

**PEMBUATAN MASTER AKSESORIS LIONTIN BERMOTIF
IKAN CUPANG**

TUGAS AKHIR

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



Disusun Oleh:

Nama : Prasetyo Bayu Aji

No. Mahasiswa : 15525027

NIRM : 2015020475

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

2022

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

NAMA : PRASETYO BAYU AJI

NIM : 15525027

Menyatakan bahwa tugas akhir dengan judul “PEMBUATAN MASTER AKSESORIS LIONTIN BERMOTIF IKAN CUPANG” adalah hasil penelitian, pemikiran dan tulisan saya sendiri kecuali kutipan dan ringkasan yang saya cantumkan sumbernya sebagai referensi. Apabila dikemudian hari terbukti tidak benar, saya siap menerima sanksi/hukuman sesuai hukum yang berlaku di Universitas Islam Indonesia.

Yogyakarta, 6 Juli 2022

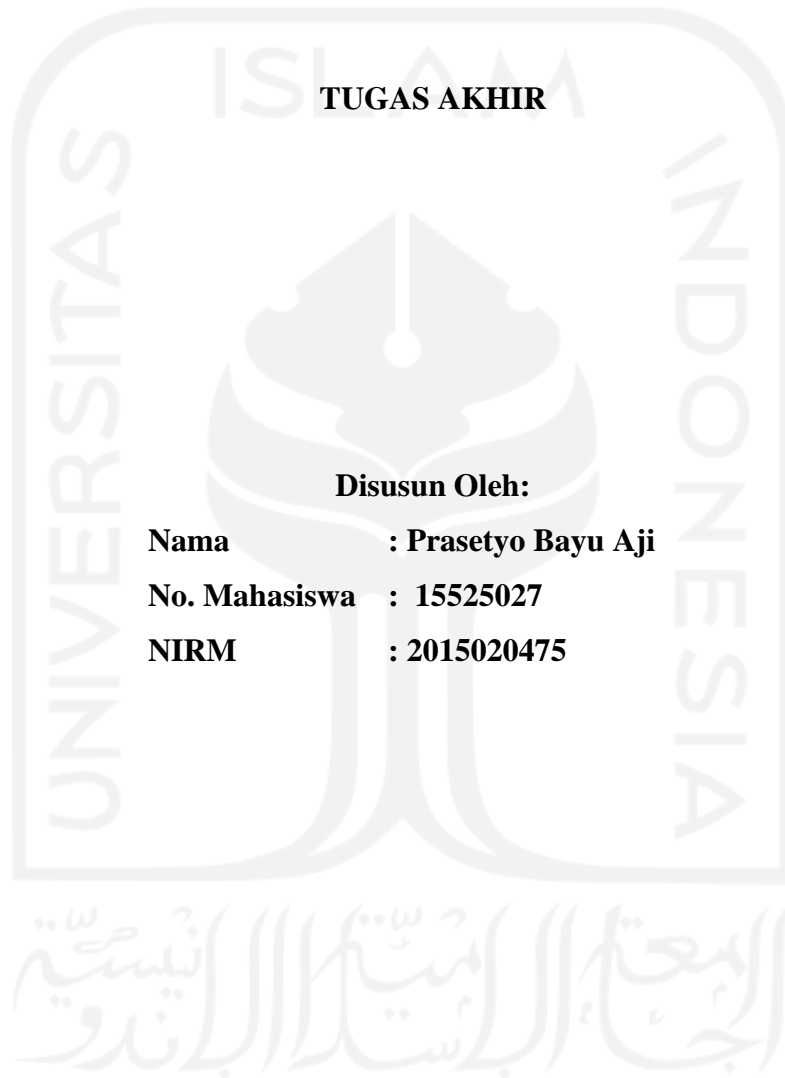


Prasetyo Bayu Aji

NIM 15525027

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING

**PEMBUATAN MASTER AKSESORIS LIONTIN BERMOTIF
IKAN CUPANG**



Disusun Oleh:

Nama : Prasetyo Bayu Aji

No. Mahasiswa : 15525027

NIRM : 2015020475

Yogyakarta, 20 Juni 2022

Pembimbing,

Dr. Ir. Paryana Puspaputra, M.Eng



LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI

**PEMBUATAN MASTER AKSESORIS LIONTIN BERTEMA
IKAN CUPANG**

TUGAS AKHIR

Disusun Oleh:

Nama : Prasetyo Bayu Aji

No. Mahasiswa : 15525027

NIRM 2015020475

Tim Penguji

Dr. Ir. Paryana Puspaputra, M.Eng.

Ketua



Tanggal : 9 Juli 2022

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

Anggota I



Tanggal : 8 Juli 2022

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

Anggota II

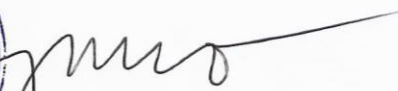
Tanggal : 7 Juli 2022

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Mesin



Eng. Prasetyo, S.T., M.Eng., IPM.



HALAMAN PERSEMBAHAN

Puji syukur kami panjatkan kepada Allah SWT. atas rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir ini yang penulis persembahkan kepada :

1. Allah SWT. yang telah memberikan nikmat iman dan Islam kepada penulis dan Nabi Muhammad SAW. juga atas segenap keluarga, para sahabat, serta para pengikutnya hingga akhir zaman.
2. Ayah, Ibu, dan adik-adik penulis yang selalu mendoakan dan memberikan motivasi dalam menempuh pendidikan.
3. Segenap dosen program studi Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
4. Teman-teman seperjuangan dalam menyelesaikan tugas akhir.



HALAMAN MOTTO

“Hidup dan mati ada dalam gengaman illahi. Takdir adalah kepastian, tapi hidup harus tetep berjalan. Proses kehidupan adalah hakikat, sementara hasil akhir hanyalah syariat. Gusti Allah akan menilai ketulusan perjuangan manusia, bukan hasil akhirnya. Kalaupun harus menjumpai kematian, itu artinya mati syahid di jalan Tuhan.”

[Pangeran Diponegoro]



KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas berkah, rahmat dan hidayahnya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir. Tak lupa Shalawat serta salam kepada junjungan kita Nabi Muhammad SAW. Kerja praktik merupakan salah satu mata kuliah wajib yang harus dilaksanakan dan merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana Teknik Mesin pada Universitas Islam Indonesia. Selama pelaksanaan Tugas Akhir serta pembuatan laporan Tugas Akhir penulis menemui beberapa kendala dan berkat bimbingan dari berbagai pihak penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini. Oleh karena itu penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar besarnya kepada:

1. Bapak Dr. Eng. Risdiyono, S.T., M.Eng, selaku Kepala Prodi Teknik Mesin.
2. Bapak Dr. Ir. Paryana Puspaputra, M.Eng, selaku Dosen Pembimbing tugas akhir yang telah memberikan bimbingan, pengarahan, perhatian serta nasihat ilmu dunia maupun akhirat dan selalu memberikan tantangan dalam pengerjaan tugas akhir
3. Kedua orang tua yang selalu mendukung dan menasihati.
4. Rizky Wirantara selaku laboran yang telah banyak membantu dan memberi arahan dalam pengoperasian mesin CNC.
5. Seluruh teman-teman yang tidak bisa disebutkan satu persatu yang selalu memberikan dukungan.

Penulis menyadari bahwa penelitian ini masih belum sempurna, jadi penulis mengharapkan saran dan kritik. Semoga penelitian yang dibuat oleh penulis dapat berguna bagi mahasiswa di lingkup UII dan masyarakat umum. Atas perhatiannya penulis ucapkan terima kasih.

Yogyakarta, 30 Maret 2022



Prasetyo Bayu Aji

NIM 15525027

ABSTRAK

Peningkatan ekspor perhiasan emas pada 2020 di bandingkan dengan tahun 2021 mengalami peningkatan sebesar 77% yang bernilai U\$2,5miliar. Mengangkat tema kekayaan ikan hias air tawar yang populer di Indonesia, ikan cupang dipilih sebagai inspirasi desain perhiasan liontin dengan diameter 44 mm. Dengan mengedepankan pemesinan CNC dalam pembuatan master perhiasan yang didukung pembuatan desain dengan *software Rhinoceros* dan *Matrix 9*. Serta pembuatan cetakan pola lilin dari RTV52, untuk pembuatan pola lilin menggunakan *vacuum injection wax*. Dihasilkan pola lilin yang mendekati master CNC dari mesin 109 CEDU CNC. Penggunaan mesin CNC karena memperoleh hasil permukaan yang halus dan juga detail. Kerusakan *hoop* liontin saat proses pembuatan dapat diselesaikan dengan menggunakan lilitan kawat untuk memperbaiki kerusakan pada *hoop* liontin.

Kata kunci: Perhiasan, CNC, Cetakan Silikon, Pola Lilin, *Injection Wax*, Liontin

ABSTRACT

The increase in gold jewelry exports in 2020 compared to 2021 experienced an increase of 77% which was worth U\$2,5 billion. With the theme of the richness of ornamental freshwater fish that are popular in Indonesia, betta fish was chosen as the inspiration for the design of pendant jewelry with a diameter of 44 mm. By implementing CNC machining in the manufacture of jewelry masters supported by design making with Rhinoceros and Matrix 9 software. As well as the manufacture of wax pattern molds from RTV52, for the manufacture of wax patterns using vacuum injection wax. Produced a wax pattern that is close to the CNC master of the 109 CEDU CNC machine. The use of CNC machines because it obtains smooth surface results and details. The damage to the pendant hoop during the manufacturing process can be resolved by using a wire loop to repair the damage to the pendant hoop.

