

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

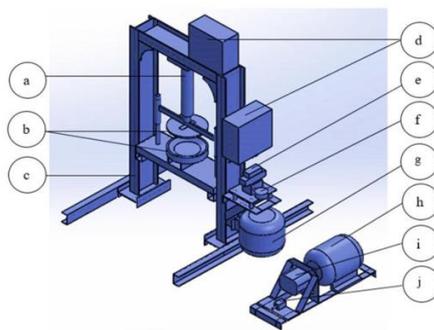
Hermawati dkk, (2021) melakukan penelitian dengan judul proses pembuatan cetakan piring organik menggunakan mesin bubut konvensional dan CNC. Cetakan piring organik ini mempunyai prinsip kerja pencetakan (*molding*) pada Temperatur dan tekanan tinggi, yaitu pada kisaran temperatur $110^{\circ} - 170^{\circ} \text{C}$. Tujuan pembuatan cetakan atau *molding* ini untuk mengetahui waktu pembubutan yang dibutuhkan untuk membuat cetakan piring bagian atas. Metode penelitian yang digunakan melalui beberapa tahap yaitu observasi, rumusan masalah, studi pustaka, praktek lapangan, pengumpulan data dan analisis data. Dari hasil pembuatan cetakan piring organik diperoleh hasil yaitu waktu pembubutan yang diperlukan yaitu 21,986 menit atau dibulatkan menjadi 22 menit. Maka, dalam waktu kerja normal yakni 8 jam/hari dapat dibuat ± 22 cetakan bagian atas, cetakan terbuat dari baja ST37 atau AISI 1045. Hasil cetakan dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Cetakan piring bagian bawah (Hermawati dkk, 2021)

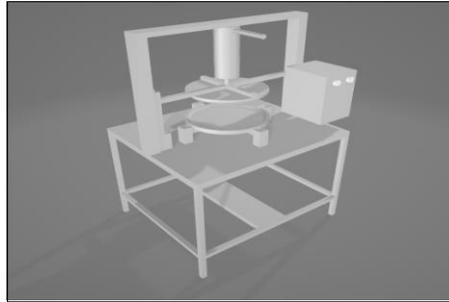
Martinus, (2023) melakukan penelitian dengan judul pembuatan piring sekali pakai berbahan dasar daun. Produk ini dapat menjadi salah satu alternatif substitusi piring sekali pakai berbahan plastik atau *polystyrene*. Sehingga, hasil penelitian ini bisa menjadi jawaban bagi permasalahan sampah plastik di Indonesia. Tujuan penelitian ini bertujuan untuk menilai potensi piring daun sebagai pengganti piring plastik dan *polystyrene*. Metode Penelitian dimulai dengan merancang mesin

untuk mencetak piring daun, mencetak piring daun tersebut, dan menguji kualitasnya. Hasil pengujian menunjukkan potensi besar pada daun jati, daun tebakak, dan pelepah pinang sebagai alternatif produk plastik. Pelepah pinang menonjol dengan daya tarik dan kapasitas uji tertinggi. Umur simpan piring daun mencapai 3,5 bulan. Desain mesin pencetak piring otomatis dapat dilihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Desain mesin pencetak piring otomatis (Martinus, 2023)

Safitri dkk, (2021) melakukan penelitian dengan judul desain dan analisis kontrol *temperature mold* pada mesin pencetak piring pelepah pohon palm. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan penelitian guna menentukan parameter yang tepat untuk mencetak pelepah palm sebagai media piring dengan alat pencetak dan juga pelaksanaan program 3R untuk penggunaan pelepah pohon palm sebagai media piring. Proses cetak menggunakan cara pemanasan lembaran pelepah palm dalam suatu cetakan, alat ini dilengkapi dengan pengaturan suhu yang dihubungkan dengan elemen pemanas. Metode dalam penelitian ini alat pencetak ini dilakukan secara terintegrasi menggunakan sistem kontrol PLC (*Programmable Logic Control*). Hasil dari penelitian ini alat pencetak piring dapat mencetak sesuai dengan cetakan yang telah di sediakan, semakin panas cetakan semakin baik kualitas piring yang dihasilkan. Dari hasil beberapa percobaan didapatkan suhu dan waktu yang terbaik agar pelepah yang dicetak tidak mengalami kerusakan. Suhu dan waktu yang didapatkan yaitu dengan suhu 120⁰ C dengan waktu 15 detik, dengan posisi pelepah piring sudah pada keadaan tidak basah. Alat pencetak piring dapat berjalan sesuai dengan program yang telah di *setting*. Hasil dari rancangan dapat dilihat pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3 *Design* alat pencetak piring pelepah pohon palm (Safitri dkk, 2021)

2.2 Landasan Teori

Dalam pembuatan mesin pencetak piring dari pelepah pinang ada beberapa teori penunjang yang diperlukan untuk memperlancar proses pembuatan *prototype* mesin pencetak piring dari pelepah pinang teori-teori tersebut dapat dijadikan patokan untuk melakukan proses dalam tahap pertama sampai tahap akhir pada pembuatan mesin pencetak piring dari pelepah pinang, teori-teori penunjang tersebut diantaranya:

2.2.1 Pelepah pinang

Palm merupakan tumbuhan asli daerah tropis, yakni daerah yang terletak di sepanjang garis khatulistiwa. Di wilayah Indonesia, tanaman palm dapat ditemukan hampir di seluruh provinsi, dari daerah pantai yang datar sampai ke daerah pegunungan. Pelepah palm selama ini hanya dianggap sampah. Bentuknya yang besar dan kasar membuatnya sulit dibersihkan. Pada akhirnya pelepah-pelapah tersebut hanya akan di bakar oleh warga sekitar tanpa ada ide untuk memanfaatkan kembali menjadi barang bermanfaat dengan nilai jual tinggi. Misalnya dalam hal peralatan makanan, minuman, ataupun peralatan dapur (Safitri dkk, 2021). Gambar pelepah pinang bisa dilihat pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4 Pelelah pinang (<https://down-id.img.susercontent.com/file>)

Pelelah dari pohon pinang (*Areca catheu L.*) merupakan bahan yang tergolong *hard material* dengan kekuatan tarik yang bagus. Sekitar 16.500 ton buah pinang diproduksi di Provinsi Jambi untuk tiap tahunnya, dengan kondisi ini terdapat sekitar 8 juta pelelah pinang per tahun yang belum dimanfaatkan. Padahal pelelah pinang dapat dijadikan bahan untuk produk gerabah rumah tangga seperti cangkir dan piring, keunggulannya dari produk dengan bahan pelelah pinang karena higienis, murah dan *biodegradable* (Hafids dan Yernisa, 2020).

