

**PEMBUATAN MATA BATU PERMATA BERBAHAN RESIN  
BERISIKAN FLORA DAN FAUNA SERTA  
PENGAPLIKASIANNYA PADA MASTER LIONTIN  
BERBAHAN AKRILIK**

**TUGAS AKHIR**

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



**Disusun Oleh :**

**Nama : Aldia Dias Putranto  
No. Mahasiswa : 19525136  
NIRM : 1907300511**

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

**2024**

## **PERNYATAAN KEASLIAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

NAMA : Aldia Dias Putranto

NIM : 19525136

Bismillahirrahmanirrahim dengan ini saya menyatakan bahwa dalam tugas akhir dengan judul “PEMBUATAN MATA BATU PERMATA BERBAHAN RESIN BERSIKAN FLORA DAN FAUNA SERTA PENGAPLIKASIANNYA PADA MASTER LIONTIN BERBAHAN AKRILIK” ini merupakan hasil kerja saya sendiri kecuali kutipan dan ringkasan yang saya cantumkan sumbernya sebagai referensi. Apabila dikemudian hari terbukti pernyataan ini tidak benar, saya bersedia menerima hukuman/sanksi sesuai hokum yang berlaku di Universitas Islam Indonesia.

Yogyakarta, 1 Februari 2024



Aldia Dias Putranto

**LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING**

**PEMBUATAN MATA BATU PERMATA BERBAHAN RESIN**  
**BERISIKAN FLORA DAN FAUNA SERTA**  
**PENGAPLIKASIANNYA PADA MASTER LIONTIN**  
**BERBAHAN AKRILIK**

**TUGAS AKHIR**

**Disusun Oleh :**

**Nama : Aldia Dias Putranto**  
**No. Mahasiswa : 19525136**  
**NIRM : 1907300511**

Yogyakarta, 11 Januari 2024

Pembimbing,



Dr. Ir. Paryana Puspaputra, M. Eng



**LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI**

**PEMBUATAN MATA BATU PERMATA BERBAHAN RESIN  
BERISIKAN FLORA DAN FAUNA SERTA  
PENGAPLIKASIANNYA PADA MASTER LIONTIN  
BERBAHAN AKRILIK**

**TUGAS AKHIR**

**Disusun Oleh :**

**Nama : Aldia Dias Putranto  
No. Mahasiswa : 19525136  
NIRM : 1907300511**

**Tim Penguji**

Dr. Ir. Paryana Puspaputra, M. Eng


Ketua



Tanggal : 31/01/2024

Irfan Aditya Dharma, S.T., M.Eng., Ph.D.

Anggota I



Tanggal : 30/01/2024

Ir. Faisal Arif Nurgesang, S.T., M.Sc. IPP

Anggota II



Tanggal : 29 Januari 2024

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Mesin



Dr. Kholidh, S. T., M. T., IPP



## **HALAMAN PERSEMBAHAN**

Puji syukur dipanjatkan kepada Allah SWT, atas rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir ini dan akan dipersembahkan kepada :

1. Bapak, Ibu, dan Adik yang selalu mendoakan dan memberikan semangat pada penulis untuk menyelesaikan laporan tugas akhir ini.
2. Segenap dosen program studi Teknik Mesin Universitas Islam Indonesia khususnya Bapak Dr. Ir. Paryana Puspaputra, M. Eng.
3. Teman-teman 109 sebagai teman seperjuangan dalam melaksanakan tugas akhir.

## **HALAMAN MOTTO**

“To every actions there is opposed an equal reaction”

[Isaac Newton]

“There is no comfort, you just choose which burden you want to carry”

[Mobius]

“No amount of money could ever bought a second time”

[Tony Stark]



## **KATA PENGANTAR ATAU UCAPAN TERIMA KASIH**

Puji syukur dipanjatkan ke hadirat Allah SWT berkat rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir ini. Dalam penyusunan laporan tugas akhir ini penulis mendapat bimbingan dan arahan dari berbagai pihak. Untuk itu penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Cucuk, Ibu Ery, dan Adik Alwi . Selaku keluarga yang selalu mendukung dalam bentuk moral maupun materi.
2. Bapak Dr. Ir. Muhammad Khafidh, S. T., M. T., IPP. Selaku Kaprodi Teknik Mesin Universitas Islam Indonesia.
3. Bapak Dr. Ir. Paryana Puspaputra, M. Eng. Selaku dosen pembimbing yang selalu memberikan ilmu dan memberikan kesempatan penulis untuk berproses.
4. Mas Rizky Wirantara. Selaku Laboran yang telah banyak membantu dalam melakukan penelitian di lab.
5. Teman-teman 109 sebagai teman seperjuangan tugas akhir yang telah banyak memberikan masukan kepada penulis.
6. Zettira Geraldine yang selalu meluangkan waktu untuk menemani penulis mengerjakan skripsi, mendengarkan keluhan penulis ketika melakukan proses penelitian.
7. Teman-teman kontrakan sebagai teman tinggal selama melakukan penulisan yang telah membuat suasana tempat tinggal yang nyaman.

Demikian penulis sampaikan dalam laporan ini. Penulis mengetahui bahwa laporan ini jauh dari kata sempurna, oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran. Semoga penlitian ini dapat berguna bagi mahasiswa dan masyarakat umum. Atas perhatiannya penulis ucapkan terima kasih.

Yogyakarta, 9 Januari 2024



Aldia Dias Putranto

19525136

## **ABSTRAK**

Penelitian ini menggambarkan proses pembuatan batu resin dengan menggabungkan keindahan flora dan fauna serta pengaplikasiannya pada master liontin. Melalui perkembangan industri manufaktur juga menjadi dasar dari penelitian, belum banyak ditemukan penggabungan antara teknologi dengan seni. Bantuan dari adanya Computer Aided Design (CAD), Computer Aided Manufacture (CAM), dan Computer Numerical Control (CNC) membuat proses manufaktur menjadi lebih efisien. Hal ini dikarenakan ketiga proses tersebut dapat menghasilkan produk dalam jumlah yang banyak, dengan waktu produksi yang singkat, dan tanpa cacat produksi. Hasil akhir dari penelitian ini adalah sebuah batu resin dan master liontin yang tidak hanya memesona mata, tetapi juga menciptakan rasa kagum terhadap keindahan alam. Dengan demikian, penelitian ini dapat memberikan kontribusi terhadap pengembangan seni terutama di bidang perhiasan modern dan menginspirasi untuk mengeksplorasi kreatifitas dalam menggabungkan seni, alam, dan teknologi.

Kata kunci : CAD, CAM, CNC, Silikon, Resin.

