

**PERANCANGAN DAN PEMBUATAN  
MODULAR JIG AND FIXTURE UNTUK PLAT TIPIS**

**(Studi Kasus Pada Mesin CNC Roland MDX-20)**

**TUGAS AKHIR**

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar Sarjana pada  
Jurusan Teknik Mesin



oleh :

Nama : Zuhdhy Mas Furi

No. Mahasiswa : 01 525 027

NIRM : 2001010640

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

**2007**

# LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

## PERANCANGAN DAN PEMBUATAN *JIG AND FIXTURE MODULAR* UNTUK PLAT TIPIS

(Studi Kasus Pada Mesin CNC Roland MDX-20)



### TUGAS AKHIR

oleh :

Nama : Zuhdhy Mas Furi

No. Mahasiswa : 01 525 027

NIRM : 2001010640

Jogjakarta, Agustus 2007

Menyetujui,

Pembimbing I

Ir. Paryana Puspaputra, M.Eng.

Pembimbing II

Ir. Taufiq Immawan MM.

**LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI**  
**PERANCANGAN DAN PEMBUATAN**  
**JIG AND FIXTURE MODULAR UNTUK PLAT TIPIS**

(Studi Kasus Pada Mesin CNC Roland MDX-20)

**TUGAS AKHIR**

oleh :

Nama : Zuhdhy Mas Furi

No. Mahasiswa : 01 525 027

NIRM : 2001010640

Telah Dipertahankan di Depan Sidang Penguji sebagai Salah Satu Syarat untuk  
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Mesin

Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia

Jogjakarta, 29 September 2007

Tim Penguji

Ir. Paryana Puspaputra, M.Eng.

**Ketua**

  
(.....)

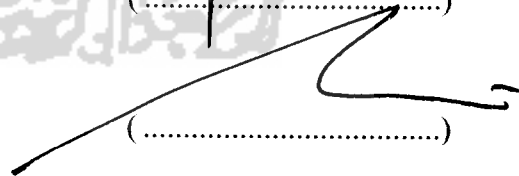
Muhammad Ridlwan, ST., MT.

**Anggota I**

  
(.....)

Risdiyono ST., M.Eng.

**Anggota II**

  
(.....)

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Mesin

Fakultas Teknologi Industri

Universitas Islam Indonesia





Muhammad Ridlwan, ST., MT.



*Untuk Abi, Umi Tercinta dan keluarga  
serta sahabat terdekat . . . . .  
yang selalu bersama,*

## KATA PENGANTAR



*Assalamu'alaikum wr.wb*

Maha Besar Alloh SWT atas rahmatnya hingga sampai saat ini kita masih diberi akal sehat untuk mencari ridho-Nya dengan mengamalkan amalan-amalan serta mencari ilmu yang bermanfaat hingga dapat menyelesaikan Tugas Akhir dan menyusun laporan.

Tugas Akhir dengan judul “Perancangan dan Pembuatan *Jig dan Fixture Modular* untuk Plat Tipis” ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.

Tentunya penulisan tugas akhir tidak dapat terselesaikan dengan baik tanpa bantuan baik moral maupun spiritual dari berbagai pihak. Atas segala bantuan yang diberikan kepada penulis, baik berupa bimbingan, dorongan, kerjasama, fasilitas dan kemudahan lainnya maka pada kesempatan ini penulis menyampaikan penghargaan dan ucapan terima kasih kepada :

1. Bapak Fathul Wahid, ST., Msc, selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
2. Bapak M. Ridlwan, ST., MT, selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Islam Indonesia.
3. Bapak Ir. Paryana Puspaputra, M.Eng, selaku dosen pembimbing Tugas Akhir I.
4. Bapak Ir. Taufiq Immawan, MM, selaku dosen pembimbing Tugas Akhir II.
5. Bapak Ir. Purtojo, selaku Ka.Lab. SIMAN.
6. Bapak dan Ibu Dosen serta karyawan FTI UII yang telah membimbing dan membantu baik kegiatan akademis maupun administratif.

## ABSTRAK

*Seiring dengan perkembangan zaman, pola pikir dan gaya hidup telah mempengaruhi konsumen untuk kritis dan selektif. Untuk memenuhi consumer needs tersebut, industri kerajinan mulai menjalankan produksinya ke arah consumer oriented. Berbagai cara dan teknologi berusaha dikembangkan dalam meningkatkan kualitas dan produktifitas. Munculnya sistem manufaktur modern memberikan solusi bagi permasalahan tersebut. Selain produktifitas lebih cepat, sistem ini menjadikan mesin lebih fleksibel dalam menghadapi perubahan desain yang dapat terjadi setiap saat. Dalam sistem manufaktur modern, perancangan desain kerajinan menggunakan software CAD/CAM dan proses produksi dengan mesin CNC. Sehingga dengan sistem ini memungkinkan terpenuhinya consumer order, bahkan special order sekalipun. Namun produksi menggunakan mesin CNC membutuhkan alat bantu dalam proses pemesinan. Untuk menempatkan, memegang, sekaligus men-support benda kerja dibutuhkan suatu workholding system, yaitu jig and fixture. Pada tugas akhir ini akan dibahas perancangan dan pembuatan jig and fixture modular pada mesin CNC ROLAND MDX-20 sebagai alat bantu proses produksi kerajinan berbahan dasar plat tipis.*

**Kata-kata kunci : jig, fixture, modular, kerajinan, perhiasan.**

## DAFTAR ISI

<b>Halaman Judul</b> .....	i
<b>Lembar Pengesahan Pembimbing</b> .....	ii
<b>Lembar Pengesahan Penguji</b> .....	iii
<b>Halaman Persembahan</b> .....	iv
<b>Halaman Motto</b> .....	v
<b>Kata Pengantar</b> .....	vi
<b>Abstraksi</b> .....	viii
<b>Daftar Isi</b> .....	ix
<b>Daftar Tabel</b> .....	xiii
<b>Daftar Gambar</b> .....	xiv
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	2
1.3. Batasan Masalah .....	2
1.4. Tujuan Perancangan.....	3
1.5. Manfaat Perancangan.....	3
1.6. Sistematika Penulisan .....	3
<b>BAB II LANDASAN TEORI</b> .....	4
2.1. Pembuatan Bross.....	4
2.2. Sumbu Mesin .....	5
2.3. Titik Nol Mesin.....	5
2.4. <i>Jig</i> dan <i>Fixture</i> .....	6
2.4.1. Tipe dan Fungsi.....	7
2.4.1.1. <i>Jig</i> .....	7
2.4.1.2. <i>Fixture</i> .....	8
2.4.2. Desain <i>Jig</i> dan <i>Fixture</i> .....	9
2.4.3. Pertimbangan Fisik .....	10
2.4.3.1. Pola Dasar Analisis .....	11
2.4.3.2. Karakteristik Fisik Benda Kerja.....	11

2.4.3.3. Ketegaran Dan Kekuatan .....	11
2.4.3.4. Gaya Pengerjaan .....	11
2.4.3.5. Pertimbangan Berat Beban Benda Kerja .....	12
2.4.3.6. Pertimbangan Gaya Tak Terencana .....	12
2.5. Pemilihan Suaian .....	13
2.5.1. Pemilihan Basis Suaian .....	13
2.5.2. Pemilihan Kualitas Suaian .....	14
2.5.3. Pemilihan Jenis Suaian .....	15
2.6. Aluminium .....	16
2.7. Damar Batu .....	16
<b>BAB III PERANCANGAN ALAT .....</b>	<b>17</b>
3.1. Metodologi Perancangan .....	17
3.2. Data Mesin .....	18
3.3. Rancangan Alat .....	18
3.4. Prinsip Kerja Alat .....	19
3.5. Perhitungan .....	19
3.5.1. <i>Flat Plate Jig</i> .....	19
3.5.1.1. Pengaruh Benda Kerja .....	20
3.5.1.2. Positioner Benda Kerja .....	20
3.5.2. <i>Modular Fixture</i> .....	21
3.5.3. Perekat .....	22
3.5.4. Sekerup Kepala Benam Rata .....	23
3.5.5. Mur Segi Enam .....	23
3.5.6. Sekerup Kepala Lonjong .....	24
3.5.7. <i>Ring</i> .....	24
<b>BAB IV PERCOBAAN DAN ANALISIS .....</b>	<b>25</b>
4.1. Pembuatan Desain Kerajinan .....	25
4.1.1. Model .....	25
4.1.2. Desain .....	25
4.1.2.1. Menggunakan <i>Software AutoCAD</i> .....	26



4.1.2.2.	Menggunakan <i>Software ArtCAM</i> .....	27
4.1.3.	Strategi Pemesinan.....	27
4.2.	Pemilihan Material Benda Kerja.....	27
4.3.	Aplikasi <i>Modular Jig and Fixture</i> .....	28
4.3.1.	Pemasangan Benda Kerja Pada <i>Flat Plate Jig</i> .....	28
4.3.2.	Pemesinan Menggunakan <i>Modular Jig and Fixture</i> .....	29
4.3.2.1.	Pemasangan <i>Modular Jig and Fixture</i> pada Roland MDX-20.....	29
4.3.2.2.	Pengsetan Z0 pada Roland MDX-20 .....	29
4.3.3.	Melepas Produk dari <i>Jig</i> .....	30
4.4.	Proses Pemesinan dan Analisis.....	30
4.4.1.	Pemesinan Pertama .....	30
4.4.1.1.	Parameter Pemesinan Pertama.....	30
4.4.1.2.	Hasil Pemesinan Pertama.....	31
4.4.1.3.	Analisis Pemesinan Pertama .....	31
4.4.2.	Pemesinan Kedua ( <i>Feed Rate</i> Diperbesar) .....	32
4.4.2.1.	Parameter Pemesinan Kedua.....	32
4.4.2.2.	Hasil Pemesinan Kedua .....	32
4.4.2.3.	Analisis Pemesinan Kedua.....	33
4.4.3.	Pemesinan Ketiga ( <i>Feed Rate</i> Diperbesar dan <i>Stepover</i> Diperkecil) .....	34
4.4.3.1.	Parameter Pemesinan Ketiga .....	34
4.4.3.2.	Hasil Pemesinan Ketiga .....	34
4.4.3.3.	Analisis Pemesinan Ketiga .....	35
4.5.	Penyempurnaan Produk .....	36
4.5.1.	Pengeboran.....	36
4.5.2.	Pemotongan.....	36
4.5.3.	Analisis Hasil Penyempurnaan .....	37
<b>BAB V</b>	<b>PENUTUP</b> .....	<b>39</b>
3.6.	Kesimpulan .....	39
3.7.	Saran .....	39

**Daftar Pustaka** ..... xvii  
**Lampiran** ..... xviii



## DAFTAR GAMBAR

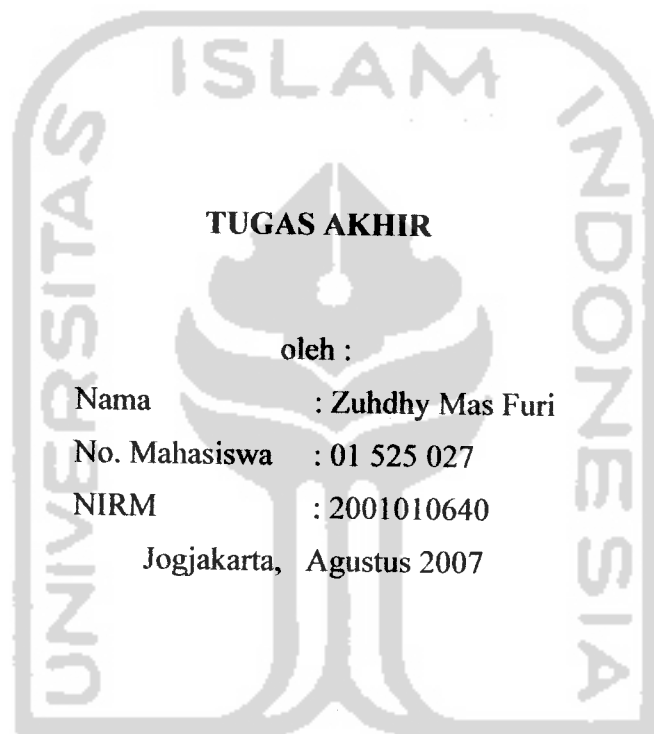
- Gambar 2.1.** Mesin CNC Roland MDX-20
- Gambar 2.2.** *Right-Hand Standard Cartesian Coordinate System*
- Gambar 2.3.A.** Titik nol mesin bubut
- Gambar 2.3.B.** Titik nol mesin frais
- Gambar 2.4.** Titik nol xy mesin Roland MDX-20
- Gambar 2.5.** *Template Jig*
- Gambar 2.6.** *Plate Jig*
- Gambar 2.7.** *Box Jig*
- Gambar 2.8.** *Multistation fixture (duplex fixture)*
- Gambar 2.9.** *Modular fixture*
- Gambar 2.10.** Suaian
- Gambar 2.11.** Jenis-Jenis Suaian
- Gambar 2.12.** Penyimpangan Lubang dan Poros
- Gambar 2.13.** Damar Batu
- Gambar 3.1.** Diagram alir pembuatan jig and fixture untuk plat tipis
- Gambar 3.2.** Sketsa Rancangan Alat
- Gambar 3.3.** *Flat Plate Jig*
- Gambar 3.4.A.** Model bros
- Gambar 3.4.B.** *Jig Operation Area*
- Gambar 3.5.A.** *Positioner Benda Kerja Pada Jig*
- Gambar 3.5.B.** Aplikasi *Positioner Benda Kerja Pada Jig*
- Gambar 3.6.** *Modular Fixture*
- Gambar 3.7.A.** Dudukan *Table 2D*
- Gambar 3.7.B.** *Positioner Table 3D*
- Gambar 3.7.C.** *Positioner Table 2D*
- Gambar 3.8.** Damar Batu Bubuk
- Gambar 3.9.A.** Dimensi Sekerup Kepala Benam Rata
- Gambar 3.9.B.** Aplikasi Sekerup Kepala Benam Rata Pada *Modular Jig and Fixture*

- Gambar 3.10.A.** Dimensi Mur Segi Enam
- Gambar 3.10.B.** Aplikasi Mur Segi Enam Pada *Modular Jig and Fixture*
- Gambar 3.11.A.** Dimensi Sekerup Kepala Lonjong
- Gambar 3.11.B.** Aplikasi Sekerup Kepala Lonjong dan *Ring* Pada *Modular Jig and Fixture*
- Gambar 3.12.** *Ring*
- Gambar 4.1.** Model Bros
- Gambar 4.2.A.** Vektor *Layer 1*
- Gambar 4.2.B.** Vektor *Layer 2*
- Gambar 4.2.C.** Vektor *Layer 3*
- Gambar 4.2.D.** Vektor *Layer 4*
- Gambar 4.2.E.** Vektor ketinggian
- Gambar 4.3.** Area Kerja
- Gambar 4.4.A.** Relief *Layer 1*
- Gambar 4.4.B.** Relief *Layer 2*
- Gambar 4.4.C.** Relief *Layer 3*
- Gambar 4.4.D.** Relief *Layer 4*
- Gambar 4.5.** Benda Kerja berukuran 80×80 (mm)
- Gambar 4.6.A.** Damar Bubuk
- Gambar 4.6.B.** Damar Bubuk Dicampur bensin
- Gambar 4.7.** *Flat Plate* pada *Jig*
- Gambar 4.8.A.** *Modular Fixture* pada Roland MDX-20
- Gambar 4.8.B.** *Modular Jig and Fixture* pada Roland MDX-20
- Gambar 4.9.** *Z zero Point*
- Gambar 4.10.A.** Hasil Pemesinan Pertama
- Gambar 4.10.B.** Perbesaran Hasil Pemesinan Pertama
- Gambar 4.11.A.** Hasil Pemesinan Kedua
- Gambar 4.11.B.** Bagian Hasil Pemesinan Kedua
- Gambar 4.12.** Perbesaran Salah Satu Bagian Hasil Pemesinan Kedua
- Gambar 4.13.A** Hasil Pemesinan Ketiga
- Gambar 4.13.B** Bagian Hasil Pemesinan Ketiga

# LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

## PERANCANGAN DAN PEMBUATAN *JIG AND FIXTURE MODULAR* UNTUK PLAT TIPIS

(Studi Kasus Pada Mesin CNC Roland MDX-20)



### TUGAS AKHIR

oleh :

Nama : Zuhdhy Mas Furi

No. Mahasiswa : 01 525 027

NIRM : 2001010640

Jogjakarta, Agustus 2007

Menyetujui,

Pembimbing I

Ir. Paryana Puspaputra, M.Eng.