2.2.2 Proses produksi

Proses produksi adalah cara, metode dan teknik untuk menciptakan atau menambah kegunaan suatu barang atau jasa dengan menggunakan sumber-sumber (tenaga kerja, mesin, bahan-bahan dan dana) yang ada (Sentosa dan Trianti, 2019). Macam-macam proses produksi yang dilakukan yaitu proses pengukuran, proses pemotongan, proses pengerindaan, proses pengelasan, proses bubut, proses bubut CNC, proses *milling*, proses gurdi/pengeboran, proses perakitan/*assembly*, dan proses *finishing*.

2.2.3 Proses pengukuran

Mengukur adalah proses membandingkan ukuran (dimensi) yang tidak diketahui terhadap standar ukuran tertentu. Alat ukur yang baik merupakan kunci dari proses produksi massal. Tanpa alat ukur, elemen mesin tidak dapat dibuat cukup akurat untuk menjadi mampu tukar (*interchangeable*). Pada waktu merakit, komponen yang dirakit harus sesuai satu sama lain. Pada saat ini, alat ukur merupakan alat penting dalam proses pemesinan dari awal pembuatan sampai dengan kontrol kualitas di akhir produksi (Widarto dkk, 2008). Dalam proses

pembuatan *prototype* mesin pencetak piring dari pelepah pinang untuk mencapai ukuran yang diinginkan sesuai dengan gambar kerja yang telah dibuat alat ukur yang digunakan yaitu meteran, mistar ukur/penggaris, dan penggaris siku.

a. Meteran

Mistar gulung terbuat dari plat baja yang lebih tipis dibandingkan dengan mistar baja, sifatnya yang lentur sehingga dapat digunakan untuk mengukur bagian yang cembung dan menyudut (Gambar 2.5). Ketelitian mistar gulung sama seperti mistar baja yaitu 1 mm panjangnya bervariasi dari 2 meter hingga 50 meter (Anefin dwima kasatriawan, 2012).



Gambar 2.5 Meteran gulung (Anefin dwima kasatriawan, 2012)

b. Mistar ukur/penggaris

Alat ukur yang dapat dibidang kurang presisi karena hanya mampu mengukur sampai ketelitian 1 mm. Pada setiap mistar baja terdapat dua sistem pengukuran yaitu metrik dan imperial. satuan yang digunakan sistem metrik ialah millimeter, sedangkan sistem imperial berupa inchi. Pada umumnya mistar baja memiliki beberapa variasi ukuran yaitu 300 mm, 600 mm, dan 1000 mm. Mistar ukur ditunjukkan pada Gambar 2.6 (Anefin dwima kasatriawan, 2012).



Gambar 2.6 Mistar ukur/penggaris (Anefin dwima kasatriawan, 2012)

c. Penggaris siku

Alat ini digunakan untuk memeriksa kelurusan, kesikuan, dan kesejajaran dari benda serta sebagai alat bantu dalam melakukan proses penandaan benda kerja. Gambar penggaris siku dapat dilihat pada Gambar 2.7 (Anefin dwima kasatriawan, 2012).



Gambar 2.7 Penggaris siku (Anefin dwima kasatriawan, 2012)

2.2.4 Proses pemotongan

Proses pemotongan logam merupakan suatu proses yang digunakan untuk mengubah bentuk suatu produk (komponen mesin) dari logam dengan cara memotong. Dalam proses produksi yang digunakan untuk pemotongan adalah gerinda tangan. Berikut beberapa contoh gerinda dan fungsinya.

a. Gerinda *portable*

Mesin gerinda tangan merupakan mesin yang berfungsi untuk menggerinda benda kerja. mesin gerinda *portable* karena sifatnya yang mudah dipindah sehingga menjangkau segala posisi sesuai dengan kerumitan bentuk bahan yang digerinda. Gerinda *portable* dapat dilihat pada Gambar 2.8 berikut (Anefin dwima kasatriawan, 2012).



Gambar 2.8 Gerinda tangan (Anefin dwima kasatriawan, 2012)

b. Mesin gerinda potong

Mesin gerinda potong merupakan mesin yang digunakan untuk memotong benda kerja dari bahan pelat atau pipa. Pada mesin gerinda potong, proses penyayatan (gerak potong batu gerinda) pada saat melakukan proses pemotongan dilakukan oleh operator mesin gerinda. Dengan demikian, batu gerinda pada mesin gerinda potong memiliki kecenderungan untuk rusak (pecah) apabila operator tidak berhati-hati dalam melakukan proses penyayatan (Anefin dwima kasatriawan, 2012). Mesin gerinda potong ditunjukkan pada Gambar 2.9.



