

DESAIN DAN PEMBUATAN *MOLD* DAN *DIES* PENCETAK PIRING DARI PELEPAH PINANG MENGGUNAKAN MESIN CNC *MILLING* VMC50E

Fahri Firdaus¹, Marzuki^{2*}, Syamsuar²

¹Mahasiswa Program Studi Teknologi Rekayasa Manufaktur
Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Lhokseumawe

²Dosen Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Lhokseumawe
Jl. Medan –Banda Aceh Km.280 Buketrata

*Penulis Korespondensi: marzuki@pnl.ac.id

Abstrak

Luas perkebunan Pinang di Provinsi Aceh mencapai 45.044 hektare, yang akan memproduksi 364.856.400–405.396.000 pelepah daun pertahun. Petani belum memanfaatkan pelepah Pinang secara maksimal untuk menambah penghasilan mereka. Pelepah Pinang mengandung selulosa, hemiselulosa dan lignin yang merupakan salah satu biopolimer yang menyusun bahan kemasan, sehingga sangat memungkinkan pelepah Pinang ini dikembangkan menjadi produk seperti piring. Dies adalah bagian cetakan untuk menekan produk. Mold adalah bagian cetakan yang membentuk produk. Mold yang memerlukan transfer panas tekanan tinggi. Material yang digunakan aluminium, dikarenakan aluminium dapat tahan korosi, mampu bentuk yang baik, masa jenis rendah, penghantar listrik dan panas yang baik, serta memiliki titik lebur yang rendah. Tujuan penelitian ini adalah menghasilkan cetakan mold dan dies untuk memproduksi Piring dari Pelepah Pinang menggunakan mesin CNC Milling VMC 50E, melalui optimasi desain mold dan dies menggunakan software Solidworks, pemilihan material, proses pembuatan program NC dan proses fabrikasi menggunakan mesin CNC. Hasil penelitian adalah mold dan dies yang sesuai pada desain dan menggunakan material aluminium dengan dimensi 150 x 150 x 40, proses pembuatan menggunakan mesin CNC milling dengan putaran spindel 4.777 rpm, kecepatan makan per gigi 955,4 mm/menit, total waktu pengerjaan 17,33 jam dan total biaya produksi Rp 5.626.000. Pengujian kekasaran pada permukaan mold dan dies menunjukkan tingkat kekasaran N6.

Keywords: Pelepah pinang, Mold dan Dies, Aluminium, Mesin CNC milling

1. Pendahuluan

1.1 Latar belakang

Luas area perkebunan pinang di provinsi aceh mencapai 45.044 hektare dengan jumlah 900 - 1000 batang perhektare dengan total produksi mencapai 17.677 ton. Jika perbatang pohon Pinang akan menghasilkan 6 - 12 pelepah setahun maka akan ada 364.856.400 – 405.396.000 pelepah setahun[1]. Selama ini petani hanya mengambil buah Pinang saja, sementara pelepahnya belum dimanfaatkan secara maksimal untuk menambah penghasilan mereka, meskipun harga Pinang saat ini turun dratis hingga Rp. 4.000 /kg.

Piring dari pelepah Pinang telah mendapat persetujuan dan apresiasi dari Kementerian Pariwisata dan Ekonomi Kreatif Menteri Sandiaga Uno yang menurutnya adalah terobosan yang berani yang merupakan inovasi yang ramah lingkungan dan tidak hanya menjadi solusi untuk alam tetapi juga masyarakat secara sosial[2].

Cetakan ini mempunyai prinsip kerja pencetakan (molding) pada Temperatur dan

tekanan tinggi, yaitu pada kisaran temperatur 100°C – 170° C. Terdapat tiga komponen utama pada alat pencetak piring ini, diantaranya cetakan (*mold*), heater (pemanas), serta kempa (press)[3].

Proses permesinan CNC diawali dengan mendesain obyek menggunakan software berbasis *Computer Aided Design* (CAD) kemudian diteruskan ke dalam proses manufacturing menggunakan software berbasis *Computer Aided Manufacturing* (CAM)) yaitu sebuah teknologi aplikasi yang menggunakan perangkat lunak komputer dan mesin untuk memfasilitasi dan mengotomatisasi proses manufaktur Mesin CNC ada dua jenis, yaitu mesin CNC *Turning*(bubut) dan mesin CNC milling(*frais*)[4].

