

DIKTAT MATA KULIAH

PROSES PERMESINAN



Disusun Oleh:

Rudi Kurniawan Arief, ST. MT.

Program Studi Teknik Mesin

Fakultas Teknik

Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat

2016

Lembar Pengesahan Diktat Kuliah

Judul : Bahan Ajar Mata Kuliah Proses Permesinan

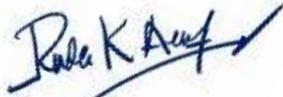
Program Studi : Teknik Mesin

Disusun Oleh : Rudi Kurniawan Arief, ST. MT.

NIDN : 1023068103

Jabatan : Dosen Teknik Mesin

Penyusun:



Rudi Kurniawan Arief, ST. MT.

NIP: 15011002

Disahkan Oleh:

Bukittinggi, 10 Oktober 2016

Dekan Fakultas Teknik UMSB



Masril, ST., MT.

NIP: 1200744

Daftar Isi

BAB I.....	5
PENGENALAN PROSES PERMESINAN	5
1.1 Definisi	5
1.2 Mesin dan Peralatan	5
1.3 Klasifikasi.....	6
1.4 Kekurangan Proses Permesinan	6
BAB II	7
PROSES GURDI (<i>DRILLING</i>).....	7
2.1 Karakteristik Proses Gurdi	7
2.2 Struktur Mesin.....	8
2.3 Jenis-jenis Mesin Gurdi.....	10
2.4 Struktur Pisau Potong.....	11
2.5 Rumus Perhitungan pada Proses Gurdi	12
BAB III.....	16
PROSES BUBUT	16
3.1 Jenis Proses Bubut.....	16
3.2 Struktur Mesin Bubut	17
3.3 Pahat Potong.....	18
3.4 Perhitungan pada Mesin Bubut	18
BAB IV	20
PROSES FRAIS / <i>MILLING</i>.....	20
4.1 Jenis Proses Frais	20
4.2 Parameter Pada Proses Frais	21
4.3 Jenis Mesin Frais / Milling.....	24
BAB V	27

PROSES SEKRAP.....	27
5.1 Pendahuluan	27
5.2 Kecepatan dan Waktu Kerja.....	28
BAB VI.....	29
PROSES GERINDA	29
BAB VII	34
PROSES CNC	34
7.1 Definisi Proses CNC	34
7.2 Prinsip kerja NC/CNC.....	35
7.3 Jenis mesin CNC	35
Daftar Pustaka	38

BAB I

PENGENALAN PROSES PERMESINAN

1.1 Definisi

Proses pemesinan merupakan bahagian dari proses manufaktur yang lebih bertitik berat kepada proses pembentukan benda kerja yang dilakukan dengan cara memotong bagian benda kerja yang tidak digunakan dengan menggunakan pahat (cutting tool), sehingga terbentuk permukaan benda kerja menjadi komponen yang dikehendaki. Proses ini merujuk pada serangkaian langkah atau operasi yang dilakukan pada bahan kerja untuk mengubah bentuk, ukuran, atau sifat fisiknya dengan menggunakan mesin perkakas atau alat potong. Proses pemesinan biasanya digunakan untuk memproduksi komponen atau produk yang memiliki toleransi yang ketat, permukaan yang presisi, dan bentuk yang kompleks. Proses pemesinan dapat melibatkan berbagai metode atau teknik, seperti pemotongan, penggilingan, pengeboran, bubut, penggilingan permukaan, dan banyak lagi. Proses pemesinan dapat diterapkan pada berbagai jenis bahan, termasuk logam, plastik, kayu, keramik, dan lainnya.

1.2 Mesin dan Peralatan

Proses pemesinan umumnya melibatkan penggunaan mesin perkakas yang dikendalikan secara manual atau otomatis, seperti mesin bubut, mesin frais, mesin gerinda, mesin bor, dan sebagainya. Proses pemotongan logam ini biasanya dilakukan dengan cara membuang bagian benda kerja yang tidak digunakan menjadi beram (chips) sehingga terbentuk benda kerja. Operator mesin perkakas atau ahli pemesinan biasanya mengatur dan mengendalikan parameter-parameter pemotongan, seperti kecepatan potong, makan potong, kedalaman potong, dan pemilihan alat potong yang tepat, untuk mencapai hasil yang diinginkan sesuai dengan spesifikasi produk.

Dalam pemakanan benda kerja digunakan alat potong/ pahat yang digunakan/ dipasang pada satu jenis mesin perkakas dengan gerakan relatif tertentu (berputar atau bergeser) disesuaikan dengan jenis mesin dan bentuk benda kerja yang akan dibuat. Pahat yang digunakan dapat diklasifikasikan sebagai pahat bermata potong tunggal (single point cutting tool) dan pahat bermata potong jamak (multiple point cutting tool). Pahat dapat melakukan gerak potong (cutting) dan gerak makan (feeding).

1.3 Klasifikasi

Proses pemesinan juga biasa diklasifikasikan atas 2 kelompok besar yaitu proses pemesinan untuk membentuk benda kerja silindris atau konis dengan benda kerja/pahat yang berputar, dan proses pemesinan untuk membentuk benda kerja dengan permukaan datar dengan benda kerja yang diam.

Proses pemesinan dengan menggunakan prinsip pemotongan logam dibagi dalam tiga kelompok dasar, yaitu :

1. Proses Pemotongan; suatu metode permesinan yang melakukan pemakanan benda kerja dengan menggunakan pahat potong dengan 1 atau lebih mata potong dengan bentuk-bentuk khusus.
2. Proses Abrasif; suatu metode permesinan yang menggunakan alat potong yang terdiri dari bahan abrasif untuk menghilangkan material dari bahan kerja dengan cara mengikis, menggores, atau mengikat partikel abrasif ke permukaan bahan kerja untuk menghasilkan bentuk atau ukuran yang diinginkan. Bahan abrasif yang digunakan dalam proses ini biasanya sangat keras dan memiliki sifat abrasif yang tinggi, seperti butiran-butiran pasir, partikel keramik, atau bahan abrasif lainnya.
3. Proses Permesinan Lanjut; Proses permesinan yang memanfaatkan teknologi lanjut untuk membentuk benda kerja seperti menggunakan energi listrik, kimia, laser, tekanan dan lainnya.

1.4 Kekurangan Proses Permesinan

Beberapa kekurangan dari proses permesinan ini adalah:

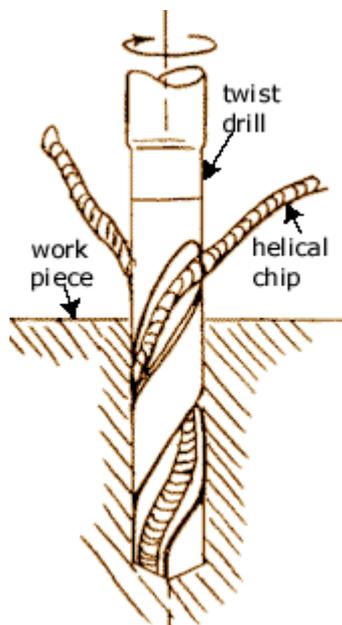
1. Adanya material yang terbuang tergantung kepada bentuk dari benda kerja yang dibuat.
2. Waktu proses relative lama dibanding proses lainnya
3. Membutuhkan energi yang besar
4. Berpengaruhi kepadaan komposisi material dan kualitas permukaan dari benda kerja

BAB II

PROSES GURDI (*DRILLING*)

2.1 Karakteristik Proses Gurdi

Gurdi atau *drilling* merupakan proses pemesinan yang paling sederhana diantara proses pemesinan yang lainnya, namun 75% dari proses pemotongan material menggunakan proses ini. Walau kurang tepat, biasanya secara umum proses ini sering disebut dengan proses bor, namun sejatinya proses bor tersebut hanyalah salah satu dari beberapa jenis proses gurdi. Proses gurdi dimaksudkan ini adalah sebagai proses pembuatan lubang bulat dengan menggunakan mata bor (*twist drill*) sedangkan proses bor (*boring*) merupakan proses untuk meluaskan/memperbesar lubang yang sudah ada. Proses bor ini bisa dilakukan dengan alat potong berupa batang bor (*boring bar*) yang tidak hanya dapat dilakukan pada mesin gurdi atau *drilling*, namun juga bisa diproses dengan mesin bubut, mesin frais, atau mesin bor.