Gambar 2.9 Gerinda potong (Anefin dwima kasatriawan, 2012)

Berikut rumus perhitungan pemotongan untuk mengetahui perkiraan waktu pemotongan material (Pujono dan Pamuji, 2020):

1) Waktu pemotongan

$$T_{\text{rata-rata}} = \frac{T_1 + T_2 + T_3}{n} \quad (2.1)$$

Dimana :

T = waktu pemotongan (min)

n = jumlah percobaan

2) Waktu total pemotongan

$$T_c = T_{\text{rata-rata}} \times I \quad (2.2)$$

Dimana :

T_c = waktu total pemotongan (min)

I = jumlah benda

2.2.5 Proses pengelasan

Sambungan las adalah sebuah sambungan permanen yang diperoleh dengan peleburan sisi dua bagian yang disambung bersamaan, dengan atau tanpa tekanan dan bahan pengisi. Panas yang dibutuhkan untuk peleburan bahan diperoleh dengan

pembakaran gas (untuk pengelasan gas) atau bunga api listrik (untuk las listrik). Pengelasan secara intensif digunakan dalam fabrikasi sebagai metode alternatif untuk pengecoran atau *forging* (tempa) dan sebagai pengganti sambungan baut dan keling. Sambungan las juga digunakan sebagai media perbaikan misalnya untuk menyatukan logam akibat *crack* (retak), untuk menambah luka kecil yang patah seperti gigi gear. Gambar mesin las dapat dilihat pada 2.10 (Nur dan Suyuti, 2017).

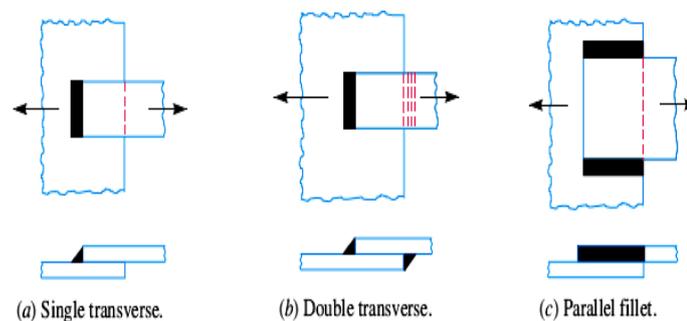


Gambar 2.10 Mesin las SMAW maestro 900 watt

Jenis Sambungan Las ada dua jenis sambungan las, yaitu:

a. *Lap joint* atau *fillet joint*

Sambungan ini diperoleh dengan pelapisan plat dan kemudian mengelas sisi dari plat- plat. Bagian penampang *fillet* (sambungan las tipis) mendekati triangular (bentuk segitiga). Sambungan *fillet* bentuknya seperti pada Gambar 2.11 (a), (b), dan (c).

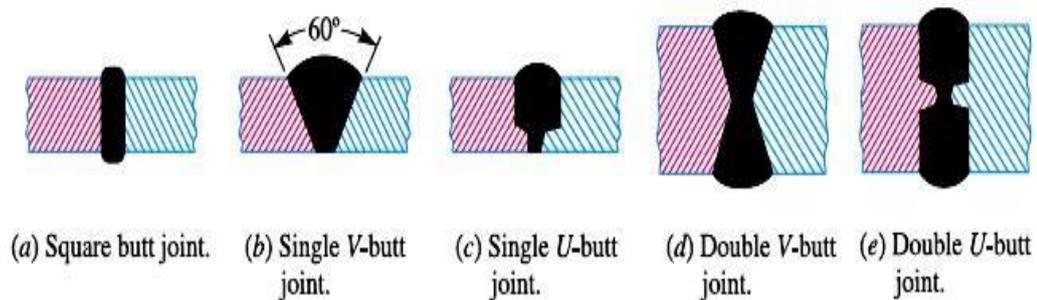


Gambar 2.11 Sambungan las jenis *lap joint* (Nur dan Suyuti, 2017)

b. *Butt joint*

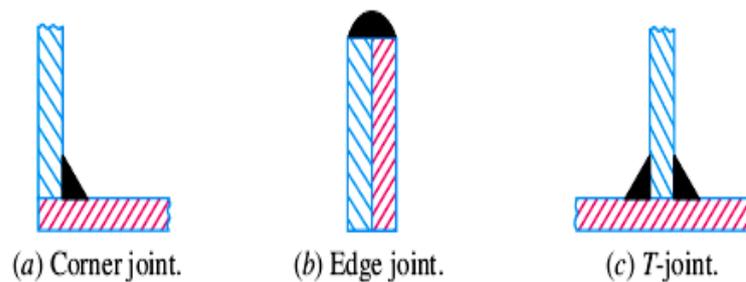
Butt joint diperoleh dengan menempatkan sisi plat. Dalam pengelasan *butt joint*, sisi plat tidak memerlukan kemiringan jika ketebalan plat kurang dari 5 mm.

Jika tebal plat adalah 5 mm sampai 12,5 mm, maka sisi yang dimiringkan berbentuk alur V atau U pada kedua sisi seperti ditunjukkan pada Gambar 2.12.



Gambar 2.12 Sambungan las *butt joint* (Nur dan Suyuti, 2017)

Jenis lain sambungan las dapat dilihat pada Gambar 2.13 (Nur dan Suyuti, 2017).



Gambar 2.13 Tipe lain sambungan las (Nur dan Suyuti, 2017).

Berikut rumus tentang perhitungan waktu pengelasan dan banyaknya elektroda (Pujono & Pamuji, 2020):

$$1) \text{ Jumlah elektroda} = \frac{\text{total panjang las}}{\text{panjang las per batang elektroda}} \quad (2.3)$$

Keterangan:

Jumlah elektroda = batang

Total panjang las = mm

Panjang las per batanng = mm/batang

$$2) \text{ Waktu pengelasan} = \text{jumal elektroda} \times \text{waktu pengelasan per batang elektroda} \quad (2.4)$$

Keterangan :