Pembimbing II

Ir. Taufiq Immawan MM.

## LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

### PERANCANGAN DAN PEMBUATAN JIG AND FIXTURE MODULAR UNTUK PLAT TIPIS

(Studi Kasus Pada Mesin CNC Roland MDX-20)

#### TUGAS AKHIR

oleh :

Nama : Zuhdhy Mas Furi

No. Mahasiswa : 01 525 027

NIRM : 2001010640

Telah Dipertahankan di Depan Sidang Penguji sebagai Salah Satu Syarat untuk  
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Mesin

Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia

Jogjakarta, 29 September 2007

Tim Penguji

Ir. Paryana Puspaputra, M.Eng.

**Ketua**

(.....)

Muhammad Ridlwan, ST., MT.

**Anggota I**

(.....)

Risdiyono ST., M.Eng.

**Anggota II**

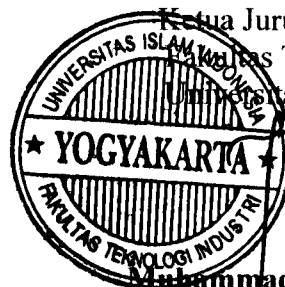
(.....)

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Mesin

Fakultas Teknologi Industri

Universitas Islam Indonesia



(.....)

Muhammad Ridlwan, ST., MT.

## ABSTRAK

*Seiring dengan perkembangan zaman, pola pikir dan gaya hidup telah mempengaruhi konsumen untuk kritis dan selektif. Untuk memenuhi consumer needs tersebut, industri kerajinan mulai menjalankan produksinya ke arah consumer oriented. Berbagai cara dan teknologi berusaha dikembangkan dalam meningkatkan kualitas dan produktifitas. Munculnya sistem manufaktur modern memberikan solusi bagi permasalahan tersebut. Selain produktifitas lebih cepat, sistem ini menjadikan mesin lebih fleksibel dalam menghadapi perubahan desain yang dapat terjadi setiap saat. Dalam sistem manufaktur modern, perancangan desain kerajinan menggunakan software CAD/CAM dan proses produksi dengan mesin CNC. Sehingga dengan sistem ini memungkinkan terpenuhinya consumer order, bahkan special order sekalipun. Namun produksi menggunakan mesin CNC membutuhkan alat bantu dalam proses pemesinan. Untuk menempatkan, memegang, sekaligus men-support benda kerja dibutuhkan suatu workholding system, yaitu jig and fixture. Pada tugas akhir ini akan dibahas perancangan dan pembuatan jig and fixture modular pada mesin CNC ROLAND MDX-20 sebagai alat bantu proses produksi kerajinan berbahan dasar plat tipis.*

**Kata-kata kunci : jig, fixture, modular, kerajinan, perhiasan.**



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Melihat dari perkembangan industri dan kebutuhan pasar akan produksi kerajinan di Indonesia semakin meningkat dari waktu ke waktu. Salah satunya adalah produksi kerajinan berbahan baku plat tipis.

Seiring dengan perkembangan zaman, pola pikir dan gaya hidup telah mempengaruhi konsumen untuk kritis dan selektif dalam memilih dan menentukan produk. Untuk memenuhi *consumer needs* tersebut industri kerajinan mulai menjalankan produksinya ke arah *consumer oriented*.

Dalam usahanya tersebut kalangan industri kerajinan pada umumnya masih menggunakan proses konvensional (*hand made*). Sehingga kualitas produk ditentukan oleh keahlian pengrajin. Selain itu kondisi pengrajin tiap waktu menyebabkan produk satu dengan yang lain berbeda, hal ini merupakan kendala jika terjadi *serial/mass production* untuk memenuhi permintaan dalam jumlah banyak. Faktor kondisi tersebut berdampak pada kualitas produk yang tidak konsisten, kualitas produk yang dihasilkan pagi hari dengan sore hari akan berbeda. Penambahan karyawan juga bukan solusi tepat untuk mempercepat produksi. Kemampuan tiap karyawan berbeda satu dengan yang lain.

Dengan berkembangnya teknologi, para pengrajin menggunakan mesin *pons and die*. Permintaan dalam jumlah tertentu terpenuhi dalam waktu singkat dan produk yang dihasilkan seragam. Namun kelemahan proses ini, setiap satu jenis produk membutuhkan satu set *pons and die*. Jika jumlah permintaan sedikit, biaya produksi terlalu tinggi, sehingga harga kurang kompetitif.

Berbagai cara dan teknologi berusaha dikembangkan dalam meningkatkan kualitas dan produktifitas. Pada umumnya teknologi yang mereka kembangkan hanya mengarah pada kecepatan produksi padahal disamping itu mereka juga harus memiliki fleksibilitas terhadap alat-alat dan sistem produksi.



Munculnya sistem manufaktur modern memberikan solusi bagi permasalahan tersebut. Selain produktifitas lebih cepat dan sistem ini menjadikan mesin lebih fleksibel dalam menghadapi perubahan desain yang dapat terjadi setiap saat. Dengan CAD/CAM desain produk menjadi lebih mudah.

Namun produksi menggunakan mesin CNC membutuhkan alat bantu proses pemesinan. Untuk menempatkan, memegang, sekaligus men-*support* benda kerja dibutuhkan suatu *workholding system* yaitu *jig and fixture*. Yaitu sistem *jig and fixture* yang menggunakan sebuah rangkaian komponen standard sedemikian rupa sehingga memungkinkan bisa digunakan kembali untuk melakukan beberapa proses khusus. Sehingga tidak diperlukan pengesetan mesin.

Penerapan *jig dan fixture modular* adalah pilihan tepat untuk mengurangi waktu produksi pada proses berbahan dasar dari plat tipis. Faktor *human error* juga dapat direduksi, sehingga kualitas produk menjadi konsisten. Biaya produksi lebih rendah, *consumer order* terpenuhi dan tujuan utama kepuasan konsumen dapat tercapai.

### 1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka dapat diambil suatu rumusan sebagai berikut :

1. Bagaimana merancang dan membuat *modular jig and fixture* untuk benda kerja plat tipis pada *CNC milling* tipe ROLAND MDX-20.
2. Bagaimana mendesain dan membuat kerajinan berbahan plat tipis dengan menggunakan *CNC milling* tipe ROLAND MDX-20 dengan memanfaatkan *modular jig and fixture* tersebut.

### 1.3. Batasan Masalah

Pada tahap ini, penyelesaian masalah secara mendasar dilakukan dengan batasan sebagai berikut :

1. Dalam penelitian ini difokuskan pada perancangan dan pembuatan *modular jig and fixture* pada mesin *CNC milling* tipe ROLAND MDX-20.

## BAB II

### LANDASAN TEORI

#### 2.1. Pembuatan Bros

Bros adalah salah satu perhiasan yang beberapa diantaranya berbahan dasar dari plat tipis. Dalam pembuatannya setiap pengrajin memiliki metode berbeda-beda, salah satunya adalah sistem manufaktur. Elemen-elemen penting dalam sistem manufaktur antara lain:

##### 1. Desain 2D

Desain 2D yang bisa dibuka di *software ArtCam* berupa *bitmap* (bmp), *image* (tif, pcx, gif, jpg) maupun vektor (dxf, dwg). Pembuatan desain dapat menggunakan *software AutoCAD, Corel Draw*, ataupun *ArtCam*, dapat juga dari file *image* dari hasil *scan*. Warna-warna penyusun *bitmap* mendefinisikan ketinggian relief.

##### 2. Model 3D

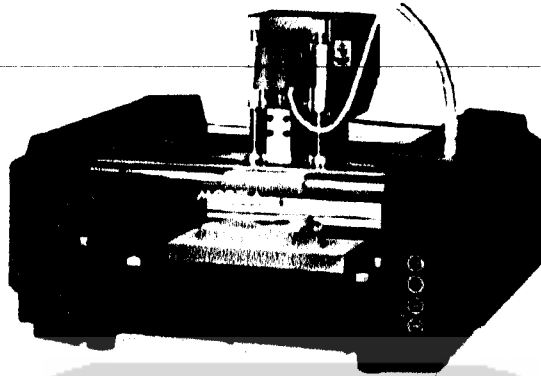
Desain 3D dalam bentuk relief. Relief terbentuk dari desain 2D yang diberi ketinggian menggunakan *software ArtCam*. Jika berupa *bitmap* dan *image* menggunakan metode *shape editor*, jika dari vektor dapat menggunakan metode *shape editor* dan *extrude*.

##### 3. Toolpath Generation

Menentukan jenis pahat, proses, strategi, parameter-parameter pemesinan. Simulasi kemudian membuat *List program* pemesinan.

##### 4. Proses Produksi

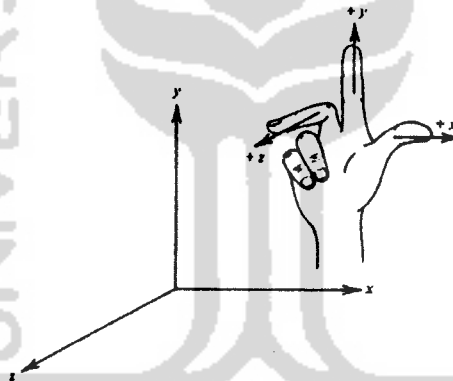
Pembuatan relief dengan *software ArtCam Pro 6* dapat diproses menggunakan beberapa mesin CNC yang memiliki 3 atau 4 sumbu. Dalam pembuatan *bros*, menggunakan mesin CNC Roland MDX-20 tiga sumbu.



Gambar 2.1. Mesin CNC Roland MDX-20

## 2.2. Sumbu Mesin

Pada mesin perkakas, gerakan poros-porosnya ortogonal, artinya sumbu X, Y, dan Z saling tegak lurus sesuai dengan *right-hand standard Cartesian coordinate system*.

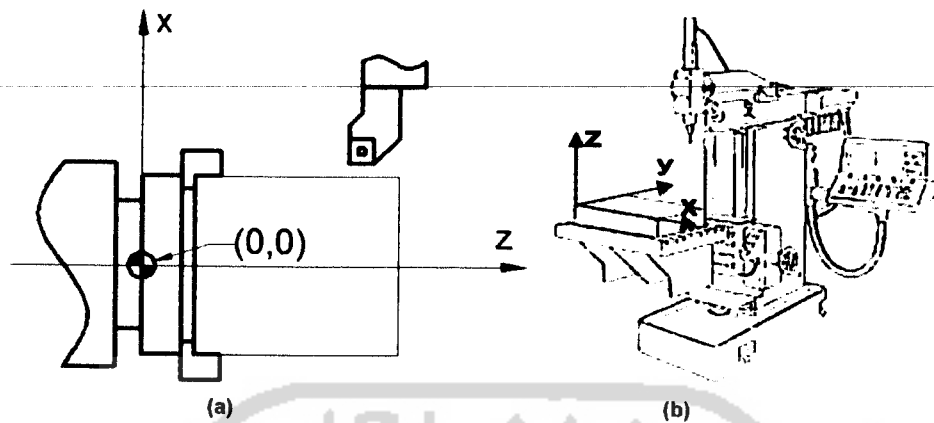


Gambar 2.2. Right-Hand Standard Cartesian Coordinate System

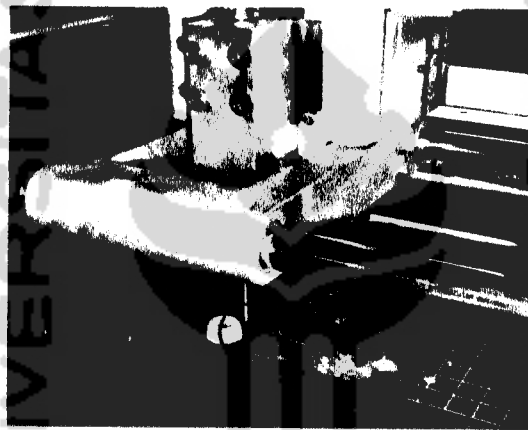
## 2.3. Titik Nol Mesin

Titik nol mesin ditetapkan oleh konstruktor mesin. Titik ini merupakan set posisi untuk geseran mesin di mana sumbu berinteraksi. Pada beberapa mesin, titik nol secara tetap menjadi posisi (disebut *fixed zero*) dan tidak dapat diubah, walaupun dapat diposisikan kembali pada basis sementara lewat fasilitas *offset*.

Pada mesin-mesin bubut, titik nol mesin letaknya pada garis sumbu poros. Pada mesin frais ada berbagai variasi; dalam buku petunjuk mesin yang bersangkutan telah dinyatakan letak titik nol mesin. Sedang pada mesin Roland MDX-20 titik nol xy mesin berada pada posisi kiri depan meja kerja.



Gambar 2.3.a. Titik nol mesin bubut ; b. Titik nol mesin frais



Gambar 2.4. Titik nol xy mesin Roland MDX-20

#### 2.4. *Jig dan Fixture*

*Jig* dan *Fixture* adalah alat bantu dalam proses manufaktur, untuk menghasilkan produk atau komponen yang seragam dan presisi. Hubungan dan kesejajaran antara benda kerja dengan alat potong atau alat lain harus dipertahankan. Untuk melakukannya, *Jig* dan *Fixture* dirancang dan dibuat untuk memegang dan menempatkan setiap komponen secara khusus.

*Jig* adalah alat khusus yang dibuat untuk menahan, menunjang atau diletakkan pada bagian yang disebut mesin. *Jig* merupakan alat produksi yang dibuat sedemikian rupa sehingga tidak saja menempatkan dan menahan benda kerja tetapi juga mengarahkan alat potong pada saat proses berjalan. *Fixture* adalah alat produksi yang menempatkan, menahan dan menunjang pekerjaan dengan pasti sehingga proses pengerjaan dapat berjalan.

Jadi fungsi utama *jig* dan *fixture* adalah membantu untuk mempercepat proses pengerjaan (terutama pada proses produksi masal), mempermudah *positioning* yang berulang-ulang (pada *drilling*, *miling*, *boring*) agar diperoleh ketelitian yang tinggi.