Keywords: Jewelry, CNC, Silicone Mold, Wax Pattern, Injection Wax, Pendant

DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
Lembar Pengesahan Dosen Pembimbing	iii
Lembar Pengesahan Dosen Penguji	Error! Bookmark not defined.
Halaman Persembahan	vi
Halaman Motto	vii
Kata Pengantar.....	viii
Abstrak	ix
<i>Abstract</i>	x
Daftar Isi.....	xi
Daftar Tabel.....	xiii
Daftar Gambar	xiv
Bab 1 Pendahuluan	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	2
1.5 Manfaat Penelitian	2
1.6 Sistematika Penulisan	3
Bab 2 Tinjauan Pustaka	4
2.1 Kajian Pustaka	4
2.2 CAD (<i>Computer Aided Design</i>).....	4
2.2.1 <i>Rhinoceros 5</i>	5
2.2.2 <i>Matrix 9</i>	5
2.3 CAM (<i>Computer Aided Manufacturig</i>)	6
2.4 CNC (<i>Computer Numerical Controlled</i>)	6
2.5 Pahat dan <i>Collet</i>	7
2.5.1 Pahat <i>End Mill</i>	7
2.5.2 Pahat <i>Taperd Ballnose</i>	8
2.5.3 <i>Collet</i>	8
2.6 <i>Silicone Rubber RTV-52</i>	8

2.7	<i>Injection Wax</i>	9
Bab 3	Metode Penelitian	10
3.1	Alur Penelitian	10
3.2	Peralatan dan Bahan.....	11
3.3	Desain	11
3.4	Proses Perancangan.....	12
3.4.1	Desain 1	12
3.4.2	Desain 2	13
3.4.3	Simulasi dan Pembuatan <i>G-code</i>	14
3.5	Proses Pemesinan CNC	15
3.5.1	Proses <i>Roughing</i>	15
3.5.2	Proses <i>Finishing</i>	15
3.5.3	Pemesinan Dua Sisi Secara Manual	16
3.6	Proses Pembuatan Cetakan Silikon.....	16
3.7	Proses <i>Injection Wax</i>	17
Bab 4	Hasil dan Pembahasan	19
4.1	Hasil dan Pembahasan Perancangan Desain.....	19
4.2	Hasil dan Pembahasan <i>G-Code</i> dan Posisi <i>Support</i>	19
4.3	Hasil dan Pembahasan Pemesinan CNC.....	22
4.4	Hasil dan Pembahasan Pembuatan Cetakan Silikon.....	25
4.5	Hasil dan Pembahasan <i>Injection Wax</i>	27
Bab 5	Penutup.....	29
5.1	Kesimpulan	29
5.2	Saran	30
Daftar Pustaka	31
LAMPIRAN	32

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Alat dan Fungsi	11
Tabel 3. 2 Bahan.....	11
Tabel 3. 3 Parameter Simulasi Pemesinan.....	14
Tabel 4. 1 Parameter Pemesinan.....	22



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 <i>Software Rhinoceros 5</i>	5
Gambar 2. 2 <i>Software Matrix 9</i>	5
Gambar 2. 3 <i>Software ArtCAM</i>	6
Gambar 2. 4 Mesin 109 CEDU CNC 3 Axis.....	7
Gambar 2. 5 Pahat <i>Endmill</i>	7
Gambar 2. 6 Pahat <i>Taperd Ballnose</i>	8
Gambar 2. 7 <i>Collet</i>	8
Gambar 2. 8 <i>Silicone Rubber RTV52 dan Catalyst</i>	9
Gambar 2. 9 Mesin <i>Vacuum Injection Wax</i>	9
Gambar 3. 2 Desain 2	13
Gambar 3. 3 Hasil Simulasi Bagian Atas	14
Gambar 3. 4 Mesin 109 CEDU CNC	15
Gambar 3. 5 Master Cetakan	16
Gambar 3. 6 Cetakan Silikon.....	17
Gambar 3. 7 Mesin <i>Vacuum Injection Wax</i>	18
Gambar 4. 1 Desain Lontin	19
Gambar 4. 2 Desain <i>Support 1</i>	20
Gambar 4. 3 Desain <i>Support 2</i>	20
Gambar 4. 4 Desain <i>Support 3</i>	21
Gambar 4. 5 Hasil <i>Roughing</i> Pemesinan CNC.....	23
Gambar 4. 6 Hasil <i>Finishing</i> Pemesinan CNC.....	23
Gambar 4. 7 Kesesuaian Kriteria Desain dengan Hasil CNC	24
Gambar 4. 8 Kegagalan Pemesinan.....	25
Gambar 4. 9 Perbaikan <i>Hoop</i> Lontin.....	26
Gambar 4. 10 Hasil Cetakan Silikon	26
Gambar 4. 11 Hasil <i>Inject Wax</i>	27
Gambar 4. 12 Kegagalan <i>Inject wax</i>	28

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Ekspor perhiasan emas pada 2021 mengalami peningkatan dibandingkan dengan tahun 2020 dari US\$ 1,4 miliar menjadi US\$2,5 miliar mengalami peningkatan sebesar 77%. Pasar ekspor terbesar produk perhiasan emas Republik Indonesia (meliputi HS 7113, 7114, 7115) adalah China (11%), Swiss (10,6%), India (9,9%), Hong Kong (8,3%), dan AS (8,1%) (Emeria, 2022).

Faktor pendukung untuk menambah konsep pembuatan desain perhiasan dengan begitu banyak keanekaragaman flora dan fauna yang ada di Indonesia. Khususnya keberagaman hewan penghuni air tawar yang ada di Indonesia.

Salah satu primadona ikan hias yang memiliki peminat cukup tinggi adalah ikan cupang. Berdasarkan faktor tersebut maka dari itu rancangan desain perhiasan yang dibuat berdasarkan kekayaan alam Indonesia berupa liontin dengan desain ikan cupang.

Melihat adanya peluang pasar yang masih terbuka, pada penelitian ini dilakukan penerapan teknologi terkini dalam proses pembuatan perhiasan. Penerapan teknologi berupa CAD, CAM dan CNC. Hal tersebut diharapkan agar mempersingkat proses produksi.

Penerapan teknologi dalam perancangan *souvenir* yang akan diproduksi dapat memudahkan dan mempersingkat waktu dalam proses perancangan liontin dengan membuat desain menggunakan *software Rhinoceros* dan *Matrix9*.

Tahap selanjutnya dilakukan simulasi permesinan dari desain yang telah dibuat, kemudian dilakukan pemesinan untuk membuat master produk dari akrilik dengan mesin 109 CEDU CNC. Pembuatan cetakan silikon dengan master hasil pemesinan dengan *silicone rubber RTV52*. Kemudian dilanjutkan membuat model lilin menggunakan *jewellery wax* dengan mesin *vacuum injection wax*.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, didapatkan rumusan masalah bagaimana merealisasikan sebuah produk berupa liontin yang diawali dari desain sampai menjadi model lilin liontin dengan motif ikan cupang.

1.3 Batasan Masalah

1. Pembuatan desain menggunakan *software Rhinoceros* dan *Matrix 9*.
2. Simulasi Permesinan dan pembuatan G-Code dengan *ArtCAM JewelSmith 2011*.
3. Proses pemesinan menggunakan mesin 109 CEDU CNC.
4. Material yang digunakan akrilik 5mm, *silicone RTV52*, *Jewelry Wax*
5. Penelitian ini membahas proses pembuatan liontin.
6. Hasil akhir dari penelitian ini berupa model lilin.
7. Tidak membahas kekuatan material.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari perancangan ini untuk membuat model lilin liontin dengan tema ikan cupang. Melalui proses pembuatan liontin dan mengamati kendala pada proses pembuatannya.

1. Merancang desain liontin bermotif ikan cupang menggunakan *software Rhinoceros* dan *Matrix 9*.
2. Mengetahui proses produksi sebuah perhiasan menggunakan mesin CNC.
3. Mengetahui kendala-kendala yang terjadi ketika proses produksi master perhiasan.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini mempunyai manfaat yang berguna bagi masyarakat maupun mahasiswa.

1. Meningkatkan kemampuan mahasiswa dalam membuat desain menggunakan *software rhinoceros* dan *Matrix 9*.
2. Mengetahui parameter dalam proses permesinan CNC.

3. Sebagai acuan dalam membuat cetakan silikon dan menggunakan mesin *injection wax*.
4. Menciptakan sebuah produk yang berkualitas sehingga mampu meningkatkan harga jual.
5. Meningkatkan kemampuan dan wawasan dalam proses produksi perhiasan

1.6 Sistematika Penulisan

Pada penelitian tugas akhir ini diuraikan bab demi bab secara berurutan agar memudahkan dalam pembahasan pokok permasalahan selama penelitian yang dibagi menjadi lima bab, yaitu bab 1 berisikan latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian dan manfaat penelitian dan manfaat penelitian yang disertai sistematika penelitian laporan. Bab 2 kajian Pustaka yang digunakan sebagai dasar dalam penyelesaian masalah. Langkah-langkah dan metode yang digunakan dalam tugas akhir ini terangkum dalam tugas akhir ini terangkum pada bab 3. Bab 4 berisikan data dan pembahasan dari penelitian yang dilakukan serta penjelasan mengenai hasil yang telah dicapai. Bab 5 merupakan bab penutup yang berisi kesimpulan dan saran yang diperoleh dari penelitian ini.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kajian Pustaka

Penelitian ini membahas mengenai desain dan proses pembuatan perhiasan berupa liontin bermotif ikan cupang. Dengan referensi dari beberapa hasil yang telah dicapai dari penelitian sebelumnya yang berkaitan dengan proses pemesinan untuk membuat master dengan mesin CNC, membuat cetakan *silicon*, serta proses *inject wax*.