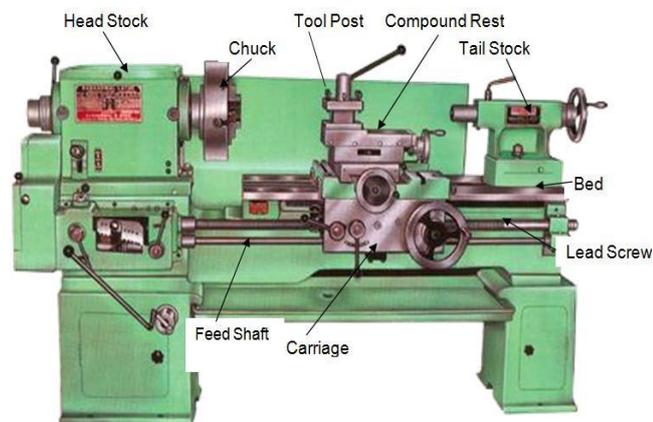
Waktu pengelasan = menit

Jumlah elektroda = batang

Waktu pengelasan per batang elektroda = menit/batang

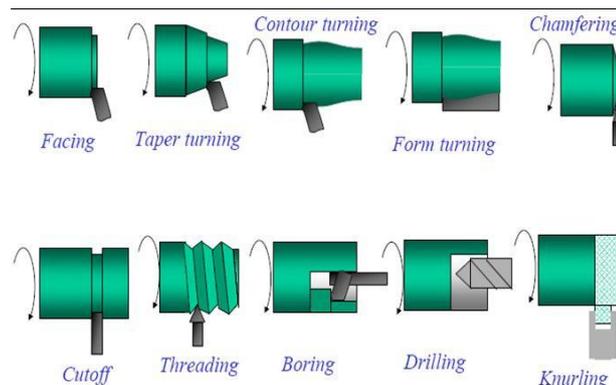
2.2.6 Proses bubut (konvensional)

Proses bubut adalah proses pemesinan untuk menghasilkan bagian-bagian mesin berbentuk silindris yang dikerjakan dengan menggunakan Mesin Bubut (Widarto, dkk. 2008). Mesin bubut merupakan salah satu jenis mesin yang paling banyak digunakan pada bengkel-bengkel pemesinan baik itu di industri manufaktur, lembaga pendidikan kejuruan dan lembaga dikat atau pelatihan. Mesin bubut (*turning*) ditunjukkan pada Gambar 2.14 (Syamsudin, 2008).



Gambar 2.14 Bubut (konvensional) (Syamsudin, 2008)

Fungsi mesin bubut pada prinsipnya yaitu untuk: membubut muka (*facing*), rata lurus/bertingkat, tirus, alur, ulir, bentuk, mengebor, memperbesar lubang, mengkartel, memotong dll. Gambar fungsi bubut dapat dilihat pada Gambar 2.15.



Gambar 2.15 Fungsi mesin bubut (Syamsudin, 2008)

Berikut adalah rumus perhitungan proses bubut guna mengetahui waktu produksi proses bubut (Widarto, 2018).

1) Kecepatan potong

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} \quad (2.5)$$

Keterangan:

v = Kecepatan potong (m/menit)

d = Diameter benda kerja (mm)

n = putaran benda kerja (putaran/menit)

2) Kecepatan makan

$$v_f = f \times n \quad (2.6)$$

Keterangan:

 v_f = Kecepatan makan (mm/menit)

f = Gerak makan (mm/putaran)

n = Putaran poros utama (putaran/menit)

3) Waktu pemotongan

$$t_c = \frac{l_t}{v_f} \quad (2.7)$$

Keterangan:

 t_c = Waktu pemotongan (menit) v_f = Kecepatan makan (mm/putaran) $l_t = l_v + l_w + l_n$ l_t = panjang langkah pemotongan (mm) l_v = panjang langkah awal pemotongan (mm) l_w = panjang pemotongan benda kerja (mm) l_n = panjang langkah akhir pemotongan (mm)**2.2.7 Proses bubut CNC**

Mesin CNC adalah suatu mesin yang dikontrol oleh komputer dengan menggunakan bahasa numerik (perintah gerakan yang menggunakan angka dan huruf). Sebagai contoh: apabila pada layar monitor mesin kita tulis M03 *spindle* utama mesin akan berputar dan apabila kita tulis M05, *spindel* utama mesin akan berhenti berputar. Mesin CNC tingkat dasar yang ada pada saat ini dibagi menjadi dua kelompok, yaitu mesin CNC *Two Axis* atau yang lebih dikenal dengan mesin bubut (*lathe machine*) dan mesin CNC *three axis* atau yang lebih dikenal dengan

mesin frais (*milling machine*). Gambar mesin bubut CNC dapat dilihat pada Gambar 2.16 (Widarto, 2018).



Gambar 2.16 Mesin bubut CNC (<https://tse1.mm.bing.net>)

Tujuan pemrogram yang dipakai pada CNC adalah sebagai sarana komunikasi antara mesin dengan pemakainya, yakni memberikan informasi data kepada mesin yang harus dipahaminya. Bahasa pemrograman yang digunakan pada mesin CNC adalah *G-Code* dan *M-Code*. Berikut merupakan macam-macam *G-Code* dan *M-Code* serta kegunaannya dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Fungsi *G-code* (Widarto, 2018)

No.	G-code	Keterangan
1	G00	Gerak lurus cepat (tidak boleh meyayat)
2	G01	Gerak lurus penyayatan
3	G02	Gerak melengkung searah jarum jam (CW)
4	G03	Gerak melengkung berlawanan arah jarum jam (CCW)
5	G04	Gerak penyayatan (<i>feed</i>) berhenti sesaat
6	G21	Baris blok sisipan yang dibuat dengan menekan tombol - dan INP
7	G25	Memanggil program <i>sub routine</i>
8	G27	Perintah meloncat ke nomor blok yang dituju
9	G33	Pembuatan ulir tunggal
10	G64	Mematikan arus step motor
11	G65	Operasi disket (menyimpan atau memanggil program)
12	G73	Siklus pengeboran dengan pemutusan total

Tabel 2.1 Fungsi *G-code* (Widarto, 2018) (lanjutan)

No.	<i>G-code</i>	Keterangan
13	G78	Siklus pembuatan ulir
14	G81	Siklus pengeboran langsung
15	G82	Siklus pengeboran dengan berhenti sesaat
16	G83	siklus pengeboran dengan penarikan total
17	G84	Siklus pembubutan memanjang
18	G85	Siklus pereameran
19	G86	Siklus pembuatan alur
20	G88	Siklus pembubutan melintang
21	G89	Siklus pereameran dengan waktu diam sesaat
22	G90	Program absolut
23	G91	Program <i>incremental</i>
24	G92	Penetapan posisi pahat secara absolut

