logam. Logam yang digunakan pada penelitian ini yaitu perak dan tembaga. Keduanya dilakukan proses peleburan bersama-sama sambil menunggu cetakan gipsum pada suhu siap tuang. Setelah semua siap flask dengan suhu siap tuang di letakan pada mesin vacuum casting dan logam cair dituangkan kedalam cetakan gips.

Parameter yang harus diperhatikan pada proses pengecocaran yang pertama ialah memperhatikan suhu flask agar tepat pada suhu siap tuang pada suhu 650°C selama 120 menit. Setelah parameter tersebut sudah dapat dipastikan. Parameter yang kedua yaitu logam perak dan tembaga harus benar-benar melebur secara merata pada saat dipanaskan di mesin *electrical furnace* pada suhu dikisaran antara 970-980 °C. *Flask* yang sudah berada disuhu siap tuang dan logam perak dan tembaga sudah melebur *flask* ditaruh di mesin vakum dan harus segera dituangkan logam cair dengan perlahan tanpa ada jeda aliran logam cair.



(a)



(b)



(c)

Gambar 3-9 (a) proses lost wax, (b) proses peleburan perak & tembaga, (c) proses cor.

3.11 PROSES PENYELESAIAN

Pada proses ini yang dilakukan adalah membersihkan sisa-sisa hasil pengecoran yang masih menempel pada produk. Berikut langkah-langkah yang dilakukan:

1. Membersihkan gipsum yang masih menempel pada produk dengan cara menyikat produk dengan sikat gigi bekas dan air.

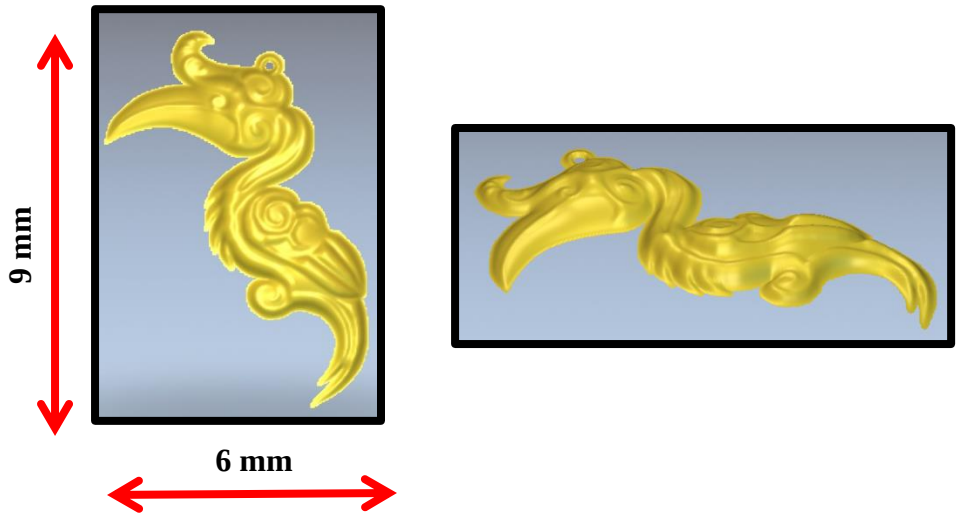
2. Setelah dikira bersih dari sisa-sisa gips, potong *sprue* dengan menggunakan gergaji besi.
3. Produk yang sudah terlepas dari *sprue* memiliki sisa-sisa potong dan pengecoran yang berantakan, lakukan pengikiran kasar untuk menghilangkan sisa-sisa tersebut agar produk menyerupai desain awal.
4. Lakukan pengamplasan untuk menghaluskan produk.
5. Lakukan pemolesan dengan mesin poles.
6. Masukan ke *magic tumbler* agar warna dari produk terang secara merata.
7. Lakukan pemolesan dengan kain jeans/kain poles yang lain.

BAB 4
HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 HASIL DAN PEMBAHASAN DESAIN BROS

4.1.1 POLA DASAR AWAL

Bros dengan motif burung Enggang pada penelitian ini dilakukan beberapa kali untuk menemukan solusi kombinasi keindahan dengan keberhasilan pengerjaan permesinan nantinya. Desain dimulai dengan mencari pola dasar yang menggambarkan burung Enggang secara utuh. Yang dimana relief pada permukaan pola dasar membuat desain ini tampak lebih nyata sebagai burung enggang.



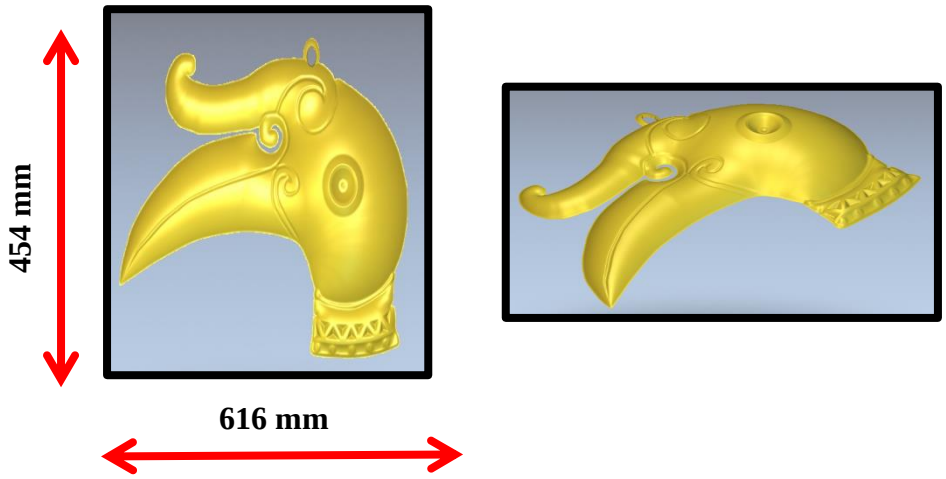
Gambar 4-1 Pola dasar keseluruhan burung enggang