## DAFTAR ISI

Halaman Judul .....	i
Pernyataan Keaslian .....	ii
Lembar Pengesahan Dosen Pembimbing .....	iii
Lembar Pengesahan Dosen Penguji .....	v
Halaman Persembahan .....	vii
Halaman Motto .....	viii
Kata Pengantar atau Ucapan Terima Kasih .....	ix
Abstrak .....	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 atau Perancangan .....	2
1.5 Manfaat Penelitian atau Perancangan .....	3
1.6 Sistematika Penulisan .....	4
Bab 2 Tinjauan Pustaka .....	5
2.1 Kajian Pustaka .....	5
2.2 Batu Permata .....	6
2.3 Kriteria Batu Permata .....	6
2.4 CAD (Computer Aided Design) dan CAM (Computer Aided Manufacturing) .....	8
2.4.1 3Design .....	8
2.4.2 ArtCam JewelSmith 2011 .....	9
2.5 CNC (Computer Numerical Control) .....	9
2.6 Mata Pahat .....	10
2.6.1 Endmill .....	10
2.6.2 Conical .....	10

2.7	Silicone Rubber RTV 48.....	11
2.8	Resin Epoksi .....	11
Bab 3 Metode Penelitian.....		13
3.1	Alur Penelitian .....	13
3.2	Peralatan dan Bahan.....	14
3.2.1	Alat .....	14
3.2.2	Bahan .....	15
3.3	Desain Master Batu.....	15
3.4	Proses Pemesinan Master Batu .....	16
3.4.1	Proses Roughing.....	17
3.4.2	Proses Finishing.....	17
3.5	Pembuatan Cetakan Silikon .....	17
3.6	Pengecoran Resin.....	18
3.7	Desain Master Lontin .....	19
3.8	Pemesinan Master Lontin .....	20
3.8.1	Proses Pemesinan Atas .....	21
3.8.2	Proses Pemesinan Bawah .....	21
3.9	Pengaplikasian Batu Resin Pada Master Lontin .....	21
Bab 4 Hasil dan Pembahasan .....		22
4.1	Hasil dan Pembahasan Pemesinan Master Batu .....	22
4.2	Hasil dan Pembahasan Cetakan Silikon.....	23
4.3	Hasil dan Pembahasan Pengecoran Resin .....	23
4.4	Hasil dan Pembahasan Mata Batu Resin .....	24
4.5	Hasil dan Pembahasan Pemesinan Master Lontin .....	26
4.6	Hasil dan Pembahasan Pengaplikasian Batu Resin Pada Master Lontin	28
Bab 5 Penutup.....		29
5.1	Kesimpulan .....	29
5.2	Saran .....	29
Daftar Pustaka .....		30

## DAFTAR TABEL

Tabel 3-1	Tabel Alat dan Fungsi.....	11.
Tabel 3-2	Tabel Bahan.....	12.
Tabel 3-3	Tabel Parameter Pemesinan Master Batu.....	13.
Tabel 3-4	Tabel Parameter Pemesinan Master Lontin.....	17.

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2-1	Tingkat Kejernihan Batu Permata.....	7.
Gambar 2-2	Potongan Batu Permata.....	7.
Gambar 2-3	Software 3Design .....	8.
Gambar 2-4	Software ArtCAM JewelSmith.....	9.
Gambar 2-5	109 CEDU CNC.....	9.
Gambar 2-6	Mata Pahat Endmill.....	10.
Gambar 2-7	Mata Pahat Conical.....	11.
Gambar 2-8	Silicone Rubber RTV-48.....	11.
Gambar 3-1	Alur Pembuatan Cetakan Silikon Master Batu.....	13.
Gambar 3-2	Alur Pembuatan Batu Resin.....	13.
Gambar 3-3	Alur Pembuatan Master Liontin.....	14.
Gambar 3-4	Bagian-Bagian Pada Diamond.....	15.
Gambar 3-5	Desain Master Batu.....	16.
Gambar 3-6	Pembuatan Strategi Pemesinan Master Batu.....	17.
Gambar 3-7	Proses Vakum.....	18.
Gambar 3-8	Cetakan Silikon.....	18.
Gambar 3-9	Proses Pengecoran Mata Batu Resin.....	19.
Gambar 3-10	Desain Master Liontin.....	20.
Gambar 3-11	Pembuatan Strategi Pemesinan Master Liontin.....	21.
Gambar 4-1	Hasil Pemesinan Master Batu Pertama.....	22.
Gambar 4-2	Hasil Pemesinan Master Batu Kedua.....	22.
Gambar 4-3	Cetakan Silikon.....	23.
Gambar 4-4	Percobaan Kedua Campuran Resin.....	24.
Gambar 4-5	Batu Resin Pertama.....	24.
Gambar 4-6	Pantulan Cahaya Pada Mata Batu Pertama.....	25.
Gambar 4-7	Mata Batu Resin Kedua.....	25.
Gambar 4-8	Pantulan Cahaya Pada Mata Batu Kedua.....	25.
Gambar 4-9	Mata Batu Dengan Perbesaran 10x.....	26.
Gambar 4-10	Pantulan Cahaya Pada Mata Batu Dengan Perbesaran 10x....	26.
Gambar 4-11	Master Liontin Pertama.....	27.

Gambar 4-12	Hasil Jadi Master Lontin.....	27.
Gambar 4-13	Pengaplikasian Batu Resin Pada Master Lontin.....	28.

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Seni ukir modern telah membuka peluang baru dalam menciptakan karya seni yang dapat menggabungkan keajaiban alam dengan keahlian manusia. Salah satu inovasi terkini dalam seni ukir adalah pembuatan mata batu resin berisikan flora dan fauna yang kemudian diaplikasikan pada master liontin. Mata batu resin ini memberikan kesempatan untuk dapat menciptakan karya seni yang tidak hanya memukau mata, tetapi juga merangsang rasa kagum terhadap alam dengan keindahan flora dan faunanya. Selain itu, flora dan fauna diambil sebagai inspirasi utama dalam seni ini dikarenakan keindahan alam merupakan sumber daya kreatif yang tidak terbatas. Kombinasi antara teknologi dengan keindahan alam dapat memberikan warna baru dalam seni ukir perhiasan.

Dalam beberapa tahun terakhir, perkembangan teknologi manufaktur, terutama di bidang resin telah membuka berbagai macam peluang bagi para seniman. Persaingan global juga menuntut para seniman untuk mampu memberikan output yang spesial agar dapat bertahan (Ilhamuddin et al., 2018). Perkembangan ini dapat memberikan seniman ruang untuk bereksplorasi dalam menciptakan sebuah karya seni dengan sangat detail dan realistis. Penggunaan teknologi seperti *Computer Aided Design* (CAD) memungkinkan seniman untuk merancang dengan presisi dan teknologi seperti *Computer Numerical Control* (CNC) memungkinkan seniman untuk memproduksi massal dengan akurasi tinggi.

Dengan memahami teknologi yang ada, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi yang signifikan terhadap perkembangan seni ukir modern serta dapat memberikan pengalaman baru bagi para seniman dan penikmat seni mengenai proses pembuatan seni ukir modern



## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang telah disampaikan, maka ditentukanlah rumusan masalahnya yaitu bagaimana merealisasikan sebuah desain mata batu resin menjadi sebuah mata batu resin yang berisikan flora dan fauna serta mengaplikasikannya pada sebuah master liontin.

## **1.3 Batasan Masalah**

Adapun Batasan masalah dalam penelitian ini meliputi hal-hal sebagai berikut:

- a. Pembuatan desain menggunakan *software* 3DESIGN V10.
- b. Proses pembuatan simulasi pemesinan menggunakan *software* ArtCam JewelSmith 2011.
- c. Proses pemesinan menggunakan mesin 109 CEDU CNC serta menggunakan *software* Mech3Mill.
- d. Material yang digunakan adalah akrilik setebal 10mm, *silicone rubber* RTV-48, dan resin epoksi.
- e. Penelitian ini tidak membahas proses pemesinan.
- f. Penelitian ini tidak membahas kekuatan material.
- g. Hasil jadi adalah mata batu resin dan master liontin.

## **1.4 Tujuan Penelitian atau Perancangan**

Berdasarkan batasan masalah di atas, maka didapatkan tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

- a. Membuat produk perhiasan berupa mata batu resin yang berisikan flora maupun fauna dan sebuah master liontin.
- b. Mengetahui peran teknologi pada seni ukir modern.
- c. Mengamati kendala-kendala yang terjadi pada setiap proses yang dikerjakan selama penelitian.