Adapun *M-code* yang digunakan dalam pemrograman dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Fungsi *M-code* (Widarto, 2018)

No.	<i>M-code</i>	Keterangan
1.	M00	Program berhenti
2.	M03	<i>Spindle</i> (sumbu utama) berputar searah jarum jam (CW)
3.	M05	Putaran <i>spindle</i> berhenti
4.	M06	Perintah penggantian alat potong (<i>tool</i>)
5.	M17	Perintah kembali ke program utama
6.	M30	Perogram berakhir
7.	M99	Penentuan parameter I dan K

2.2.8 Proses CNC *milling*

CNC merupakan mesin perkakas yang dilengkapi dengan sistem mekanik dan kontrol berbasis komputer pada gambar 1.1 mesin CNC *milling* yang mampu membaca instruksi kode N, G, F, T, dan lain-lain, dimana kode-kode tersebut akan

menginstruksikan ke mesin CNC agar bekerja sesuai dengan program benda kerja yang akan dibuat. Secara umum cara kerja mesin perkakas CNC tidak berbeda dengan mesin perkakas konvensional. Fungsi CNC dalam hal ini lebih banyak menggantikan pekerjaan operator dalam mesin perkakas konvensional. CNC merupakan singkatan dari *Computer Numerically Controlled* adanya mesin CNC berawal dari berkembangnya sistem *Numerically Controlled* (NC) pada akhir tahun 1940 – an dan awal tahun 1950 – an yang ditemukan oleh John T.Parsons dengan bekerja sama dengan perusahaan *Servomechanism* MIT. Gambar mesin *milling* dapat dilihat pada Gambar 2.17 (Act dkk, 2013).



Gambar 2.17 Mesin CNC *milling* (Act dkk, 2013)

Tujuan pemrograman yang dipakai pada CNC adalah sebagai sarana komunikasi antara mesin dengan pemakainya, yakni memberikan informasi data kepada mesin yang harus dipahaminya. Bahasa pemrograman yang digunakan pada mesin CNC adalah *G-Code* dan *M-Code*. Berikut merupakan macam-macam *G-Code* dan *M-Code* serta kegunaannya dapat dilihat pada Tabel 2.3 (Widarto, 2018).

Tabel 2.3 Fungsi *G-code* (Widarto, 2018).

No	G-code	keterangan
1.	G00	Gerak lurus cepat (tidak boleh menyayat)
2.	G01	Gerak lurus penyayatan
3.	G02	Gerak melengkung searah jarum jam (CW)
4.	G03	Gerak melengkung berlawanan arah jarum jam (CCW)
5.	G04	Gerak penyayatan (<i>feed</i>) berhenti sesaat

Tabel 2.3 Fungsi G-code (Widarto, 2018) (lanjutan)

No	G-code	keterangan
6.	G21	Baris blok sisipan yang dibuat dengan menekan tombol ~ dan INP
7.	G25	Memanggil program <i>subroutine</i>
8.	G27	Perintah meloncat ke nomer blok yang dituju
9.	G64	Mematikan arus step motor
10.	G65	Operasi disket (menyimpan atau memanggil program)
11.	G73	Siklus pengeboran dengan pemutusan total
12.	G81	Siklus pengeboran langsung
13.	G82	Siklus pengeboran dengan berhenti sesaat
14.	G83	Siklus pengeboran dengan penarikan total
15.	G85	Siklus <i>pereameran</i>
16.	G89	Siklus <i>pereameran</i> sampai batas ukuran yang ditentukan
17.	G90	Program absolut
18.	G91	Program <i>incremental</i>
19.	G92	Penetapan posisi pahat secara absolute

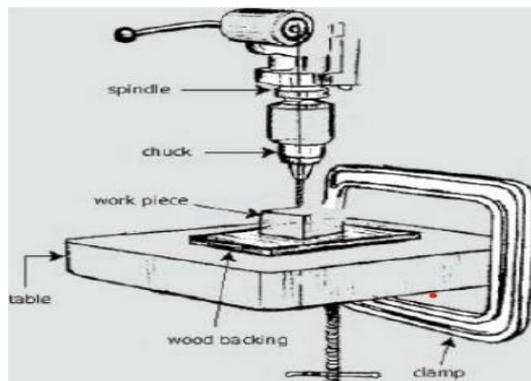
Adapun M-code yang digunakan dalam pemrograman dapat dilihat pada Tabel 2.4.

Tabel 2.4 Fungsi M-code (Widarto, 2018).

No	M-code	Keterangan
1.	M00	Program berhenti
2.	M03	<i>Spindel</i> /sumbu utama berputar searah jarum jam (CW)
3.	M05	Putaran <i>spindle</i> berhenti
4.	M06	Perintah pengganti alat potong (<i>tool</i>)
5.	M17	Perintah kembali ke program utama
6.	M30	Program berakhir
7.	M99	Penentuan parameter I dan K

2.2.9 Proses gurdi

Proses gurdi adalah proses pemesinan yang paling sederhana di antara proses pemesinan yang lain. Biasanya di bengkel atau *workshop* proses ini dinamakan proses bor, walaupun istilah ini sebenarnya kurang tepat. Proses gurdi dimaksudkan sebagai proses pembuatan lubang bulat dengan menggunakan mata bor (*twist drill*). Sedangkan proses bor (*boring*) adalah proses meluaskan /memperbesar lubang yang bisa dilakukan pada mesin gurdi tetapi bisa dengan mesin bubut, mesin frais, atau mesin bor. Gambar 2.18 berikut menunjukkan proses gurdi (Widarto, 2018).