#### 2.4.1. Tipe dan Fungsi

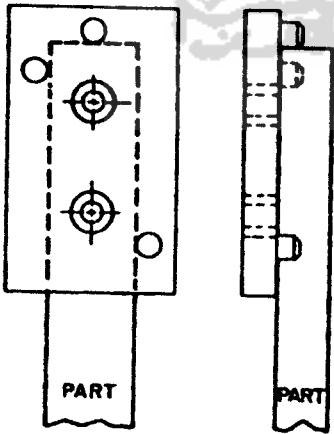
Jig dan *fixture* dapat digolongkan menjadi beberapa tipe menurut bentuk dan fungsinya.

##### 2.4.1.1. Jig

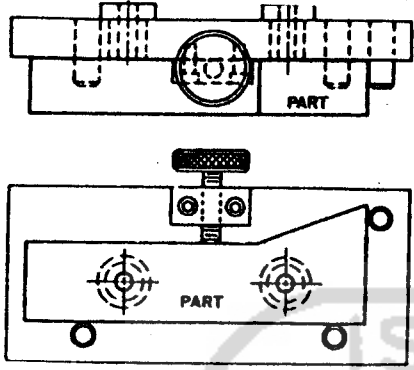
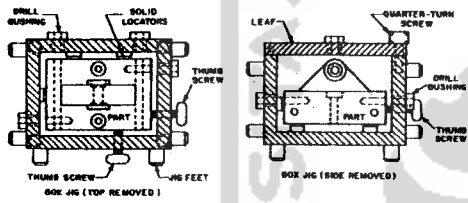
*Jig* dibagi menjadi dua, *boring jig* dan *drill jig*. *Boring jig* digunakan untuk mengebor/memperbesar lubang-lubang atau dibuat pada ukuran-ukuran tertentu. *Drill jig* digunakan untuk melakukan *drill*, *ream*, *tap*, *chamfer*, *counterbore*, *countersink*, *reverse spotface*, atau *referse countersink*.

*Jig drill* sendiri dibagi dua tipe secara umum, yaitu *Open jig* dan *Close jig*. *Open jig*, jika hanya satu sisi dari komponen yang dikerjakan, yaitu: *Template Jig*, *Plate Jig*, *Table Jig*, *Sandwich Jig*, *Angle Plate Jig*. *Close jig*, jika lebih dari satu sisi komponen yang dikerjakan, yaitu: *Box Jig*, *Channel Jig*, *Leaf Jig*. Beberapa tipe *jig* antara lain :

Tabel. 2.1. Jenis-jenis *jig*

Jenis <i>Jig</i>	Keterangan
 <p data-bbox="391 1899 651 1928">Gambar 2.5. Template Jig</p>	<p data-bbox="778 1462 1337 1827">Secara normal digunakan untuk ketelitian dibanding mempercepat. <i>Jig</i> ini tidak menggunakan <i>clamp</i>, dan didesain menggunakan <i>bushing</i> atau tidak menggunakan <i>bushing</i>. Jika <i>bushing</i> tidak digunakan keseluruhan <i>jig</i> dibuat lebih keras.</p>

Sambungan dari Tabel. 2.1.

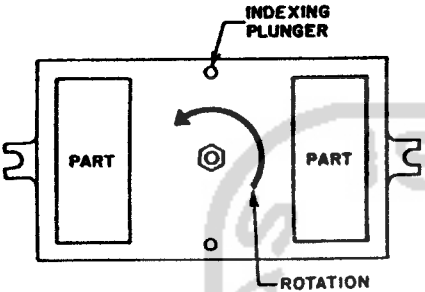

Jenis Jig	Keterangan
 <p data-bbox="427 772 646 806">Gambar 2.6. Plate Jig</p>	<p data-bbox="790 392 1348 660">Sejenis dengan <i>Template Jig</i>, bedanya <i>jig</i> ini disertai <i>clamp</i>, kadang juga dilengkapi dengan kaki untuk menaikkan <i>jig</i> dari <i>table</i> pada benda kerja berukuran besar. Model seperti ini biasa disebut <i>Table jig</i>.</p>
 <p data-bbox="427 1041 646 1075">Gambar 2.7. Box Jig</p>	<p data-bbox="790 817 1348 1075">Pada umumnya <i>jig</i> ini menyelimuti benda kerja, sehingga memungkinkan setiap sisi permukaan benda kerja dapat di mesin tanpa memposisikan kembali benda kerja tersebut di dalam <i>jig</i>.</p>

#### 2.4.1.2. Fixture

*Jig* dan *Fixture* pada dasarnya dibuat dengan cara yang sama, dengan memperhatikan keterkaitan antara *locators* dan *positioners*. Perbedaan konstruksi utama adalah massa, dikarenakan meningkatnya *tool forces*, *fixture* dibangun lebih kuat dan berat dibandingkan dengan *jig* untuk komponen yang sama.

*Fixture* diklasifikasikan berdasarkan jenis mesin dimana *fixture* tersebut diaplikasikan, dan jenis operasi pemesinan. Misalnya: *Stradle-milling fixture*, *Lathe-radius fixture*. Beberapa tipe *fixture* antara lain :

Tabel. 2.2. Jenis-jenis *fixture*

Jenis <i>Fixture</i>	Keterangan
 <p data-bbox="316 898 774 925">Gambar 2.8. Multistation fixture (duplex fixture)</p>	<p data-bbox="810 398 1345 600">Diutamakan untuk digunakan pada kecepatan produksi tinggi, jalannya volume produksi yang tinggi, dimana siklus pemesinan berlangsung kontinyu.</p> <p data-bbox="810 622 1345 880"><i>Duplex fixture</i> adalah bentuk paling sederhana, dimana menggunakan dua <i>stations</i>. Jenis ini mamungkinkan operasi bongkar muat benda kerja selama proses pemesinan berjalan.</p>
 <p data-bbox="411 1487 687 1514">Gambar 2.9. Modular fixture</p>	<p data-bbox="810 936 1345 1469"><i>Modular-component workholding</i> coba dikembangkan untuk memenuhi <i>reusability</i>. Tipe-tipenya adalah <i>subplate system</i>, "<i>T</i>"-<i>slot system</i>, dan <i>dowel-pin system</i>. Keuntungan jenis ini adalah: mengurangi laju awal pembuatan <i>workholder</i>, dapat digunakan berbagai variasi komponen, konstruksi memiliki kepandaian bermacam-macam. Sehingga ekonomis dan efisien waktu.</p>

#### 2.4.2. Desain *Jig* dan *Fixture*

Desain *Jig* dan *Fixture* merupakan suatu hal yang sangat esensial dalam pencapaian hasil yang diinginkan. Sesuai dengan tujuannya, sebagai alat bantu pada pengerjaan proses produksi, maka desain tersebut harus sedetail mungkin agar ketelitian benda kerja dapat terjamin. Secara umum, hal-hal yang perlu diperhatikan dalam mendesain *Jig* dan *Fixture* (Kaderiwiryo. 1981) adalah:

#### 1. Ukuran Dimensi Teliti

Dimensi dari suatu material benda kerja penting dalam menentukan posisi dan kondisi dari suatu permukaannya. Dimensi suatu benda secara umum adalah permukaan yang dapat diklarifikasikan sebagai fungsi permukaan suatu benda. Dimensi sebagai jarak ruangan permukaan memberikan suatu toleransi yang besar sedangkan dimensi sebagai *Atmospheric Surface* memberikan toleransi yang lebih besar. Sehingga pengukuran dimensi yang teliti merupakan hal penting dalam mendesain suatu *Jig* dan *Fixture*.

#### 2. Sederhana

Desain diusahakan sesederhana mungkin agar memudahkan operator dalam menjalankannya sehingga tidak perlu dibutuhkan suatu keahlian khusus.

#### 3. *Adaptable*

Dalam penggunaannya diusahakan agar dapat berlaku secara umum untuk semua mesin perkakas, sehingga memperlancar proses produksi.

#### 4. Aman

Disain *Jig* dan *Fixture* harus memperhatikan keamanannya seperti umur ekonomisnya, kualitas serta memungkinkan menjamin keselamatan dan kesehatan kerja operator.

#### 5. Konstruksi

Konstruksi sebuah *Jig* dan *Fixture* sangat erat hubungannya dengan kualitas, sedangkan kualitas banyak hubungannya dengan ongkos produksi. Konstruksi *Jig* dan *Fixture* diusahakan sesederhana mungkin, agar memungkinkan ongkos set-upnya kecil.

### 2.4.3. Pertimbangan Fisik

Faktor-faktor penentu menentukan banyaknya pilihan-pilihan yang dihadapi dalam merancang sehingga mempengaruhi material, bentuk dan mutu peralatan produksi. Kondisi yang kompleks tersebut tidak dapat dihindari mengingat terciptanya peralatan yang mampu meningkatkan produksi.



#### 2.4.3.1. Pola Dasar Analisis

Dalam perancangan *Jig* dan *Fixture* analisis-analisis lebih ditekankan tentang keadaan benda kerja dan proses-proses pemesinan yang dilakukan pada benda kerja. Tujuannya untuk mencari cara-cara kerja yang terbaik dengan ongkos operasi yang paling ekonomis. Dengan kriteria-kriteria pertimbangan akan menciptakan rancangan yang lebih kreatif sehingga tercipta rancangan optimum.

#### 2.4.3.2. Karakteristik Fisik Benda Kerja

Karakteristik dari benda kerja merupakan faktor penentu utama selain proses pemesinan yang akan dialami. Karakteristik fisik meliputi dimensi, berat, dan sifat benda kerja. Disamping memperhatikan faktor-faktor tersebut dalam mendesain *Jig* dan *Fixture*, seorang *designer* juga harus memperhitungkan waktu proses pemesinan dan ongkos produksi.

#### 2.4.3.3. Ketegaran Dan Kekuatan

Ketegaran untuk menjaga ketepatan ukuran dari permukaan potongan karena pergeseran alat ke dalam atau keluar dari potongan dengan akumulasi dari defleksi yang statis. Ketegaran juga memelihara kualitas akhir menghindari tanda-tanda akibat getaran elastik.

Dalam mengendalikan getaran, ketegaran merupakan pertimbangan seksama dengan massa dan kontribusi damping oleh masing-masing didalam sistem, meningkatnya reduksi massa, amplitudo getaran dan frekuensi resonansi, ketiga damping mengurangi amplitudo dengan menghamburkan energi vibrasi sebagai panas dari gesekan.

#### 2.4.3.4. Gaya Pengerjaan

Arah dan besar gaya-gaya yang timbul karena operasi *machining* akan menentukan besar kekuatan pemegang benda kerja oleh *workholder* yang akan dirancang dan menentukan penempatan benda kerjanya.

Gaya pengerjaan harus ditahan atau diredam oleh bagian yang kuat pada mesin agar tidak menyebabkan benda kerja bergerak dari posisi yang presisi.

Kondisi yang perlu diperhatikan yaitu :

1. Gaya pemotong harus diarahkan ke arah tertentu, sehingga jika gaya itu timbul tidak akan menyebabkan terangkatnya *workholder*, tetapi mengakibatkan tertekannya *workholder* ke arah bantalan mesin.
2. Gaya pemotongan yang berarah paralel terhadap *faceplate* harus diatur agar distribusi gaya tidak terlalu jauh jaraknya dari *faceplate* itu sendiri, sehingga benda kerja tidak bergerak.
3. Gaya pemotongan dapat diredam pada daerah yang terdekat dengan tempat dimana gaya-gaya tersebut timbul.

Besarnya gaya pengerjaan adalah tergantung pada banyak variabel, seperti kekerasan dan homogenitas material benda kerja, geometri pahat, geometri benda kerja dan *metal removal rate*. Beberapa variabel selalu berubah-ubah selama operasi berlangsung, sehingga besarnya gaya pengerjaan juga berubah-ubah.

#### **2.4.3.5. Pertimbangan Berat Beban Benda Kerja**

Untuk benda kerja relatif kecil dan ringan, gaya vertikal ke atas yang timbul kecil sebanding dengan gaya beban kerja yang merupakan gaya aksinya, begitu juga sebaliknya.

#### **2.4.3.6. Pertimbangan Gaya Tak Terencana**

Dalam perancangan alat, gaya pegang diperhitungkan untuk dapat mengantisipasi gaya-gaya yang dihasilkan pada proses pengerjaan *metal removing*. Dalam mengantisipasi gaya-gaya tersebut, adakalanya suatu komponen gaya terlewatkan, atau besarnya gaya diluar perhitungan. Besar kecil kemungkinan timbulnya gaya tak terencana di pengaruhi oleh beberapa hal:

a. *Arah Gaya-gaya*

Proses pengerjaan *metal removal* pada suatu benda kerja hingga mencapai bentuk tertentu akan menghasilkan kombinasi gaya-gaya yang bekerja. Resultan gaya-gaya tersebut menentukan gaya pegang.

b. *Besarnya Gaya-gaya*

Besarnya gaya pengerjaan dipengaruhi oleh beberapa variabel, seperti kekerasan dan homogenitas benda kerja, geometri pahat, geometri benda kerja, dan *metal removal rate*. Beberapa variabel tersebut berubah-ubah selama proses berlangsung, sehingga mempengaruhi gaya pengerjaan.

c. *Posisi Benda Kerja*

Posisi benda kerja terhadap mesin dan alat pegang didesain sedemikian rupa sehingga gaya pengerjaan saling tegak lurus dengan gaya pegang.

d. *Ukuran dan Bentuk Benda Kerja*

Pada benda kerja berukuran kecil, jika terjadi gaya tak terencana yang kecil saja, benda kerja dapat terlepas atau terlempar dari *jig*. Pada umumnya benda kerja berbentuk segi, gaya yang terjadi lebih mudah terantisipasi dibanding dengan benda kerja yang tidak beraturan.

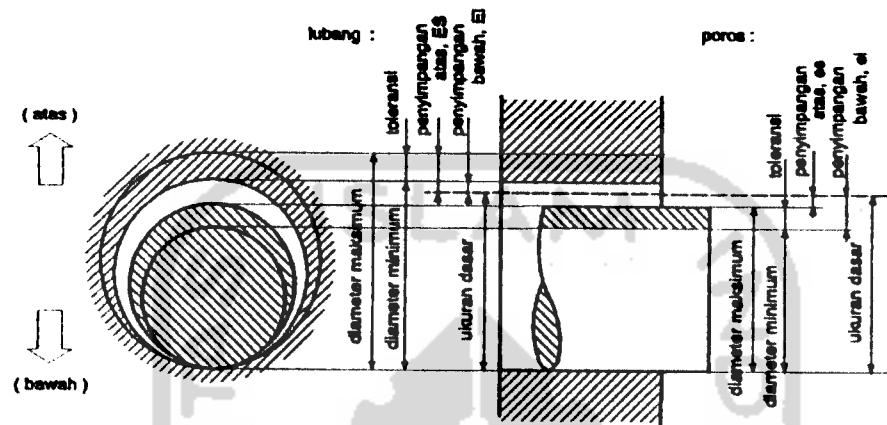
## 2.5. Pemilihan Suaian

Suaian hampir selalu ditemukan pada setiap rakitan yang membentuk suatu mesin atau peralatan lain. Perancangan suaian tidak boleh diabaikan, karena dalam beberapa hal justru suaian merupakan masalah utama.