## **1.5 Manfaat Penelitian atau Perancangan**

- a. Manfaat Bagi Peneliti
  1. Memberikan pemahaman pada mahasiswa mengenai proses pembuatan perhiasan.
  2. Memaksimalkan tingkat kreatifitas mahasiswa.
  3. Meningkatkan kemampuan mahasiswa dalam proses desain dan pemesinan serta meningkatkan tingkat ketelitian mahasiswa.
- b. Manfaat Bagi Masyarakat
  1. Membantu masyarakat membuka peluang pekerjaan baru.
  2. Menambah wawasan pada masyarakat mengenai proses pembuatan perhiasan dengan cara modern.
- c. Manfaat Bagi Industri
  1. Membantu sektor industri khususnya sektor kerajinan perhiasan mengenai pembuatan perhiasan dengan cara yang lebih efektif.
  2. Membantu dalam memberi pandangan baru bahwa ada cara lain dalam membuat perhiasan.
- d. Manfaat Bagi Kampus
  1. Memberikan sebuah pandangan baru pada para calon mahasiswa Teknik Mesin Universitas Islam Indonesia bahwa Teknik Mesin juga dapat masuk ke sektor kerajinan perhiasan.
  2. Membuka peluang untuk Teknik Mesin jika terdapat kerjasama dalam pembuatan perhiasan.
  3. Membuka kesempatan bagi Universitas Islam Indonesia khususnya program studi Teknik Mesin untuk mengungguli universitas lain dalam lingkup kerajinan perhiasan.

## **1.6 Sistematika Penulisan**

Dalam penelitian tugas akhir ini, diuraikan secara berurutan agar dapat memperjelas pembahasan. Penelitian ini dibagi ke dalam lima bab, bab 1 berisi latar belakang , rumusan masalah, batasan masalah, tujuan perancangan, manfaat perancangan, dan sistematika penulisan. Bab 2 berisikan kajian pustaka yang digunakan sebagai dasar pemecahan masalah. Bab 3 berisikan langkah-langkah penelitian yang digunakan dalam pembuatan tugas akhir ini. Bab 4 membahas mengenai data dan percobaan yang dilakukan selama melakukan perancangan serta menjelaskan hasil yang dicapai. Bab 5 berisikan penutup dan kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan.

## **BAB 2**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Kajian Pustaka**

Seni kerajinan merupakan sebuah karya yang dihasilkan dari sebuah keterampilan tangan untuk menciptakan sebuah barang (Hamsar, 2016). Penelitian ini membahas mengenai pembuatan batu resin yang mengacu pada hasil dari penelitian sebelumnya mengenai proses pemesinan master produk dan pembuatan cetakan silikon.

Pada pelaksanaannya, ada beberapa tahapan yang dilakukan mengacu pada penelitian sebelumnya mengenai proses pembuatan master perhiasan. Berdasarkan (Akhir, 2021) pembuatan produk diawali dengan pembuatan desain menggunakan *software* 3Design. Lalu dilanjutkan pembuatan master berbahan akrilik menggunakan mesin 109 CEDU CNC, kemudian pembuatan cetakan silikon menggunakan *silicone rubber* RTV-48, dan diakhiri dengan proses *injection wax* untuk menghasilkan model lilin.

Pada tahap pemesinan dalam penelitian tersebut menggunakan metode pemesinan CNC dua sisi secara manual (Purnomo, 2017). Kemudian untuk pembuatan cetakan silikon menggunakan *silicone rubber* RTV-48

Penelitian diawali dengan perancangan desain mata batu menggunakan *software* 3Design, kemudian menggunakan *software* ArtCAM untuk membuat toolpath yang nantinya akan dilakukan pemesinan menggunakan mesin 109 CEDU CNC. Setelah itu, dilanjutkan dengan pembuatan cetakan silikon menggunakan *silicone rubber* RTV-48, lalu diakhiri dengan pengecoran resin.

## 2.2 Batu Permata

Batu permata merupakan sebuah batu yang terbentuk dari pendinginan magma atau lava yang bersuhu di atas 1000 derajat celcius dalam rentang waktu ratusan hingga milyaran tahun dan berisikan satu atau beberapa komponen kimia. Menurut pandangan dunia perdagangan, batu permata merupakan batuan mineral yang biasanya berwarna transparan yang diperoleh dari alam dengan karakteristik batu yang berbeda-beda. Pada prosesnya batu permata perlu mengalami beberapa proses seperti proses pemotongan, proses pembentukan, dan proses penghalusan sehingga memiliki nilai jual (Bima Prasetya, 2018).

## 2.3 Kriteria Batu Permata

Berdasarkan (Nugroho et al., 2019) kriteria batu permata dibagi menjadi empat kriteria yaitu :

### 1. *Color* (warna)

Warna pada batu permata berhubungan dengan *hue*, yaitu warna utama yang terdapat pada batu itu sendiri. Selain itu *tone* juga memengaruhi memengaruhi warna, *tone* merupakan seberapa banyak warna yang agak gelap kehitaman yang ada pada batu permata atau sisi gelap dan terangnya batu permata.

### 2. *Clarity* (kejernihan)

Kejernihan mewakili kebersihan dan kemurnian dari sebuah batu permata. Kebanyakan batu permata mengandung kotoran atau cacat. Untuk klasifikasinya, kejernihan dibagi menjadi:

- a. *Very Very Slightly Included*, mengandung cacat yang sangat kecil seperti *crystal* (kristal), *feather* (cacat seperti bulu), *cloud* (awan) kecil dan sangat sulit dilihat dengan kaca pembesar 10x.
- b. *Very Slight Included*, mengandung sedikit cacat seperti *crystal*, *feather*, *cloud* yang agak sulit dilihat melalui kaca pembesar 10x.

- c. *Slightly Included*, mengandung cacat seperti *crystal*, *cavities* (lubang atau rongga kecil), dan *feather* yang mudah dilihat oleh penilai yang berpengalaman dengan kaca pembesar 10x
- d. *Include*, mengandung cacat yang biasanya terdiri dari *feather*, *crystal* atau lainnya yang berukuran agak besar dan terlihat jelas menggunakan kaca pembesar 10x maupun dengan mata telanjang (*unaided eyes*).
- e. *Opaque*, tidak tembus cahaya sama sekali.

Gambaran kejernihan pada batu ditunjukkan pada gambar 2-1



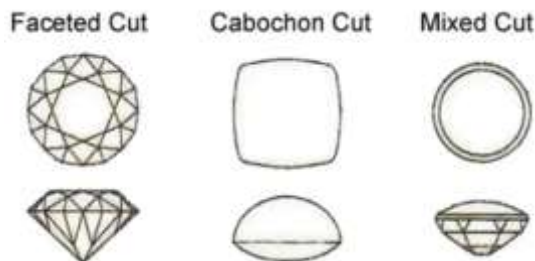
Gambar 2-1 Tingkat Kejernihan Batu Permata

### 3. *Cut* (potongan)

Jenis potongan dan asahan pada batu permata dibagi tiga yaitu:

- a. *Cabochon*, tidak mempunyai facet sama sekali dan berbentuk polos seperti bentuk tempurung.
- b. *Faceted*, bentuk potongan pada batu dengan asahan sudut kecil seperti potongan pada berlian.
- c. *Mixed cut*, bentuk potongan perpaduan *cabochon* dan *faceted*. Misalnya potongan permukaan atas kepalanya polos dan pada bagian bawahnya *facet*.