Penelitian pendahuluan telah berhasil Proses Pembuatan Cetakan Piring Organik Menggunakan Mesin Bubut Konvensional dan CNC. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui waktu pembubutan cetakan atas dan format *coding* apa yang digunakan pada pembuatan cetakan bawah. Penelitian ini

menggunakan Baja Karbon ST37 dengan diameter 260 mm dan ketebalan 45 mm[5].

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diketahui bahwa dapat dirumuskan permasalahan yaitu, Desain dari *modal* dan *dies* akan mempengaruhi luaran hasil produk. *Mold* dan *dies* akan meningkatkan nilai jual produk. Proses pembuatan pemograman NC *modal* dan *dies* dari material aluminium.

1.3 Manfaat

Dapat menambahkan pengetahuan dalam kreasi, inovasi, informasi dan aplikasi keilmuan terutama design dan perancangan produk. Dapat memberikan suatu produk yang bisa digunakan untuk mengatasi permasalahan pada pelepah pinang.

2. Metode Penelitian

2.1 Waktu Dan Tempat

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium CNC/CAD-CAM, Teknologi Mesin dan Laboratorium Pengujian Material Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Lhokseumawe. Pada penelitian ini adanya tahapan-tahapan dalam melaksanakannya dengan tujuan agar mendapatkan hasil yang akurat dan memuaskan. Waktu untuk proses penelitian ini, dilakukan lebih kurang selama 16 minggu.

2.2 Alat Penelitian

Peralatan yang digunakan pada penelitian ini adalah:

1. *Software Solidwork*
2. Mesin *Milling CNC*
3. Kaca Mata
4. Alat Ukur Pengujian Kekasaran permukaan

2.3 Bahan Penelitian

Aluminium yang digunakan pada pengujian ini adalah plat Al5052, dengan ukuran Panjang 150 mm, lebar 150 mm dan tebal 40 mm, yang dapat dilihat pada gambar 1

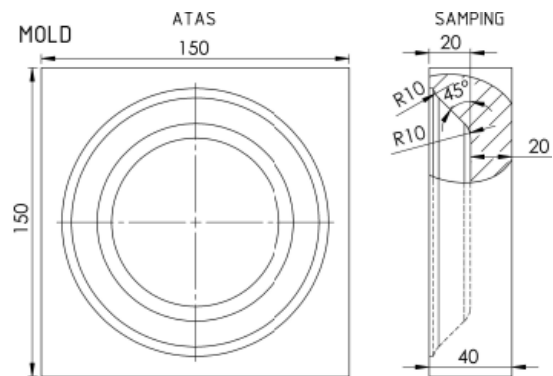


Gambar 1 Plat Aluminium

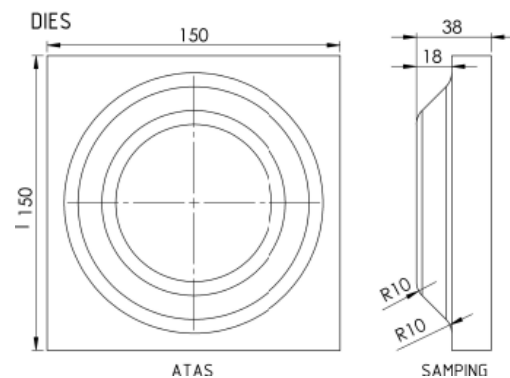
2.4 Tahapan Penelitian

2.4.1 Desain Mold dan Dies

Mendesain *modal* dan *dies* dengan ukuran diameter besar sebesar 130 mm dan diameter kecil sebesar 73.44 mm dengan masing-masing sudut kemiringan sebesar 45° dan radius sebesar 10° , dapat dilihat pada gambar 2 dan gambar 3



Gambar 2 Desain Mold



Gambar 3 Desain Dies

2.4.2 CAD/ CAM Modelling dan Pembuatan Program NC

Gambar CAD 3 dimensi untuk masing-masing komponen *Mold* dan *dies* selanjutnya dibuat proses perencanaan manufakturnya dengan menggunakan *tool*

CAM *works workflow.*, *Setting CAM Works NC Manager.*

2.4.3 Pembuatan Program NC

sebuah program komponen, menyunting program komponen dan mengetahui perintah - perintah CNC yang paling penting yang diperlukan untuk menghasilkan sebuah benda kerja. Dalam pembuat program terdapat kepala program, isi program dan akhir program. Metode yang digunakan dalam pembuatan pemograman NC metode *absolute*.

2.4.4 Fabrikasi Cetakan dengan Mesin CNC VMC50E

Proses manufaktur atau pembuatan *mold* dan *dies* menggunakan mesin CNC *Milling VMC50E* yang menggunakan controller Siemen yaitu Sinumerik 808D. G-Code yang sudah di generate pada CAMworks selanjutnya dimasukkan ke controller mesin.