Pada desain pertama (Gambar 4-1) terdapat dua faktor yang menjadi bahan koreksi dalam mendesain perhiasan bros. Faktor yang pertama adalah desain tersebut hanya menggunakan fitur shape editor *"ADD DOME"* dengan *angel* 45°. Tanpa menambahkan dasaran *"START HEIGHT"* hal ini dipertimbangkan akan membuat ujung sisi-sisinya berpotensi melukai pengguna. Karena membentuk sudut yang tajam ketika akan sampai pada tahap produk jadi terutama pada bagian tanduk, paruh dan ekor. Lalu faktor yang kedua adalah

dengan mempertimbangkan dimensi desain yang kecil. Membuat relief yang dimunculkan pada permukaan masih kurang menonjol dalam penglihatan dan masih terasa datar dalam emosional serta keindahan. Ditambah dengan dimensinya yang tergolong kecil dengan begitu desain ini hanya mampu menjelaskan bahwa desain tersebut adalah bros yang berbentuk unggas biasa. Maka dilakukan desain ulang untuk membuat pola dasar agar dapat menunjukan bahwa bros tersebut adalah bros burung Enggang ciri khas budaya Kalimantan Timur.

4.1.2 POLA DASAR KEDUA

Setelah menimbang-nimbang hal mendasar yang terjadi pada desain pertama. Pada desain kedua ini mengambil pola dasar yang menjadi ciri khas dari burung ini yaitu pola dasar kepala. Yang dimana kepala burung Enggang terdapat tanduk yang tidak dimiliki oleh burung yang lain,



Gambar 4-2 Pola dasar kepala burung enggang

Pada desain yang kedua diambil langkah untuk membesarkan dimensi desain karena pada dunia perhiasan ada istilah “bermain besar” & “bermain kecil”. Dengan “bermain besar” maka perhiasan bros akan tampak jelas secara pandangan mata. Ditambah lagi pola dasar yang diambil lebih terkhusus pada bagian kepala. Maka akan semakin jelas tema burung enggang yang diangkat. Relife yang dibuat pada permukaan membentuk garisan melambangkan pola dasar ciri khas dari batik Kalimantan yaitu lekukan akar yang seolah-olah

membentuk perpotongan paruh atas, paruh bawah dan lekukan tanduk. Dengan hanya menerapkan fitur *shape editor "ADD DOME"* dengan *angel* 45°. Malah membuat desain ini tidak menunjukan keindahannya. Desain tersebut masih terasa datar dengan ornamennya yang polos. Tidak menambahkan dasaran *"START HEIGHT"* membuat sisi-sisi desain tersebut diduga akan menjadi bagian yang tajam. Ukuran panjang paruh ± 400 mm dan ukuran panjang tanduk ± 200 mm membuat desain tersebut akan berpotensi mudah patah karna dipertimbangkan tergolong desain yang tipis. dilain sisi bros dengan dimensi sangat besar berpotensi merepotkan kebanyakan penggunanya jika dipakai sehari-hari nantinya.

4.1.3 POLA DASAR TAMENG

Setelah melakukan beberapa konsultasi dikarenakan desain yang dirasa kurang memuaskan. Maka ide yang dituangkan selanjutnya yaitu merombak ulang pola dasar. Yang pada awalnya menggunakan pola dasar tubuh burung Enggang secara keseluruhan dan pola dasar kepala burung Enggang. Diubah menjadi pola dasar berbentuk tameng yang dimodifikasi.

Tameng atau yang biasa disebut talawang oleh suku dayak asli Kalimantan juga melambangkan kebudayaan asli mereka. Karena masyarakatnya yang sering berperang di masa lalunya. Sehingga perisai/talawang diangkat menjadi simbol sebuah perlindungan oleh masayarakatnya. Tameng tersebut biasanya diberikan ukiran yang berbentuk hal-hal yang dianggap sakral oleh masayarakat. Ada dua jenis ukiran yang diterapkan pada tameng suku dayak yaitu ukiran khusus untuk laki-laki dan khusus untuk perempuan.

Ukiran pada tameng khusus laki-laki digambarkan dengan motif raksasa. Yang melambangkan kekuatan dengan raut wajah yang seram dan mata merah menyala ditambah dengan taring yang runcing. Ukiran ini didominasi dengan warna merah darah yang dulunya dihasilkan dari darah lawan perang. Dicampur dengan warna buah rotan dengan harapan musuh yang melihat tameng ini akan memudar semangantnya dan menimbulkan ketakutan yang luar biasa sebelum berperang. Sedangkan pada tameng untuk perempuan tetap menggunakan motif

raksasa. Hanya saja ukiran raksasa dibuat sedemikian rupa oleh pengrajin menjadi motif ukiran yang melambangkan kelembutan, keramahan dan persahabatan. Dipadukan dengan warna yang cerah dengan harapan siapun yang melihat tameng ini akan muncul rasa iba dan kasihan sehingga tidak tega untuk menyakiti pemiliknya.