### 2.5.1. Pemilihan Basis Suaian

Basis suaian ada dua, yaitu basis lubang dan basis poros. Pada suaian berbasis lubang, untuk suatu ukuran dasar yang tertentu, beberapa jenis suaian dapat dicapai dengan cara memilih toleransi poros. Dalam hal ini poros-poros digerinda sampai ke ukuran yang sesuai, sedang lubang-lubangnya dapat diperhalus dengan proses *reamer* yang hanya menggunakan satu jenis ukuran saja. Hal yang sama jika sistem berbasis poros, poros tersebut digerinda hanya sampai

ke satu toleransi tertentu (jenis h). Sementara lubang-lubang pasangannya harus diperhalus secara terpisah masing-masing dengan menggunakan *reamer* yang berbeda ukurannya.



Gambar 2.10. Suaian (Rochim, 2001)

### 2.5.2. Pemilihan Kualitas Suaian

Untuk menjamin segi fungsional mesin, setiap komponennya tidak harus dibuat dengan kualitas yang sama tinggi, melainkan cukup disesuaikan dengan kebutuhannya. Kualitas suaian digolongkan menjadi empat kelompok, yaitu:

1. Kualitas "*sangat cermat*"; untuk komponen dengan sifat ketertukaran tinggi (terutama bagi suaian paksa, dan berbagai alat ukur).
2. Kualitas "*cermat*"; untuk komponen mesin pada umumnya, seperti mesin perkakas, kompresor, motor bakar, motor listrik dan sebagainya.
3. Kualitas "*agak cermat*"; untuk alat transmisi, roda untuk ban mesin dengan bantalannya, kopeling, batang penggeser pada rumah roda gigi.
4. Kualitas "*kurang cermat*"; untuk komponen yang tidak kritis akan tetapi jaminan atas sifat ketertukarannya masih ditekankan. Apabila komponen tersebut sifatnya tetap (tidak bergerak), diperlukan alat penguat seperti pasak, ring penekan dan sebagainya.

Dalam hal ini istilah "*cermat*" berarti harus dibuat hati-hati, memerlukan proses pembuatan dengan ketepatan (keterulangan) tinggi, derajat kesamaan

tinggi, atau sebarannya rendah. Jadi, untuk produk yang dibuat dalam jumlah banyak, variasi atau perbedaan elemen geometrik yang dimaksud sangat kecil.

### 2.5.3. Pemilihan Jenis Suaian

Apabila dua buah komponen akan dirakit (*assembled*), hubungan yang terjadi, yang ditimbulkan oleh karena adanya perbedaan ukuran bagi pasangan elemen geometrik sebelum mereka disatukan, disebut dengan suaian (*fit*).

Jenis-jenis suaian adalah :

1. *Suaian Longgar (Clearance Fit)*

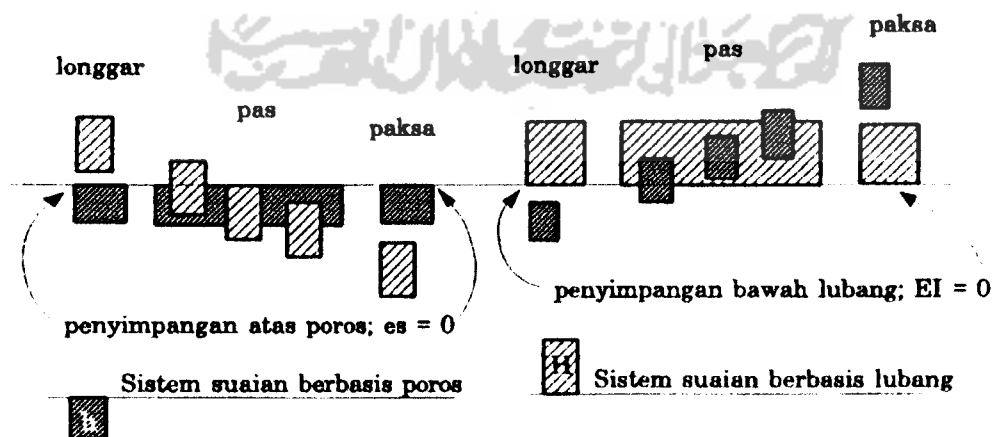
Suaian yang selalu akan menghasilkan kelonggaran (*clearance*). Daerah toleransi lubang selalu terletak di atas daerah toleransi poros.

2. *Suaian Paksa (Interference Fit)*

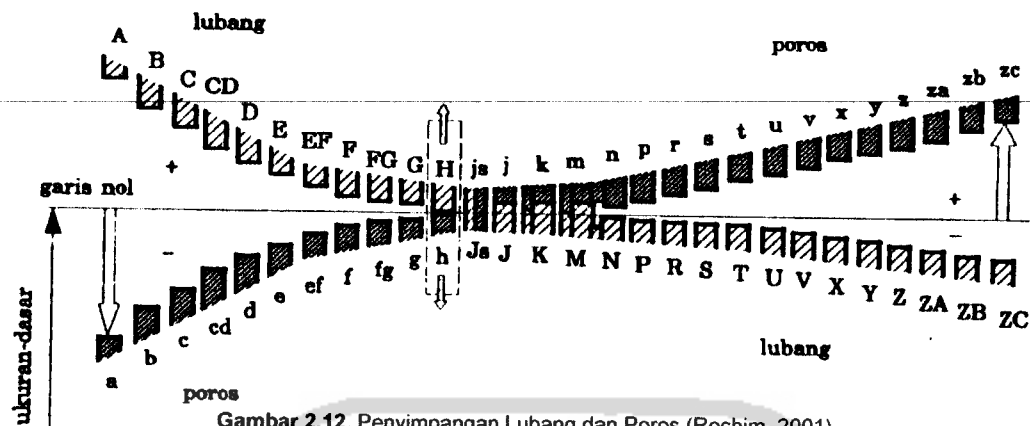
Suaian yang selalu akan menghasilkan kerapatan (*interference*). Daerah toleransi lubang selalu terletak di bawah daerah toleransi poros.

3. *Suaian Pas (Transition Fit)*

Suaian yang dapat menghasilkan kelonggaran ataupun kerapatan. Daerah toleransi lubang dan daerah toleransi toleransi poros saling berpotongan (sebagian saling menutupi).



Gambar 2.11. Jenis-jenis Suaian (Rochim, 2001)



Gambar 2.12. Penyimpangan Lubang dan Poros (Rochim, 2001)

## 2.6. Aluminium

Aluminium merupakan logam yang sangat ringan, kerapatannya sepertiga dari baja. Mengkilap, keras, tetapi mudah ditempa dan diregangkan. Memiliki konduktivitas termal yang sangat tinggi dan mempunyai titik lebur yang rendah.

Tabel. 2.3. Sifat-sifat Logam Aluminium

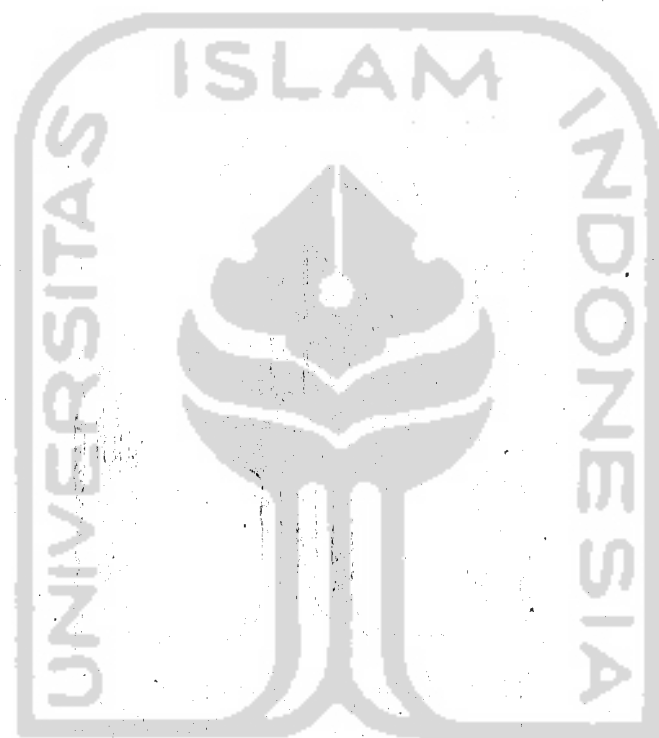
Kekuatan Tarik (MPa)	Keuletan (%)	Titik Cair (°C)	Kekerasan (Brinell)
83-310	10-35	660	30-100

## 2.7. Damar Batu

Damar batu adalah jenis dari getah damar yang dihasilkan dari pohon damar (*Dipterocarpaceae*), tapi tidak diambil langsung dari pohonnya. Getah damar batu adalah getah yang keluar dari pohon kayu keras dan jatuh masuk ke tanah. Itulah sebabnya, untuk mengambil damar batu harus menggali tanah di atas gunung atau di dalam hutan. Damar Batu tampak seperti batu dengan warna coklat gelap atau hitam di dalamnya. Mempunyai titik lebur 185°C, dan memiliki berat jenis 0,9824. Kegunaannya antara lain untuk: penetapan kayu, sarana pemujaan, tongkat dupa, pernis, bahan petasan, dempul/menutup kebocoran.



Gambar 2.13. Damar Batu



جامعة الإسلام في إندونيسيا

## BAB III

### PERANCANGAN ALAT

#### 3.1. Metodologi Perancangan

##### 3.1.1. Materi Penelitian

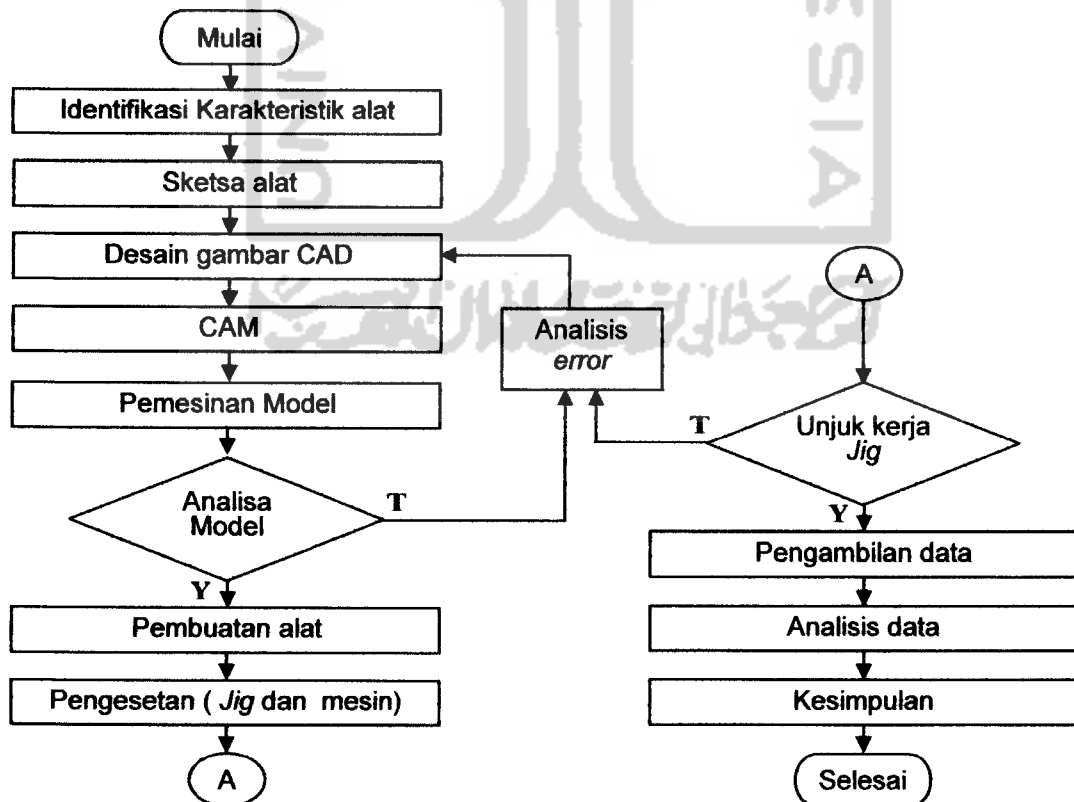
Produksi kerajinan berbahan plat tipis secara manual maupun konvensional memiliki banyak kelemahan. Menyadari hal tersebut dicarilah metode efektif. Sehingga didapat produk yang seragam, presisi, dan ekonomis.

##### 3.1.2. Pengumpulan Data

Dengan mempelajari proses produksi kerajinan plat tipis. Menentukan jenis kerajinan sebagai percobaan dan mencari spesifikasi mesin.

##### 3.1.3. Penyelesaian Masalah

Langkah-langkah penyelesaian ditunjukkan dengan diagram alir berikut :



Gambar 3.1. Diagram alir pembuatan jig and fixture untuk plat tipis



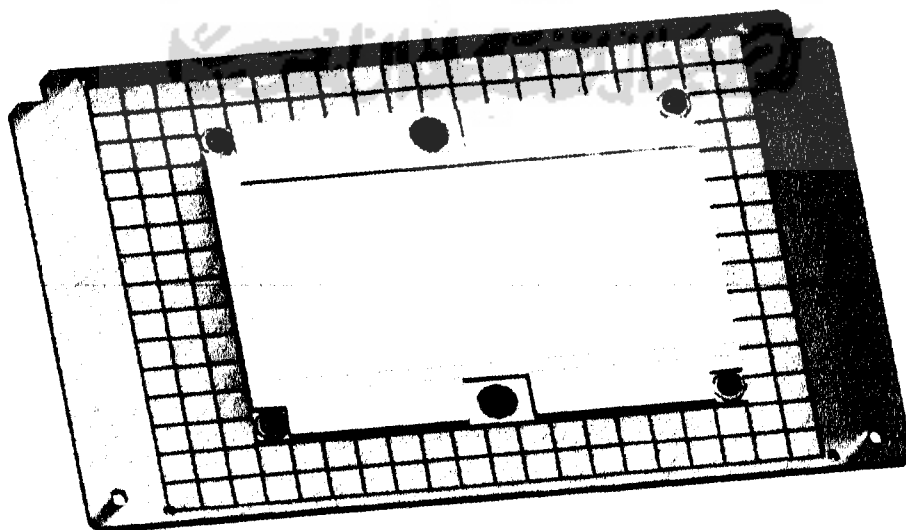
Obyek penelitian meliputi dimensi produk kerajinan, berbagai proses produksi yang terjadi, dan hal-hal yang mempengaruhi bentuk dan fungsi dari *Modular Jig and Fixture*. Sedang pada perancangan dan pembuatan *Modular Jig and Fixture* meliputi penentuan letak, kombinasi dan analisa yang tepat antara *positioner* dan *locator*. Analisis dari produk yang dihasilkan dan waktu proses yang didapat dengan menggunakannya berulang-ulang pada produksi yang berbeda-beda adalah metode dalam percobaan dan pengujian *Modular Jig and Fixture*.