Pada tahap pemesinan dalam penelitian tersebut dilakukan proses pemesinan CNC dua sisi secara manual (Purnomo, 2017). Proses pemesinan CNC secara manual adalah dengan memutar 180° akrilik sebagai master produk perhiasan. Hal tersebut dilakukan karena desain yang dibuat memiliki dua buah sisi yang berbeda, sehingga perlu dilakukan proses pemesinan di kedua sisi dari akrilik.

Pada tahap pembuatan cetakan silikon digunakan *silicone rubber RTV-52* dan ketika cetakan silikon sudah kering, proses pembelahan cetakan silikon dilakukan menggunakan pola acak. Pola acak ini diterapkan dengan tujuan agar cetakan silikon yang telah dibelah dapat di satukan Kembali dengan saling mengait sehingga tidak ada pergeseran antara belahan tersebut (Pradikta, 2021).

Perancangan desain ikan cupang diawali dengan membuat desain menggunakan *software* Rhinoceros dan Matrix 9, kemudian dilanjutkan membuat master berbahan akrilik dengan mesin 109 CEDU CNC.

Proses berikutnya dilanjutkan dengan pembuatan cetakan silikon menggunakan *silicone rubber RTV52*. Proses terakhir adalah pembuatan model lilin dengan menggunakan mesin *injection wax* dengan hasil liontin ikan cupang.

2.2 CAD (*Computer Aided Design*)

Secara sederhana diartikan sebagai membuat desain dengan bantuan komputer. Dalam proses pembuatan desain tersebut dapat dimanfaatkan untuk menggambarkan maupun analisis. Penerapan CAD dalam perspektif visual tidak

terbatas pada *drafting*. Model tiga dimensi, *wireframe*, representasi *boundary* dan model *solid* adalah cara-cara penggambaran yang tersedia bagi pengguna.

2.2.1 *Rhinoceros 5*

Rhinoceros 5 merupakan *software* komputer grafis 3D dan *software* aplikasi CAD (Computer Aided Design) yang berbasis model matematika NURBS (Non-Uniform Rational Base Splines) yang fokus menciptakan representasi kurva dan permukaan bebas yang presisi pada komputer grafis yang berlawanan dari aplikasi berbasis Poligon-mesh. Pada gambar 2.1 merupakan *software* Rhinoceros yang digunakan untuk perancangan desain.



Gambar 2. 1 *Software Rhinoceros 5*
(Sumber :www.google.com)

2.2.2 *Matrix 9*

Adalah salah satu perangkat lunak yang dikembangkan oleh *Gemvision* di mana itu adalah perangkat lunak untuk mendesain perhiasan yang dispesifikasikan berdasarkan CAD yang berbasis perangkat lunak *Rhinoceros* dengan *core engine* yang sama, tetapi dibuat ulang, sehingga lebih mudah dan efisien untuk digunakan oleh desainer perhiasan yang terdapat pada gambar 2.2.



Gambar 2. 2 *Software Matrix 9*
(Sumber :www.google.com)

2.3 CAM (*Computer Aided Manufacturing*)

Computer Aided Manufacturing (CAM) adalah sebuah teknologi perangkat lunak untuk mengendalikan kerja suatu alat dengan bantuan komputer untuk mengotomatisasi proses manufaktur. Berdasarkan definisi tersebut agar sistem CAM berfungsi untuk memberi tahu mesin cara membuat produk dengan menghasilkan *toolpath*. Mesin yang dapat mengubah bahan baku menjadi produk jadi.

ArtCAM (Artistic Computer Aided Manufacturing) adalah perangkat lunak CAD/CAM yang diciptakan perusahaan Delcam yang menjadi solusi untuk pembuatan desain produk seni unik yang memungkinkan membuat produk tiga dimensi berkualitas tinggi yang menegaskan yang dimulai dengan karya seni berbasis vektor. *ArtCAM* digunakan untuk proses simulasi pemesinan terdapat pada gambar 2.3.



Gambar 2. 3 *Software ArtCAM*

(Sumber :www.google.com)

2.4 CNC (*Computer Numerical Controlled*)

Computer Numerical Control (CNC) dapat diartikan sebagai perintah yang dikirimkan dari komputer ke mesin untuk mengontrol mesin dalam suatu proses pemesinan. Perintah yang dikirimkan berupa kode numerik yang berisi koordinat arah perjalanan mesin.

Proses yang dilakukan oleh mesin CNC berupa pemotongan dan pembentukan material. Pada mesin CNC, sumbu mesin CNC berperan penting dalam menentukan pergerakan pahat terhadap benda kerja.

Pada penelitian ini digunakan mesin 109 CEDU CNC 3 sumbu dengan sumbu Z searah dengan *spindle*, sumbu X untuk arah horizontal, dan sumbu Y untuk arah vertikal. Mesin 109 CEDU CNC terdapat pada gambar 2.4.



Gambar 2. 4 Mesin 109 CEDU CNC 3 Axis

2.5 Pahat dan *Collet*

Fungsi pahat adalah untuk memakan atau mengurangi benda kerja sesuai dengan perintah yang dikirimkan oleh komputer ke mesin CNC. Pahat harus lebih keras dari benda kerja untuk memakan atau mengurangi benda kerja.

Pahat dengan bentuk yang berbeda digunakan untuk kontur bagian tertentu. Ada juga pahat yang khusus untuk proses tertentu, misalnya *roughing* saja, atau *offset* yang digunakan untuk *roughing* atau *finishing*. Pahat itu sendiri dibedakan dari bentuk mata potongnya.

2.5.1 Pahat *End Mill*

End Mill merupakan pahat solid dengan sisi dan gagang yang menjadi satu. *End Mill* dapat digunakan untuk *frais* bagian muka, *frais* horizontal, vertikal, menyudut atau melingkar. Secara operasional *End Mill* digunakan untuk 10 pembuatan alur, *keyways*, *pockets* (kantong), *shoulders* (tingkat), permukaan datar dan *frais* bentuk (Prasetyo, 2017). Pahat *End mill* 3mm untuk proses *roughing* pada gambar 2.5.



Gambar 2. 5 Pahat *Endmill*

2.5.2 Pahat *Taperd Ballnose*

Mata pahat *tapered ballnose* memiliki hasil pemakanan yang meruncing biasanya memiliki sudut lancip. Digunakan untuk proses *finishing* untuk mengerjakan bagian detail seperti lekukan, celah kecil maupun relief berukuran kecil yang memiliki kontur bulat maupun melengkung. Seperti pada gambar 2.6 merupakan pahat *Taperd Ballnose*.



Gambar 2. 6 Pahat *Taperd Ballnose*

2.5.3 Collet

Collet adalah komponen mesin CNC yang menjepit pahat. Ukuran *collet* standar adalah 1/4 ", 1/8", dan untuk ukuran metrik 6mm dan 3mm. Pada gambar 2.7 adalah *collet* yang digunakan pada penelitian ini.



Gambar 2. 7 Collet

2.6 *Silicone Rubber RTV-52*

Silicone rubber RTV-52 adalah silikon cair yang memiliki warna putih dan dikategorikan *silicone rubber* teknik. Untuk mengubah bentuk cair dari *silicone rubber* perlu ditambahkan cairan katalis agar dapat berubah menjadi silikon padat sehingga dapat membuat cetakan lilin pada proses pembuatan perhiasan. Pada gambar 2.8 merupakan bahan pembuat cetakan silikon.



Gambar 2. 8 Silicone Rubber RTV52 dan Catalyst

2.7 Injection Wax

Dalam proses injeksi lilin, lilin cair disuntikkan ke dalam cetakan silikon. Mesin injeksi lilin atau *vacuum wax injector* yang dapat dilihat pada gambar 2.9. Mesin tersebut berisi bijih lilin yang telah meleleh pada suhu kurang lebih 84°C. Suhu ini diatur agar lilin tidak mengering sebelum mengisi ruang kosong di cetakan silikon.