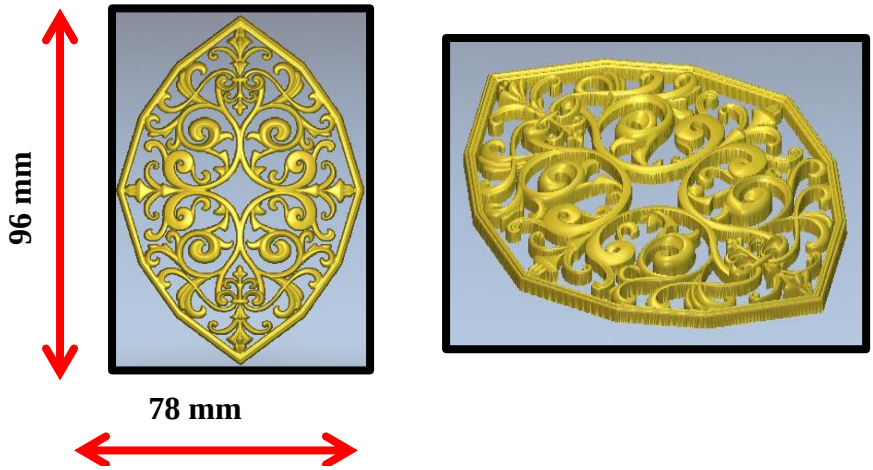


(a) (b)

Gambar 4-3 (a) contoh tameng khusus laki-laki, (b) contoh tameng khusus perempuan

Sumber: google.com

Dengan begitu pada desain kali ini dituangkan ide untuk mengambil pola dasar tameng dengan motif ukiran tameng khusus perempuan. Dipadukan dengan ornamen batik Kalimantan tanpa melupakan pola dasar kepala burung Enggang agar dapat memunculkan rasa keindahan dan kelembutan pada desain bros.

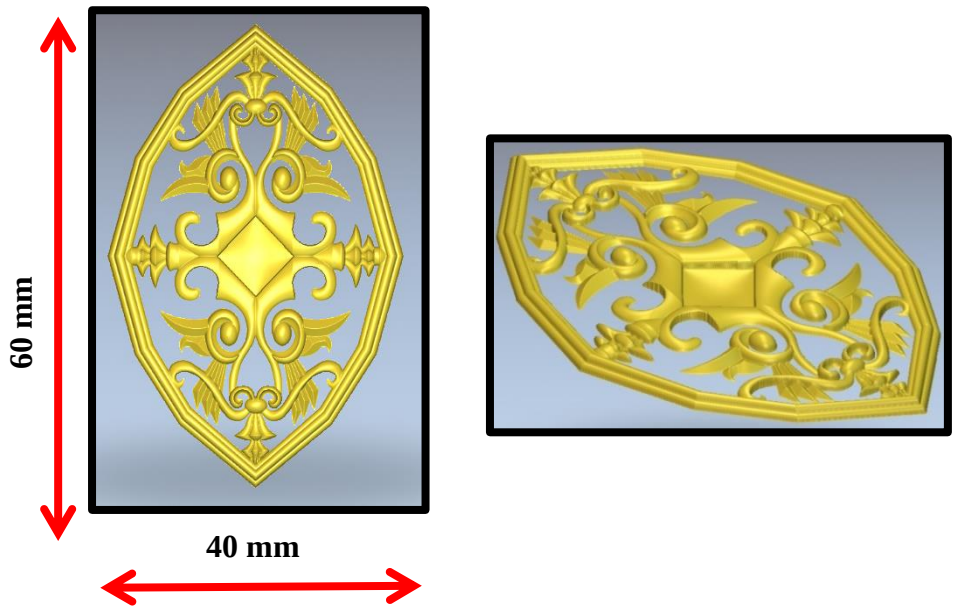


Gambar 4-4 Pola dasar tameng khusus perempuan dipadukan dengan batik Kalimantan.

Tameng asli suku dayak identik dengan dimensinya yang besar. Biasanya ukuran tameng asli setara dengan ukuran dari tubuh penggunanya dari ujung kepala hingga bagian lutut untuk melindungi diri dari serangan musuh. Pada desain kali ini dimensi sedikit di kecilkan dibandingkan pada desain ke dua (Gambar 4.2). Mencoba untuk mencari ukuran pas tanpa mengurangi makna seperti tameng aslinya. Desain yang ke tiga (gambar 4.4) menjelaskan unsur batik dari Kalimantan yaitu pola lekukan-lekukan akar yang dikombinasikan dengan frame dari pola dasar tameng. Desain ini sudah tidak menggunakan fitur "*SHAPE EDITOR"* melainkan menggunakan fitur *"TWO RAIL SWEEP"*. Fitur tersebut dapat membuat relief menjadi berbagai macam lekukan sehingga memberikan kesan seni yang lebih kuat. Desain ke tiga inilah yang menjadi inspirasi utama dalam pengembangan desain bros bermotif burung enggang.