### 3.2. Data Mesin

Dudukan *table* (meja kerja) menentukan dimensi dalam perancangan *modular fixture*. Sedangkan dimensi dan letak *flat plate jig* terhadap *modular fixture* selain ditentukan oleh kedudukan *table* dan *home position* (0,0) juga ditentukan oleh area operasi maksimal mesin CNC, dimana sumbu x : 203,2 mm dan sumbu y : 152,4 mm. Sedangkan jangkauan maksimal operasi spindle pada sumbu z, yaitu 62 mm menentukan tebal *flat plate jig* dan *modular fixture*. Beban maksimal yang ditanggung oleh mesin CNC adalah 1000 g.

### 3.3. Rancangan Alat

Rancangan alat secara keseluruhan diperlihatkan gambar dibawah ini :



Gambar 3.2. Sketsa Rancangan Alat

### 3.4. Prinsip Kerja Alat

Sebuah workholding system untuk plat tipis pada CNC Roland MDX-20, *modular jig and fixture* terdiri dari dua komponen utama yaitu *flat plate jig* dan *modular fixture*. Benda kerja dengan dimensi tertentu (sesuai kapasitas *jig*) di lekatkan pada *jig* dengan perekat. Lokator pada *jig* memungkinkan benda kerja berada pada posisi yang tepat terhadap *jig*. Selanjutnya *jig* dipasang pada *modular fixture* dengan sekerup kepala benam rata untuk mendapatkan koordinat *jig* terhadap mesin sesuai yang telah ditentukan. Sebagai penguat dan mengurangi getaran dipasang empat buah mur dan ring pada tiap sudut *jig*.

Jika proses dengan *jig* pertama selesai, diganti *jig* kedua (*jig* lain yang serupa). Sifat *interchangeability*<sup>1</sup> memungkinkan penggantian *jig* pada *modular fixture* dengan cepat dan mudah, sekaligus memastikan kedua komponen tersebut terpasang dengan konfigurasi yang tepat. Sehingga posisi benda kerja terhadap mesin sesuai dengan koordinat pada desain di *software ArtCAM*. Selama proses berikut berlangsung, operator dapat melepas produk dari proses sebelumnya, sekaligus mempersiapkan benda kerja untuk proses pemesinan selanjutnya.

### 3.5. Perhitungan

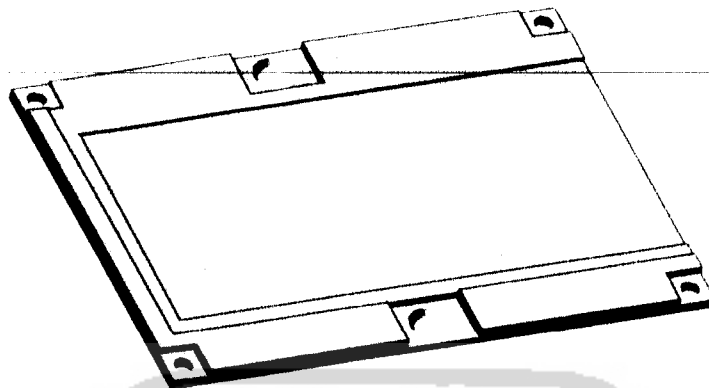
Perhitungan dan analisis dilakukan pada perencanaan masing-masing komponen penyusun *modular jig and fixture*.

#### 3.5.1. Flat Plate Jig

Komponen dimana plat tipis diletakkan dan dilekatkan dengan bantuan perekat. Bentuk *flat plate jig* memudahkan positioning benda kerja dengan ukuran tertentu secara tepat.

---

<sup>1</sup> Yaitu suatu keadaan antara dua benda yang berpasang-pasangan yang memungkinkan penggantian satu dari kedua benda tersebut dengan benda lain yang serupa tanpa merusak hubungan benda tadi.

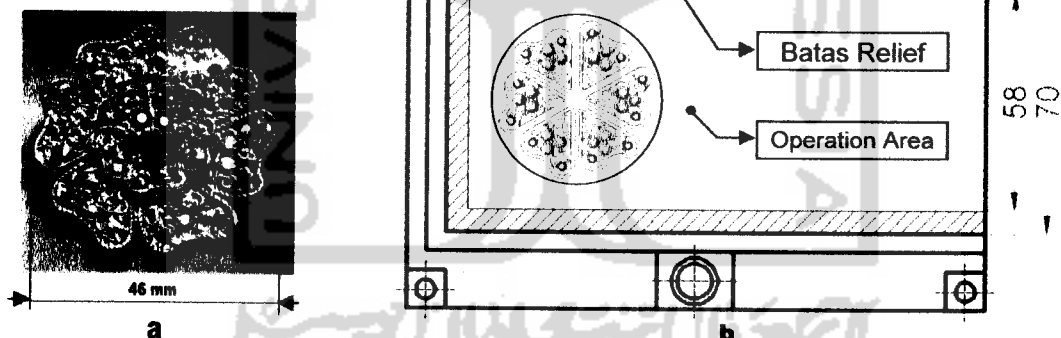


Gambar 3.3. Flat Plate Jig

### 3.5.1.1. Pengaruh Benda Kerja

*Flat plate jig* dirancang untuk pengerjaan plat tipis yang difokuskan pada salah satu bentuk kerajinan yaitu bros. Desain bros ikut mempengaruhi dimensi *jig*, agar daerah operasi *jig* mampu menampung desain bros.

Dimensi terbesar bros adalah 46 mm (*layer 1*).



Gambar 3.4. a. Model bros; b. Jig Operation Area

### 3.5.1.2. Positioner Benda Kerja

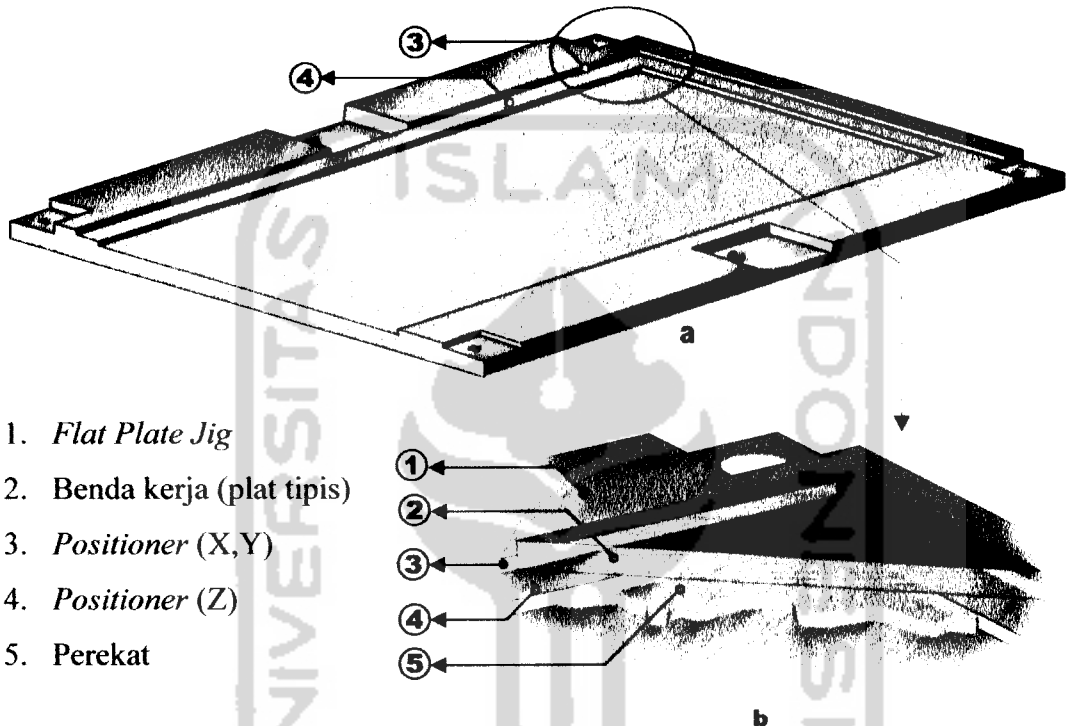
*Flat plate jig* membutuhkan dua buah *positioner* untuk menempatkan benda kerja, yaitu :

- a. *Positioner* untuk sumbu (X,Y)

Fungsi utamanya untuk memposisikan benda kerja pada saat pemasangan terhadap *jig*, selain itu juga berfungsi sebagai penahan momen akibat putaran pahat pada saat proses pemesinan.

b. *Positioner* untuk sumbu (Z)

Sebagai batas ketebalan bahan perekat dan pemosisi ketinggian benda kerja terhadap *jig*. Sehingga meniadakan kemungkinan kemiringan sudut permukaan benda kerja.

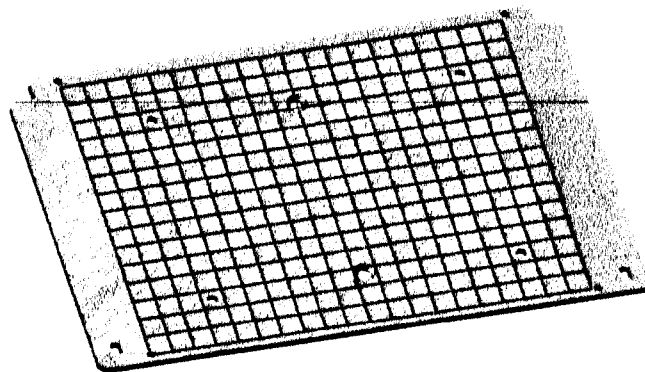


1. *Flat Plate Jig*
2. Benda kerja (plat tipis)
3. *Positioner* (X,Y)
4. *Positioner* (Z)
5. Perekat

Gambar 3.5. a. *Positioner* Benda Kerja Pada Jig ; b. Aplikasi *Positioner* Benda Kerja Pada Jig

### 3.5.2. *Modular Fixture*

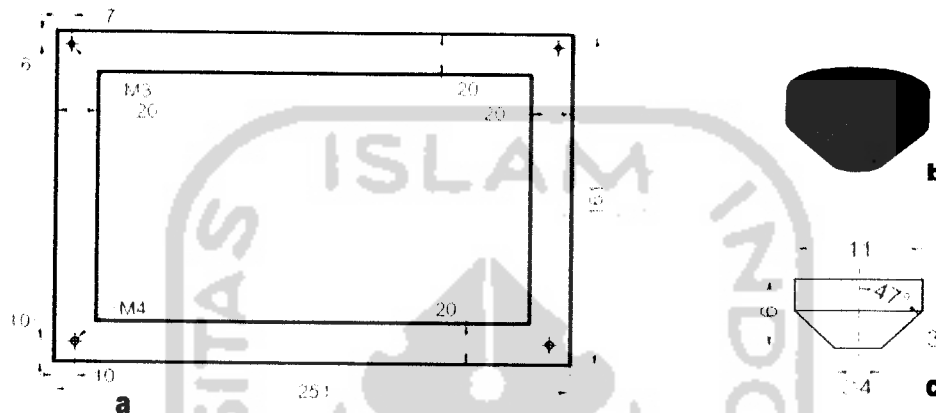
Alat untuk menempatkan, menahan dan menunjang *jig* dengan tetap mempertahankan koordinat *jig* terhadap mesin meski *jig* di lepas pasang.



Gambar 3.6. *Modular Fixture*

Seperti halnya *table*, *modular fixture* dirancang untuk dipasang pada dudukan *table* mesin Roland MDX-20.

Dalam perancangan, dimensi *modular fixture* menyesuaikan dimensi *table* dari mesin Roland MDX-20, begitu pula dengan lubang sekerup dan pemosisi. Dimensi utama *modular fixture* adalah  $161 \times 251$  mm (p x l).



Gambar 3.7. a. Dudukan Table 2D ; b. Positioner Table 3D ; c. Positioner Table 2D

### 3.5.3. Perekat

Digunakan damar batu berupa bubuk, dengan pertimbangan bahwa bahan tersebut mudah didapat dan ekonomis, selain itu bahan ini tidak mengandung senyawa beracun. Bila sudah kering damar akan melekat kuat sedang untuk melepaskannya hanya dengan direndam pada minyak tanah atau bensin.

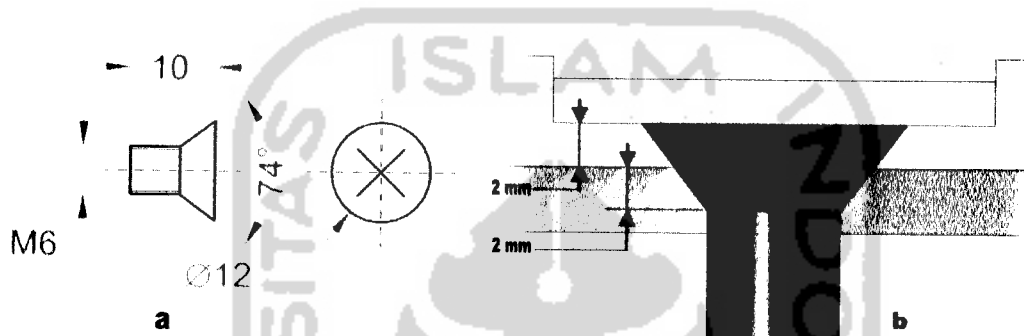


Gambar 3.8. Damar Batu Bubuk

### 3.5.4. Sekerup Kepala Benam Rata

Fungsi utamanya adalah sebagai pemosisi antara letak *flat plate jig* terhadap *modular fixture*. Selain itu juga mempunyai fungsi selayaknya sekerup yaitu sebagai penguatan dan penahan getaran pada daerah tengah dari *jig*.

Pemilihan dimensi sekerup berdasarkan ukuran bagian kepala benam yang disesuaikan dengan tebal *flat plate jig* dan *modular fixture*.



Gambar 3.9. a. Dimensi Sekerup Kepala Benam Rata ;  
b. Aplikasi Sekerup Kepala Benam Rata Pada Modular Jig and Fixture

### 3.5.5. Mur Segi Enam

Sebagai penahan sekerup kepala benam rata terhadap kemungkinan kendor akibat getaran mesin.

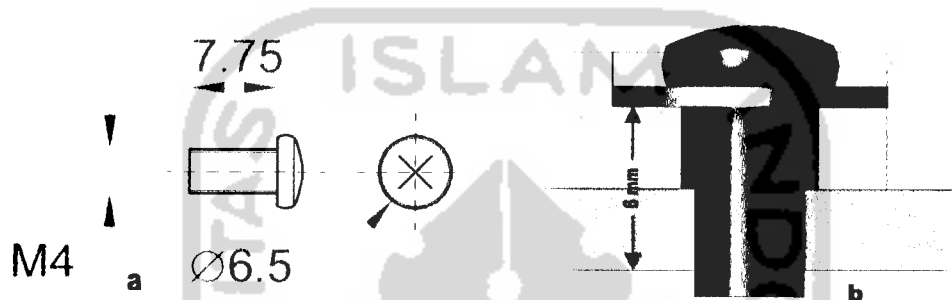


Gambar 3.10. a. Dimensi Mur Segi Enam ; b. Aplikasi Mur Segi Enam Pada Modular Jig and Fixture

### 3.5.6. Sekerup Kepala Lonjong

Sebagai *fastener devices*, dalam hal ini sekerup sebagai penguatan untuk sambungan yang dapat dipisahkan sekaligus berfungsi sebagai penahan getaran *jig* yang ditimbulkan mesin.

Pemilihan komponen ini berdasarkan dimensi *flat plate jig* dan *modular fixture* ketika di rangkai.