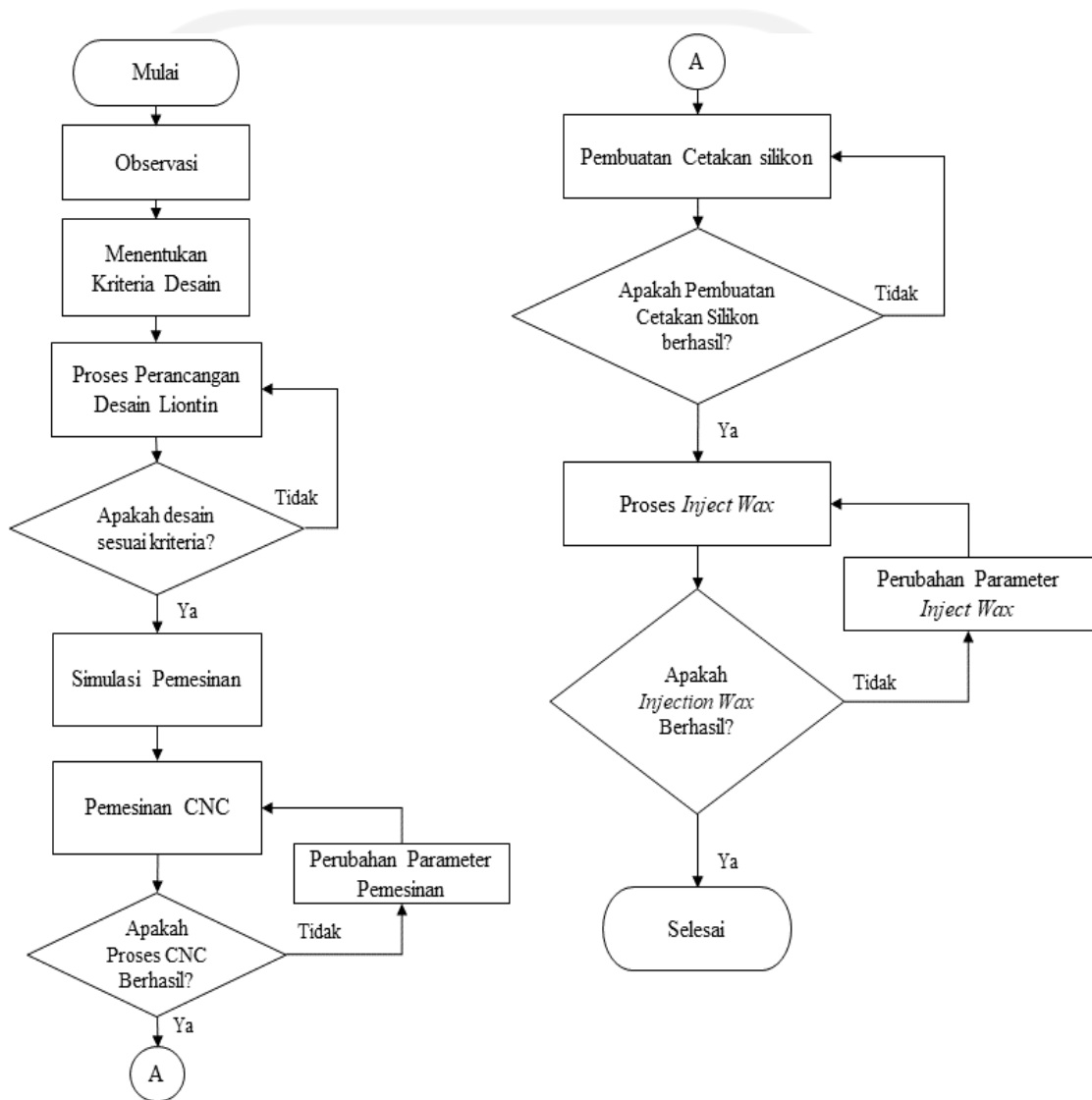
Gambar 2. 9 Mesin Vacuum Injetion Wax

Bahan material yang digunakan untuk *injection wax* adalah *jewellery wax* dengan spesifikasi *Ferris File A Wax* (FFAW) adalah merek lilin yang khusus digunakan untuk aplikasi produk perhiasan. Komposisi FFAW adalah senyawa hidrokarbon minyak bumi, yang merupakan agregat dari senyawa yang lebih kompleks seperti molekul alkana (linier atau parafin silang), *sikloalkana* (naftena), hidrokarbon aromatik, atau *asphaltene*.

BAB 3

METODE PENELITIAN

3.1 Alur Penelitian



3.2 Peralatan dan Bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini beserta fungsinya dapat dilihat pada Tabel 3.1

Tabel 3. 1 Alat dan Fungsi

NO	Alat	Fungsi
1	Laptop	Membuat desain 3D simulasi pemesinan
2	109 CEDU CNC	Membuat Master pemesinan
3	Pahat <i>End mill</i> 3mm	Untuk proses <i>roughing</i>
4	Pahat <i>Ball nose</i>	Untuk proses <i>finishing</i>
5	<i>Vacuum wax injector</i>	Menginjeksi lilin ke dalam cetakan silikon

Pada tabel 3.2 merupakan bahan yang digunakan untuk masing-masing proses dari penelitian ini. Akrilik sebagai bahan untuk pemesinan CNC, *Silicone rubber* RTV52 sebagai bahan pembuatan cetakan silikon. *Jewellery wax* digunakan untuk membuat pola lilin.

Tabel 3. 2 Bahan

NO	Nama Bahan
1	Akrilik 5mm
2	<i>Silicone rubber</i> RTV52
3	<i>Jewellery Wax</i>

3.3 Desain

Perancangan liontin berasal dari munculnya sebuah ide untuk merancang *souvenir* yang menunjukkan keanekaragaman hayati Indonesia. Indonesia adalah negara yang memiliki banyak keindahan biota air tawar salah satunya ikan cupang.

Filosofi yang ada di dalam rancangan desain ikan cupang memiliki sifat pemberani serta memiliki keindahan bentuk ekor dan sirip dengan berbagai macam

warna yang menjadikannya banyak digemari oleh pecinta ikan hias. Penggambaran dua ekor ikan cupang memiliki makna keseimbangan. Konsep didasari oleh bentuk lingkaran yang mana lingkaran tidak memiliki ujung dapat digambarkan kekekalan dan juga bersifat melindungi.

Fungsi perhiasan sebagai penghias dan berlambang pribadi seseorang sejak jaman dahulu. Fungsi untuk memperkuat citra dan identitas dari orang yang menggunakannya. fungsi lainnya dapat digunakan sebagai kesenangan, estetika maupun fungsi magis. Penggunaan perhiasan juga dapat mendorong rasa percaya diri dari penggunanya dan juga menumbuhkan persepsi orang lain yang melihat pengguna perhiasan tersebut.

Ukuran dari liontin mengacu pada sebuah *website* Sunaka Jewelry yang berisi produk perhiasan yang berasal dari pulau Bali. Mempunyai ukuran diameter berkisar 32mm – 50mm. Ukuran tersebut mengacu pada bentuk dari sebuah perhiasan yang dibuat (Sunaka, n.d).

Kriteria desain motif ikan cupang pada liontin untuk mengangkat tema ikan cupang itu sendiri. Pada desain bros ini memiliki beberapa hal yang menjadi pertimbangan terkait desain seperti ukuran dan kemampuan mesin CNC dalam membuat benda kerja antara lain:

1. Ukuran diameter liontin tidak lebih dari 45 mm
2. Terdapat *hoop* liontin.
3. Menghindari pembuatan produk berbentuk runcing tidak sengaja merusak pakaian maupun melukai pengguna liontin.

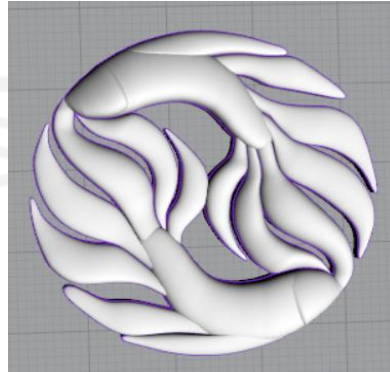
3.4 Proses Perancangan

Proses perancangan dengan tujuan yang telah ditentukan dalam bentuk kriteria desain yang telah ditentukan sebelumnya.

3.4.1 Desain 1

Pada desain pertama dalam proses desain produk liontin adalah mendesain 2 ekor ikan cupang yang berenang melingkar membentuk pola cenderung berbentuk elips. Dalam perancangan desain liontin ini digunakan *Rhinoceros*. Dimensi dari desain liontin memiliki diameter 40 mm.

Belum adanya sisik pada bagian badan ikan menyebabkan bagian kepala dan badan seolah menjadi menyatu. Jarak pada bagian sirip maupun bagian ekor masih terlalu sempit, sehingga menyebabkan celah tersebut tidak terbentuk sempurna saat proses pemesinan dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3. 1 Desain 1

3.4.2 Desain 2

Desain kedua dilakukan perbaikan dari desain pertama. Perubahan terdapat pada pola sisik pada badan ikan untuk menegaskan pemisah antara kepala dengan badan dan memperlebar jarak antara sirip maupun bagian ekor dari ikan cupang sekaligus menambahkan *hoop* yang terdapat pada gambar 3.2.

Dengan perubahan pola dasar lingkaran yang diterapkan pada desain kedua dimensi dari liontin ikut mengalami perubahan, dengan diameter 40 mm sedangkan bila diukur dari *hoop* 44 mm dan ketebalan pada bagian badan ikan 35.5 mm pada bagian sirip/ekor ikan memiliki ketebalan berkisar 1.36mm - 3.65mm. ukuran diameter luar dan sisi dalam dari *hoop* adalah 4 mm dan 3mm.



Gambar 3. 2 Desain 2

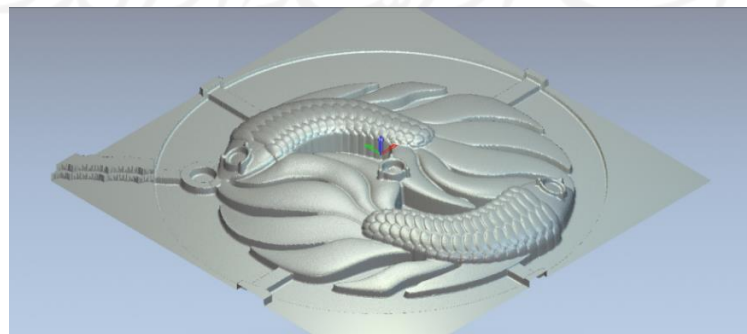
3.4.3 Simulasi dan Pembuatan *G-code*

Dengan *software Artcam 2011* dilakukan simulasi CNC untuk memperoleh gambaran pada desain yang telah dibuat pada saat proses pemesinan dengan strategi yang paling optimal untuk desain yang telah dibuat. Proses simulasi meliputi *roughing* menggunakan pahat *end mill 3mm* dan *finishing* dengan pahat *taperd ballnose 0,25mm 5°*, simulasi dilakukan pada kedua sisi dari desain yang telah dibuat kemudian setelah strategi tersebut telah dibuat kemudian disimpan menjadi *G-Code* untuk dilakukan proses CNC. Pada tabel 3.3 merupakan parameter dari simulasi pemesinan.