Contoh potongan batu ditunjukkan pada gambar 2-2



Gambar 2-2 Potongan Batu Permata

#### 4. *Carat* (bobot)

Suatu batu permata dijual menurut beratnya. Idealnya, semakin besar suatu bobot pada batu permata maka semakin mahal harganya.

## 2.4 CAD (Computer Aided Design) dan CAM (Computer Aided Manufacturing)

CAD (Computer Aided Design) merupakan perangkat berbasis komputer yang digunakan untuk membantuk insinyur teknik, arsitek, seorang professional perancangan yang bekerja dalam membuat sebuah desain rancangan. CAD digunakan dalam proses perancangan dan pengembangan produk sehingga mendapatkan hasil yang pasti (Handayani & Ningsih, 2005).

CAM (Computer Aided Manufacturing) merupakan sebuah sistem manufaktur yang bertujuan untuk menerjemahkan desain gambar dua dimensi maupun tiga dimensi menjadi sebuah kode yang disebut *G-Code* agar dapat digunakan pada proses pemesinan menggunakan mesin CNC (Computer Numerical Control) (Handayani & Ningsih, 2005).

### 2.4.1 3Design

3Design merupakan sebuah perangkat lunak yang ideal untuk membuat model perhiasan. Perangkat lunak ini didedikasikan untuk turut andil dalam pembuatan perhiasan. Dengan perangkat lunak ini memungkinkan pengguna agar dapat berkonsentrasi pada desain, bukan pada perangkat lunak. Dapat dilihat pada gambar 2-1 merupakan tampilan dari 3Design V11.



Gambar 2-3 Software 3Design

### 2.4.2 ArtCam JewelSmith 2011

Artistic Computer Aided Manufacturing merupakan sebuah perangkat lunak CAD/CAM yang diciptakan untuk menjadi solusi dalam pembuatan desain produk seni dan menerjemahkan sebuah desain dua dimensi maupun tiga dimensi menjadi sebuah kode pemesian CNC atau *G-Code*. Gambar 2-2 merupakan tampilan dari ArtCam.



Gambar 2-4 Software ArtCAM JewelSmith

### 2.5 CNC (Computer Numerical Control)

CNC (Computer Numerical Control) merupakan sebuah sistem pemesinan yang bergerak menggunakan kode perintah yang sudah dibuat menggunakan CAM (Computer Aided Manufacture). Kode ini berupa kode numerik yang berisikan koordinat arah gerak mesin. Kode ini juga menjadi patokan agar proses pemesinan sesuai dengan desain yang sudah dibuat.

Proses yang dilakukan oleh mesin CNC berupa proses pemakanan material (*roughing*) dan penghalusan material (*finishing*). Pada penelitian ini menggunakan mesin 109 CEDU CNC yang dapat dilihat pada gambar 2-5



Gambar 2-5 109 CEDU CNC



## 2.6 Mata Pahat

Mata pahat berfungsi untuk melakukan pemakanan benda kerja sesuai dengan arahan kode numerik yang telah dibuat. Pemilihan mata pahat juga haruslah dengan benar agar benda kerja dapat dilakukan pemesinan. Pada penelitian ini, pahat yang digunakan adalah pahat endmill dan conical yang keduanya bermaterial HSS (*high Speed Steel*)

### 2.6.1 Endmill

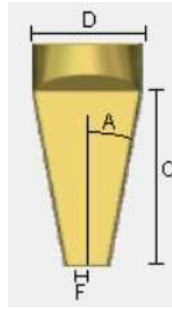
Endmill merupakan salah satu dari berbagai macam mata pahat pada mesin CNC dan merupakan mata pahat yang paling sering digunakan (Syam et al., 2021). Pahat endmill digunakan untuk melakukan proses pemakanan permukaan baik secara horizontal maupun vertikal, menyudut, maupun melingkar (Ramadhan Dwi Prasetyo, 2018). Pada penelitian ini menggunakan pahat endmill berdiameter 3mm seperti yang ditunjukkan pada gambar 2-6.



Gambar 2-6 Mata Pahat Endmill

### 2.6.2 Conical

Conical adalah salah satu mata pahat yang dipakai dalam proses pemesinan CNC. Penggunaan mata pahat ini biasanya untuk melakukan pemakanan terhadap bentuk-bentuk yang memiliki lekukan tajam serta ukiran-ukiran yang berukuran kecil. Pada penelitian ini menggunakan pahat conical berukuran 0.125 flat 75°. Mata pahat conical ditunjukkan pada gambar 2-7.



Gambar 2-7 Mata Pahat Conical

## 2.7 Silicone Rubber RTV 48

*Silicone rubber* RTV 48 merupakan silikon cair berwarna putih yang memang diperuntukkan untuk membuat sebuah cetakan (mold). *Silicone rubber* RTV memiliki berbagai kekerasan dari yang sangat lembut sampai yang sedang sesuai dengan jenisnya (Setiawan et al., 2017).

*Silicone rubber* RTV 48 seperti pada gambar 2-8 merupakan silikon cair berwarna putih yang memang diperuntukkan untuk membuat cetakan (mold). Dalam penggunaannya *silicone rubber* RTV 48 perlu ditambahkan hardener agar cairan tersebut dapat mengeras dan akhirnya menjadi sebuah cetakan dari barang yang ingin dicetak.



Gambar 2-8 Silicone Rubber RTV-48 dan Hardener

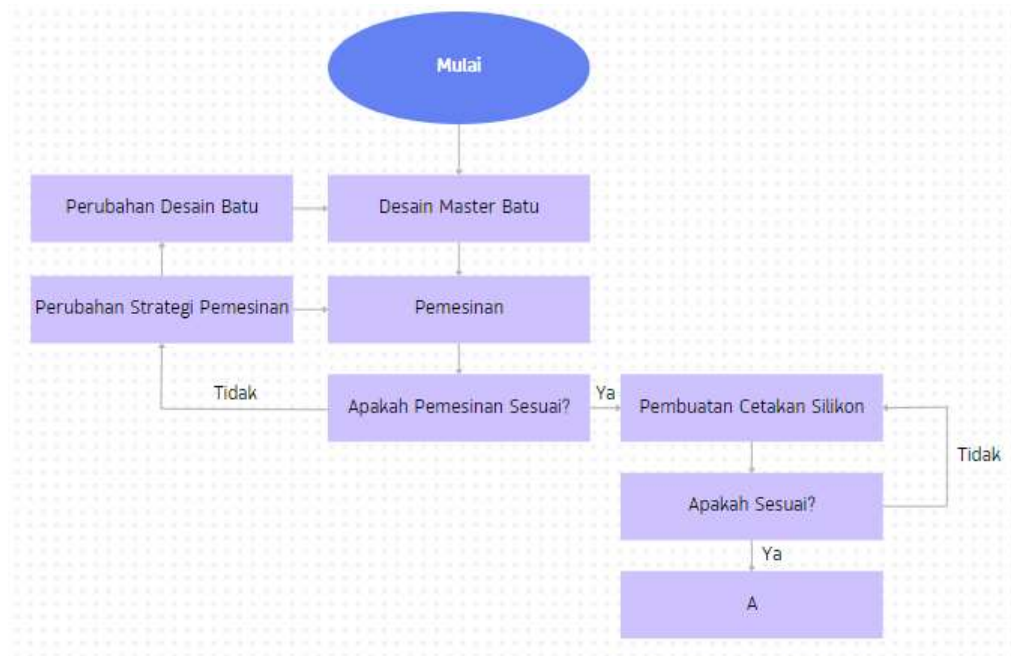
## 2.8 Resin Epoksi

Resin Epoksi merupakan sebuah cairan yang terkenal dalam pembuatan kerajinan tangan salah satunya dalam pembuatan batu resin. Resin epoksi sering digunakan dalam pembuatan kerajinan dikarenakan memiliki kekuatan yang lebih baik dalam artian tidak mudah pecah atau tergores dan memiliki tingkat kejernihan yang tinggi. Resin ini juga biasa digunakan untuk bahan campuran

pembuatan kemasan, bahan cetakan dan perekat (Siregar et al., 2009). Penggunaan resin epoksi perlu dicampurkan dengan katalis agar resin dapat mengeras dan akhirnya menjadi produk yang diinginkan. Dapat dilihat pada gambar 2-5 merupakan resin epoksi dan katalisnya.