Gambar 2.1. Proses Gurdi/ *Drilling*

Proses gurdi adalah proses pembuatan lubang dengan menggunakan pisau potong yang berbentuk silinder dengan alur berupa helix. Hasil pemotongan (chip/beram) yang dihasilkan akan keluar melalui alur yang ada pada mata bor seperti gambar di atas (Gambar 2.1). Proses bor yang menancap langsung ke dalam material dapat

menyebabkan mata bor menjadi panas lalu terjadi slip, untuk mencegah hal ini maka dibutuhkan cairan pendingin (coolant) yang dialirkan ke permukaan benda kerja yang sedang di proses.

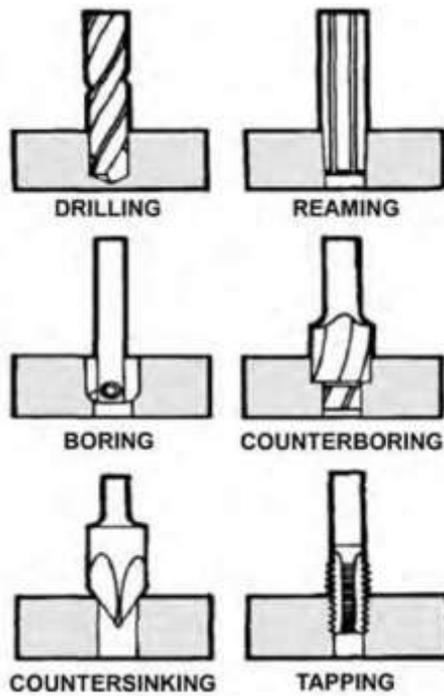
Karakteristik khusus dari proses gurdi dibandingkan dengan proses pemotongan metal lainnya adalah :

1. Hasil potong akan keluar melalui lubang yang dihasilkan melalui proses pengeboran itu sendiri.
2. *Chip* yang besar dan panjang dapat mengakibatkan kesulitan pengeluarannya.
3. Bisa digunakan untuk proses pembuatan lubang yang dalam.
4. Untuk benda kerja besar dan lubang yang dalam, dibutuhkan cairan pendingin untuk dialirkan ke ujung mata bor.
5. Proses drilling ini bisa dilakukan oleh operator yang belum berpengalaman

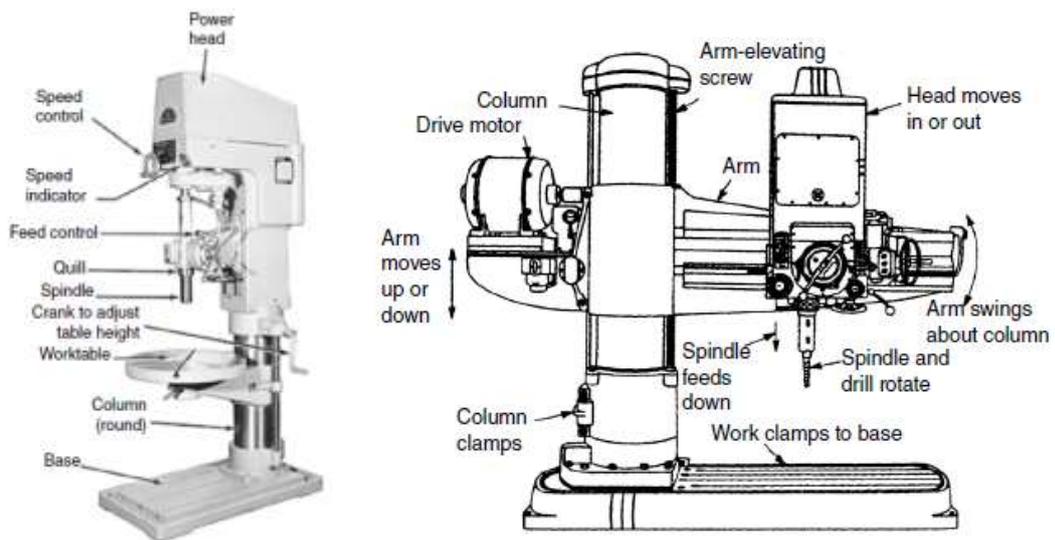
2.2 Struktur Mesin

Pada umumnya mesin gurdi memiliki 2 bagian penting yaitu bagian kepala dan bagian meja (Gambar 2.3). Pada bagian kepala terpasang arbor untuk mencekam pisau potong yang kemudian diputar oleh motor spindle. Bagian meja bisa di atur ketinggian dan posisi ke bagian kiri-kanannya. Benda kerja dipasang (diklem) pada meja dengan bantuan catok atau ragum (vise) atau alat bantu lainnya. Dalam proses pemotongan, pisau potong bergerak berputar dan untuk proses pemakanan bagian kepala ditekan vertikal kebawah menuju meja. Beberapa proses kerja yang dapat dilakukan pada mesin gurdi antara lain adalah (Gambar 2.2):

1. Driling; Pembuatan lubang tembus/ tidak tembus
2. Tapping; Pembuatan ulir
3. Reaming; Penghalusan lubang (biasanya untuk kehalusan H7)
4. Boring; Pembesaran lubang
5. Counter-boring; Lobang bertingkat
6. Countersinking; Pembuatan chamfer



Gambar 2.2. Macam-macam proses pada mesin gudi.



Gambar 2.3. Strukur umum mesin gudi

2.3 Jenis-jenis Mesin Gurdi

Beberapa jenis mesin gurdi yang sering digunakan di dunia industri antara lain adalah:

1. *Press Drill* : Mesin *drill* portable yang sederhana dimana benda kerja cukup dicekam menggunakan klem-C.



Gambar 2.4. *Press Drill*

2. *Drill Mill* : *Drill mill* merupakan alat drill portable yang ringkas dan bisa diposisikan di atas meja namun sudah memiliki kemampuan yang lebih kompleks dan sudah bisa melakukan proses milling sederhana seperti untuk pembuatan slot, ulir dan lainnya.



Gambar 2.5. *Drill Mill*

3. *Boring* : Merupakan alat yang digunakan untuk membuat lubang yang berukuran sangat besar yang sudah tidak bisa lagi menggunakan mata bor.