Tabel 3. 3 Parameter Simulasi Pemesinan

Parameter	Pemesinan Atas		Pemesinan Bawah	
	<i>Roughing</i>	<i>Finishing</i>	<i>Roughing</i>	<i>Finishing</i>
<i>Tools</i>	<i>Endmill 3mm</i>	<i>Tapered Ballnose 0,25mm 5°</i>	<i>Endmill 3mm</i>	<i>Tapered Ballnose 0,25mm 5°</i>
<i>Stepover</i>	1,5 mm	0,05 mm	1,5 mm	0,05 mm
<i>Stepdown</i>	1 mm	1 mm	1 mm	1 mm
<i>Feedrate</i>	17 mm	83 mm/min	17 mm	83 mm/min
<i>Plungerate</i>	4 mm	83,33 mm/min	4 mm	83,33 mm/min
<i>Spindle (clockwise)</i>	12.000 rpm	15.000 rpm	12.000 rpm	15.000 rpm
<i>Strategy</i>	<i>Raster</i>	<i>Spiral In Box</i>	<i>Raster</i>	<i>Spiral In Box</i>
<i>Material Thickness</i>	4,9 mm	4,9 mm	3,3 mm	3,3 mm

Pada gambar 3.3 merupakan hasil dari simulasi yang dilakukan pada *software ArtCam 2011* dengan pengerjaan *finishing* sisi bagian atas.



Gambar 3. 3 Hasil Simulasi Bagian Atas

3.5 Proses Pemesinan CNC

Mengatur sumbu X, Y, dan Z mesin 109 CEDU CNC pada posisi *center* dari akrilik agar saat proses pengerjaan sisi bagian atas maupun bagian bawah agar menghasilkan master yang sesuai dengan desain yang telah dirancang. Material yang digunakan adalah akrilik dengan ketebalan 5mm.

Urutan pengerjaan pemesinan dimulai *roughing* sisi bagian atas kemudian dilanjutkan *finishing* bagian atas, setelah kedua proses pada sisi atas selesai kemudian dilanjutkan proses pemesinan bagian bawah dari liontin, proses yang sama dengan sisi atas.



Gambar 3. 4 Mesin 109 CEDU CNC

3.5.1 Proses *Roughing*

Kedua sisi dari liontin ini dilakukan proses *roughing* yang sama yaitu strategi *raster* dengan pemotongan dimulai dari sisi bagian luar menuju sisi bagian dalam. Pahat untuk proses *roughing* menggunakan pahat *Endmill* 3mm dengan *collet* diameter 6mm.

3.5.2 Proses *Finishing*

Proses *finishing* menggunakan mata pahat tipe *Taperd Ballnose* dengan spesifikasi R0.25mm 5° dengan strategi pemakanan *spiral in box*. Strategi ini pergerakan pemakanan dimulai dari bagian tengah secara spiral menuju sisi bagian luar. Untuk hasil dari proses *finishing* produk cenderung sudah halus.

3.5.3 Pemesinan Dua Sisi Secara Manual

Pada penelitian ini pemesinan master liontin dilakukan pada dua sisi yang berbeda pada material akrilik, yaitu sisi depan dan sisi belakang. Pemesinan dilakukan menggunakan mesin 109 CEDU CNC 3 *axis*, sehingga untuk melakukan pemesinan pada dua sisi. Dibutuhkan cara untuk membalikkan akrilik secara manual namun juga harus tepat dalam menentukan titik tengah agar hasil akhir pembuatan master bagian depan dan bagian belakang presisi.

3.6 Proses Pembuatan Cetakan Silikon

Menggunakan RTV52 sebagai bahan utama pembuatan cetakan dengan mesin *vacum* untuk mengoptimalkan hasil dari pembuatan cetakan agar tidak ada udara yang terjebak di dalam cetakan, sehingga dapat memperoleh hasil maksimal pada saat cetakan dilakukan *injection wax*.

Berikut adalah tahapan pembuatan cetakan silikon pada penelitian ini:

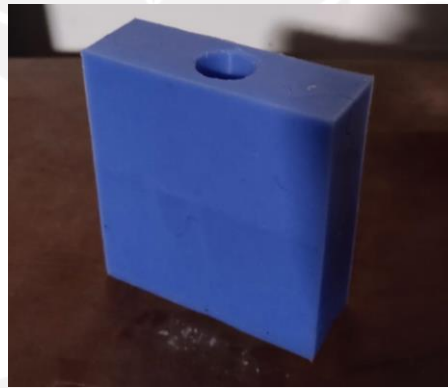
1. Proses pembuatan cetakan silikon diawali dengan membuat wadah cetakan dari akrilik yang disesuaikan dengan master liontin.
2. Master disusun dengan *nozzle injection*, kemudian letakan pada cetakan dari akrilik. Pada gambar 3.5 merupakan susunan master dari proses CNC dan *sprue* dari *nozzle injection*.



Gambar 3. 5 Master Cetakan

3. Campurkan RTV52 dengan *catalys*, dengan perbandingan campuran 50:1. Perbandingan ini bertujuan agar cetakan silikon tidak lembek maupun terlalu keras.

4. Kemudian campurkan kedua bahan secara merata. Setelah tercampur kemudian campuran tersebut dilakukan proses vakum dengan mesin vakum, yang bertujuan untuk mengeluarkan udara yang ada di dalam campuran.
5. Setelah proses vakum selesai, kemudian campuran dituangkan ke dalam cetakan akrilik, di mana master telah diletakkan dalam cetakan akrilik.
6. Tuangkan campuran ke dalam cetakan akrilik hingga penuh. Kemudian dilakukan proses vakum sekali lagi agar tidak ada udara yang terperangkap dalam cetakan.
7. Tunggu hingga silikon RTV52 mengering dan menjadi padat dalam waktu 1-2 hari, kemudian dilakukan pemotongan cetakan yang telah menjadi padat untuk mengeluarkan master dari dalam cetakan. Pemotongan dilakukan dengan *pen cutter*. Pada gambar 3.6 adalah hasil dari cetakan silikon yang telah mengering sebelum dilakukan proses pemotongan.



Gambar 3. 6 Cetakan Silikon

3.7 Proses *Injection Wax*

Menginjeksikan lilin cair ke dalam cetakan silikon, kemudian setelah lilin membeku hasil dari *inject wax* dapat dikeluarkan dari cetakan silikon. Pada proses ini juga diperlukan tekanan udara untuk menginjeksikan lilin yang berbentuk cair ke dalam cetakan silikon. Mesin yang digunakan adalah mesin *vacuum wax injector* yang dapat dilihat pada gambar 3.7.

Pada penelitian ini tekanan udara dan waktu *inject* menjadi faktor yang penting dalam keberhasilan proses *inject wax*. Berikut merupakan tahapan proses *injection wax* :

1. Masukkan lilin ke dalam mesin *vacuum wax injector*.
2. Menyalakan mesin dan kompresor, kemudian atur temperatur *wax pot* menjadi 80°C. Tunggu 20-30 menit agar lilin mencair.
3. Persiapkan cetakan silikon yang akan dilakukan proses *inject wax*. Cetakan silikon dijepit menggunakan akrilik dan *clamp* agar pada saat proses *injection* dilakukan cetakan tidak mengembang dan lilin tidak keluar dari cetakan.
4. Atur tekanan udara dari kompresor. Tekanan udara mempengaruhi hasil akhir dari proses *injection wax*.
5. Masukkan *nozzle injection* dari cetakan silikon ke mesin *vacuum wax injector*.
6. Kemudian injak pedal pada mesin *vacuum wax injector* untuk memulai proses *inject wax*. Tahan posisi pemegangan cetakan silikon hingga waktu *inject* selesai agar lilin masuk dengan sempurna.
7. Setelah proses *injection* selesai, tunggu lilin dalam cetakan mengering. Setelah mengering cetakan lilin dibuka untuk mengeluarkan model lilin.