## BAB 3 METODE PENELITIAN

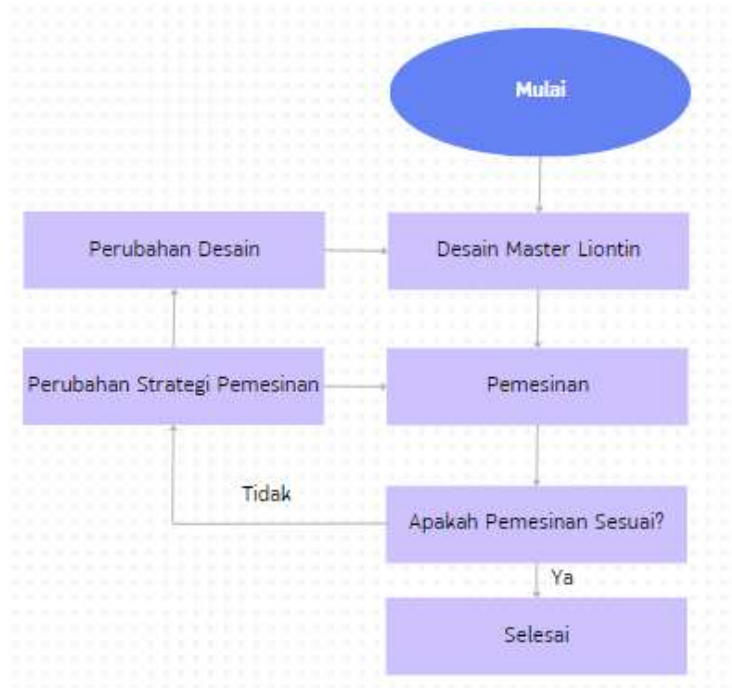
### 3.1 Alur Penelitian



Gambar 3-1 Alur Pembuatan Cetakan Silikon Master Batu



Gambar 3-2 Alur Pembuatan Batu Resin



Gambar 3-3 Alur Pembuatan Master Lintin

## 3.2 Peralatan dan Bahan

### 3.2.1 Alat

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

**Tabel 3-1 Alat dan Fungsi**

No	Alat	Fungsi
1	Laptop	Membuat desain master lintin dan desain batu
2	109 Cedu CNC	Merealisasikan desain master dan desain batu
3	Timbangan	Menimbang takaran silikon dan resin agar sesuai dengan takaran
4	Tabung Vakum	Menghilangkan udara yang terkandung dalam campuran silikon dan resin
5	Hotgun	Menghilangkan buih pada resin
6	Pinset	Merapihkan posisi benda yang akan ditaruh ke dalam resin

### 3.2.2 Bahan

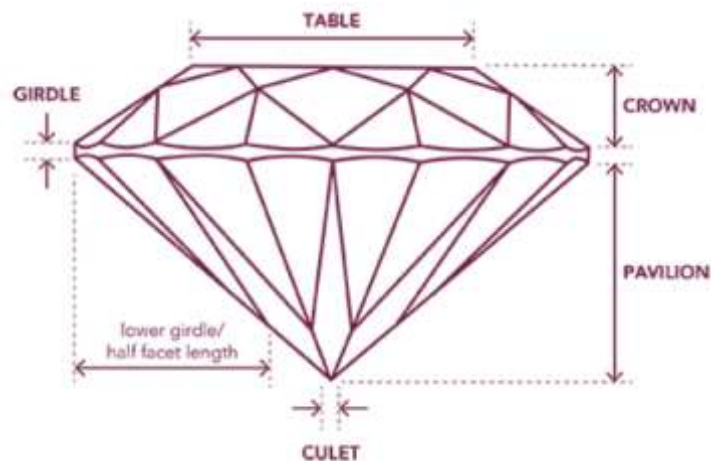
Bahan yang digunakan pada penelitian ini dapat di lihat pada tabel 3-2.

**Tabel 3-2 Bahan**

No	Bahan
1	Akrilik 10mm
2	Compound
3	<i>Silicone Rubber RTV 48 dan Silicone Hardener</i>
4	Resin Epoksi dan Katalis Resin
5	Kepik Putih
6	Kepik Merah Bintik
7	Bunga Gysophila Kering

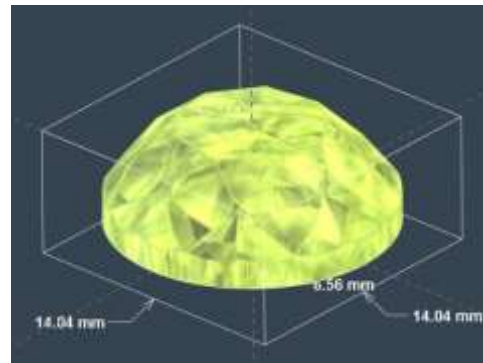
### 3.3 Desain Master Batu

Perancangan desain master batu menggunakan *software* 3Design V11 dengan motif *round brilliant cut diamond*. Motif tersebut digunakan karena motif tersebut merupakan salah satu batu permata yang menjadi pilihan utama untuk menghiasi perhiasan. Motif ini termasuk ke dalam *faceted cut* pada bentuknya terdapat sudut-sudut kecil sehingga dapat menangkap dan memancarkan cahaya dari setiap sudut serta menimbulkan kesan berkilau. Gambar 3-4 merupakan bagian-bagian pada diamond.



Gambar 3-4 Bagian-Bagian Pada Diamond

Pada proses pembuatannya digunakan desain template yang terdapat pada aplikasi 3Design. Kemudian dilakukan pemotongan bagian *pavilion*, sehingga menyisakan bagian *girdle*, *crown*, dan *table*. Ukuran yang digunakan dalam perancangan desain master batu ini adalah 14.04mm untuk diameternya dan 6.56mm untuk ketebalannya. Gambar 3-5 merupakan desain master batu.