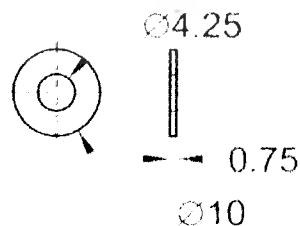


Gambar 3.11. a. Dimensi Sekerup Kepala Lonjong ;  
b. Aplikasi Sekerup Kepala Lonjong dan Ring Pada Modular Jig and Fixture

### 3.5.7. Ring

Kegunaan utama *ring* adalah untuk pengaman *flat plate jig* terhadap gesekan yang berulang-ulang pada daerah dudukan kepala sekerup kepala lonjong. Juga berfungsi untuk menghindari pemutaran kendor pada sekerup akibat getaran mesin.

Pemilihan komponen ini berdasarkan ketersediaan di pasaran dan menyesuaikan dimensi *jig*.



Gambar 3.12. Ring

## BAB IV

### PERCOBAAN DAN ANALISIS

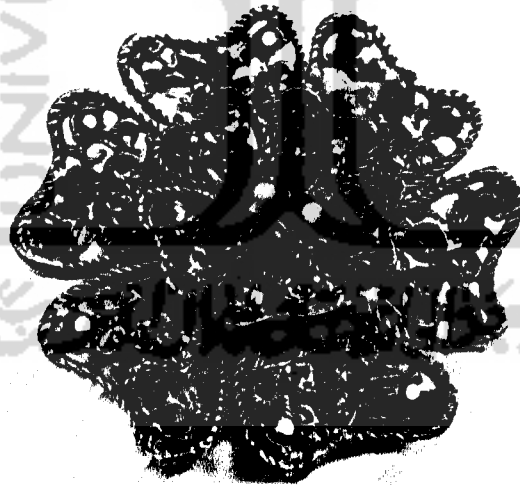
---

#### 4.1. Pembuatan Desain Kerajinan

Ragam kerajinan bisa dikategorikan dari proses pembuatannya, seperti: grafir; ukir; *casting*; *electro plating* dan lain-lain. Bahkan beberapa diantaranya menggunakan dua rangkaian proses atau lebih.

##### 4.1.1. Model

Sebagai perbandingan, model kerajinan desain adalah bros. Model ini adalah hasil pengerjaan *hand made* dengan proses *casting*, yang akan dicoba dibuat dengan plat tipis dengan metode *metal removing*. Bros terdiri dari empat lapisan (*layer*), tiap *layer* terdiri dari beberapa komponen, komponen tiap-tiap *layer* mempunyai jumlah, dimensi, dan bentuk relief yang berbeda. Komponen-komponen tersebut diproses tiap *layer* secara terpisah.



Gambar 4.1. Model Bros

##### 4.1.2. Desain

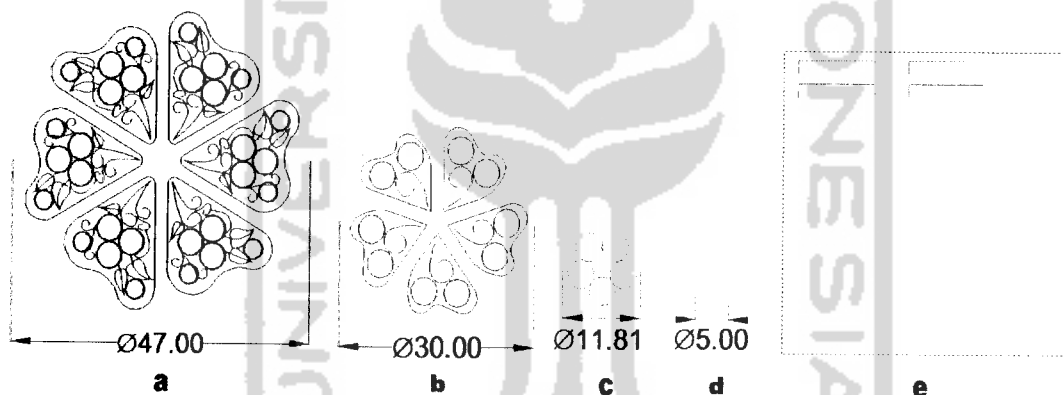
Model bros sangat rumit, karena memiliki kesesuaian dimensi tiap komponen. Untuk membuat reliefnya dibutuhkan ketelitian, sehingga desain bros dibuat dengan metode vektor. Vektor sangat fleksibel, karena dapat dimanipulasi dengan mudah dan akurat.



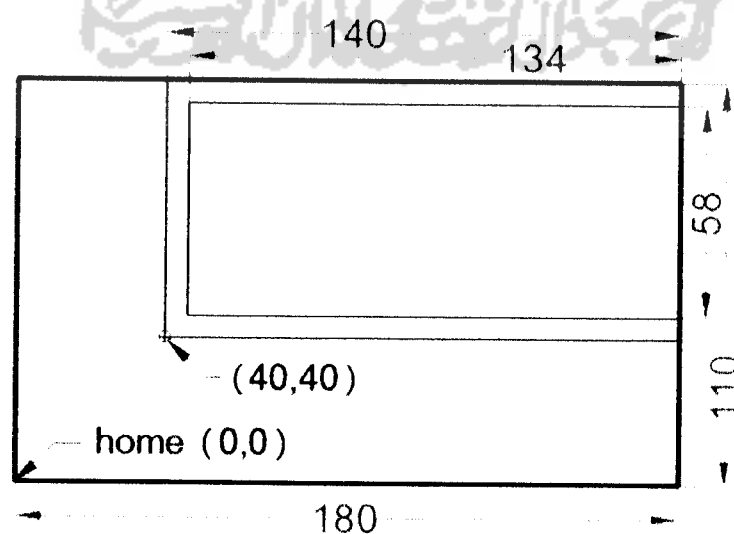
#### 4.1.2.1. Menggunakan *Software AutoCAD*

*Software AutoCAD* digunakan untuk merancang desain 2D berupa vektor sebagai *drive curve* (*centerline* maupun *outline*) dari relief dan *cross-section profile*. Selain itu juga untuk pembuatan area kerja pada *ArtCAM*. Pemilihan perancangan vektor menggunakan *software AutoCAD* karena berdasarkan kelebihan, seperti:

- Toolbar lebih lengkap, fasilitas *offset* mempermudah desain *centerline*.
- Desain vektor lebih presisi dengan menggunakan *object snap*.
- Mudah dalam pembuatan vektor berbentuk kurva.
- Mudah dalam pengeditan, modifikasi bentuk desain maupun perubahan rancangan. Sehingga penggunaan *AutoCAD* lebih efisien waktu.



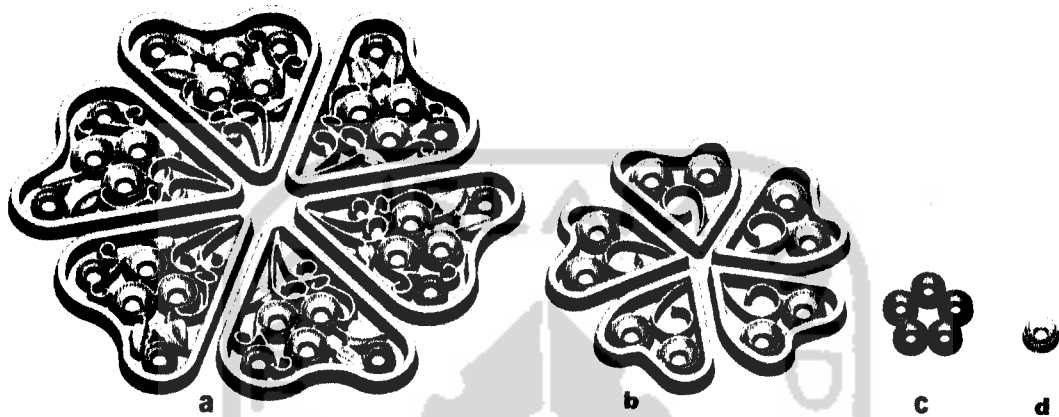
Gambar 4.2. a. Vektor Layer 1; b. Vektor Layer 2; c. Vektor Layer 3; d. Vektor Layer 4; e. Vektor ketinggian



Gambar 4.3. Area Kerja

#### 4.1.2.2. Menggunakan Software ArtCAM

*ArtCAM* digunakan untuk merubah desain 2D dari *AutoCAD*, menjadi desain berbentuk 3D.



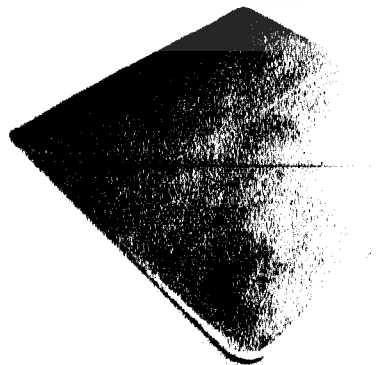
Gambar 4.4. a. Relief Layer 1; b. Relief Layer 2 ; c. Relief Layer 3 ; d. Relief Layer 4

#### 4.1.3. Strategi Pemesinan

*Runing* mesin menggunakan *ArtCAM*, karena *software* ini memiliki kelebihan dalam pemilihan strategi, sehingga proses pemesinan menjadi lebih cepat.

#### 4.2. Pemilihan Material Benda Kerja

Benda kerja yang digunakan adalah plat alumunium tebal 2 mm berukuran 80×80 (mm).



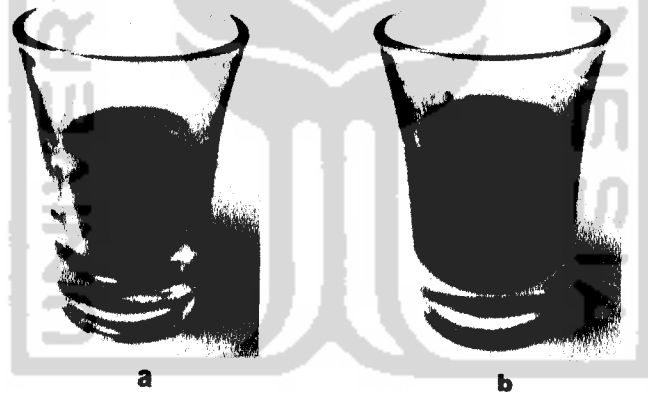
Gambar 4.5. Benda Kerja berukuran 80×80 (mm)

### 4.3. Aplikasi Modular Jig and Fixture

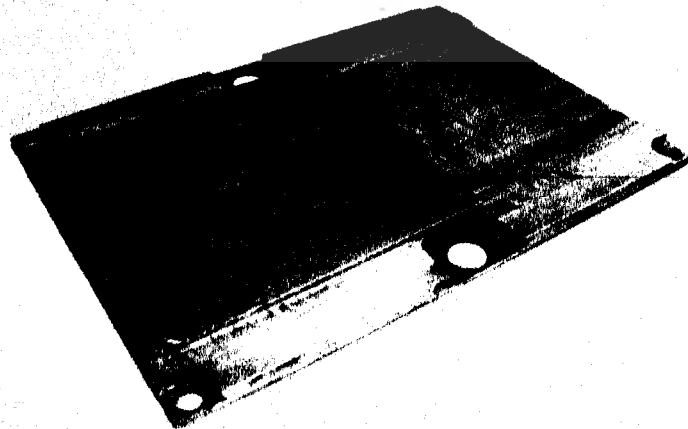
*Modular jig and fixture* dirancang untuk benda kerja berbahan plat tipis. Sebelum digunakan, *jig* maupun benda kerja melalui beberapa tahap terlebih dahulu.

#### 4.3.1. Pemasangan Benda Kerja Pada *Flat Plate Jig*

Pemasangan benda kerja pada *flat plate jig* menggunakan perekat dari damar. Agar dapat digunakan sebagai perekat, damar harus dicampur dengan bensin atau *thiner*. Untuk benda kerja berukuran 80×80 (mm), dibutuhkan damar sebanyak  $\pm 10$  gr dan bensin/*thinner* sebanyak  $\pm 10$  ml. Keduanya diaduk hingga tercampur merata. Campuran dituangkan diatas *jig*, diratakan kemudian letakkan benda kerja sesuai dengan *positioner*-nya dengan diberi sedikit tekanan.



Gambar 4.6. a. Damar Bubuk ; b. Damar Bubuk Dicampur bensin



Gambar 4.7. Flat Plate pada Jig

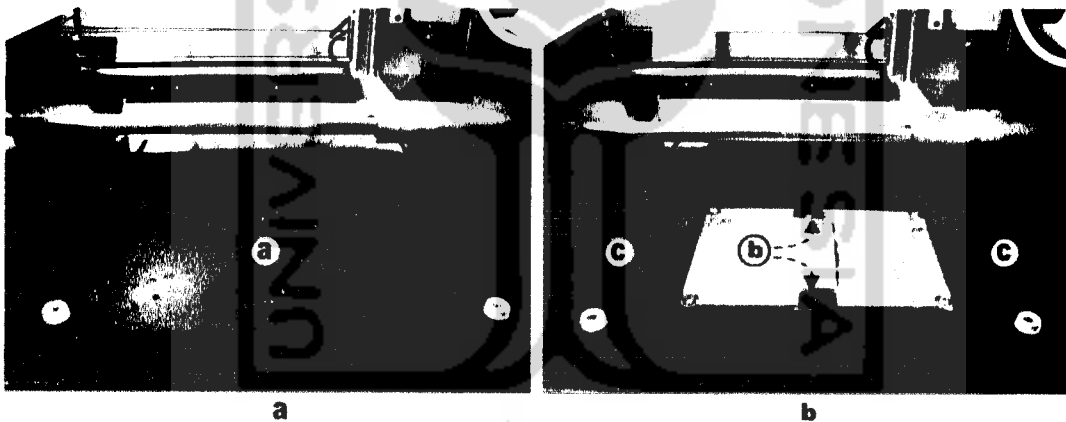
### 4.3.2. Pemesinan Menggunakan *Modular Jig and Fixture*

*Modular jig and fixture* adalah salah satu alat bantu dalam proses pemesinan menggunakan mesin Roland MDX-20. Agar dapat berfungsi maksimal, maka penggunaannya harus melalui beberapa langkah.

#### 4.3.2.1. Pemasangan *Modular Jig and Fixture* pada Roland MDX-20

Saat proses pemasangan, sebaiknya mesin dalam kondisi mati. Langkah pemasangan *Modular Jig and Fixture* pada Roland MDX-20 adalah:

- Modullar fixture* dirancang memiliki kesamaan dimensi dengan *table*, sehingga dapat dipasang pada dudukan *table* dengan cara yang sama.
- Gunakan dua buah sekerup kepala benam rata untuk memposisikan letak *flat plate jig* terhadap *modular fixture*.
- Kencangkan keduanya dengan empat buah sekrup kepala lonjong.



Gambar 4.8.a. Modular Fixture pada Roland MDX-20 ; b. Modular Jig and Fixture pada Roland MDX-20

#### 4.3.2.2. Pengesetan Z0 pada Roland MDX-20

Pengesetan Z 0 Roland MDX-20 adalah pada permukaan *modular fixture*.