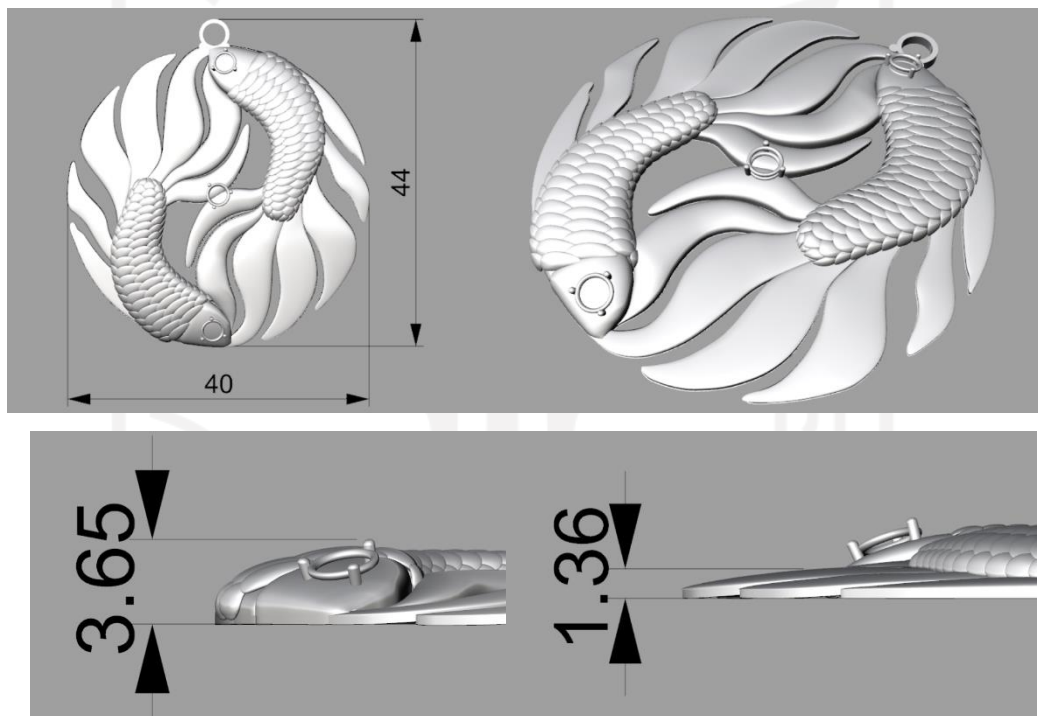
Gambar 3. 7 Mesin Vacuum Injection Wax

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil dan Pembahasan Perancangan Desain

Perancangan desain menggunakan *software Rhinoceros* diperoleh diameter dari liontin 40mm apabila diukur dari *hoop* 44mm, untuk ketebalan pada bagian ekor ikan cupang 1,36mm dan pada bagian kepala/badan ikan 3,65mm yang terdapat pada gambar 4.1.



Gambar 4. 1 Desain Liontin

4.2 Hasil dan Pembahasan *G-Code* dan Posisi *Support*

Penempatan Posisi *support* yang menyebabkan desain tidak sesuai dengan hasil pemesinan. Hal tersebut dikarenakan *support* yang dibuat menyebabkan hasil pemesinan pada bagian dari ikan ada ke tidak sesuai dengan desain maupun kerusakan pada *hoop* ketika proses pemesinan.

Kendala yang dialami adalah posisi *support* pada produk menyebabkan detail dari CNC tidak sesuai dengan desain, karena terdapat bagian pada sirip ikan tidak termakan oleh pahat. Desain *support* 1 pada gambar 4.2.



Gambar 4. 2 Desain Support 1

Solusi yang dilakukan untuk mengatasi hal tersebut adalah mengubah desain *support* 1 menjadi desain *support* 2, pada gambar 4.3. Agar hasil dari pemesinan sesuai dengan desain, dengan melakukan pemindahan posisi *support* membentuk huruf X, agar bagian sirip maupun ekor dapat termakan oleh pahat.



Gambar 4. 3 Desain Support 2

Dengan memindahkan posisi *support* yang membentuk huruf “X” ditemukan kendala baru, di mana proses pemesinan membutuhkan waktu yang lebih lama. Hal tersebut terlihat dari jumlah baris yang lebih banyak pada *G-Code* yang menyebabkan ukuran *G-Code* menjadi cukup besar dibandingkan dengan *G-Code* yang digunakan untuk proses pemesinan pertama.

Untuk menyelesaikan kendala pada desain *support* 2 tersebut maka dilakukan perbaikan posisi *support* untuk kedua kalinya dengan membuat desain *support* 3 yang dapat dilihat pada gambar 4.4. Dengan merotasi desain 41° berlawanan dengan arah jarum jam sekaligus dikombinasikan dengan menggunakan posisi *support* desain pertama maka kendala tersebut dapat terselesaikan.



Gambar 4. 4 Desain Support 3

Terlihat dari ukuran *G-Code* maupun jumlah baris yang tidak terlampau besar sehingga tidak memakan waktu yang lama ketika dilakukan proses pemesinan. Dengan mengubah posisi desain sehingga mendapatkan *G-Code* dengan efektivitas pengerjaan sekaligus memperoleh hasil pemesinan yang sesuai dengan desain yang telah dirancang di awal.

4.3 Hasil dan Pembahasan Pemesinan CNC

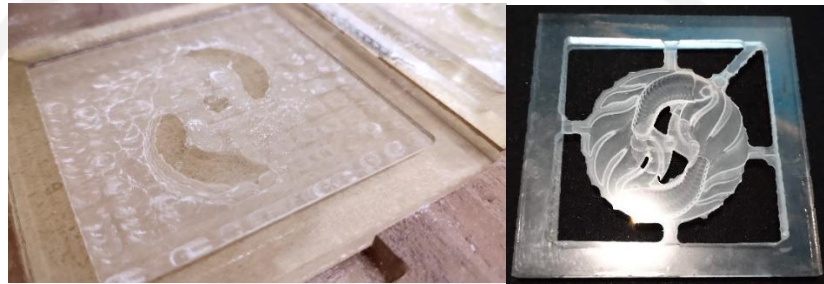
Proses pemesinan cetakan master dilakukan menggunakan mesin 109 CEDU CNC dan material akrilik dengan ketebalan 5 mm sebagai bahan baku cetakan master. Proses pemesinan dilakukan dalam 4 tahapan yang terdiri dari *roughing* permukaan atas, *finishing* permukaan atas kemudian benda kerja dibalik secara manual untuk selanjutnya dilakukan proses *roughing* permukaan bawah serta *finishing* permukaan bawah.

Mata pahat yang digunakan untuk proses *roughing* adalah pahat *Endmill* 3mm dan untuk proses *finishing* menggunakan pahat *Taperd Ballnose* 0.25mm 5°. Pada Proses pemesinan dilakukan sedikit penyesuaian untuk *spindle speed* di mana pada simulasi 15.000rpm ditingkatkan menjadi 17.000rpm untuk hasil permukaan yang lebih halus, dapat dilihat pada tabel 4.1.

Tabel 4. 1 Parameter Pemesinan

Parameter	Pemesinan Atas		Pemesinan Bawah	
	<i>Roughing</i>	<i>Finishing</i>	<i>Roughing</i>	<i>Finishing</i>
<i>Tools</i>	<i>Endmill</i> 3mm	<i>Taprd Ballnose</i> 0,25mm 5°	<i>Endmill</i> 3mm	<i>Taprd Ballnose</i> 0,25mm, 5°
<i>Stepover</i>	1,5 mm	0,05 mm	1,5 mm	0,05 mm
<i>Stepdown</i>	1 mm	1 mm	1 mm	1 mm
<i>Feedrate</i>	17 mm/min	83 mm/min	17 mm/min	83 mm/min
<i>Plungerate</i>	4 mm/min	83,33 mm/min	4 mm/min	83,33 mm/min
<i>Spindle Speed</i>	12.000 r.p.m.	17.000 r.p.m.	12.000 r.p.m.	17.000 r.p.m.
<i>Strategy</i>	<i>Raster</i>	<i>Spiral In Box</i>	<i>Raster</i>	<i>Spiral In Box</i>
<i>Material Thickness</i>	4,9 mm	4,9 mm	3,3 mm	3,3 mm
<i>Time</i>	57:39	4:44:51	48:55	5:27:49

Proses pemesinan *roughing* dengan pahat *end mill* 3mm dilakukan pada bagian permukaan atas terlebih dahulu dengan *G-Code* untuk *roughing* bagian atas. Kemudian setelah selesai proses *roughing* bagian atas dilanjutkan dengan *finishing* bagian atas dengan terlebih dahulu mengganti pahat *end mill* dengan pahat *taperd ballnose*. Hasil dari proses *roughing* kedua sisi akrilik terdapat pada gambar 4.5.



Gambar 4. 5 Hasil *Roughing* Pemesinan CNC

Setelah proses *finishing* bagian atas dilanjutkan melakukan pemesinan untuk sisi bagian bawah dari desain. Diawali dengan membalik akrilik yang terpasang pada *jig* kemudian diputar secara manual. Setelah diputar kemudian memasang mata pahat *end mill* untuk proses *roughing* bagian bawah. Setelah *roughing* bagian bawah selesai dilanjutkan dengan *finishing* bagian bawah dengan pahat *taperd ballnose*. Untuk hasil *finishing* masing-masing sisi dapat dilihat pada gambar 4.6.



Gambar 4. 6 Hasil *Finishing* Pemesinan CNC

Kriteria desain pada penelitian ini adalah pembuatan liontin yang memiliki diameter tidak lebih dari 45mm. Hasil dari pemesinan CNC diperoleh 40,15mm untuk diameter dari master liontin. Apabila diukur dari *hoop* liontin memiliki ukuran 44,33mm. Dengan begitu hasil dari pemesinan CNC telah memenuhi kriteria desain dari penelitian yang dibuat, hasil pengukuran dengan jangka sorong dapat dilihat pada gambar 4.7.



Gambar 4. 7 Kesesuaian Kriteria Desain dengan Hasil CNC

Pada tahap pengerjaan master perhiasan dengan mesin 109 CEDU CNC ada beberapa hal yang harus diperhatikan agar hasil pemesinan CNC menghasilkan master perhiasan yang sesuai dengan desain yang telah dibuat. Hasil dari proses pemesinan dapat dikatakan berhasil ketika desain dan hasil pemesinan memiliki kemiripan.