Gambar 2.18 Proses gurdi (Widarto, 2018)

a) Mesin gurdi *portable*

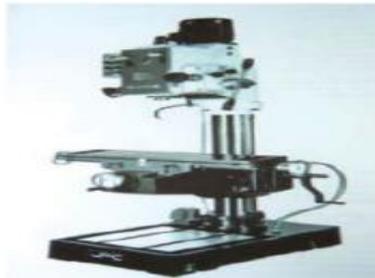
Mesin gurdi *portable* adalah mesin gurdi kecil yang terutama digunakan untuk operasi penggurdian yang tidak dapat dilakukan dengan mudah pada mesin gurdi biasa. Yang paling sederhana adalah penggurdi yang dioperasikan dengan tangan. Penggurdi ini mudah dijinjing, dilengkapi dengan motor listrik kecil, beroperasi pada kecepatan cukup tinggi, dan mampu menggurdi sampai diameter 12 mm. Penggurdi yang serupa, yang menggunakan udara tekan sebagai daya, digunakan kalau bunga api dari motor dapat menimbulkan bahaya kebakaran. Gambar mesin gurdi *portable* dapat dilihat pada Gambar 2.19.



Gambar 2.19 Mesin gurdi *portable* (Widarto, 2018)

b) Mesin gurdi vertikal

Mesin gurdi vertikal, mirip dengan penggurdi peka, mempunyai mekanisme hantaran daya untuk penggurdi putar dan dirancang untuk kerja yang lebih berat. Mesin gurdi semacam ini dapat dipakai untuk mengetap maupun menggurdi. Mesin gurdi vertikal ditunjukkan pada Gambar 2.20.



Gambar 2.20 Mesin gurdi vertikal (Widarto, 2018)

Berikut rumus perhitungan proses gurdi untuk mengetahui waktu produksi pembuatan lubang (Widarto, 2018) :

1) Kecepatan potong

$$v = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} \quad (2.8)$$

Keterangan:

v = Kecepatan potong (m/menit)

d = Diameter benda kerja (mm)

n = putaran benda kerja (putaran/menit)

2) Gerak makan per mata potong

$$f_z = \frac{v_f}{z \times n} \quad (2.9)$$

Dimana f_z dapat dicari dengan persamaan berikut:

$$f_z = 0,084 \times \sqrt[3]{d}$$

Keterangan:

f_z = gerak makan per mata potong (mm/putaran)

v_f = kecepatan makan (mm/menit)

n = putaran *spindle* (rpm)

z = jumlah mata potong

3) Waktu pemotongan

$$t_c = \frac{l_t}{v_f} \quad (2.10)$$

Keterangan:

t_c = Waktu pemotongan (menit)

v_f = Kecepatan makan (mm/putaran)

l_t = panjang Langkah pemotongan (mm)

$l_t = l_v + l_w + l_n$

l_t = panjang langkah pemotongan (mm)

l_v = panjang langkah awal pemotongan (mm)

l_w = panjang pemotongan benda kerja (mm)

l_n = panjang langkah akhir pemotongan (mm)

= $(d/2) / \tan kr$; sudut potong utama = $\frac{1}{2}$ sudut ujung

2.2.10 Proses *assembly*

Proses diartikan sebagai suatu cara, metode, dan teknik bagaimana sesungguhnya sumber-sumber seperti tenaga kerja, mesin dan bahan yang ada diubah untuk memperoleh suatu hasil. Sedangkan *assembly* atau perakitan merupakan suatu pekerjaan yang diawali dari objek atau komponen-komponen yang sudah siap untuk dipasang hingga proses tersebut terpasang secara sempurna. Suatu proses *assembly* atau perakitan dapat dilakukan secara manual maupun otomatis. Contoh proses *assembly* antara lain proses pengikatan, pengelingan, pengelasan, penyekrupan dan sebagainya dalam urutan perakitannya. Hal ini dilakukan untuk mendapatkan bentuk yang standar pada setiap hasil produknya (Murdiyanto dkk, 2016).

2.2.11 Proses pra-*finishing* dan *finishing*

Berikut beberapa proses pra-*finishing* dan *finishing*

a. Proses pra-*finishing*

Proses pra-*finishing* dilakukan untuk merapikan hasil pekerjaan sebelum dilanjutkan proses *finishing*. Adapun proses pra-*finishing* dapat berupa merapikan hasil pengelasan yang kurang rapi, menghaluskan permukaan yang kasar ataupun meratakan permukaan benda yang tidak rata, serta merapikan permukaan yang tajam pada bagian sudut. Alat perkakas yang digunakan berupa mesin gerinda *portable* karena sifatnya yang mudah dipindah sehingga menjangkau segala posisi sesuai dengan kerumitan bentuk bahan yang digerinda (Anefin dwima kasatriawan, 2012). Gambar gerinda *portable* dapat dilihat pada Gambar 2.21.



Gambar 2.21 Gerinda *portable* (Anefin dwima kasatriawan, 2012)

b. Proses *finishing*

Proses *finishing* berupa pelapisan permukaan benda kerja dengan menggunakan cat. Fungsi utama ialah sebagai penghambat laju korosi suatu struktur dan membuat benda tersebut lebih terlihat menarik. Peralatan yang digunakan dalam pengecatan ialah pistol semprot atau *spray gun* dan kompresor. *Spray gun* memiliki prinsip kerja yaitu merubah cairan cat menjadi butiran halus (pengkabutan) dengan bantuan 32 udara bertekanan yang selanjutnya disemprotkan ke permukaan benda kerja secara merata (Anefin dwima kasatriawan, 2012). *Spray Gun* dapat dilihat pada Gambar 2.22.



Gambar 2.22 *Spray gun* (Anefin dwima kasatriawan, 2012)

Kompresor dalam pengecatan berfungsi sebagai penyedia udara bertekanan, cara kerjanya dengan menekan udara kedalam tangki tekan yang telah dilengkapi dengan katup pengaman. Katup pengaman berfungsi untuk menjaga tekanan udara dalam tangki. Katup akan membuka jika tekanan udara dalam tangki telah melampaui batas maksimal. Kompresor dilengkapi dengan manometer, kran gas, baut untuk mengeluarkan air, regulator, dan selang karet (Anefin dwima kasatriawan, 2012). Kompresor dapat dilihat pada Gambar 2.23.