Gambar 4.9. Z zero Point

### 4.3.3. Melepas Produk dari Jig

Untuk melepas benda kerja jika proses pemesinan telah selesai, *flat plate jig* dilepas dari *modular fixture*. kemudian direndam dalam minyak tanah atau bensin. Perekat akan terurai dengan sendirinya, sehingga produk dan material sisa dapat dengan mudah diambil. Waktu perendaman adalah relatif, tergantung pada jenis cairan yang digunakan. Minyak tanah membutuhkan waktu lebih banyak dibanding bensin yang hanya membutuhkan waktu 10 - 15 menit.

### 4.4. Proses Pemesinan dan Analisis

Proses pemesinan dilakukan bertahap tiap-tiap *layer*. Kemudian hasil pemesinan dianalisis. Hasil analisis digunakan untuk menyempurnakan proses pemesinan selanjutnya.

#### 4.4.1. Pemesinan Pertama

Pemesinan pertama adalah proses pemesinan pada desain *Layer 1*.

##### 4.4.1.1. Parameter Pemesinan Pertama

Strategi dan parameter-parameter pemesinan yang digunakan untuk proses pemesinan pertama seperti tercantum dalam tabel berikut:

**Tabel. 4.1.** Parameter-Parameter Pemesinan Pertama

No	Parameter	Keterangan	
1	Strategi	<i>Machine Relief, Raster, Multiple Z passes (6-4 mm)</i>	
2	<i>Tool Description</i>	<i>Type</i>	<i>Conical 0.25 Flat - 10 degrees</i>
		<i>Diameter</i>	6.000 mm
		<i>Half Angle</i>	10.0 deg.
		<i>Flat Radius</i>	0.25 mm
3	<i>Stepover</i>	0.1 mm (20 % of D)	
4	<i>Stepdown</i>	0.100 mm	
5	<i>Spindle Speed</i>	6500 rpm	
6	<i>Feed Rate</i>	4.000 mm/sec	
7	<i>Plunge Rate</i>	10.000 mm/sec	
8	Waktu	54:28:32	

#### 4.4.2. Pemesinan Kedua (*Feed Rate Diperbesar*)

Pemesinan kedua adalah proses pemesinan pada desain *Layer 2*.

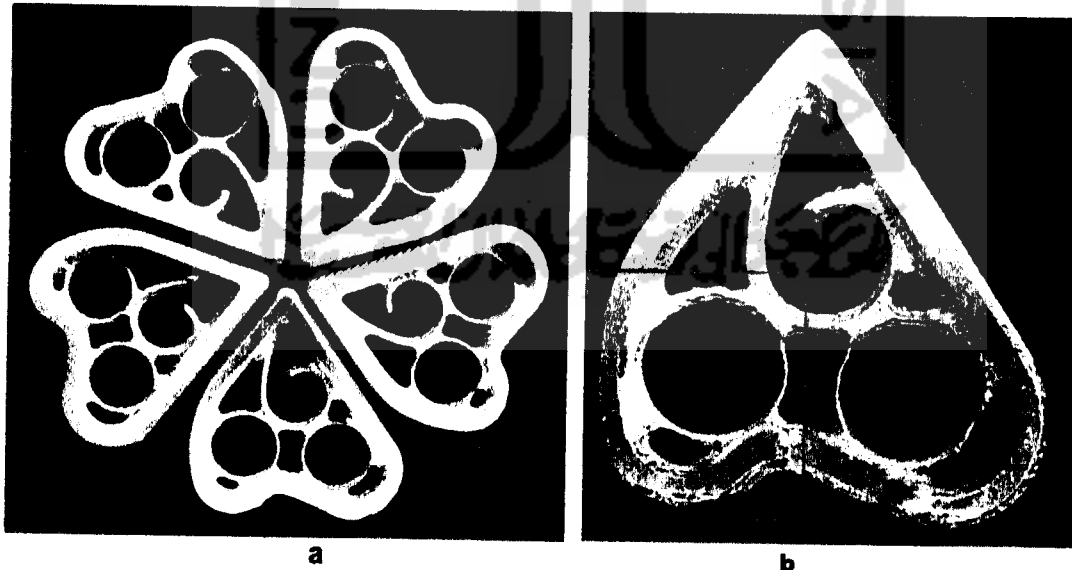
##### 4.4.2.1. Parameter Pemesinan Kedua

Dari hasil analisis pada pemesinan pertama, dilakukan perbaikan dengan merubah parameter-parameter pemesinan yang digunakan untuk proses pemesinan kedua seperti tercantum dalam tabel berikut:

Tabel. 4.3. Parameter-Parameter Pemesinan Kedua

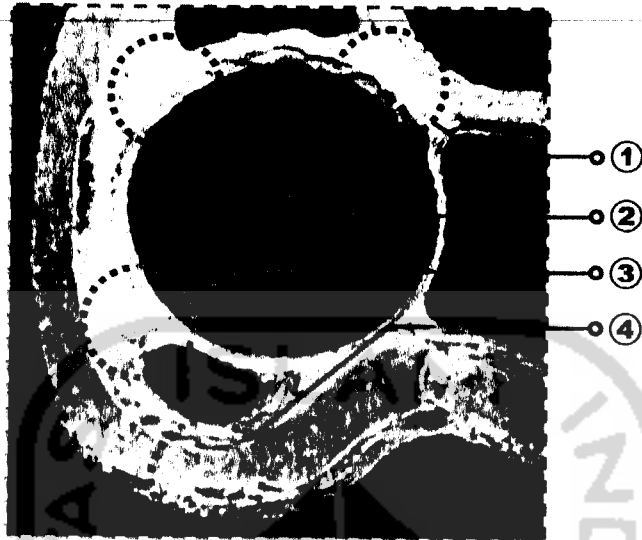
No	Parameter	Keterangan	
1	Strategi	<i>Machine Relief, Raster, Multiple Z passes (6-4 mm)</i>	
2	<i>Tool Description</i>	<i>Type</i>	<i>Conical 0.125 Flat - 10 degrees</i>
		<i>Diameter</i>	6.000 mm
		<i>Half Angle</i>	10.0 deg.
		<i>Flat Radius</i>	0.125 mm
3	<i>Stepover</i>	0.075 mm (30 % of D)	
4	<i>Stepdown</i>	0.100 mm	
5	<i>Spindle Speed</i>	6500 rpm	
6	<i>Feed Rate</i>	7.000 mm/sec	
7	<i>Plunge Rate</i>	10.000 mm/sec	
8	Waktu	13:52:46	

##### 4.4.2.2. Hasil Pemesinan Kedua





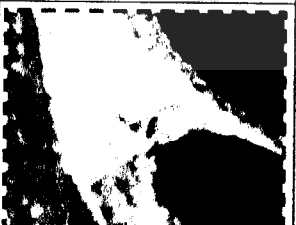

Gambar 4.11.a. Hasil Pemesinan Kedua ; b. Bagian Hasil Pemesinan Kedua

#### 4.4.2.3. Analisis Pemesinan Kedua



Gambar 4.12. Perbesaran Salah Satu Bagian Hasil Pemesinan Kedua

Tabel. 4.4. Analisis Hasil Pemesinan Pertama

No	Gambar	Keterangan
①		Benda kerja masih terbakar (meleleh), disebabkan parameter <i>feed rate</i> kurang besar.
②		Sebagian relief kurang sempurna dan permukaanya kasar, disebabkan oleh nilai <i>stepover</i> yang terlalu besar.
③		Dengan <i>Tool conical 0.125 flat 10°</i> , celah-celah kecil masih belum termakan pahat, juga disebabkan parameter <i>step over</i> kurang kecil.
④		Mesin macet ( <i>Hang</i> ). Titik Y berubah, pengesetan Z 0 kurang tepat.

#### 4.4.3. Pemesinan Ketiga (*Feed Rate* Diperbesar dan *Stepover* Diperkecil)

Pemesinan ketiga adalah proses pemesinan pada desain *Layer 1*.

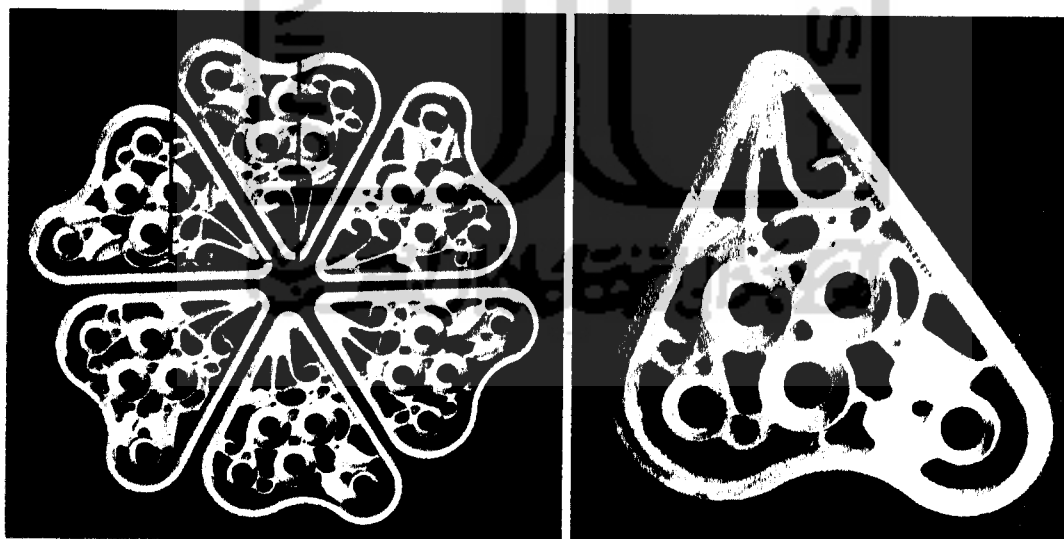
##### 4.4.3.1. Parameter Pemesinan Ketiga

Perubahan parameter-parameter pemesinan yang digunakan untuk proses pemesinan ketiga didapat dari analisis hasil pemesinan kedua.

**Tabel. 4.5.** Parameter-Parameter untuk Pemesinan Ketiga

No	Parameter	Keterangan	
1	Strategi	<i>Machine Relief, Raster, Multiple Z passes (6-4 mm)</i>	
2	<i>Tool Description</i>	<i>Type</i>	<i>Conical 0.125 Flat - 10 degrees</i>
		<i>Diameter</i>	6.000 mm
		<i>Half Angle</i>	10.0 deg.
		<i>Flat Radius</i>	0.125 mm
3	<i>Stepover</i>	0.0625 mm (25 % of D)	
4	<i>Stepdown</i>	0.100 mm	
5	<i>Spindle Speed</i>	6500 rpm	
6	<i>Feed Rate</i>	9.000 mm/sec	
7	<i>Plunge Rate</i>	10.000 mm/sec	
8	Waktu	33:56:58	

##### 4.4.3.2. Hasil Pemesinan Ketiga



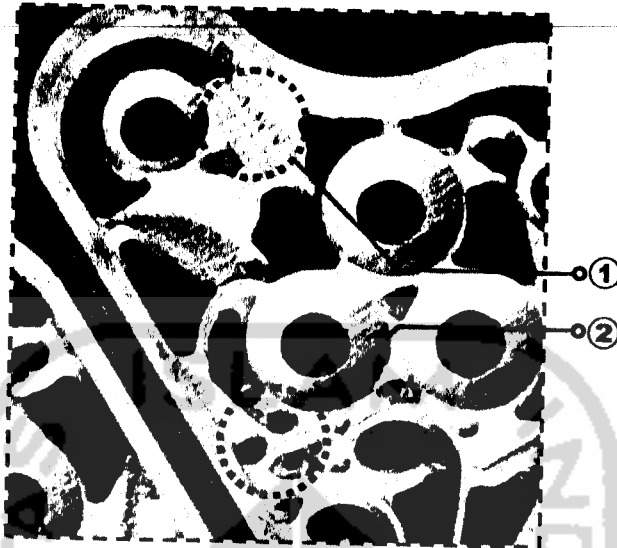
a

b

Gambar 4.13. Hasil Pemesinan Ketiga ; b. Bagian Hasil Pemesinan Ketiga



#### 4.4.3.3. Analisis Pemesinan Ketiga



Gambar 4.14. Perbesaran Hasil Pemesinan Ketiga

Tabel. 4.6. Analisis Hasil Pemesinan Ketiga

No	Gambar	Keterangan
①		Permukaanya masih kasar, disebabkan karena parameter <i>stepover</i> terlalu besar.
②		Hasil relief kurang sempurna, disebabkan karena <i>half angle tool</i> sebesar 10 degrees.

#### 4.5. Penyempurnaan Produk

Dari analisis diatas, hasil pemesinan menggunakan strategi *machine relief* dirasa kurang maksimal. Solusinya, dilakukan proses penyempurnaan, yaitu dengan langkah pengeboran, pemotongan atau kombinasi dari keduanya.

##### 4.5.1. Pengeboran

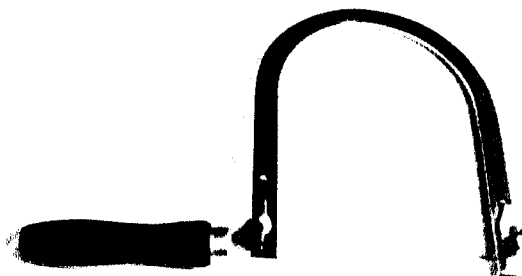
Langkah pengeboran dilakukan untuk menyempurnakan lubang-lubang kecil yang tidak terbentuk sempurna pada saat proses pemesinan. Proses pengeboran menggunakan *Mini Drill*.



Gambar 4.15. Mini Drill

##### 4.5.2. Pemotongan

Langkah pemotongan dilakukan untuk menghilangkan bagian-bagian dari produk yang tidak termakan saat proses pemesinan. Proses pemotongan menggunakan gergaji kerajinan dengan ketebalan 0,2 mm.



Gambar 4.16. Gergaji 0,2mm





### 4.5.3. Analisis Hasil Penyempurnaan

Setelah melalui serangkaian proses pengeboran dan pemotongan, maka hasilnya tampak seperti gambar dibawah ini:

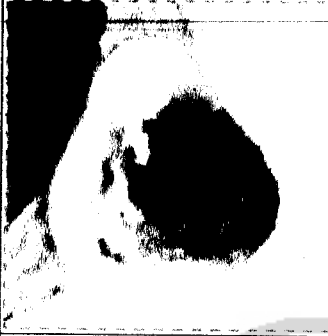

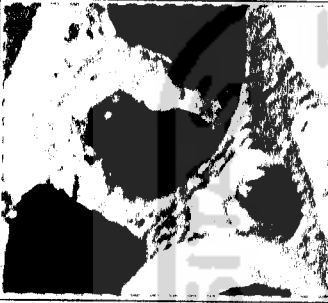



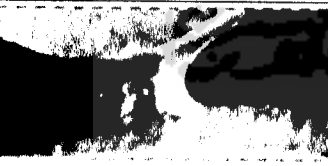
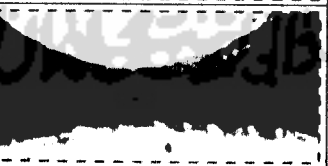


Gambar 4.17.a Sebelum Proses Penyempurnaan ; b. Setelah Proses Penyempurnaan

Tabel. 4.7. Analisis Hasil Penyempurnaan

No	Sebelum	Sesudah	Keterangan
①			Menggunakan gergaji.
②			Lubang yang tidak tembus diperbaiki dan diperbesar dengan <i>Mini Drill</i> agar kemudian dapat digergaji.