Gambar 2.6. Mesin Boring

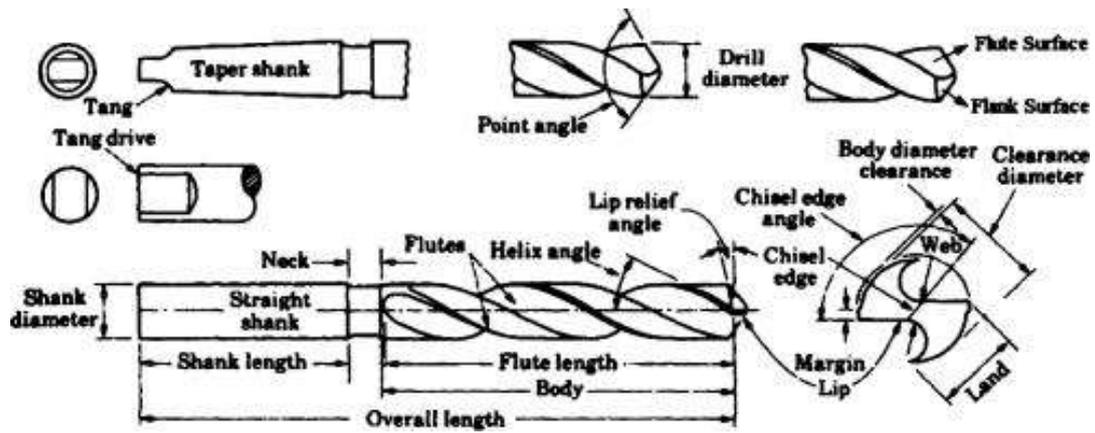
4. *Horizontal drilling machine* : Proses pembuatan lubang dengan menggunakan 2 mata bor yang berada di bagian kiri dan kanan mesin, benda kerja dicekam di bagian tengah mesin.



Gambar 2.6. Mesin bor horizontal

2.4 Struktur Pisau Potong

Proses gudi secara umum menggunakan mata bor sebagai alat potongnya. Mata bor mempunyai 2 bentuk tangkai untuk pencekaman, pertama tirus untuk pencekaman dengan arbor dan lurus untuk pencekaman menggunakan collet atau chuck. Mata memiliki berbagai jenis, bentuk dan ukuran yang berbeda-beda tergantung kepada jenis proses dan material benda kerja nya.



Gambar 2.7 Struktur mata bor



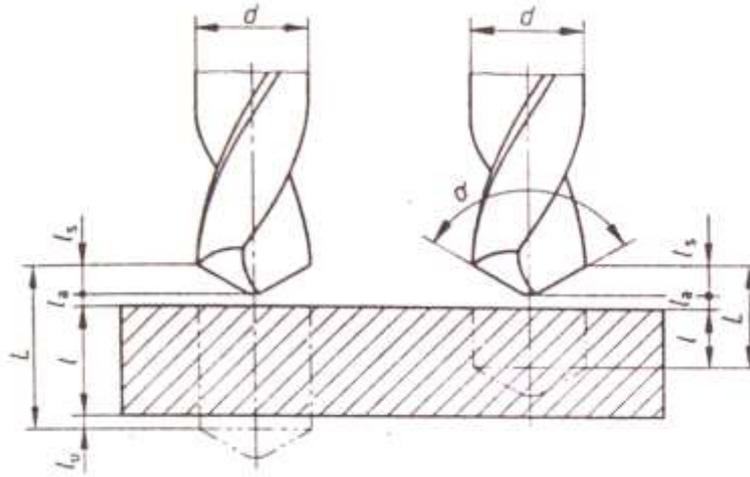
Gambar 2.8 Jenis-jenis mata bor

2.5 Rumus Perhitungan pada Proses Gurdi

Berikut ini adalah beberapa formula yang sering digunakan untuk penyetingan proses gurdi;

1. Perhitungan waktu potong/ proses

$$\text{Waktu Proses (th)} = \frac{L}{i}$$



Gambar 2.9 Panjang langkah proses *drill*

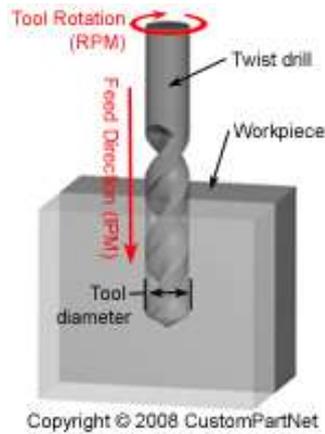
th	= Waktu proses	L	= Langkah proses
d	= Diameter mata bor	f	= Feed (pemakanan)
l	= kedalaman lubang	i	= Jumlah lubang
la	= jarak awalan	Vc	= Kecepatan potong
lu	= jarak akhiran	n	= Jumlah putaran (rpm)
ls	= tinggi drill tip	α	= Sudut drill tip

Langkah proses (L) :

- a. Lubang tembus : $L = l + l_s + l_a + l_u$
- b. Lubang tk tembus : $L = l + l_s + l_a$

Menentukan Tinggi drill tip (l_s) :

Sudut drill tip (α)	80°	118°	130°	140°
Tinggi drill tip (l_s)	0,6 x d	0,3 x d	0,23 x d	0,18 x d



Gambar 2.4. Elemen proses gurdi

2. Perhitungan kecepatan potong :

Kecepatan potong (V_c) adalah kemampuan alat potong menyayat bahan dengan aman menghasilkan tatal dalam satuan panjang/waktu (meter/menit atau *feet/ menit*).

Tabel 2.1. Rekomendasi penyetingan kecepatan (speed) dan pemakanan (feed).

Workpiece material	Drill diameter					
	Surface speed		Feed, mm/rev (in./rev)		Speed, rpm	
	m/min	ft/min	1.5 mm (0.060 in.)	12.5 mm (0.5 in.)	1.5 mm (0.060 in.)	12.5 mm (0.5 in.)
Aluminum alloys	30–120	100–400	0.025 (0.001)	0.30 (0.012)	6400–25,000	800–3000
Magnesium alloys	45–120	150–400	0.025 (0.001)	0.30 (0.012)	9600–25,000	1100–3000
Copper alloys	15–60	50–200	0.025 (0.001)	0.25 (0.010)	3200–12,000	400–1500
Steels	20–30	60–100	0.025 (0.001)	0.30 (0.012)	4300–6400	500–800
Stainless steels	10–20	40–60	0.025 (0.001)	0.18 (0.007)	2100–4300	250–500
Titanium alloys	6–20	20–60	0.010 (0.0004)	0.15 (0.006)	1300–4300	150–500
Cast irons	20–60	60–200	0.025 (0.001)	0.30 (0.012)	4300–12,000	500–1500
Thermoplastics	30–60	100–200	0.025 (0.001)	0.13 (0.005)	6400–12,000	800–1500
Thermosets	20–60	60–200	0.025 (0.001)	0.10 (0.004)	4300–12,000	500–1500

Note: As hole depth increases, speeds and feeds should be reduced. The selection of speeds and feeds also depends on the specific surface finish required.