Gambar 2.23 Kompresor (Anefin dwima kasatriawan, 2012)

2.2.13 Proses pelapisan dengan tepung kanji

Tepung tapioka atau juga sering disebut tepung kanji atau tepung aci adalah tepung yang bahan bakunya 100 persen terbuat dari singkong. Potensi produksi singkong (*Manihot Utilissima*) sangat besar untuk dimanfaatkan sebagai pendukung ketahanan pangan. Pengolahannya menjadi tepung memungkinkan lebih awet, lebih ringkas dan lebih mudah diangkut, serta lebih luwes untuk diolah. Penggunaan tepung tapioka pada mesin pencetak piring dari pelepah pinang digunakan sebagai perekat pelepah pinang pada sat proses pencetakan piring

berlangsung. Perekat tepung tapioka merupakan contoh perekat organik yang sering digunakan dalam pembuatan briket. Penggunaan perekat tapioka memiliki beberapa keuntungan, yaitu harganya murah, mudah pemakaiannya dan memiliki daya rekat kering tinggi (Zaenul amin dkk, 2017). Gambar tepung tapioka atau kanji dapat dilihat pada Gambar 2.24.

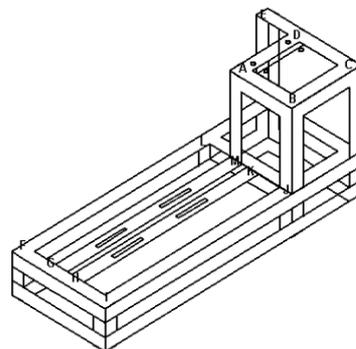


Gambar 2.24 Pencampuran perekat kanji dengan air kran dan pengadukan campuran hingga kental (Viana Febriyanti dkk, 2023)

2.2.14 Komponen – komponen mesin pencetak piring dari pelepah pinang

a. Pengertian Rangka

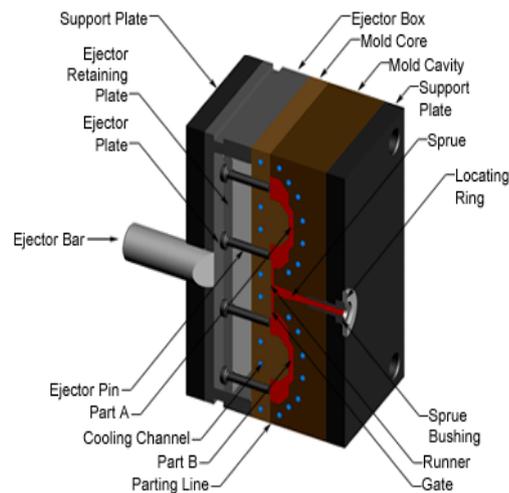
Rangka adalah struktur datar yang terdiri dari sejumlah batang-batang yang disambung-sambung satu dengan yang lain pada ujungnya dengan pen-pen luar, sehingga membentuk suatu rangka kokoh, gaya luar serta reaksinya dianggap terletak di bidang yang sama dan hanya bekerja pada tempat-tempat pen (Prasetyo, 2012). Rangka dapat dilihat pada Gambar 2.25.



Gambar 2.25 Rangka

b. Pengertian *Molding*

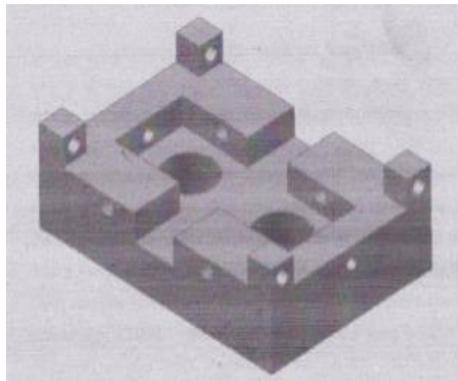
Menurut Bryce (1998) *injection molding* seperti operasi pada jarum suntik, dimana lelehan plastik disuntikkan kedalam *mold* (cetakan) yang tertutup rapat yang berada didalam mesin sehingga lelehan tersebut memenuhi ruang yang berada pada *mold* sesuai dengan bentuk produk yang diinginkan. Proses siklus untuk *injection molding* terdiri dari empat tahapan sebagai yaitu, *clamping* sebelum injeksi bahan ke dalam cetakan dua bagian dari cetakan harus tertutup rapat pada mesin, *injection* plastik cair disuntikkan ke dalam *mold* dan memenuhi ruangan sesuai dengan bentuk produk yang diinginkan (Yulianto dkk, 2014). *Molding* dapat dilihat pada Gambar 2.26.



Gambar 2.26 Komponen yang umum digunakan pada desain *mold* (Yulianto dkk, 2014)

c. Pengertian *base Plate*

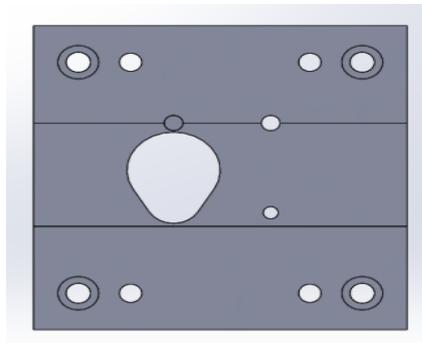
Base plate merupakan sebuah produk yang terbuat dari baja dan bentuknya disesuaikan dengan komponen yang akan dibuat dengan menggunakan alat bantu. *Base plate*, berguna sebagai penahan benda kerja. Material yang digunakan untuk membuat *base plate* yaitu baja karbon rendah (*mild steel*) (Imansuri, 2019). *base* ditunjukkan pada Gambar 2.27.