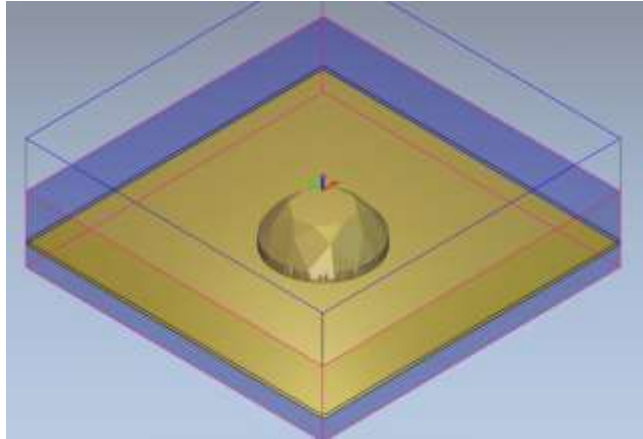
Gambar 3-5 Desain Master Batu

### 3.4 Proses Pemesinan Master Batu

Proses pemesinan master batu diawali dengan membuat *g-code* strategi pemesinan menggunakan *software* ArtCAM JewelSmith 2011 lalu lanjut pemesinan menggunakan mesin 109 CEDU CNC. Pemesinan ini menggunakan akrilik setebal 10mm yang nantinya akan dibagi menjadi dua tahap, yang pertama roughing dan yang kedua finishing. Dapat dilihat pada tabel 3-3 merupakan parameter pemesinan master batu

Tabel 3-3 Parameter Pemesinan Master Batu

Parameter	Roughing	Finishing
Jenis Pahat	Endmill 3mm	Conical 0.125 flat 75°
Strategi	Raster	Spiral in box
Stepover	0.8mm	0.03mm
Stepdown	0.4mm	0.02mm
Feedrate	17mm/sec	40mm/sec
Plungerate	17mm/sec	5mm/sec
Tolerance	0.001	0.004
Time	40 menit	1 jam 37 menit



Gambar 3-6 Pembuatan Strategi Pemesinan Master Batu

### 3.4.1 Proses Roughing

Pemesinan *roughing* menggunakan mata pahat endmill berukuran 3mm dan dengan strategi *raster*. Digunakannya strategi *raster* karena strategi ini memang biasa digunakan untuk menghasilkan permukaan yang rata (Cahyati, 2007).

### 3.4.2 Proses Finishing

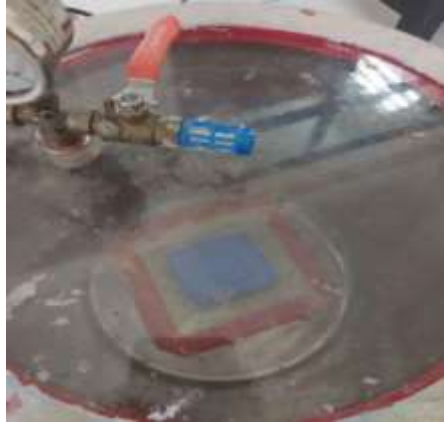
Pemesinan *finishing* akan menggunakan mata pahat conical berukuran 0.125 flat 7.5 derajat dan dengan strategi *spiral in box*. Penggunaan mata pahat conical ditujukan agar lekukan (facet) yang ada pada desain master batu terlihat jelas dan strategi *spiral in box* bertujuan agar pemesinan berfokus pada mata batu.

## 3.5 Pembuatan Cetakan Silikon

Pembuatan cetakan silikon merupakan tahap lanjutan setelah pemesinan master batu. Cetakan silikon ini diperlukan agar dapat membuat mata batu resin yang diinginkan. Silikon yang digunakan dalam pembuatan cetakan silikon adalah *silicone rubber* RTV-48. Proses pembuatannya diawali dengan pencampuran *silicone rubber* dan hardenernya dengan rasio perbandingan 50gr :



1.5gr. Campuran tersebut selanjutnya dimasukkan kedalam *vacuum chamber* untuk menghilangkan udara yang terdapat pada campuran. Proses vakum memerlukan waktu selama 4 menit untuk benar-benar menghilangkan udara di dalam campuran. Gambar 3-7 merupakan proses vakum.



Gambar 3-7 Proses Vakum

Setelah proses vakum, campuran dituangkan ke cetakan master batu agar dapat menjadi sebuah cetakan. Campuran silikon yang sudah dituangkan kemudian dibiarkan mengering selama tiga jam agar silikon dapat mengering sempurna. Gambar 3-7 merupakan cetakan silikon yang siap dipakai.



Gambar 3-8 Cetakan Silikon

### **3.6 Pengecoran Resin**

Pada proses ini memerlukan resin epoksi sebagai bahannya. Resin epoksi dicampurkan katalis dengan perbandingan 2gr resin dan 1gr katalis. Resin yang telah dicampur tersebut kemudian divakum selama 4 menit, lalu dipanaskan

dengan hotgun agar udara dalam campuran tersebut hilang. Setelah proses-proses tersebut resin siap dituangkan pada cetakan silikon dan diisi oleh flora dan fauna.

Flora yang digunakan pada pembuatan batu resin ini adalah bunga gypsophila kering. Pemilihan bunga difokuskan pada bunga kering dikarenakan bunga kering sering kali menjadi sampah dan dianggap tidak berguna. Kemudian fauna yang digunakan adalah kepik putih serta kepik merah. Kepik dipilih karena memiliki ukuran yang relatif kecil sehingga dapat masuk ke dalam ukuran mata batu dan kepik juga termasuk salah satu serangga yang memiliki nilai estetika dikarenakan corak yang terdapat pada tubuhnya. Dapat dilihat pada gambar 3-8 proses pengecoran resin.

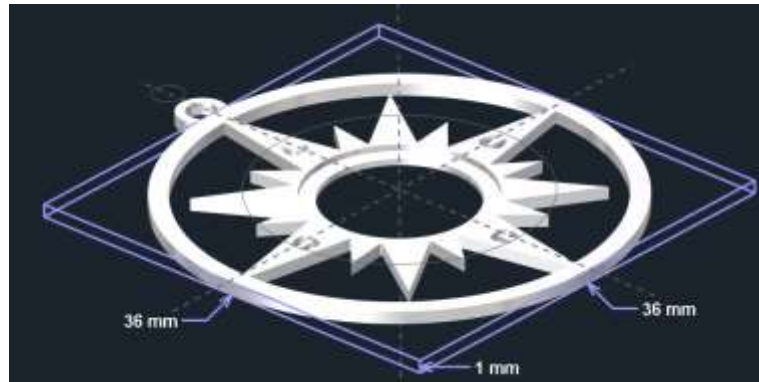


Gambar 3-9 Proses Pengecoran Mata Batu Resin

### **3.7 Desain Master Lontin**

Perancangan desain master lontin menggunakan software 3Design V10. Mengapa hanya menggunakan master lontin, dikarenakan penelitian ini berfokus pada pembuatan mata batu permata dan master lontin di sini hanya bertujuan sebagai wadah dari batu permata serta sebagai sarana untuk melakukan pengecekan apakah bentuk batu sudah sesuai. Pada perancangan desain ada beberapa kriteria yang harus dipenuhi antara lain memiliki tebal 0.7mm, panjang dan lebar tidak melebihi 5cm x 5cm, dan tentu saja desain harus semenarik mungkin karena akan dijadikan sebuah perhiasan. Pada gambar 3-9 merupakan hasil desain akhir yang akan dijadikan master lontin. Desain tersebut memiliki

ukuran 36mm x 36mm dengan tebal 1mm. Mengapa menggunakan tebal 1mm dikarenakan agar ada toleransi saat melakukan pemesinan bawah.



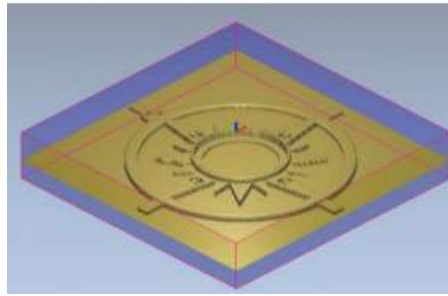
Gambar 3-10 Desain Master Lontin

### 3.8 Pemesinan Master Lontin

Pemesinan dilakukan menggunakan software ArtCAM JewelSmith 2011 dan menggunakan mesin 109 Cedu CNC. Pada pemesinan ini bahan yang digunakan adalah akrilik setebal 10mm yang nantinya akan dibagi menjadi dua bagian. Pertama bagian atas akan dilakukan proses *roughing* dan *finishing* kemudian bagian bawah akan dilakukan proses *roughing*. Tabel 3-4 merupakan parameter pemesinan master lontin.