Tabel 2.2. Tabel acuan penentuan kecepatan potong dalam satuan metrik (meter / menit)

Jenis Bahan	Carbide Drills Meter/Menit	HSS Drills Meter/Menit
Aluminium dan paduannya	200–300	80–150
Kuningan dan Bronze	200–300	80–150
Bronze liat	70–100	30–50
Besi tulang lunak	100–150	40–75
Besi tulang sedang	70–100	30–50
Tembaga	60–100	25–50
Besi tempa	80–90	30–45
Magnesium dan paduannya	250–400	100–200
Monel	40–50	15–25
Baja mesin	80–100	30–55
Baja lunak	60–70	25–35
Baja alat	50–60	20–30
Baja tempa	50–60	20–30
Baja dan paduannya	50–70	20–35
Stainless steel	60–70	25–35

Tabel 2.3. Tabel acuan penentuan pemakanan (feed) untuk beberapa jenis material:

Pemakanan yang disarankan untuk pahat HSS				
Material	Pekerjaan kasar		Pekerjaan penyelesaian	
	Milimeter permenit	Inch permenit	milimeter permenit	inch permenit
Baja mesin	0,25-0,50	0,010-0,020	0,07-0,25	0,003-0,010
Baja perkakas	0,25-0,50	0,010-0,020	0,07-0,25	0,003-0,010
Besi tuang	0,40-0,65	0,015-0,025	0,13-0,30	0,005-0,012
Perunggu	0,40-0,65	0,015-0,025	0,07-0,25	0,003-0,010
Aluminium	0,40-0,75	0,015-0,030	0,13-0,25	0,005-0,010

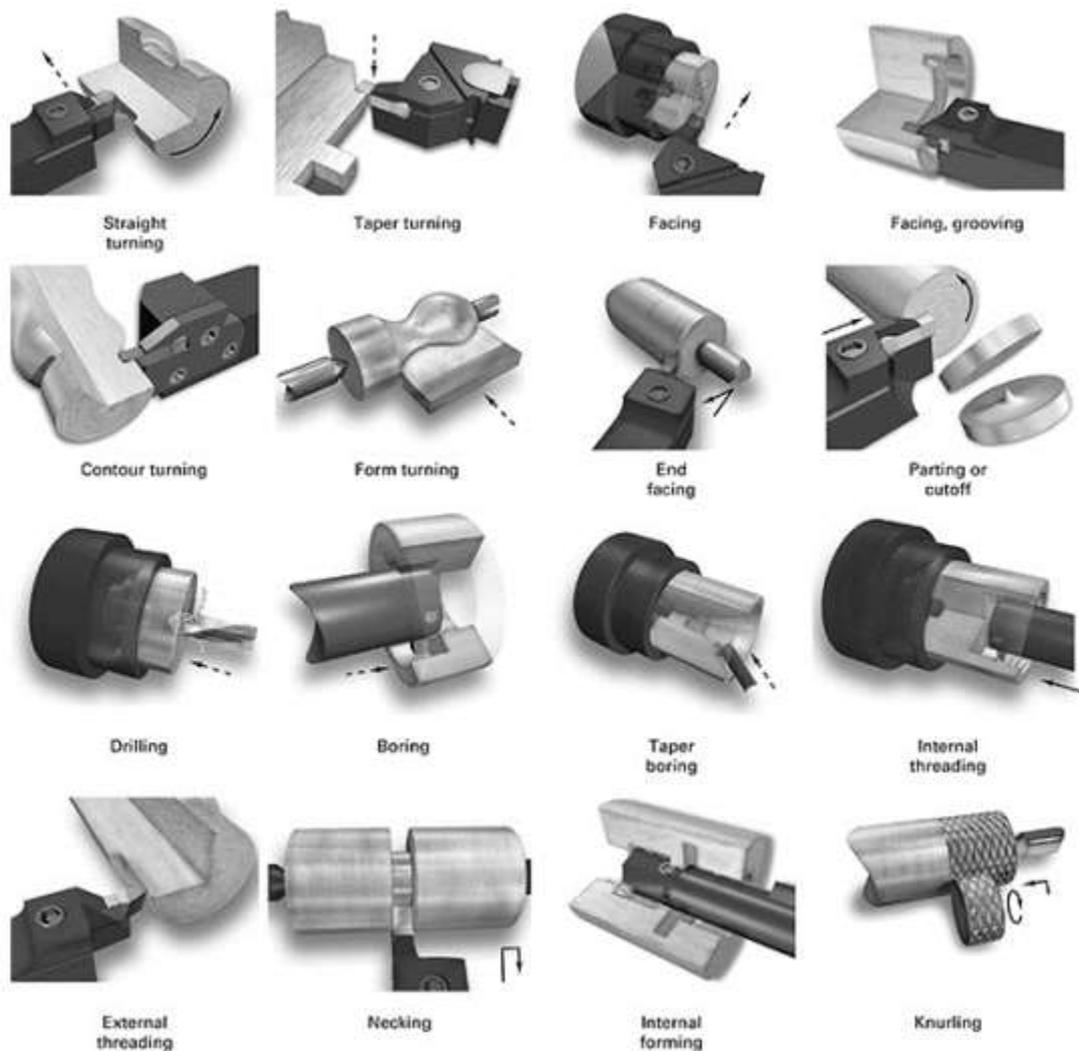
BAB III

PROSES BUBUT

3.1 Jenis Proses Bubut

Bubut merupakan sebuah mesin yang digunakan untuk membentuk material menjadi suatu bentuk tertentu dengan mencekam benda kerja pada mesin yang berputar dan pisau potong bergerak maju mendekati benda kerja yang memungkinkan terjadinya proses pemotongan.

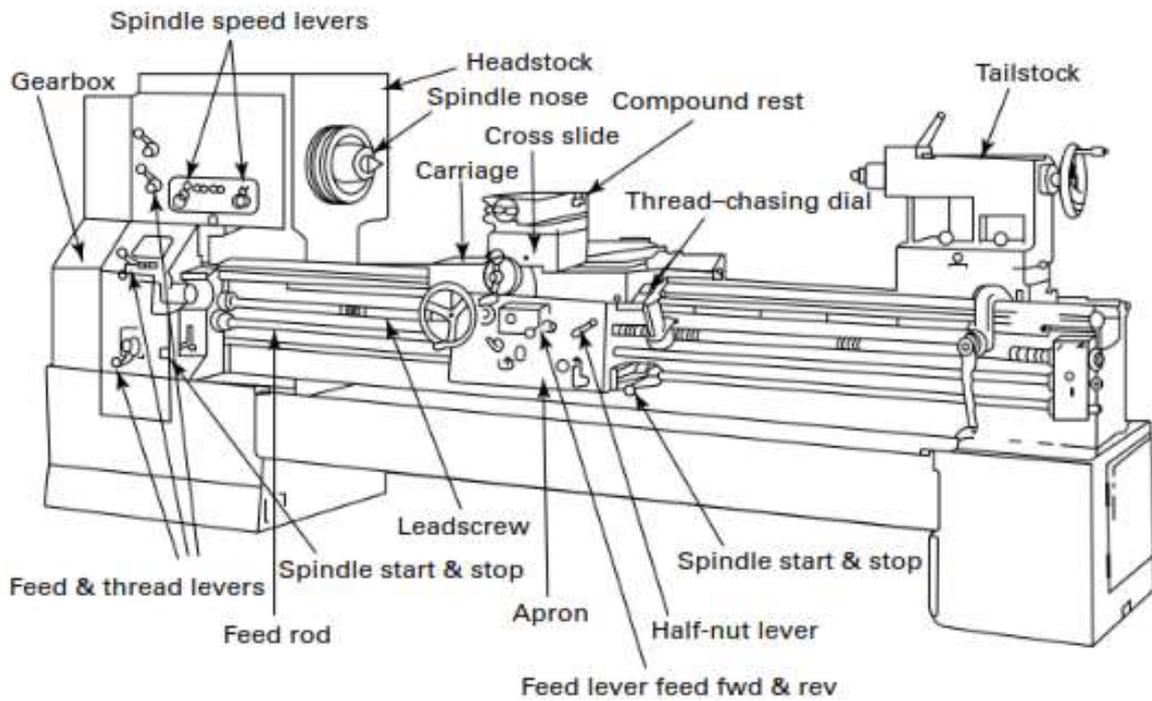
Proses bubut pada awalnya dimanfaatkan hanya untuk memotong produk silinder namun kemudian dikembangkan untuk proses yang lebih kompleks seperti pembuatan lubang, ulir, tirus, crankshaft, knurling dan lainnya (Gambar 3.1).