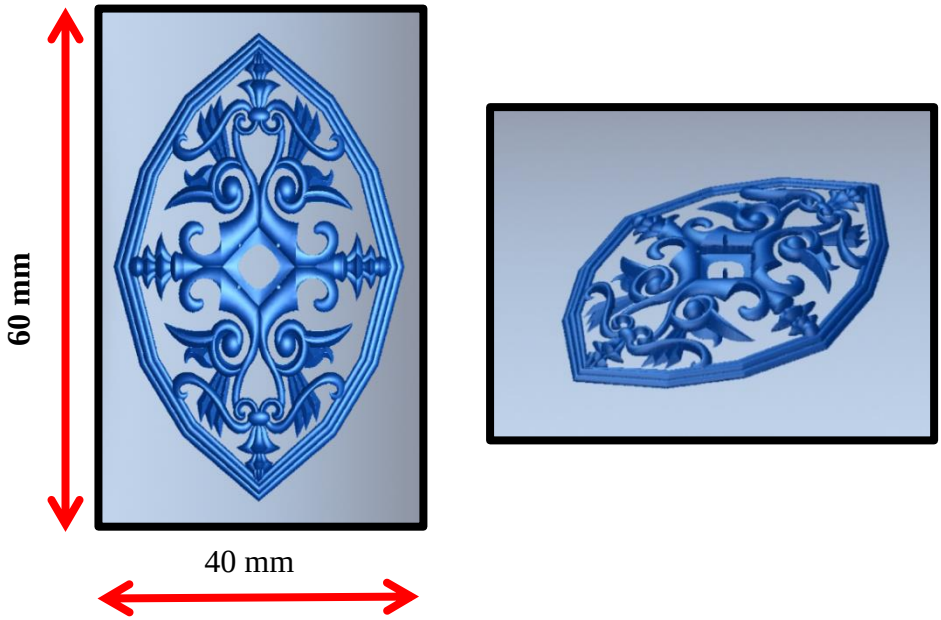
4.1.4 KOMBINASI POLA DASAR

Desain ke tiga akan secara langsung dikombinasikan dengan unsur burung Enggang bagian kepala. Dengan memikirkan bagian-bagian mana saja yang dibuang agar pola dasar burung enggang akan tampak menonjol tanpa harus meredupkan keindahan pola yang lainnya.



Gambar 4-5 kombinasi pola dasar tameng, pola dasar kepala burung enggang dan ornament batik Kalimantan.

Setelah dilihat-lihat lebih dalam, desain yang ke empat (Gambar 4.5) masih terdapat hal yang harus ditambahkan agar keindahan dari desain bros tersebut terlihat lebih jelas lagi. Langkah yang diambil yaitu membuat desain tersebut menjadi sedikit gelembung dan menambah dudukan batu perhiasan pada bagian tengahnya. Rencana batu perhiasan yang akan dipakai yaitu batu *Red Borneo* asli dari Kalimantan.



Gambar 4-6 desain fix perhiasan bros bermotif burung enggang.

4.2 HASIL DAN PEMBAHASAN PERMESINAN MASTER

4.2.1 PERMESINAN MASTER BROS

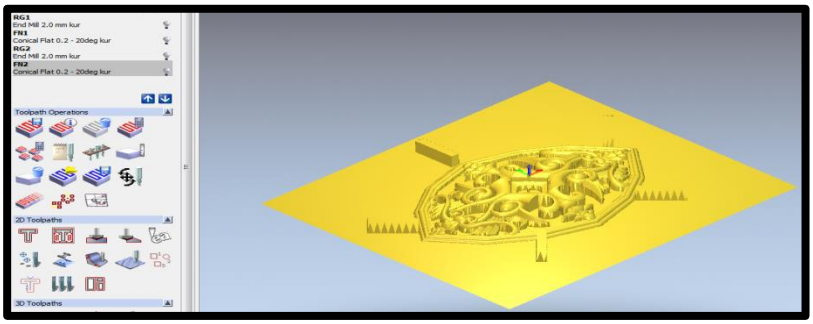
Pada percobaan pertama masih beradaptasi dalam menemukan parameter dalam membuat master bros dan penggunaan mesin cedu CNC dengan perangkat lunak mach3. Setelah melalukan percobaan permesinan berkali-kali untuk mendapatkan master yang dianggap sesuai dengan desain. Pada akhirnya menemukan parameter yang cocok untuk membuat master bros bermotif burung enggang.

Proses permesinan bros bermotif burung enggang ini dibagi menjadi 2 tahap pengerjaan. Bros sisi atas dan bros sisi bawah dengan keterbatasan mesin cedu CNC yang menggunakan 3 *axis*. Kriteria keberhasilan pada permesinan

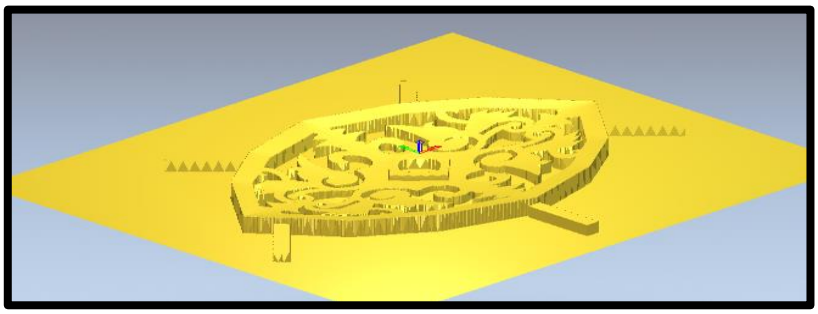
master bros ini yaitu master bros dapat menunjukan detail-detail relief serta ketebalan yang sesuai atau mendekati dengan desain yang dibuat. Tidak ada yang patah pada bagian sudut-sudut kecil dan tipis dalam 1 kali percobaan. Dibawah ini parameter master yang berhasil.