Tabel 3-4 Parameter Pemesinan Master Lontin

Parameter	Pemesinan Atas		Pemesinan Bawah
	Roughing	Finishing	Roughing
Jenis Pahat	Endmill 3mm	Conical 0.125 flat 75°	Endmill 3mm
Strategi	Raster		
Stepover	0.8mm	0.030mm	0.8mm
Stpdown	0.4mm	0.020mm	0,4mm
Feedrate	17mm/sec	40mm/sec	17mm/sec
Plungerate	17mm/sec	5mm/sec	17mm/sec
Tolerance	0.001	0.004	0.001
Time	55 menit	1 jam 40 menit	25 menit



Gambar 3-11 Pembuatan Strategi Pemesinan Master Lontin

### **3.8.1 Proses Pemesinan Atas**

Pada proses pemesinan atas akan dibagi menjadi dua tahap. Tahap pertama *roughing* menggunakan mata pahat endmill berukuran 3mm dan *finishing* menggunakan mata pahat conical 0.125 flat 7.5 derajat.

### **3.8.2 Proses Pemesinan Bawah**

Pada proses pemesinan bawah ini dilakukan dengan memakan sisi bawah dari akrilik menggunakan mata pahat endmill 3mm. Pada pemesinan bawah tidak dilakukan proses finishing. Hal tersebut dikarenakan semua detail pada desain master lontin sudah dilakukan oleh pemesinan atas, sehingga pemesinan bawah hanya dilakukan untuk proses pemakanan bahan.

### **3.9 Pengaplikasian Batu Resin Pada Master Lontin**

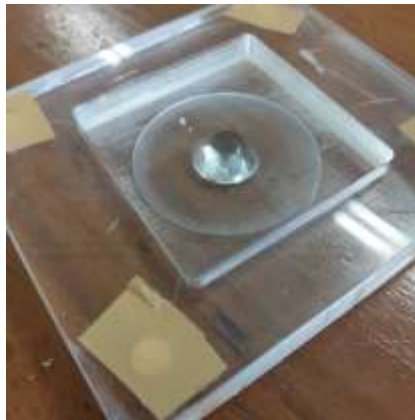
Setelah proses-proses di atas telah dilakukan, batu resin yang telah jadi dapat diaplikasikan pada master lontin hal ini bertujuan untuk melihat kecocokan antara batu resin dengan master lontin.

## **BAB 4**

### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

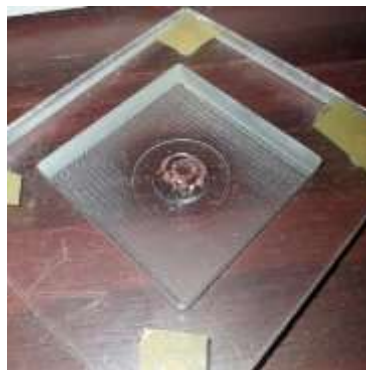
#### **4.1 Hasil dan Pembahasan Pemesinan Master Batu**

Pada pemesinan master batu, proses pemesinan dilakukan sebanyak dua kali. Pemesinan pertama master batu mengalami kegagalan dikarenakan lekukan-lekukan yang ada pada master batu tidak tampak. Hal ini dikarenakan pada percobaan pertama setelah pemesinan selesai, master batu diampelas terlebih dahulu baru dipoles menggunakan compound. Dapat dilihat pada gambar 4-1 merupakan hasil pemesinan pertama.



Gambar 4-1 Hasil Pemesinan Master Batu Pertama

Kemudian karena hasil masih belum sempurna, dilakukan percobaan pemesinan kedua namun kali ini hasil pemesinan tidak perlu diampelas tetapi langsung dipoles compound untuk mendapatkan hasil yang mengkilap. Dapat dilihat pada gambar 4-2 merupakan hasil pemesinan kedua master batu sekaligus master batu yang sesuai dengan desain.



Gambar 4-2 Hasil Pemesinan Master Batu Kedua

## 4.2 Hasil dan Pembahasan Cetakan Silikon

Pembuatan cetakan silikon diawali dengan mencampurkan 50gr *silicone rubber* rtv-48 dengan 1.5gr *silicone hardener*. Setelah tercampur, campuran tersebut harus divakum di dalam *vacuum chamber* agar udara yang terdapat dalam campuran hilang. Proses vakum dilakukan selama 4 menit agar udara di dalam campuran benar-benar hilang. Gambar 4-3 merupakan cetakan silikon yang siap digunakan.



Gambar 4-3 Cetakan Silikon

## 4.3 Hasil dan Pembahasan Pengecoran Resin

Pada proses ini resin epoksi sebanyak 2gr akan dicampurkan dengan 1gr katalis resin untuk membuat campuran resin. Setelah proses pencampuran, campuran tersebut harus melewati proses vakum untuk menghilangkan udara di dalam campuran. Proses pencampuran resin dilakukan sebanyak tiga kali percobaan untuk benar-benar mendapatkan resin sesuai kriteria yang diinginkan.

Percobaan pertama, campuran resin divakum selama 2 menit dan hasilnya masih terlalu banyak buih di dalam campuran resin. Percobaan kedua, campuran resin divakum selama 2 menit dan setelah itu dihotgun selama 1 menit. Penggunaan hotgun pada percobaan ini sangat meminimalisir buih-buih udara yang terdapat pada resin, namun hasil yang didapat belum maksimal dan menyebabkan campuran resin menjadi cepat mengering.

Dengan melakukan beberapa percobaan didapat durasi yang paling sesuai untuk menghasilkan resin sesuai kriteria yang diinginkan pada percobaan ketiga. Pada percobaan ini, campuran resin divakum selama 4 menit dan dihotgun selama 30 detik, sehingga hasil yang didapat sudah sesuai kriteria yang diinginkan antara

lain hasil yang bening tidak ada buih dan mudah untuk memasukkan flora maupun fauna. Gambar 4-4 merupakan resin yang sudah siap untuk dipakai.



Gambar 4-4 Percobaan Kedua Campuran Resin

Pada proses pengecoran resin di cetakan silikon terdapat kendala yang menyebabkan hasil batu resin tidak sesuai kriteria. Kendala tersebut antara lain, permukaan master batu yang belum mengkilap menyebabkan hasil batu resin menjadi buram, kemudian berat flora dan fauna yang ringan sehingga mengambang saat pengecoran resin, terakhir proses pendinginan batu yang tidak tepat menyebabkan batu menjadi lunak.

#### 4.4 Hasil dan Pembahasan Mata Batu Resin

Setelah proses pengecoran diperoleh hasil jadi mata batu resin. Pada gambar 4-5 merupakan hasil mata batu resin yang pertama.



Gambar 4-5 Batu Resin Pertama

Mengapa hasil tersebut dikategorikan gagal karena terdapat cacat *include* pada mata batu yang mana tidak jernih dan kecacatan dapat dilihat dengan mudah menggunakan mata telanjang. Hal tersebut dikarenakan terdapat kesalahan pada proses pencampuran dan pengecoran resin yang mengakibatkan cacat tersebut.

Tingkat kejernihan tersebut dibuktikan oleh hasil pantulan cahaya pada mata batu pada gambar 4-6



Gambar 4-6 Pantulan Cahaya Pada Mata Batu Pertama

Kemudian pada gambar 4-7 merupakan hasil mata batu resin yang kedua.