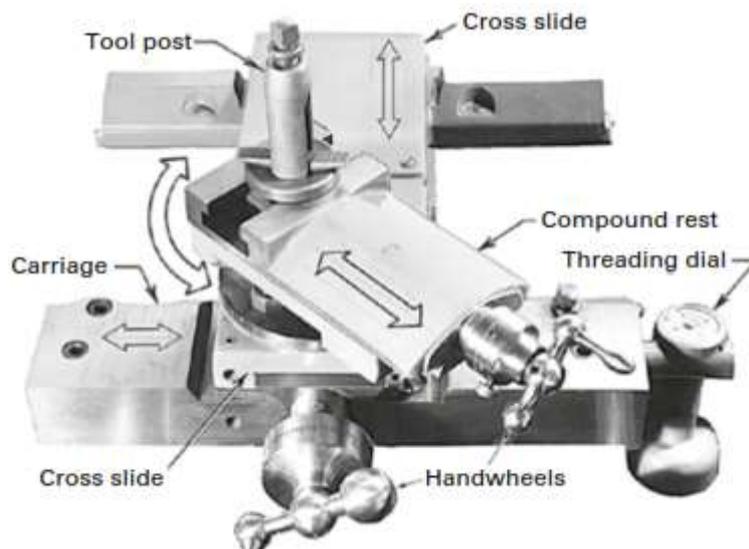
Gambar 3.1. Macam-macam proses pada mesin bubut

3.2 Struktur Mesin Bubut

Mesin bubut terdiri atas berbagai komponen (Gambar 3.2) yang terdiri dari beberapa system utama seperti bagian kepala pemegang benda kerja, system penggerak, sistem pemegang benda kerja, dll. Tool post merupakan sistem untuk memegang pahat potong yang mana tool post ini dapat diatur arah dan ketinggiannya menurut kebutuhan pemotongan (Gambar 3.3).



Gambar 3.1. Komponen mesin bubut

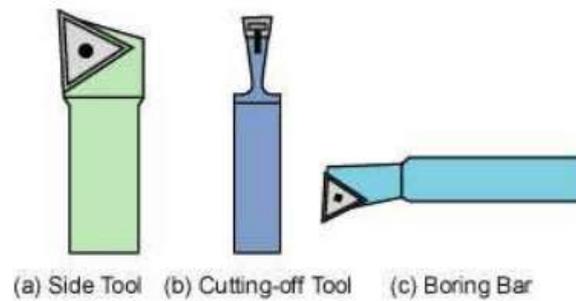


Gambar 3.3. Tool Post (Pemegang pahat)

3.3 Pahat Potong

Terdapat 3 bentuk dasar pisau potong yang sering digunakan pada proses bubut yaitu :

1. Side Tool yang digunakan untuk pemotongan permukaan dan perataan sisi benda kerja.
2. Cutting off tool, digunakan untuk memotong benda kerja dari material mentahnya.
3. Boring bar merupakan pisau potong untuk membuat lobang pada benda kerja.



Gambar 3.4. Bentuk dasar pisau potong/ pahat bubut



Gambar 3.5. Macam-macam pahat bubut.

Pada Mesin bubut benda kerja dicekap pada Chuck dan berputar di tempatnya sedangkan pisau potong bergerak sepanjang sumbu x dan y untuk melakukan proses pemotongan pada pemakanan.

3.4 Perhitungan pada Mesin Bubut

Berikut formulasi perhitungan kecepatan potong dan waktu proses pada permesinan bubut.

$$V_c = \pi \cdot D_1 \cdot n$$

1000

$$T_h = \frac{\pi \cdot D_1 \cdot L \cdot i}{1000 \cdot v_c \cdot f}$$

$$T_h = \frac{L \cdot i}{n \cdot f}$$

v_c = Kecepatan potong

N = rpm

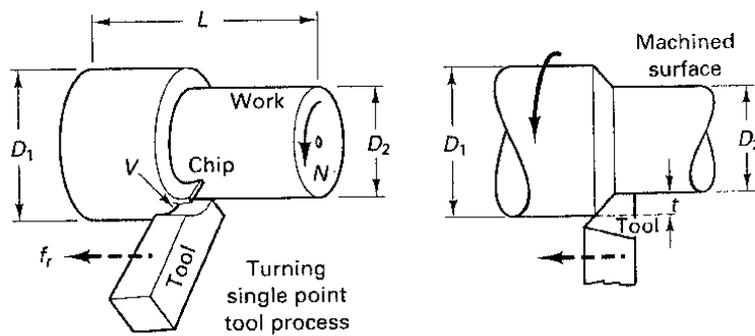
D_1 = Diameter material mentah

L = Panjang material yang akan di bubut

i = Jumlah sisi pisau potong

f = Feed per putaran

T_h = Waktu potong (lamanya proses)



Gambar 3.5. Notasi rumus pada proses bubut

BAB IV

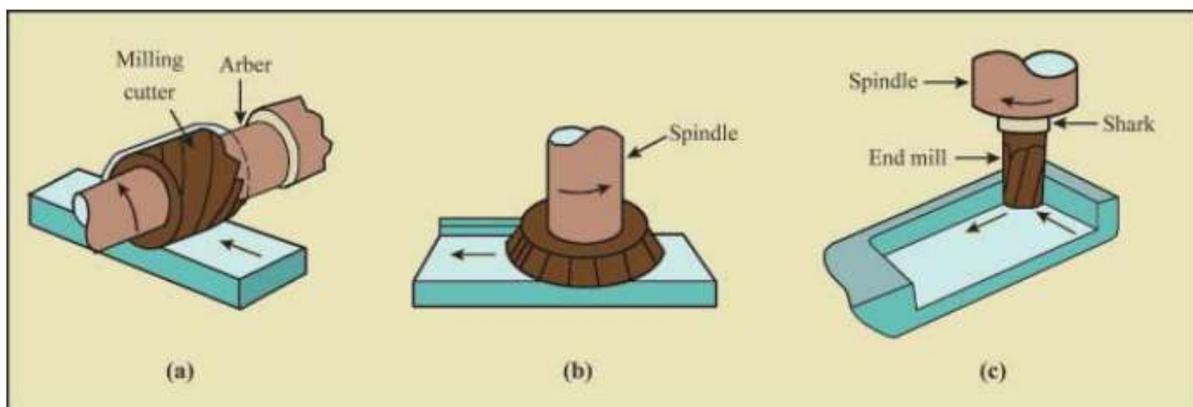
PROSES FRAIS / *MILLING*

4.1 Jenis Proses Frais

Proses permesinan frais (*milling*) adalah proses pemotongan benda kerja dengan menggunakan alat potong dengan mata potong jamak yang berputar. Proses pemotongan dengan gigi potong yang banyak yang mengitari pisau ini bisa menghasilkan proses pemesinan lebih cepat. Permukaan yang disayat bisa berbentuk datar, menyudut, atau melengkung. Permukaan benda kerja bisa juga berbentuk kombinasi dari beberapa bentuk.