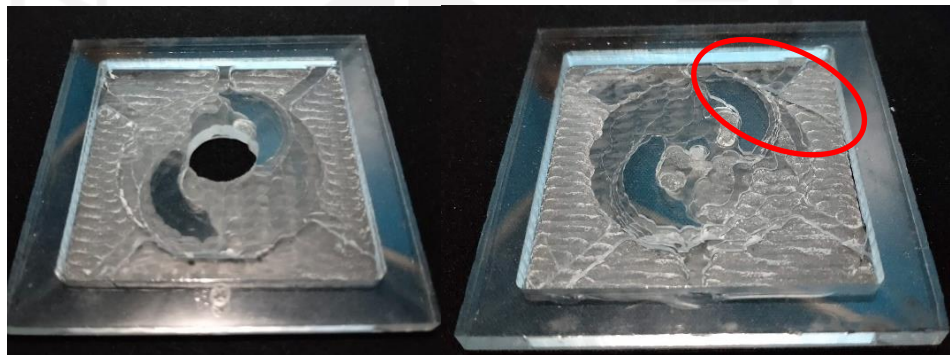
Oleh karena itu ada beberapa hal yang harus diperhatikan sehingga ketika dilakukan proses pemesinan dapat mengurangi kesalahan yang menyebabkan kendala dari proses pemesinan mengalami kegagalan.

Kendala pertama yang dialami adalah pada saat menentukan posisi *zero* pada sumbu Z. Karena pada saat akan dilakukan proses *finishing* dilakukan penggantian mata pahat, karena mata pahat *end mill* dan *taperd ballnose* yang digunakan memiliki perbedaan panjang, oleh karena itu dilakukan pengaturan ulang posisi *zero* dari sumbu Z saja.

Ketika pengaturan *zero* dari sumbu Z kurang tepat mengakibatkan benda kerja mengalami tekanan dari pahat *taperd ballnose* sehingga mengalami retak pada bagian tertentu, karena kekuatan dari akrilik sudah berkurang akibat dari pemakanan pada saat proses *roughing*.

Kesalahan pada pengaturan sumbu Z juga dialami saat *finishing*, di mana menyebabkan patahnya pahat *taperd ballnose*. Patahnya pahat dikarenakan pahat terlalu dalam melakukan pemakanan hingga menembus akrilik hingga kebagian *jig* yang berupa balok kayu dan pahat mengalami patah.

Kendala lain yang dialami pada saat proses pemesinan pada saat pengencangan mata pahat *taperd ballnose* yang kurang kuat sehingga mata pahat tidak berputar pada sumbunya maka akan terjadi kegagalan pada saat proses *finishing* bagian atas yang mana akan menyebabkan kerusakan pada benda kerja. Menyebabkan terdapat lubang di bagian tengah benda kerja akibat kurang kuatnya pengencangan mata pahat dapat dilihat pada gambar 4.8



Gambar 4. 8 Kegagalan Pemesinan

4.4 Hasil dan Pembahasan Pembuatan Cetakan Silikon

Pembuatan cetakan silikon ini diawali dengan memasang *area nozel injection wax* dengan master liontin lalu disusun dalam cetakan yang terbuat dari akrilik. Kemudian menyiapkan campuran silikon *rubber RTV 52* dengan campuran *catalys* dengan perbandingan 50:1. Komposisi perbandingan tersebut akan menghasilkan cetakan silikon yang cepat kering namun masih lunak ketika dipotong untuk mengeluarkan master CNC.

Kendala yang dihadapi saat proses pembuatan cetakan silikon adalah saat mengeluarkan master CNC dari master yang telah mengeras. Pada saat pemotongan atau pembelahan cetakan silikon karena master CNC yang berada di dalam cetakan tidak terlihat.

Oleh karena itu pemotongan dengan *pen cutter* harus dilakukan dengan perlahan dan sangat hati-hati. Bila pemotongan tidak dilakukan dengan hati-hati dapat mengakibatkan master akrilik yang telah di lakukan proses mengalami kerusakan.



Gambar 4. 9 Perbaikan *Hoop* Liontin

Untuk menyelesaikan kendala tersebut dilakukan penggantian gantungan liontin dengan menggunakan kawat yang dililitkan sebanyak 4 kali pada obeng yang memiliki diameter 3mm. kemudian lilitan kawat tersebut ditempelkan pada master akrilik. Selanjutnya dilakukan pembuatan ulang cetakan silikon dengan master akrilik yang telah diperbaiki dapat dilihat pada gambar 4.9.

Hasil pemotongan cetakan setelah dilakukan perbaikan pada bagian *hoop*. Dengan komposisi campuran yang tepat sehingga cetakan silikon tidak keras dan mudah ketika dilakukan pemotongan. Ketelitian dan dilakukan dengan hati-hati agar cetakan terpotong dengan sempurna dapat dilihat pada gambar 4.10.



Gambar 4. 10 Hasil Cetakan Silikon

4.5 Hasil dan Pembahasan *Injection Wax*

Proses menginjeksi lilin cair ke dalam cetakan silikon dengan tekanan dan waktu serta temperatur yang bervariasi hingga berhasil menghasilkan cetakan lilin yang sempurna dilakukan dengan kombinasi tekanan dan pengaturan waktu *inject* yang beragam mulai dari tekanan 20-55 PSIA dan waktu 2,5 detik hingga 4 detik.

Pada penelitian ini parameter tersebut diatur dengan temperatur 80°-100°C tekanan sebesar 50 PSIA dan waktu injeksi selama 3 detik sehingga diperoleh hasil *inject wax* yang mendekati dengan master perhiasan yang dibuat dengan master akrilik.



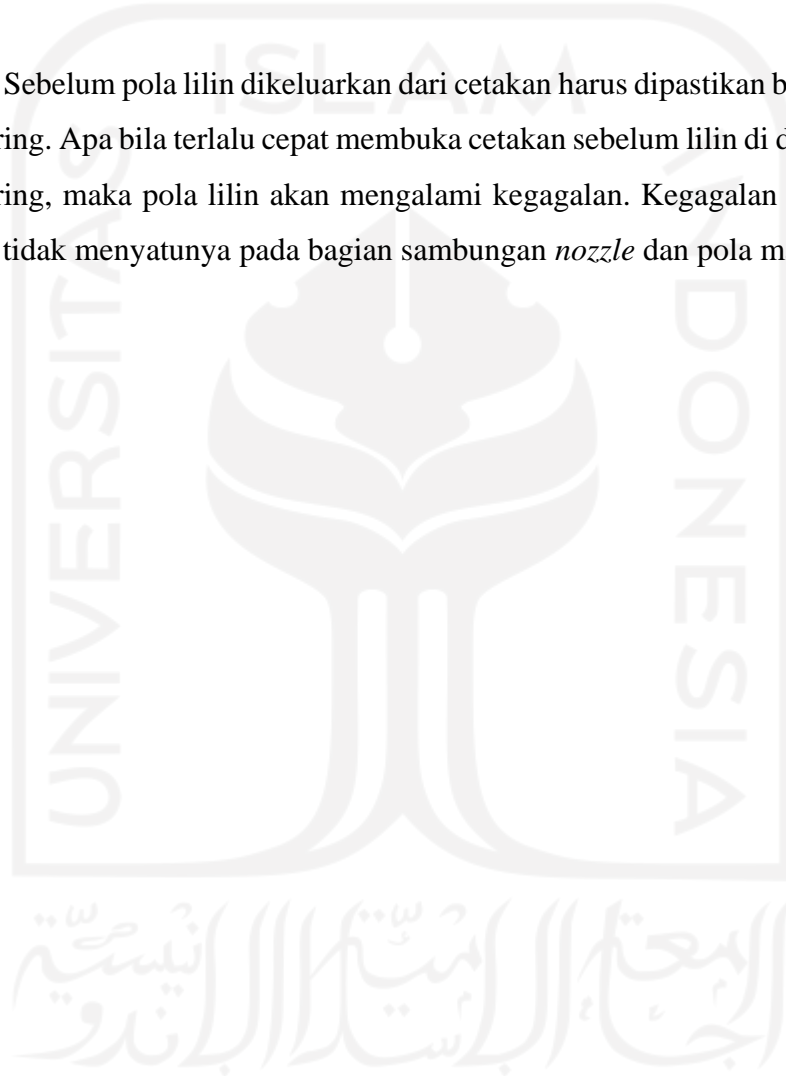
Gambar 4. 11 Hasil *Inject Wax*

Kendala pada proses *inject wax* dikarenakan tekanan yang ditentukan tidak menghasilkan pola lilin yang sempurna. Ketika tekanan kurang dari 25-30 PSIA dan waktu *inject* 3 detik, hasil dari pola lilin tidak sesuai dengan cetakan. Lilin yang masuk ke dalam cetakan silikon tidak memenuhi ruang cetakan karena lilin sudah membeku terlebih dahulu sebelum memenuhi seluruh ruang cetakan yang terdapat pada gambar 4.12.



Gambar 4. 12 Kegagalan *Inject wax*

Sebelum pola lilin dikeluarkan dari cetakan harus dipastikan bila lilin sudah mengering. Apa bila terlalu cepat membuka cetakan sebelum lilin di dalam cetakan mengering, maka pola lilin akan mengalami kegagalan. Kegagalan yang ditemui berupa tidak menyatunya pada bagian sambungan *nozzle* dan pola master.