2.4.5 Pengujian Kekasaran

Pengujian kekasaran dilakukan untuk mengetahui kekasaran permukaan dari hasil produk. Hasil pengujian kekasaran berupa nilai untu mengetahui tingkat kekasaran permukaannya.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Hasil Penelitian

Dalam penelitian ini, hasil dari pembuatan dies dan mold cetakan piring menggunakan mesin CNC milling VMC50E, dapat berbentuk dengan dimensi diameter besar 130 mm, diameter kecil 73,44 mm, kedalaman 20 mm, memakai sudut kemiringan 45° dan radiusnya 10°.

3.2 Proses Pembuatan Mold menggunakan Mesin CNC Milling VMC50E

Pada proses pembuatan mold cetakan piring menggunakan mesin CNC, berikut program yang digunakan :

Proses *facing*

```
G90 G54 G71
M06 T2 D1
M03 S5000
G00 X0 Y0 Z10
G01 Z-0,15
G01 X150 Y0
G01 X150 Y150
```

```
G01 X0 Y150
G01 X0 Y0
G00 Z0
M30
```

Proses *roughing*

```
G90 G54 G71
M06 T2 D1
M03 S5000
G00 X0 Y0 Z10
G00 Z0
POCKET4( 2.00000, 0.00000, 2.00000, -
5.00000, 62.50000, 75.00000, 75.00000,
1.00000, 0.00000, 0.00000, 80.00000,
300.00000, 2, 21, 18.00000, 0.00000,
0.00000, 10.00000, 20.00000)
G00 Z10
M30
```

Proses *finishing*

```
G90 G54 G71
M06 T2 D1
M03 S5000
G00 X0 Y0 Z10
G00 Z0
G00 X75 Y0
G01 X75 Y10 F300
G02 X10 Y75 CR=65
G02 X75 Y140 CR=65
G02 X140 Y75 CR=65
G02 X75 Y10 CR=65
G00 X75 Y12.22
G01 Z-0.25 F80 S1000
G02 X12.22 Y75 CR=62.78 F300 S5000
G02 X75 Y137.78 CR=62.78
G02 X137.78 Y75 CR=62.78
G02 X75 Y12.22 CR=62.78

G00 Z10
M30
```

Kecepatan spindel

$$n = \frac{vc \cdot 1000}{\pi \cdot d} \text{ rpm}$$

$$n = \frac{300 \cdot 1000}{3,14 \cdot 20} \text{ rpm}$$

$$n = 4.777 \text{ rpm}$$

kecepatan makan

$$\begin{aligned} Vf &= f \cdot n \\ &= 0,2 \cdot 4.777 \\ &= 955,4 \text{ mm/min} \end{aligned}$$

Waktu pemakanan

$$tc = \frac{lt}{vf}$$

$$tc = \frac{150}{955,4}$$

$$tc = 0,15$$

Gerak makan per gigi

$$Fz = \frac{vf}{z \cdot n} \text{ mm/gigi}$$

$$fz = \frac{955,4}{4 \cdot 4.777} \text{ mm/gigi}$$

$$fz = 0,05 \text{ mm/gigi}$$



Gambar 4 hasil mold cetakan piring

3.3 Proses Pembuatan Mold menggunakan Mesin CNC Milling VMC50E

Pada proses pembuatan dies cetakan piring menggunakan mesin CNC, berikut program yang digunakan :

Proses *facing*

```
G90 G54 G71
M06 T2 D1
M03 S5000
G00 X0 Y0 Z10
G01 Z-0,15
G01 X150 Y0
G01 X150 Y150
G01 X0 Y150
G01 X0 Y0
G00 Z0
M30
```

Proses *roughing*

```
G90 G54 G71
M06 T2 D1
M03 S5000
G00 X0 Y0 Z10
G00 Z0
G00 X75 Y0
G01 X75 Y38.28 F300
G02 X38.28 Y75 CR=36.72
G02 X75 Y111.72 CR=36.72
G02 X111.72 Y75 CR=36.72
G02 X75 Y38.28 CR=36.72
G00 Z10
M30
```

Proses *finishing*

```
G90 G54 G71
```

```
M06 T2 D1
M03 S5000
G00 X0 Y0 Z10
G00 Z0
G00 X75 Y0
G01 X75 Y38.28 F300
G02 X38.28 Y75 CR=36.72
G02 X75 Y111.72 CR=36.72
G02 X111.72 Y75 CR=36.72
G02 X75 Y38.28 CR=36.72
G00 X75 Y36.71
G01 Z-0.25 F80 S1000
G02 X36.71 Y75 CR=38.29 F300 S5000
G02 X75 Y113.29 CR=38.29
G02 X113.29 Y75 CR=38.29
G02 X75 Y36.71 CR=38.29
G00 Z10
M30
```