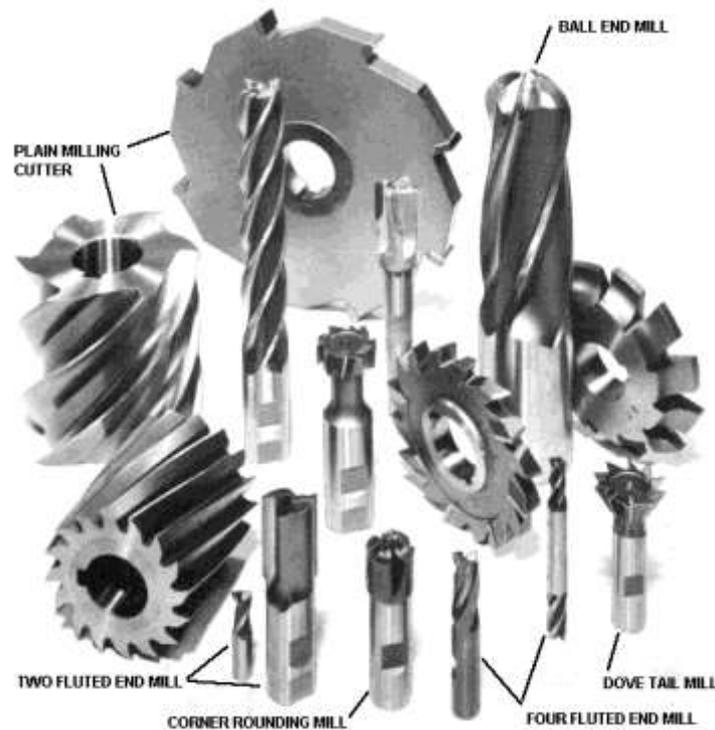
Proses frais dapat diklasifikasikan dalam tiga jenis berdasarkan jenis pisau, arah penyayatan, dan posisi relatif pisau terhadap benda kerja:

1. Frais Periperal (*Slab Milling*); Proses frais ini disebut juga *slab milling*, permukaan yang difrais dihasilkan oleh gigi pisau yang terletak pada permukaan luar badan alat potongnya. Sumbudari putaran pisau biasanya pada bidang yang sejajar dengan permukaan bendakerja yang disayat.
2. Frais Muka (*Face Milling*); Pada frais muka, pisau dipasang pada spindel yang memiliki sumbu putar tegak lurus terhadap permukaan benda kerja. Permukaan hasil proses frais dihasilkan dari hasil penyayatan oleh ujung dan selubung pisau.
3. Frais Jari (*End Milling*); Pisau pada proses frais jari biasanya berputar pada sumbu yang tegak lurus permukaan benda kerja. Pisau dapat digerakkan menyudut untuk menghasilkan permukaan menyudut. Gigi potong pada pisau terletak pada selubung pisau dan ujung badan pisau.



Gambar 4.1. (a) Frais periperal, (b) Frais Muka, (c) Frais jari

Proses pemesinan dengan mesin frais merupakan proses penyayatan benda kerja yang sangat efektif, karena pisau frais memiliki sisi potong jamak. Apabila dibandingkan dengan pisau bubut, maka pisau frais bagaikan gabungan beberapa buah pisau bubut yang bekerja secara bersamaan. Pisau frais dapat melakukan penyayatan berbagai bentuk benda kerja, sesuai dengan bentuk dari pisau yang digunakan. Proses meratakan bidang, membuat alur lebar sampai dengan membentuk alur tipis mampu dilakukan oleh pisau frais.



Gambar 4.2. Macam-macam pisau potong (*cutter*) untuk proses frais.

4.2 Parameter Pada Proses Frais

Parameter yang dapat langsung diatur oleh operator mesin ketika sedang mengoperasikan mesin frais adalah putaran spindel (n), gerak makan (f), dan kedalaman potong (a). Putaran spindel bisa langsung diatur dengan cara mengubah posisi handle pengatur putaran mesin. Gerak makan bisa diatur dengan cara mengatur handle gerak makan sesuai dengan tabel f yang ada di mesin. Gerak makan ini pada proses frais ada dua macam yaitu gerak makan bergigi (mm/gigi), dan gerak makan per putaran (mm/putaran). Kedalaman potong diatur dengan cara menaikkan benda kerja, atau dengan cara menurunkan pisau. Putaran spindel (n) ditentukan berdasarkan kecepatan potong. Kecepatan potong ditentukan oleh kombinasi material pisau dan material benda kerja.

Kecepatan potong adalah jarak yang ditempuh oleh satu titik (dalam satuan meter) pada selubung pisau dalam waktu satu menit. Rumus kecepatan potong identik dengan rumus kecepatan potong pada mesin bubut. Pada proses frais besarnya diameter yang digunakan adalah diameter pisau. Rumus kecepatan potong:

$$v = \frac{\pi d n}{1.000}$$

Di mana:

v = kecepatan potong (m/menit)

d = diameter pisau (mm)

n = putaran benda kerja (putaran/menit)

Waktu pemotongan:

$$t_c = \frac{l_t}{v_f}; \text{ menit}$$

Keterangan:

Benda Kerja:

w = lebar pemotongan (mm)

l_w = panjang pemotongan (mm)

$l_t = l_v + l_w + l_n$ (mm)

a = kedalaman potong (mm)

Pisau frais:

d = diameter luar (mm)

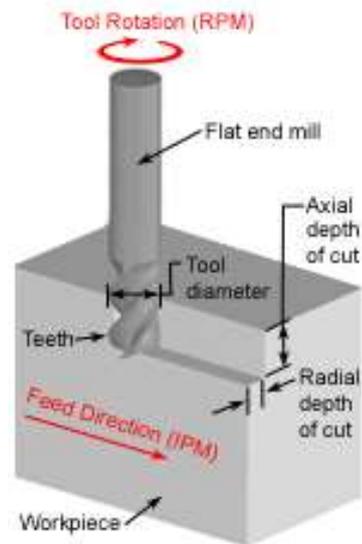
z = jumlah gigi/mata potong

X_f = sudut potong utama (90°) untuk pisau frais selubung

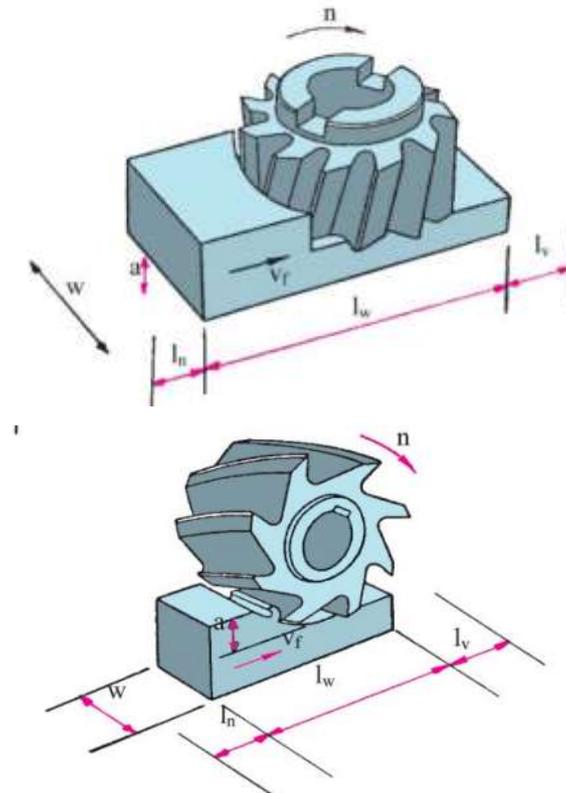
Mesin frais:

n = putaran poros utama (rpm)

v_f = kecepatan makan (mm/putaran)



Copyright © 2008 CustomPartNet



Gambar 4.3. Parameter Pemotongan Frais

Kedalaman pemotongan /depth of cut (a)

Untuk kepresisian kedalaman pemotongan yang dianjurkan untuk proses kasar (roughing) adalah berkisar antara 0,75-1mm atau ;

Jika lebar benda kerja lebih dari 50% diameter cutter maka kedalaman pemakanan maksimal adalah 25% dari ukuran diameter cutter

Jika lebar benda kerja kurang dari 50% diameter cutter maka kedalaman pemakanan maksimal adalah 20% dari ukuran diameter cutter

Untuk kedalaman pemotongan yang dianjurkan untuk proses dan pemotongan halus (finishing) adalah 0,1mm

Tabel 4.2. Tabel tabel pemakanan (*feed*) untuk beberapa jenis material.