4.2.1.1 PERMESINAN MASTER BROS ATAS DAN BAWAH

Langkah pertama yang dilakukan pada proses permesinan yaitu merubah file art menjadi file 3D di *software* artCAM *jewellsmith* 2011. Dengan cara membuat file project 3D setelah file menjadi 3D dilanjut memberikan *bridge* pada desain. Kegunaan *bridge* yaitu desain yang akan dilakukan permesin diberikan pegangan ke pada material awal agar tidak bergerak pada saat proses pemakanan oleh mata pahat.



(a)



(b)

Gambar 4-7 (a) Proses permesinan bagian atas, (b) proses permesinan bagian bawah

Parameter master bros bagian atas dan bawah yang berhasil di tunjukan pada tabel-tabel dibawah ini.

Table 4-1 Parameter permesinan bros sisi atas dan sisi bawah

PARAMETER	SISI ATAS		SISI BAWAH	
	ROUGHING	***FINISHING***	***ROUGHING***	***FINISHING***
TOOLS	Endmill 2 mm	Conical 0.2, 20°	Endmill 2 mm	Conical 0.2, 20°
STEPOVER	0.6 mm	0.07 mm	0.6 mm	0.07 mm
STEPDOWN	1 mm	1 mm	1 mm	1 mm
FEEDRATE	10 mm/sec	1.5 mm/min	10 mm/sec	1.5 mm/min
PLUNGERATE	4 mm/sec	1 m/min	4 mm/sec	1 m/min
SPINDLE	15000 r.p.m	45000 r.p.m	15000 r.p.m	45000 r.p.m
STRATEGY	Offside (classic), start from outside	Offside (classic), start from inside	Offside (classic), start from outside	Offside (classic), start from inside
MATERIAL THICKNES	8 mm			
TIME	28.39 menit	4 jam 21 menit	28.30 menit	3 jam 42 menit



Gambar 4-8 Hasil permesinan master bros yang berhasil

4.2.2 KENDALA DALAM PROSES PERMESINAN

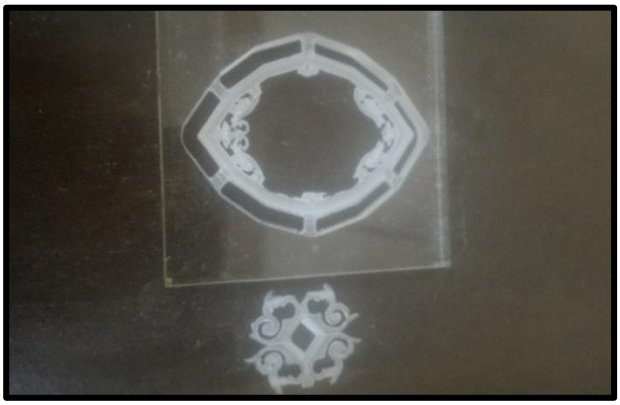
4.2.2.1 PERMESINAN MASTER (GAGAL)

Adapun proses-proses permesinan yang sudah dilewati sebelumnya ada juga yang mengalami kegagalan dalam membuat master. Dimana kegagalan ini dapat dijadikan pembelajaran bagi peneliti untuk mendapatkan hasil terbaik. Berikut kegagalan tersebut dijelaskan pada tabel dibawah.

Table 4-2 parameter permesinan yang gagal.

PARAMETER	SISI ATAS		SISI BAWAH	
	ROUGHING	***FINISHING***	***ROUGHING***	***FINISHING***
TOOLS	Endmill 2 mm	Conical 0.2, 20°	Endmill 2 mm	Conical 0.2, 20°
STEPOVER	0.6 mm	0.1 mm	0.6 mm	0.1 mm
STEPDOWN	1 5mm	1 mm	1 5mm	1 mm
FEEDRATE	10 mm/sec	1.5 mm/min	10 mm/sec	1.5 mm/min
PLUNGERATE	4 mm/sec	1 m/min	4 mm/sec	1 m/min
SPINDLE	15000 r.p.m	45000 r.p.m	15000 r.p.m	45000 r.p.m
STRATEGY	Offside (classic), start from outside	Offside (classic), start from inside	Offside (classic), start from outside	Offside (classic), start from inside
MATERIAL THICKNES	8 mm			
TIME	28.39 menit	4 jam 21 menit	28.30 menit	3 jam 42 menit

Hasil dari beberapa proses permesinan yang gagal dapat terjadi dikarenakan kesalahan dalam mengatur bagian *stepover* dan *stepdown*. Beberapa contoh kegagalan menunjukan terjadinya patahan dan tipisnya master yang dibuat sehingga proses terkadang diberhentikan lebih awal karena sudah melihat kecacatan master.



Gambar 4-9 master yang gagal

4.2.2.2 PEMASANGAN JIG

Proses permesinan master dimulai dengan pemasangan jig pada *bad* mesin cedu CNC. Jig tersebut membantu untuk penempatan material benda kerja (akrilik) agar benda kerja tidak goyang pada saat proses pemakanan *roughing* dan *finishing.* Baik pengerjaan master bros bagian atas maupun pengerjaan master bros bagian bawah. Pada penelitian ini menggunakan jig kayu seperti gambar dibawah ini.