Kecepatan spindle

$$n = \frac{vc \cdot 1000}{\pi \cdot d} \text{ rpm}$$

$$n = \frac{300 \cdot 1000}{3,14 \cdot 20} \text{ rpm}$$

$$n = 4.777 \text{ rpm}$$

kecepatan makan

$$Vf = f \cdot n$$

$$= 0,2 \cdot 4.777$$

$$= 955,4 \text{ mm/min}$$

Waktu pemakanan

$$tc = \frac{lt}{vf}$$

$$tc = \frac{150}{955,4}$$

$$tc = 0,15$$

Gerak makan per gigi

$$Fz = \frac{vf}{z \cdot n} \text{ mm/gigi}$$

$$fz = \frac{955,4}{4 \cdot 4.777} \text{ mm/gigi}$$

$$fz = 0,05 \text{ mm/gigi}$$



Gambar 5 hasil dies cetakan piring

3.4 Data Hasil Pengujian Kekasaran

Berikut adalah hasil data pengujian kekasaran mold dan dies setelah proses

pemesinan mesin cnc dapat dilihat pada tabel 1 dan tabel 2.

Tabel 1 data hasil pengujian kekasaran permukaan mold

Kode sampel	Nilai Kekasaran (μm)	Nomor Tingkat Kekasaran	Toleransi N_{\pm}^+
A1	0,419	N5	0,3 – 0,6
A2	1,431	N6	0,6 – 1,2
A3	0,592	N5	0,3 – 0,6
Rata - rata	0,814	N6	0,6 – 1,2

Tabel 2 data hasil pengujian kekasaran permukaan dies

Kode sampel	Nilai Kekasaran (μm)	Nomor Tingkat Kekasaran	Toleransi N_{\pm}^+
B1	0,892	N6	0,6 – 1,2
B2	0,444	N5	0,3 – 0,6
B3	1,049	N6	0,6 – 1,2
Rata - rata	0,795	N5	0,3 – 0,6

4. Kesimpulan

Adapun kesimpulan dari pembuatan *mold* dan *dies* cetakan piring ini, maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Proses perancangan desain *mold* dan *dies* telah berhasil untuk pembuatan piring dengan dimensi diameter besar 130 mm, diameter kecil 73.44 mm, dengan memakai sudut 45° dan radius 10° .
2. Proses pembuatan program NC *dies* dan *mold* menggunakan metode absolute, dengan proses facing, roughing menggunakan mata pahat

end mill, dan finishing menggunakan mata ball mill.

3. Proses pemesinan pembuatan dies dan mold dengan putaran spindle 4.777 rpm, kecepatan makan per gigi 955,4 mm/menit, waktu pemotongannya 1,2 menit, gerak makan per gigi 0,05 mm/gigi dan tingkat kekasaran permukaannya N6.

5. Daftar Pustaka

- [1] Distanbun Aceh, "Statistik perkebunan Aceh Tahun 2022," *Dinas Pertan. dan Perkeb. Aceh*, 2022.
- [2] L. Kristianti, "Mengenal piring pelepah pinang yang ramah lingkungan," *ANTARA/HO-KKI Warsi/am*, pp. 1–3, 2021.
- [3] S. Hafids and Y. Yernisa, "PENGEMBANGAN ALAT PENCETAK PIRING PELEPAH PINANG (Areca catechu L.) DENGAN MENGGUNAKAN METODE QUALITY FUNCTION DEPLOYMENT," *J. Ilm. Rekayasa Pertan. dan Biosist.*, vol. 8, no. 2, pp. 236–243, 2020, doi: 10.29303/jrpb.v8i2.185.
- [4] E. Prianto, M.Eng, "Proses Permesinan Cnc Dalam Pembelajaran Simulasi Cnc," *J. Edukasi Elektro*, vol. 1, no. 1, pp. 62–68, 2017, doi: 10.21831/jee.v1i1.15110.
- [5] N. Hermawati and A. Rachmat, "The PROSES PEMBUATAN CETAKAN PIRING ORGANIK MENGGUNAKAN MESIN BUBUT KONVENSIONAL DAN CNC," *Semin. Teknol. Majalengka*, vol. 5, pp. 142–154, 2021.