Gambar 2.27 Komponen *base plate* (Imansuri, 2019)

d. Pengertian *dies*

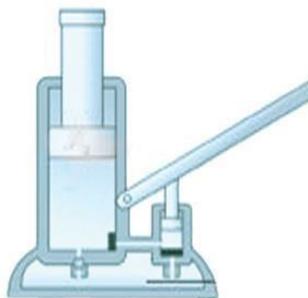
Dies adalah alat cetak untuk membuat suatu komponen atau *pressed part* yang dibuat sesuai dengan desain yang diinginkan dan diproses diatas mesin *press*. *Dies* dibuat dari besi atau baja jenis khusus tergantung dari besar dimensi dan bahan yang akan dipergunakan sebagai bahan mentah pembuatan *part*. Proses pembuatan *dies* meliputi *design, poly model, pengecoran besi/ casting, machining, finishing, dan try out* (Miftaah dkk, 2019). *Dies* dapat dilihat pada Gambar 2.28.



Gambar 2.28 *Dies* koin (Miftaah dkk, 2019)

e. Pengertian dongkrak

Hidrolik berasal dari bahasa Yunani *hydor* yang berarti air dan terdiri dari semua benda atau zat yang berhubungan dengan air, sehingga dikenal sebagai sistem hidrolik. Dongkrak hidrolik merupakan salah satu aplikasi sederhana dari hukum pascal. Tekanan yang diberikan pada suatu fluida dalam ruang tertutup akan diteruskan ke segala arah sama rata, prinsip pascal menyatakan bahwa tekanan tersebut dipindahkan melalui fluida tanpa berubah besarnya (Waluyo, 2017). Dongkrak dapat dilihat pada Gambar 2.29.



Gambar 2.29 Dongkrak Hidrolik (Waluyo, 2017)

f. *Heater*

Electrical Heating Element (elemen pemanas listrik) banyak dipakai dalam kehidupan sehari-hari, baik didalam rumah tangga ataupun peralatan dan mesin industri. Bentuk dan tipe dari *Electrical Heating Element* ini bermacam macam disesuaikan dengan fungsi, tempat pemasangan dan media yang akan dipanaskan. Panas yang dihasilkan oleh elemen pemanas listrik ini bersumber dari kawat ataupun pita bertahanan listrik tinggi (*Resistance Wire*) biasanya bahan yang digunakan adalah niklin yang dialiri arus listrik pada kedua ujungnya dan dilapisi oleh isolator listrik yang mampu meneruskan panas dengan baik hingga aman jika digunakan (Sadad, 2016). *Heater* ditunjukkan pada Gambar 2.30.



Gambar 2.30 Termokopel dan *electric heater* (Sadad, 2016)

g. *Box panel*

Box panel digunakan untuk penempatan bahan–bahan yang akan digunakan untuk pembuatan suatu rangkaian ATS (*automatic transfer switch*). *Box panel* ini terdiri dari *box* utama untuk komponen–komponen yang dipasang di dalam dan pintu sebagai *cover* serta tempat interaksi dan pemantauan indikator (Susanto, 2013). *box panel* dapat dilihat pada Gambar 2.31.



Gambar 2.31 Box panel (Susanto, 2013)

h. *Thermostat*

Thermostat merupakan sebuah alat inovasi yang akan merubah suhu di ruangan arsip dari yang tidak stabil menjadi stabil, dimana suhu tersebut diatur sendiri oleh pembuatnya. Dengan menggunakan alat ini maka aliran listrik akan otomatis terputus sendiri apabila sudah mencapai suhu yang di inginkan maka lampu akan mati sendiri dan apabila suhu mulai turun maka lampu akan menyala kembali (Musrinaldi dan Desriyeni, 2019). *Thermostat* ditunjukkan pada Gambar 2.32.



Gambar 2.32 *Thermostat* (<https://www.jakartanotebook.com>)

i. *LCD (Liquid Crystal Display)*

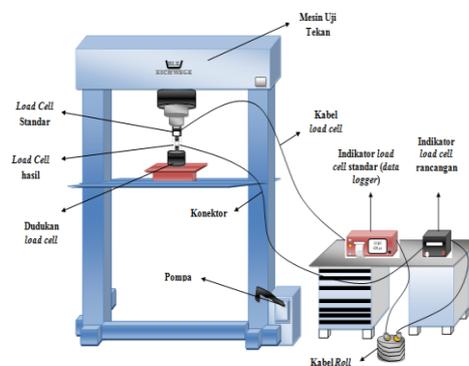
LCD (Liquid Crystal Display) merupakan rangkaian elektronika yang digunakan untuk menampilkan keterangan atau indikator yang diberikan kedalam mikrokontroler. *LCD* ditunjukkan pada Gambar 2.51 *LCD* sudah digunakan diberbagai bidang misalnya alat-alat elektronik seperti televisi, kalkulator, atau pun layar komputer. Pada postingan aplikasi *LCD* yang digunakan yaitu *LCD dot* matrik dengan jumlah karakter 2 x 16. *LCD* sangat berfungsi sebagai penampil yang nantinya akan digunakan untuk menampilkan status kerja alat (Suryantoro, 2019). *LCD (Liquid Crystal Display)* dapat dilihat pada Gambar 2.33.



Gambar 2.33 LCD (*Liquid Crystal Display*) (Sumber: *Datasheet LCD Module*)
(Suryantoro, 2019)

j. *Load cell*

Load cell merupakan transduser gaya yang mengukur gaya dengan cara mengukur defleksi yang diakibatkan oleh gaya tersebut. Komponen sensor dalam *load cell* yang digunakan untuk mengukur besarnya defleksi adalah *strain gauge*. Berdasarkan arah gayanya, *load cell* dapat dibedakan menjadi *load cell* tekan, *load cell* tarik, maupun *load cell* tarik-tekan. Sedangkan berdasarkan bentuknya, beberapa tipe *load cell* yang sering dijumpai antara lain *load cell* tipe *button*, *load cell* tipe *column (canister)*, *load cell* tipe S dan *load cell* tipe *pancake (low profile)* (Wahyuni dkk, 2018). *Load cell* ditunjukkan pada Gambar 2.34.



Gambar 2.34 Skema kalibrasi *load cell* dengan beban kerja tekan (Wahyuni dkk, 2018)