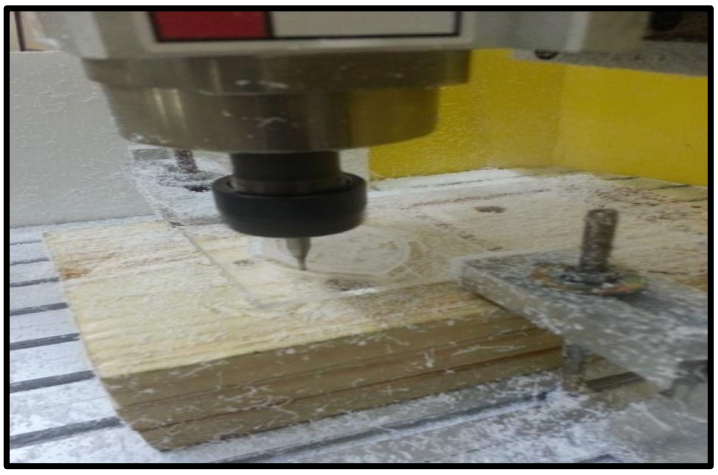
Gambar 4-10 Jig Kayu

Pemasangan jig secara manual pada penelitian ini merupakan salah satu bagian dari parameter proses permesinan master dikarenakan dapat mempengaruhi keberhasilan produk yang dibuat. Jika pemasangan jig tidak tepat

maka hal yang akan terjadi yaitu tidak presisinya proses pengerjaan bagian atas dan bagian bawah. Sehingga terjadi kemiringan antara sisi atas dan bawah dan produk master bisa dipastikan gagal.

Pada penelitian ini dilakukan permesinan pada 2 sisi yaitu master bros bagian atas dan master bros bagian bawah. Masing-masing sisi tersebut terjadi proses pemakanan 2 kali *roughing* dan *finishing*. Mesin cedu CNC yang digunakan harus secara manual membolak-balik benda kerja. Berikut cara pemakanan 2 sisi secara manual:

1. Jig kayu yang dipasang secara manual, dilakukan *roughing* menggunakan endmill 3mm dengan bentuk menyesuaikan benda kerja akrilik.
2. Pasang benda kerja pada jig dan lakukan pengaturan titik X 0, Y 0 dan Z 0 untuk pengerjaan master bros bagian atas, lalu jalankan mesin cedu CNC *roughing* dan *finishing*.
3. Setelah proses pengerjaan bagian atas selesai, angkat benda kerja dan balik posisi bagian bawah menghadap keatas. Lalu atur ulang Z 0, tidak perlu mengatur ulang X dan Y.
4. Jalankan mesin cedu CNC *roughing* dan *finishing.*

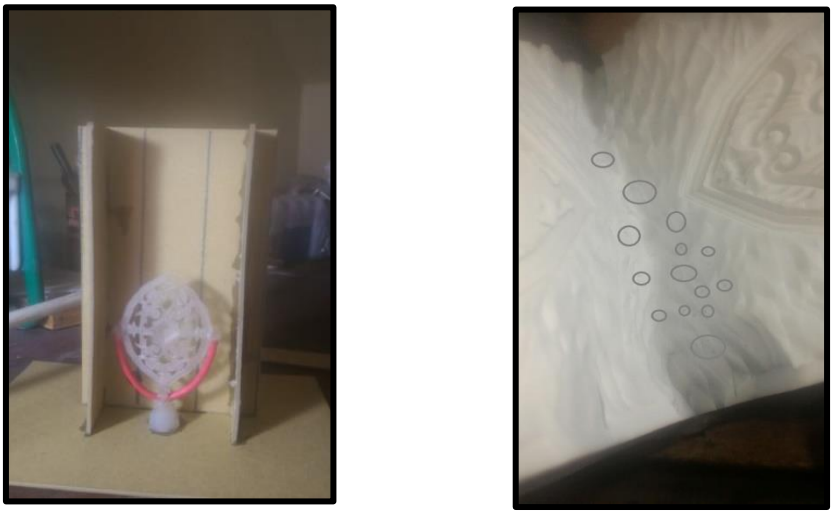


Gambar 4-11 pemasangan manual jig kayu.

4.3 HASIL DAN PEMBAHASAN CETAKAN SILIKON

Pembuatan cetakan silikon diawali dengan pemasangan master yang direkatkan kepada *sprue* dan *nozel injection wax* yang disusun pada sebuah

wadah. Wadah tersebut yang nantinya akan dituangkan *silicone rubber* RTV-52. Setelah proses penuangan silikon kedalam wadah selesai maka dilakuan proses vakum untuk mengeluarkan gelembung udara yang terjebak didalam silikon agar tidak merusak pola dasar master akrilik nantinya.



(a) (b)

Gambar 4-12 (a) *Sprue &* area *nozel Injection Wax* Pada Master, (b) spot-spot terdapat *trap air* pada cetakan silikon.

Walaupun sudah dilakukan proses vakum. Namun masih banyak udara yang terjebak didalam silikon yang disebabkan wadah karton digunakan untuk membuat cetakan silikon memiliki sisi-sisi yang kurang rapat. Sehingga udara bisa saja masuk pada saat proses vakum. Hanya saja gelembung-gelembung udara yang terjebak itu tidak tepat berada dibagian pola dasar sehingga cetakan karet silikon ini bisa digunakan untuk ke proses selanjutnya.