Pemakanan yang disarankan untuk pahat HSS				
Material	Pekerjaan kasar		Pekerjaan penyelesaian	
	Milimeter permenit	Inch permenit	milimeter permenit	inch permenit
Baja mesin	0,25-0,50	0,010-0,020	0,07-0,25	0,003-0,010
Baja perkakas	0,25-0,50	0,010-0,020	0,07-0,25	0,003-0,010
Besi tuang	0,40-0,65	0,015-0,025	0,13-0,30	0,005-0,012
Perunggu	0,40-0,65	0,015-0,025	0,07-0,25	0,003-0,010
Aluminium	0,40-0,75	0,015-0,030	0,13-0,25	0,005-0,010

Tabel 2.2 berikut ini menjadi acuan penentuan kecepatan potong dalam satuan metrik (meter / menit).

Tabel 4.1. Tabel acuan penentuan kecepatan potong dalam satuan metrik (meter / menit)

Jenis Bahan	<i>Carbide Drills</i> Meter/Menit	<i>HSS Drills</i> Meter/Menit
Aluminium dan paduannya	200–300	80–150
Kuningan dan Bronze	200–300	80–150
Bronze liat	70–100	30–50
Besi tulang lunak	100–150	40–75
Besi tulang sedang	70–100	30–50
Tembaga	60–100	25–50
Besi tempa	80–90	30–45
Magnesium dan paduannya	250–400	100–200
Monel	40–50	15–25
Baja mesin	80–100	30–55
Baja lunak	60–70	25–35
Baja alat	50–60	20–30
Baja tempa	50–60	20–30
Baja dan paduannya	50–70	20–35
Stainless steel	60–70	25–35

4.3 Jenis Mesin Frais / Milling

- a. Mesin milling Horizontal : Pada mesin ini pisau potong terpasang pada shaft yang sejajar dengan bed.



Gambar 4.4. Mesin Frais Horizontal

- b. Mesin milling vertical : Pisau potong pada mesin ini berada pada posisi vertical seperti pada mesin bor.



Gambar 4.5. Mesin Frais Vertikal

- c. NC milling : Serupa dengan vertical mill namun sudah ditambahkan esesoris eleoktonik berupa sistem Numeric Control yang memungkinkan mesin untuk di program sehingga bisa bekerja sendiri.



Gambar 4.6. Mesin NC Mills/ Frais

Latihan :

Berapa lama proses yang dibutuhkan untuk memproses sebuah blok besi S45C dari ukuran lebar 50mm x panjang 100mm dengan tebal 32mm menjadi ukuran lebar 50mm x panjang 94mm tebal 28mm. Pemotongan menggunakan pisau frais jari (end mill cutter) dari bahan HSS. Pisau ini mempunyai diameter 15mm dengan 4 mata potong.

BAB V

PROSES SEKRAP

5.1 Pendahuluan

Mesin sekrap adalah suatu mesin perkakas dengan gerakan utama lurus bolak-balik secara vertical maupun horizontal. Disebut pula mesin ketam atau serut. Mesin ini digunakan untuk mengerjakan bidang-bidang yang rata, cembung, cekung, beralur, dan lain-lain pada posisi mendatar, tegak, ataupun miring.

Dalam proses penyayatan menggunakan *mesin skrap*, ada beberapa faktor yang ikut berperan, yakni : derajat kehalusan, kapasitas mesin, kepadatan bahan yang dikerjakan, kekerasan bahan yang dibentuk. Jika semua faktor tersebut terpenuhi dengan baik, maka mesin sekrap akan bekerja secara optimal dalam memahat.

Mesin ini dapat dipakai untuk mengerjakan benda kerja sampai dengan sepanjang 550 mm. Berpegangan pada prinsip gerakan utama mendatar, mesin ini juga disebut Mesin Slotting Horizontal. Untuk menjalankannya diperlukan gerakan utama, *feed* (langkah pemakanan) dan penyetelan (dalamnya pemakanan).

a. Gerakan utama atau gerakan pemotongan

Gerakan ini ditunjukkan oleh pahat. Ada perbedaan langkah kerja dan langkah bukan kerja. Selama langkah kerja (gerak maju) chip akan terpotong dan selama langkah tidak kerja (gerak mundur) pahat bergerak mundur tanpa memotong benda kerja. Kedua langkah ini dibentuk oleh gerak lingkaran.

b. Gerakan feed (langkah pemakanan)

Gerakan ini akan menghasilkan chip. Untuk menskrap datar benda kerja yang terpasang pada ragum akan bergerak berlawanan dengan pahat.

Penyetelan pada mesin sekrap terdiri atas :

a. Penyetelan (dalamnya pemakanan)

Penyetelan ini akan menghasilkan kedalaman potong. Menyekrap mendatar dapat dilakukan dengan gerakan pahat kebawah sedangkan untuk tegak dengan gerakan benda kerja ke samping.

b. Penyetelan panjang langkah

Panjang langkah meliputi panjang benda kerja (l), panjang langkah awal (l_a) dan panjang langkah akhir (l_u). Untuk menghindari waktu yang tak berguna (l_a dan l_u) benda kerja tidak boleh terlalu panjang. Sesuai pedoman $l_a = \pm 20$ mm dan $l_u = \pm 10$ mm.

5.2 Kecepatan dan Waktu Kerja

$$T = t_c + t_r$$

$$V_c = \frac{L}{1000 \cdot t_c} \quad V_r = \frac{L}{1000 \cdot t_r}$$

$$T_h = \left(\frac{L}{V_c} + \frac{L}{V_r} \right) \cdot \frac{b \cdot i}{1000 \cdot f}$$



Gambar 5.1. Mesin sekrup.

BAB VI

PROSES GERINDA

Mesin gerinda adalah salah satu mesin perkakas yang digunakan untuk mengasah/memotong benda kerja dengan tujuan tertentu. Prinsip kerja mesin gerinda adalah batu gerinda berputar bersentuhan dengan benda kerja sehingga terjadi pengikisan, penajaman, pengasahan, atau pemotongan. Proses gerinda (grinding) mampu memproses material yang sudah dilakukan pengerasan (heat treatment) karena proses kerjanya bersifat abrasif .

Ada 4 tipe utama dari mesin dan proses gerinda yaitu :

a. Cylindrical grinding

Pada type ini benda kerja berbentuk silinder dan berputar pada sumbunya, sedangkan batu gerinda berputar dan bergerak secara longitudinal untuk meratakan permukaan.



Gambar 6.1. Mesin gerinda silindris



Gambar 6.2. Proses gerinda silindris

b. Internal grinding

Mesin type ini berfungsi untuk pengerjaan bagian dalam (Internal diameter) dari benda silinder setelah mendapat pengerjaan awal seperti gudi dan reamer.



Gambar 6.3. Mesin gerinda dalam/ internal



Gambar 6.4. Proses gerinda dalam/ internal

c. Centerless grinding

Disini benda kerja berada diantara dua batu gerinda yang berputar, benda kerja akan berputar dan bergerak maju akibat perputaran dan batu gerinda. Proses ini cocok untuk produksi massal benda silinder kecil karena benda kerja tidak harus dicekam sehingga bisa bergerak secara simultan. Mesin ini juga bisa digunakan untuk menghaluskan permukaan benda kerja yang panjang seperti pipa.