BAB 5

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Selama proses penelitian ini dilaksanakan terdapat beberapa kesimpulan yang dapat diambil. Hasil yang dapat disimpulkan dari proses pembuatan desain hingga pembuatan pola lilin adalah sebagai berikut :

1. Telah dirancang *souvenir* perhiasan berupa liontin dengan motif ikan cupang proses desain hingga pembuatan master dari bahan akrilik. Hasil pembuatan master pada penelitian ini menggunakan material akrilik serta diproses menggunakan mesin 109 CEDU CNC. Pemesinan menggunakan CNC menghasilkan produk master dengan tingkat ketelitian yang tinggi hingga ke bagian-bagian kecil pada produk .
2. Penempatan posisi *support* pada proses CNC yang paling optimal dengan desain ikan cupang dengan pola dasar lingkaran dengan mengatur posisi bagian *hoop* yang dirotasi.
3. Pada tahapan penelitian ini hasil pemesinan mengalami beberapa kendala di antaranya mata pahat patah, kesalahan pada saat *resume cycle*, *feedrate* terlalu tinggi, kesalahan mengatur posisi sumbu z, pemasangan mata pahat yang kurang kuat.
4. Kerusakan *hoop* liontin dapat diselesaikan dengan membuat lilitan kawat, sebagai pengganti *hoop* yang rusak pada saat pembuatan cetakan silikon.
5. Pada proses *injection wax* pengaturan waktu *inject* 3 detik dan tekanan 50 PSIA untuk memperoleh hasil yang mendekati dengan master CNC.

5.2 Saran

Dari hasil penelitian yang dilakukan masih terdapat banyak kekurangan yang memungkinkan untuk dilakukan penelitian selanjutnya. Berikut adalah beberapa saran yang dapat dilakukan, di antaranya :

Sebelum melakukan proses pemesinan, perlu diperhatikan penempatan posisi *support* agar hasil dari proses pemesinan sesuai dengan desain yang dibuat. Hal ini sangat penting agar proses pemesinan tidak memerlukan waktu yang lama.

Pada pemotongan cetakan silikon diperlukan ketelitian, kesabaran dan dilakukan dengan hati-hati. Hal ini penting agar tidak terjadi kesalahan yang berulang ulang ketika dilakukan proses pemotongan cetakan silikon untuk mengeluarkan master perhiasan



DAFTAR PUSTAKA

- Adiyaksa, R. (2017). *Desain dan Pembuatan Gelang Bermotif UII Menggunakan Mesin CNC Roland JWX-10*. Yogyakarta: Teknik Mesin FTI UII.
- Emeria, D. C. (2022). “Ada Fenomena Lagi Pandemi Perhiasan Laris Manis, Kenapa?” Diakses pada 4 Februari 2022 dari <https://www.cnbcindonesia.com/news/20220128061736-4-311122/ada-fenomena-lagi-pandemi-perhiasan-laris-manis-kenapa#>.
- Jafar, Z, J. (2020). *Perancangan Perhiasan Bros Bermotif Burung Enggang Kalimantan Timur*. Yogyakarta: Teknik Mesin UII
- Kadar, M. (2019). *Pembuatan Aksesoris Cincin Bermotif Batik*. Yogyakarta: Teknik Mesin FTI UII.
- Ningsih, D. H. (2005). *Computer Aided Design / Computer Aided Manufacture [CAD/CAM]*. 143.
- Prasetyo, F. D. (2017). *Desain dan Pembuatan Suvenir Berupa Gantungan Kunci Bermotif UII*. Yogyakarta: Teknik Mesin FTI UII.
- Purnomo, W. C. (2017). *Desain dan Pembuatan Suvenir Bercorak UII Jogja Berupa Jepitan Dasi, Plakat, dan Logo Kotak Plakat*. Yogyakarta : Teknik Mesin FTI UII.
- Ramadhoni, R. (2016). *Desain dan Pembuatan Bros Wanita Bermotif UII*. Yogyakarta: Teknik Mesin FTI UII.
- Shopsunakajewelryid.com (2020). “Liontin Perak 925 Koleksi Padma Acala Gold Plated” Diakses pada 19 Juli 2020 dari <https://shopsunakajewelryid.com/products/padma-acala-gold-plated-balinese-pendant>.
- Suwasono, I.P. (2021). *Pembuatan Model Suvenir Bros Logo Teknik Mesin Universitas Islam Indonesia*. Yogyakarta: Teknik Mesin FTI UII
- Wibowo, P. A. (2016). *Pembuatan Desain Cangkir Bermotif UII dengan Desain yang Terpisah*. Yogyakarta: Teknik Mesin FTI UII.

LAMPIRAN

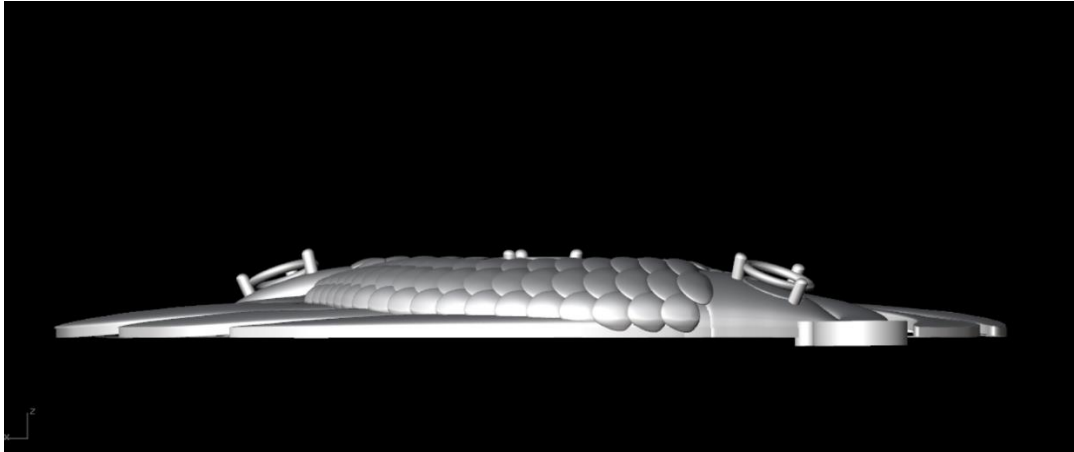
Desain Tampak Atas



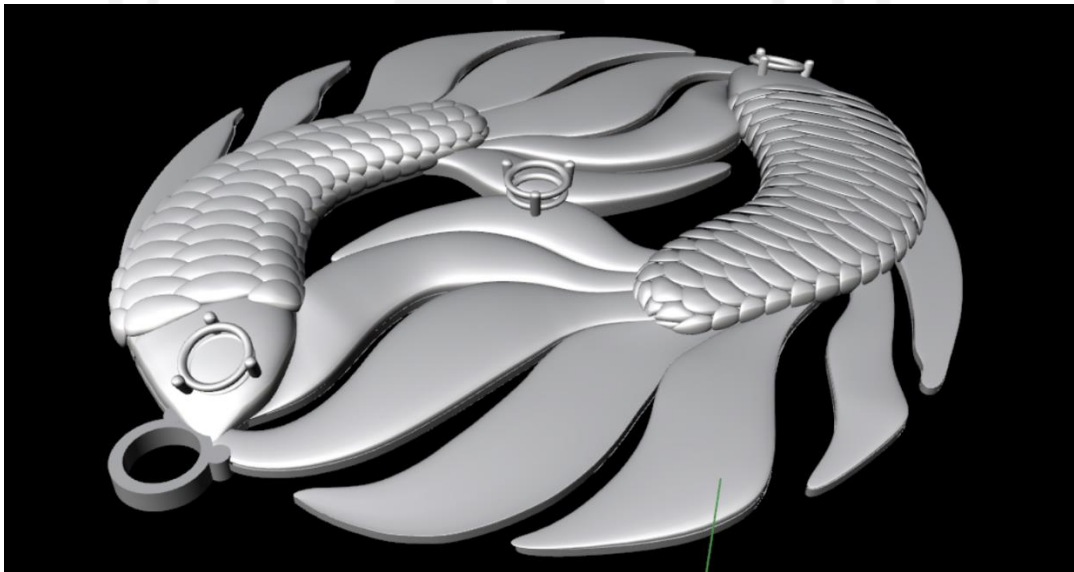
Desain Tampak Bawah



Desain Tampak Samping



Desain Tampak Perspektif



الجمعة، الأستد الاندو

Parameter Pemesinan CNC Master Liontin

Parameter	Pemesinan Atas		Pemesinan Bawah	
	<i>Roughing</i>	<i>Finishing</i>	<i>Roughing</i>	<i>Finishing</i>
<i>Tools</i>	<i>Endmill 3mm</i>	<i>Taperd Ballnose 0,25mm 5°</i>	<i>Endmill 3mm</i>	<i>Taperd Ballnose 0,25mm 5°</i>
<i>Stepover</i>	1.5 mm	0,05 mm	1,5 mm	0,05 mm
<i>Stepdown</i>	1 mm	1 mm	1 mm	1 mm
<i>Feedrate</i>	17 mm/min	83 mm/min	17 mm/min	83 mm/min
<i>Plungerate</i>	4 mm/min	83,33 mm/min	4 mm/min	83,33 mm/min
<i>Spindle Speed</i>	12.000 rpm	17.000 rpm	12.000 rpm	17.000 rpm
<i>Strategy</i>	<i>Raster</i>	<i>Spiral In Box</i>	<i>Raster</i>	<i>Spiral In Box</i>
<i>Material Thickness</i>	4,9 mm	3,3 mm	4,9 mm	3,3 mm
<i>Time</i>	57:39	4:44:51	48:55	5:27:49