4.4 HASIL DAN PEMBAHASAN *INJECTION WAX* & POHON POLA

Pola lilin dibuat dengan cara meng-*inject* lilin menggunakan mesin *injection wax.* Dengan suhu 80°-100°C kedalam cetakan silikon dengan mengatur tekanan serta lama waktu *inject* dan waktu vakum. Yang dimana 3 parameter tersebut sangat menentukan keberhasilan dalam membentuk pola

lilin yang sesuai. Pada penelitian ini dilakukan proses *inject* lilin berulang ulang untuk mendapatkan parameter yang tepat.

Pada gambar (4-13) terdapat beberapa hasil yang gagal. Mulai dari pola lilin 1,2,3,4 dan 7 mengindikasikan kegagalan yang disebabkan kurangnya waktu injek lilin sehingga lilin yang tidak memenuhi rongga cetakan silikon. Pada pola lilin 5, 6 dan 8 merupakan indikasi kegagalan yang dikarenakan tekanan dan waktu injek yang kurang tepat. Hal itu menyebabkan lilin yang meluber keluar dari rongga cetakan silikon.



Gambar 4-13 pola lilin gagal.

Pada penelitian ini parameter yang digunakan pada proses *injection wax* yaitu waktu vakum 3 detik. Kegunaan proses vakum pada *injection wax* yaitu untuk menarik keluar udara yang berada di cetakan silikon sehingga pada saat penyuntikan lilin cair, udara yang terdapat didalam cetakan tidak terperangkap dan menyebabkan tidak rapatnya cetakan silikon. Waktu *inject* 3 detik dengan tekanan 35-40 Mpa menghasilkan pola lilin yang sesuai dengan pola master.



Gambar 4-14 pola lilin yang sesuai.

Setelah pola lilin dirasa sesuai maka langkah selanjutnya yaitu melakukan sentuhan manual. Membuang bagian yang tidak perlu dan meratakan permukaan pola lilin. Mengikis serta menghaluskan permukaan dengan menggosokan kain yang sudah diberikan minyak kayu putih.

Pola lilin yang sudah rata dan halus permukaannya disambung ke batang lilin utama disusun keatas membentuk pola pohon. Penempelan pola lilin menggunakan solder panas untuk mencairkan permukaan antara lilin. Ketika kering maka dengan sendirinya kedua permukaan akan merekat. Setelah pohon pola jadi lalu pasang batang utama kedalam tutup flask untuk dilakukan proses gips.

Sebelum dilakukan proses gips, tahapan yang sangat penting pada proses ini yaitu menghitung berat keseluruhan pohon lilin untuk menentukan kebutuhan logam perak dan tembaga. Agar dapat mengisi keseluruhan rongga-rongga pengecoran secara maksimal.



Gambar 4-15 Pohon pola lilin

4.5 HASIL DAN PEMBAHASAN PENGECORAN

Pohon pola yang sudah jadi dan sudah ditempelkan pada penutup flask maka akan dilanjutkan ke langkah selanjutnya yaitu pohon pola akan diplester dengan gipsum. Nantinya gipsum tersebut akan di masukan kedalam oven untuk mencairkan lilin sehingga membuat rongga dan menjadikan gipsum

menjadi cetakan untuk dituangkan logam cair. Proses oven juga akan membuat gipsum menjadi lebih keras.

Hasil dari pengecoran bisa dilihat setelah logam perak dan tembaga dicairkan pada suhu 930 °C. *Flask* dengan cetakan gips dalam suhu yang siap untuk di tuangkan logam cair dengan suhu siap tuang yaitu 700 °C. Jika parameter tersebut sudah tercapai maka tuangkan logam cair secara perlahan. *Flask* yang berada di mesin vakum akan membantu logam cair mengisi rongga-rongga cetakan gips.



(a)



(b)

Gambar 4-16 (a) proses peleburan logam, (b) proses vakum logam cair pada cetakan gipsum.

Logam cair yang sudah dituang ke flask masih harus menunggu 30 menit untuk memberi waktu logam cair kembali kebentuk padat. Setelah dirasa logam sudah padat maka flask diangkat dengan menggunakan tang penjepit. Lalu dicelupkan kedalam ember yang berisi air yang bertujuan untuk mengikis gipsum hingga yang tersisa hanya hasil pengecoran.



Gambar 4-17 Hasil pengeceron

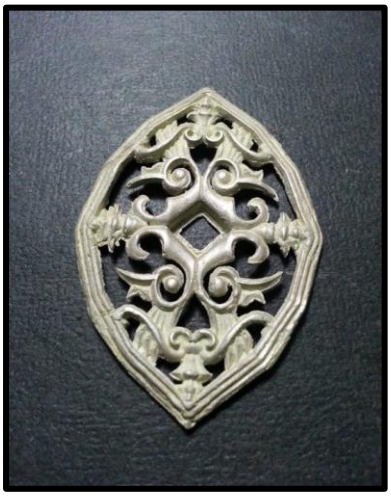
Tampak pada gambar 4.17 masih terlihat sisa-sisa gipsum dan jalur pengeceroran. Langkah yang dilakukan setelah ini adalah memberishkan sisa-sisa gipsum dan memisahkan logam bros dari jalur pengecoran.



Gambar 4-18 logam bros masih dengan *sprue*

4.6 HASIL DAN PEMBAHASAN FINISHING

Pada gambar 4.18 logam hasil pengecoran sudah dipisahkan dari jalur utama pengecoran masih harus dipisahkan dengan jalur yang langsung menghubungkan pada logam bros. Selain itu juga masih terdapat bintik-bintik halus pada logam hasil cor jadi akan dilakukan proses finishing dengan pengikiran dan pengamplasan secara bertahap untuk menghasilkan logam perak yang baik.