Gambar 4-7 Mata Batu Resin Kedua

Pada hasil ini mata batu dikategorikan berhasil karena memenuhi kriteria dari batu permata seperti kejernihan yang ditunjukkan dengan mata batu yang menembus warna hitam kemudian tiap sudutnya memantulkan cahaya yang masuk. Gambar 4-8 menunjukkan gambar mata batu yang memantulkan cahaya.



Gambar 4-8 Pantulan Cahaya Pada Mata Batu Kedua

Berdasarkan kriteria batu permata, kejernihan mata batu kedua dapat dikategorikan ke dalam kategori VVSI (Very Very Slightly Included) hal tersebut



dibuktikan dengan tampak batu permata dengan kaca pembesar 10x ditunjukkan pada gambar 4-9 dan gambar 4-10.



Gambar 4-9 Mata Batu dengan Perbesaran 10x



Gambar 4-10 Pantulan Cahaya Pada Mata Batu dengan Perbesaran 10x

#### **4.5 Hasil dan Pembahasan Pemesinan Master Liontin**

Proses pemesinan master liontin dilakukan sebanyak dua kali percobaan. Karena pada percobaan pertama, hasil pemesinan terlalu tipis sehingga tidak adanya ruang untuk melakukan pemakanan bawah. Hasil percobaan dapat dilihat pada gambar 4-11.



Gambar 4-11 Master Lontin Pertama

Hal tersebut disebabkan oleh penentuan titik z yang terlalu rendah. Maka dari itu, pada percobaan kedua penentuan titik z dilakukan dengan benar-benar mengukur jarak antara sisi bawah akrilik dengan titik pemakanan agar terdapat ruang untuk pemesinan bawah dan hasil bisa sesuai, dapat dilihat pada gambar 4-10 hasil pemesinan yang berhasil.



Gambar 4-12 Hasil Jadi Master Lontin

#### **4.6 Hasil dan Pembahasan Pengaplikasian Batu Resin Pada Master Lontin**

Pada Proses ini batu resin yang telah jadi diaplikasikan pada master lontin, bias dilihat pada gambar 4-13 merupakan hasil pengaplikasian batu resin pada master master lontin



Gambar 4-14 Pengaplikasian Batu Resin Pada Master Lontin

Dapat dilihat batu resin yang sudah jadi tersebut sesuai dengan ukuran tatakan batu pada master lontin.

## **BAB 5**

### **PENUTUP**

#### **5.1 Kesimpulan**

Selama proses penelitian ini dilaksanakan terdapat beberapa kesimpulan yang dapat diambil dari proses pembuatan desain hingga pengaplikasian batu resin dengan master liontin adalah sebagai berikut :

1. Telah dibuat batu resin berisikan flora dan fauna serta sebuah master liontin, pembuatan desain menggunakan software 3Design, dan proses pemesinan menggunakan mesin 109 CEDU CNC.
2. Peran teknologi seperti penggunaan software dan mesin CNC sangat membantu dalam pembuatan seni ukir modern khususnya perhiasan menjadi lebih efisien dan menghasilkan produk seakurat mungkin.
3. Selama proses penelitian, adapun beberapa kendala yang dialami seperti strategi pemesinan yang salah dan pencampuran silicon serta resin yang kurang tepat. Kedua hal tersebut sangat berpengaruh pada hasil akhir.

#### **5.2 Saran**

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan terdapat beberapa saran yang mungkin dapat dilakukan peneliti selanjutnya antara lain :

1. Sebelum melakukan penelitian sebaiknya melakukan riset terlebih dahulu mengenai apa saja yang akan dilakukan selama penelitian agar tidak melakukan kesalahan-kesalahan yang tidak perlu.
2. Memaksimalkan proses desain karena dongle terbatas.
3. Dapat membeli mata pahat agar kesempatan untuk melakukan eksplorasi lebih banyak sehingga dapat memaksimalkan hasil.
4. Memerhatikan semua langkah yang akan dilakukan agar mendapatkan hasil yang sempurna.

## DAFTAR PUSTAKA

- Akhir, T. (2021). *Pembuatan Model Suvenir Bros Logo Teknik Mesin Universitas Islam Indonesia*.
- Bima Prasetya, A. (2018). Perancangan Informasi Batu Permata Indonesia Melalui Media Buku. *Diploma Thesis, Universitas Komputer Indonesia*, 5–44.
- Cahyati, S. (2007). Pengaruh Strategi Lintasan Pahat; Raster Dan 3D Offset Terhadap Kerataan Dan Kesejajaran Produk. *Jurnal Mesin*, 9(2), 98–106.
- Hamsar, I. H. K. I. (2016). *STUDI TERHADAP LIONTIN BERBAHAN RESIN PRODUKSI LEMBAGA KESENIAN KAMPUNG RAKYAT SENI DI KECAMATAN GALESONG KABUPATEN TAKALAR*. 1–23.
- Handayani, D., & Ningsih, U. (2005). *Computer Aided Design / Computer Aided Manufactur [ CAD / CAM ] proses Siklus hidup Manajemen Produksi yang meliputi perangkat lunak dan*. X(3), 143–149.
- Ilhamuddin, H. M., Rusminah, R., Hilmiati, H., & Ahyar, M. (2018). Strategi Pengembangan Industri Kreatif Sektor Kerajinan Perhiasan Mutiara Di Kota Mataram. *Jmm Unram - Master of Management Journal*, 7(1), 58–69. <https://doi.org/10.29303/jmm.v7i1.402>
- Nugroho, N. W., Studi, P., Informatika, T., Sains, F., Teknologi, D. A. N., Islam, U., & Syarif, N. (2019). Aplikasi Taksir Harga Batu Permata Menggunakan Fuzzy Logic Berbasis Android Skripsi Aplikasi Taksir Harga Batu Permata Menggunakan Fuzzy Logic Berbasis Android Skripsi Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana Strata -1. *Skripsi*.
- Purnomo, W. C. (2017). *Desain dan Pembuatan Suvenir Bercorak UII Jogja Berupa Jepitan Dasi, Plakat dan Logo Kotak Plakat*. 1–78.
- Ramadhan Dwi Prasetyo. (2018). *Pemanfaatan Limbah Plywood Menjadi Produk Kreatif Berupa Jam Tangan Kayu Bertema Uii*.
- Setiawan, J., Prasetyo, A., & Risdiyono, R. (2017). Pengaruh Penambahan Talc Terhadap Peningkatan Nilai Kekerasan Cetakan Rtv Silicone Rubber Pada Proses Spin Casting. *Dinamika Kerajinan Dan Batik: Majalah Ilmiah*, 34(1), 1. <https://doi.org/10.22322/dkb.v34i1.2586>

- Siregar, S. M., Kulit, P., Dan, K., Epoksi, R., Karakteristik, T., & Polimer, B. (2009). *PEMANFAATAN KULIT KERANG DAN RESIN EPOKSI TESIS Oleh SHINTA MARITO SIREGAR SEKOLAH PASCASARJANA.*
- Syam, A. R., A, Y., Aziz, A., Syahri, B., & Aliafi, R. R. (2021). Perbandingan Nilai Kekasaran Permukaan Proses Frais Bahan Aluminium 6061 Menggunakan Endmill Dan Fly Cutter Dengan Variasi Spindle Speed Pada Proses Finishing. *Jurnal Vokasi Mekanika (VoMek)*, 3(4), 31–38. <https://doi.org/10.24036/vomek.v3i4.249>