Gambar 6.5. Proses gerinda *centerless*



Gambar 6.6. Mesin gerinda *centerless*

d. Surface grinding

Mesin ini untuk menghasilkan bentuk permukaan yang rata dan halus, baik permukaan yang datar maupun menyudut. Benda kerja dicekam pada meja bermagnet yang bergerak secara longitudinal di sumbu x-y sedangkan batu gerinda hanya berputar pada porosnya dan bergerak turun naik pada sumbu y.



Gambar 6.7. Mesin gerinda datar

Beberapa hal yang mempengaruhi hasil proses Grinding :

- a. Material benda kerja : Hasil grinding akan halus jika material semakin keras.
- b. Tipe batu gerinda : Semakin halus butiran batu maka semakin halus permukaan yang di proses.
- c. Prosedur dressing (pengasahan) : Pengasahan yang salah bisa menyebabkan permukaan bergelombang (tidak rata) walau permukaan tersebut sudah licin.
- d. Feed rate (pemakanan) : Pemakanan yang rendah akan menghasilkan permukaan yang bagus.
- e. Tingkat kebersihan cairan pendingin : Filter dari cairan pendingin yang baik akan menyaring material-material yang bisa merusak permukaan benda kerja.

BAB VII

PROSES CNC

7.1 Definisi Proses CNC

Computer Numerical Control / CNC (pemrograman komputerisasi dengan kontrol numerik) merupakan sistem otomatisasi Mesin perkakas yang dioperasikan oleh perintah yang diprogram secara abstrak dan disimpan dalam media penyimpanan, hal ini berlawanan dengan kebiasaan sebelumnya dimana mesin perkakas biasanya dikontrol dengan putaran tangan atau otomatisasi sederhana menggunakan CAM.

Kata NC sendiri adalah singkatan dalam Bahasa Inggris dari kata *Numerical Control* yang artinya *Kontrol Numerik*. Mesin NC pertama diciptakan pertama kali pada tahun 40-an dan 50-an, dengan memodifikasi Mesin perkakas biasa. Dalam hal ini Mesin perkakas biasa ditambahkan dengan motor yang akan menggerakkan pengontrol mengikuti titik-titik yang dimasukkan kedalam sistem oleh perekam kertas. Mesin perpaduan antara servo motor dan mekanis ini segera digantikan dengan sistem analog dan kemudian komputer digital, menciptakan Mesin perkakas modern yang disebut Mesin CNC (computer numerical control) yang dikemudian hari telah merevolusi proses desain. Saat ini mesin CNC mempunyai hubungan yang sangat erat dengan program CAD. Mesin-mesin CNC dibangun untuk menjawab tantangan di dunia manufaktur modern. Dengan mesin CNC, ketelitian suatu produk dapat dijamin hingga 1/100 mm lebih, pengerjaan produk masal dengan hasil yang sama persis dan waktu permesinan yang cepat.

NC/CNC terdiri dari tiga bagian utama :

1. Program
2. Control Unit/Processor
3. Motor listrik servo untuk menggerakkan kontrol pahat
4. Motor listrik untuk menggerakkan/memutar pahat
5. Pahat
6. Dudukan dan pemegang

7.2 Prinsip kerja NC/CNC

Secara sederhana dapat diuraikan prinsip kerja mesin ini sebagai berikut :

1. Programmer membuat program CNC sesuai produk yang akan dibuat dengan cara pengetikan langsung pada mesin CNC maupun dibuat pada komputer dengan software pemrograman CNC.
2. Program CNC tersebut, lebih dikenal sebagai G-Code, seterusnya dikirim dan dieksekusi oleh prosesor pada mesin CNC menghasilkan pengaturan motor servo pada mesin untuk menggerakkan perkakas yang bergerak melakukan proses permesinan hingga menghasilkan produk sesuai program.

7.3 Jenis mesin CNC

Pada dasarnya mesin CNC ini sama dengan mesin manual yang di otomatisasi mulai dari pemrosesan benda kerja sampai dengan pertukaran pahat / mata potong. Sedangkan mesin NC secara sederhana adalah mesin CNC dengan pertukaran pahat yang masih manual.

Beberapa jenis mesin CNC antara lain :

1. Mesin CNC bubut : Proses otomatisasi dari mesin bubut manual dimana pahat bubut bisa berganti secara otomatis sesuai program.



Gambar 7.1. Mesin CNC Bubut

2. Mesin CNC milling : Proses otomatisasi dari mesin milling manual dimana pahat potong bisa berganti secara otomatis sesuai program, mesin ini biasa juga disebut dengan machining center.



Gambar 7.2. Mesin CNC Milling

3. Mesin CNC 5 axis : Merupakan teknologi terkini dari mesin perkakas dimana pahat potong dan benda kerja sama-sama bisa melakukan gerak rotasi sebagai pergerakan axis ke-4 dan ke-5.

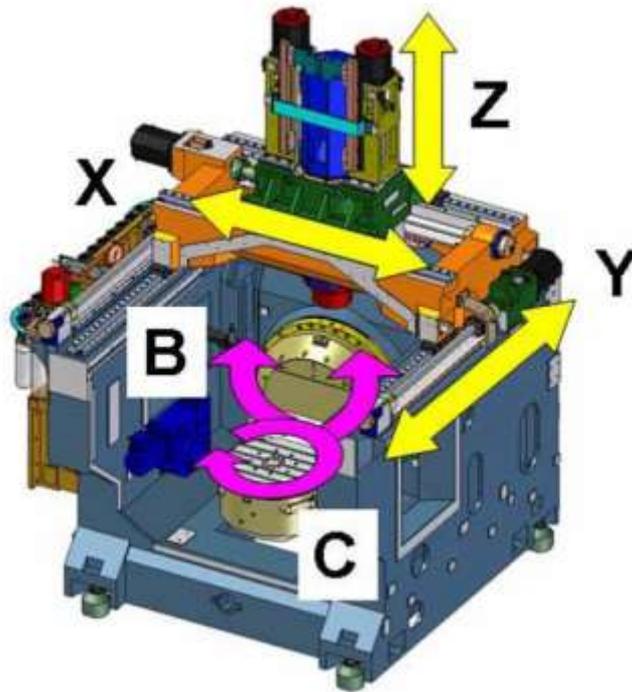


Gambar 7.3. Mesin CNC 5 Axis

Axis tersebut terdiri atas sumbu :

- X : pergerakan spindle ke kiri dan kanan.
- Y : pergerakan spindle ke depan dan belakang.
- Z : pergerakan spindle ke atas dan bawah.
- B : pergerakan spindle berputar pada sumbunya.

C : pergerakan meja pencekaman material berputar pada sumbunya.



Gambar 7.4. Arah pergerakan mesin CNC 5 Axis

Daftar Pustaka

Horton, H., McCauley, C., OBERG, E., Ryffel, H., Jones, F. D. (2000). Machinery's Handbook 26 Edition. (n.p.): Industrial Press.

Schmid, S. R., Kalpakjian, S. (2014). Manufacturing Engineering and Technology. Singapore: Pearson.

Black, J. T., Kohser, R. A. (2011). DeGarmo's Materials and Processes in Manufacturing. United States: Wiley.

Voßiek, J., Wittel, H., Muhs, D., Jannasch, D. (2010). Roloff/Matek Maschinenelemente Formelsammlung: Interaktive Formelsammlung auf CD-ROM. Germany: Vieweg+Teubner Verlag.