Gambar 4-19 Hasil finishing

BAB 5
PENUTUP

5.1 KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dari penelitian ini terdapat 5 proses untuk membuat bros bermotif burung Enggang Kalimantan Timur yaitu proses desain, Proses permesinan master, proses pembuatan cetakan silikon, proses injecton wax, pohon pola, dan proses pengecoran. Didalam proses-proses tersebut terdapat beberapa kendala yang dialami seperti proses desain yang mengalami beberapa kali perubahan. Dikarenakan harus mempertimbangkan tebal dan tipis serta bagian-bagian yang berpotensi patah. Pada proses permesinan terjadi kendala rusaknya master secara berulang dikarenakan tidak memperhatikan parameter *stepover* dan *stepdown*. Kendala yang kedua pada proses permesinan yaitu pada saat pemasangan jig secara manual pada mesin cedu CNC. Hal ini membuat tidak presisinya pengerjaan bagian atas dan bawah. Kendala pada proses pembuatan cetakan silikon terdapat gelembung udara yang nantinya bisa membuat pola lilin menjadi cacat. Hal ini dikarenakan wadah karton yang digunakan untuk membuat cetakan silikon kurang rapat pada sisi-sisinya sehingga pada proses vakum udara dapat masuk. Kemudian kendala pada proses injection wax memakan waktu yang lama untuk mendapatkan 1 pola lilin yang sesuai diakibatkan penyesuaian parameter seperti tekanan, waktu vakum dan waktu penyuntikan lilin. Pada proses pembuatan pohon pola terdapat kendala dalam menyatukan pola lilin dan batang utama. Hal ini disebabkan karena proses tersebut dilakukan secara manual dengan mencairkan lilin menggunakan solder panas sehingga dibutuhkan keterampilan dan kebiasaan tangan. Pada proses pengecoran hanya terkendala pada penuangan cairan logam perak dan tembaga kedalam *flask* cairan harus dituang secara perlahan agar cairan logam tidak terputus yang menyebabkan masuknya udara diantara jeda penuangan.

5.2 SARAN

Dari hasil penelitian ini masih terdapat kekurangan yang mungkin dapat dilakukan penelitian selanjutnya yaitu:

1. Pahami betul desain yang kita buat dengan memperhatikan aspek permesinannya agar tidak sering merevisi desaian, semakin rumit desain maka proses permesinan akan memerlukan parameter yang rumit juga.
2. Pelajari parameter-parameter permesinan berdasarkan desain yang akan dibuat agar tidak memakan waktu untuk melakukan permesinan secara berulang-ulang.
3. Pada saat *injection mold* perhatikan betul parameternya agar tidak memakan banyak waktu dalam mendapatkan pola lilin yang sesuai dengan desain yang dibuat.
4. Pada proses finishing lakukan perataan terhadap logam setelah itu baru dihaluskan permukaannya jangan lakukan sebaliknya karna akan memakan waktu yang lama.

DAFTAR PUSTAKA

sekelumit-cerita-upaya-penyelamatan-burung-besar. (2019, Oktober 30). Retrieved from indonesia.go.id: https://indonesia.go.id/ragam/keanekaragaman-hayati/sosial

merawat enggang gading dari ancaman kepunahan, nomer:SP.229/HUMAS/PP/HMS.3/6/2020. (2020, Juni 20). Retrieved from PPID.menlhk.go.id: PPID.menlhk.go.id/siaran pers

Ardhitama, S. (2017). Desain Pembuatan Bros Suvenir Bernuansa Jogja.

B, S., & M, A. (1994). *CNC MACHINES. First editon.* Ansari road, Daryaganj, New Delhi: New Age International (P) Ltd Publisher.

C, E., T, S. S., & G, S. S. (2005). *"Computer Aided Manufacturing(CAM)". first edition.* New delhi-110002 Golden house, Daryaganj: LAXMI PUBLICATION (P) LTD 22.

K, L. N., K, M. R., & M.M.M, S. (2008). *Computer Aided Design and Manufacturing.* New dehlhi-110001: Prentice-hall of india private limited.

Ningsih Utari, D. (2005). Computer Aided Design / Computer Aided Manufactur (CAD/CAM). *Jurnal Teknologi Informasi DINAMIKA Volume X, No. 3 :143-149. ISSN : 0854-9524*.

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

Prasetyo, A. (2019, April 05). *Peran IKM harus besar di sektor industri perhiasan" dalam Media indonesia:Ekonomi.* Retrieved 2020, from mediaindonesia.com: https://mediaindonesia.com

S, R., J, A., & E, B. (2007). Dimensional accuracy analysis of wax patterns created by RTV silicone Rubber molding using the taguchi approach. emerald Group publishing limited.

Sarojrani, P., & D, B. K. (2012). Development in investment Casting- A review. *Journal of materials Processing Tecnology*.

Sutrisno, C. (2017). Desain dan Pembuatan Bros Bermotif UII dan Liontin Tugas Akhir.

Widarto. (2008). *Teknik permesinan Jilid 1 & 2.* Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan.

Wismarini, D. (Mei 2005). Pemanfaatan Software ArtCAM untuk peningkatan produk cetkan/Matras dalam skala industri menengah ke bawah. *"jurnal Teknologi Informasi DINAMIKA Volume X, No. 2*, 50-57.