Sambungan Tabel. 4.7

No	Sebelum	Sesudah	Keterangan
③			Lubang diperbesar dengan <i>Mini Drill</i> kemudian dipertegas dengan gergaji.
④			Relief yang tidak diinginkan dipotong. Lubang diperbaiki dan diperbesar kemudian digergaji.
⑤			Garis-garis relief dipertegas dengan gergaji. Lubang diperbaiki dengan <i>Mini Drill</i> .
⑥			Relief yang tidak diinginkan dipotong dengan gergaji.

Dari hasil analisa diatas menunjukkan bahwa *modular jig and fixture* mampu bekerja dengan baik untuk mengerjakan plat tipis pada mesin CNC Roland MDX-20. Adapun produk kurang sempurna disebabkan karena *tool* dan strategi pemesinan yang masih kurang tepat, sehingga disempurnakan dengan proses manual. Sedangkan *modular jig and fixture* mampu menjalankan fungsinya dan memenuhi kriteria sebagai alat bantu pemesinan.

## BAB V

### PENUTUP



#### 5.1. Kesimpulan

Dari penelitian ini dihasilkan sebuah *workholding system*, yaitu berupa *modular jig and fixture* yang berfungsi untuk menempatkan, memegang, sekaligus *men-support* benda kerja pada pemesinan menggunakan mesin CNC Roland MDX-20. Dari analisis produk yang dihasilkan dan waktu proses yang didapat dengan menggunakannya secara berulang-ulang pada produksi yang berbeda-beda maka alat ini mampu bekerja dengan baik. *Modular jig and fixture* dirancang untuk plat dengan lebar 80 mm dan panjang maksimal 145 mm. Sebagai percobaan, dibuat kerajinan berbahan plat tipis, yaitu berupa *bros* bunga 4 layer. Alat ini juga diaplikasikan untuk pembuatan berbagai macam perhiasan maupun kerajinan yang sesuai dengan kapasitas *tool* tersebut, misalnya: pin, logo, dan lain-lain. Sehingga selain dihasilkan produk dengan kualitas yang konsisten, juga dapat memenuhi *special order* maupun memenuhi tuntutan kebutuhan industri yang fleksibel.

#### 5.2. Saran

Penelitian ini belum bernilai sempurna. Kekurangan masih terdapat pada : perekat yang digunakan membutuhkan waktu lama untuk kering ( $\pm 4$  hari); waktu pemesinan sangat lama (33:56:58) dan hasil kurang sempurna; pembuatan lubang *positioner* pada *modular jig and fixture* yang kurang presisi; dan teknik pemasangan batu permata yang kurang tepat. Saran-saran berikut diberikan untuk pengembangan penelitian selanjutnya :

1. Penggunaan perekat yang lebih cepat kering tapi tetap kuat.
2. Strategi pemesinan dan *Tool* yang lebih tepat, sehingga dihasilkan produk yang sempurna tapi waktu pemesinan yang lebih cepat.
3. Pembuatan lubang *positioner* antara *flat plate jig* dan *modular fixture* menggunakan mesin CNC agar dimensi lebih teliti.
4. Perbaiki teknik pemasangan batu permata.

## DAFTAR PUSTAKA

Hoffman, Edward G. 1996. *Jig And Fixture Design* (4<sup>th</sup> ed). U.S.A.: Delmar Publishers

Roland, 2000. *MDX-20 MDX-15 User's Manual*. Japan: Roland DG Corporation.

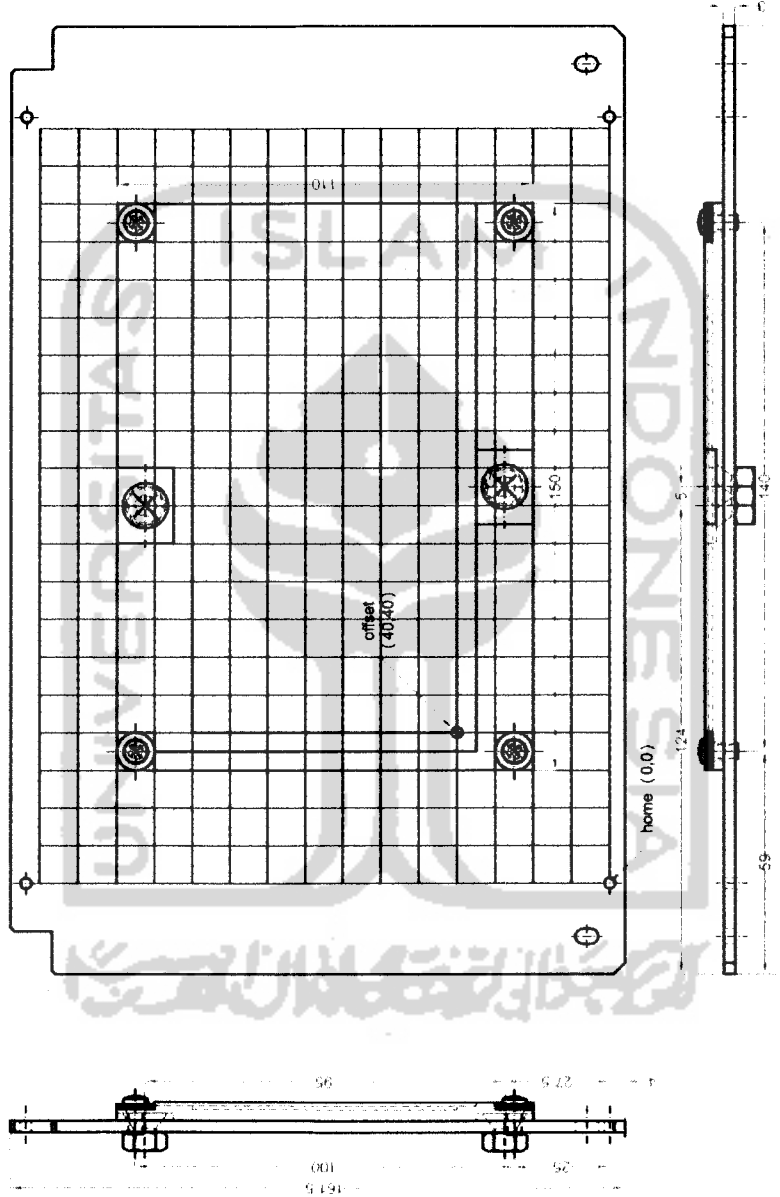
Kaderiwiryono, Sudarso. 1981. *Perkakas Pembantu*. Bandung: Departemen Teknik Industri ITB.

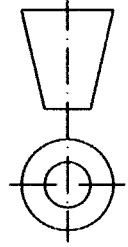
Rochim, Taufiq. 2001. *Spesifikasi, metrologi, & Kontrol Kualitas Geometrik*. Bandung: ITB.

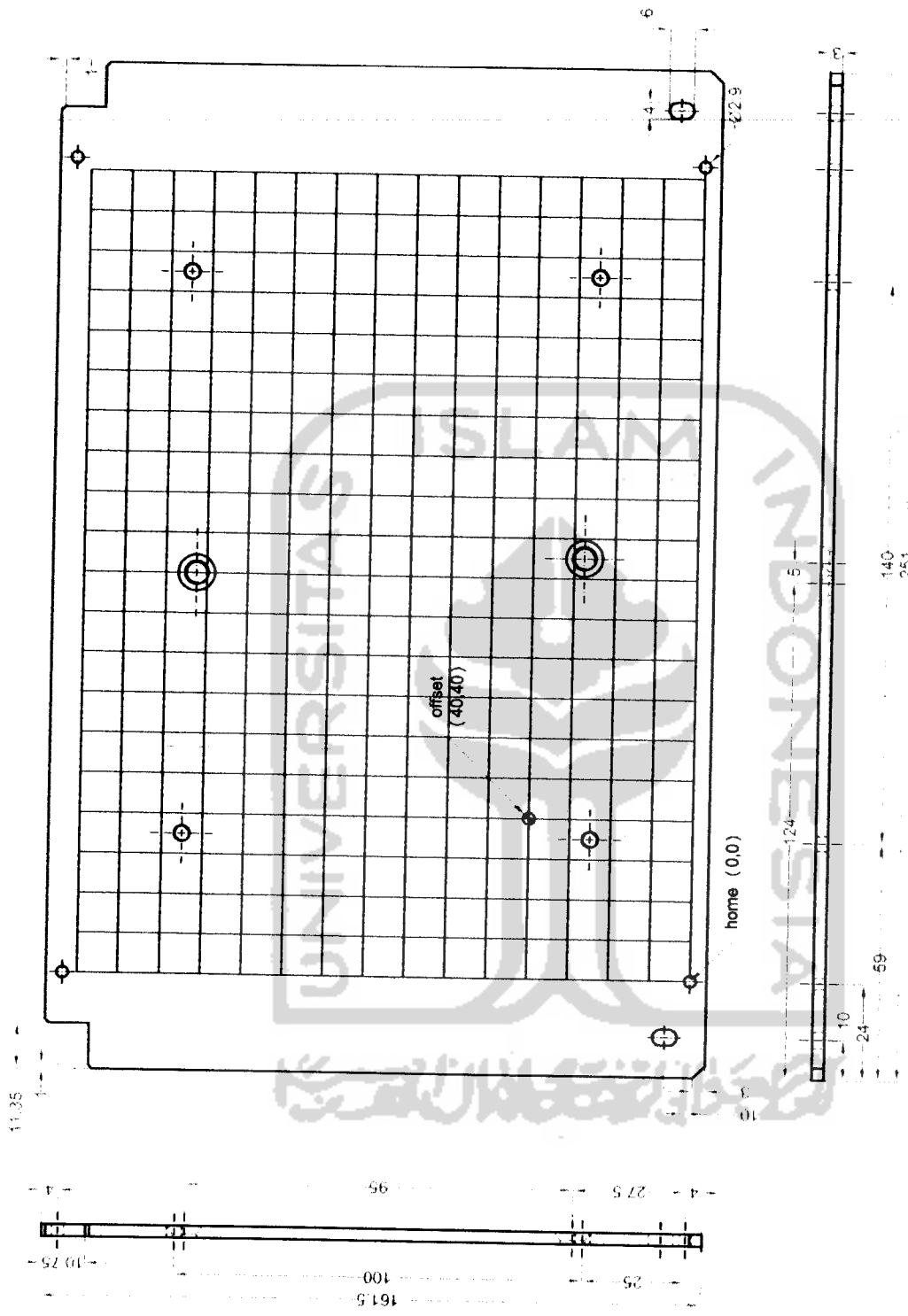
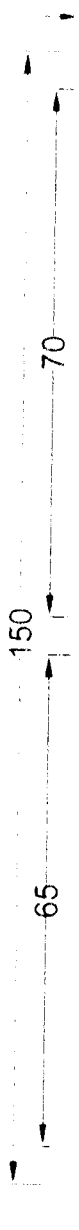
Damar Murni Indah. Available at <http://www.damarmurniindah.co.id>



No	Nama Bagian	Bahan	Jml	Catatan
1	Modular Fixture	Besi	1	
2	Flat Plate Jig	Aluminium	2	
3	Sekerup Kepala Benam Rata		2	
4	Mur Segi Enam		2	
5	Sekerup Kepala Lonjong		4	
6	Ring		8	



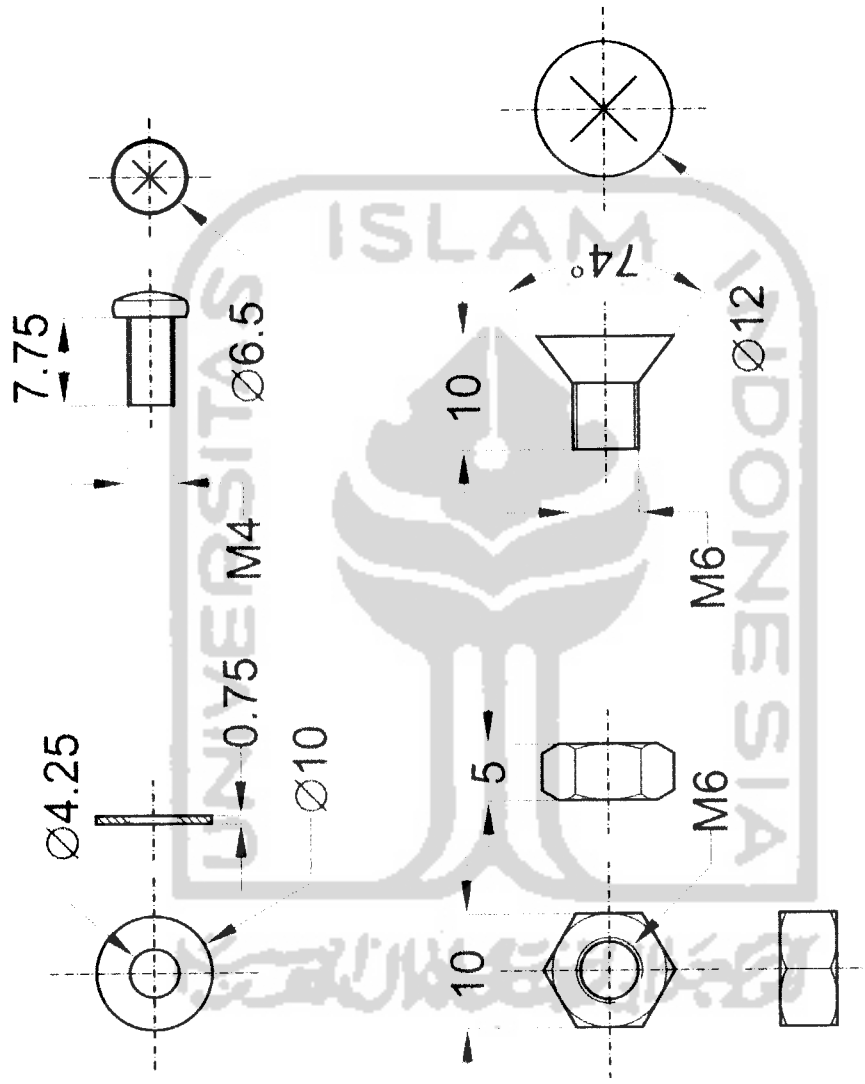
	SKALA : 1 : 2	DIGAMBAR : ZUHDY MAS FURI	Peringatan :
	SATUAN : Milimeter	JURUSAN : TEKNIK MESIN	
	TANGGAL : 9-6-2006	DISETUJUI : Ir. Paryana. P, M.Eng	
Universitas Islam Indonesia		<b>MODULAR JIG &amp; FIXTURE</b>	
			<b>A<sub>4</sub></b>



	SKALA : 3 : 5	DIGAMBAR : ZUHDY MAS FURI	Peringatan :
	SATUAN : Milimeter	JURUSAN : TEKNIK MESIN	
	TANGGAL : 9-6-2006	DISETUJUI : Ir. Paryana P, M.Eng	







	SKALA : 3 : 2	DIGAMBAR : ZUHDY MAS FURI	Peringatan :
	SATUAN : Milimeter	JURUSAN : TEKNIK MESIN	
	TANGGAL : 9-6-2006	DISETUJUI : Ir. Paryana, P., M.Eng	

Universitas Islam Indonesia	SEKERUP; BAUT & RING	A <sub>4</sub>
--------------------------------	----------------------	----------------