

---

Dwi Rahdiyanta  
Achmad Arifin  
Surono

---



# Teori dan Aplikasi Proses Pemesinan **BUBUT** & **FRAIS**



TEORI DAN APLIKASI  
**PROSES PEMESINAN  
BUBUT DAN FRAIS**

**UNDANG-UNDANG REPUBLIK INDONESIA**  
**NOMOR 28 TAHUN 2014**  
**TENTANG HAK CIPTA**

**Pasal 2**

Undang-Undang ini berlaku terhadap:

- a. semua Ciptaan dan produk Hak Terkait warga negara, penduduk, dan badan hukum Indonesia;
- b. semua Ciptaan dan produk Hak Terkait bukan warga negara Indonesia, bukan penduduk Indonesia, dan bukan badan hukum Indonesia yang untuk pertama kali dilakukan Pengumuman di Indonesia;
- c. semua Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait dan pengguna Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait bukan warga negara Indonesia, bukan penduduk Indonesia, dan bukan badan hukum Indonesia dengan ketentuan:
  1. negaranya mempunyai perjanjian bilateral dengan negara Republik Indonesia mengenai perlindungan Hak Cipta dan Hak Terkait; atau
  2. negaranya dan negara Republik Indonesia merupakan pihak atau peserta dalam perjanjian multilateral yang sama mengenai perlindungan Hak Cipta dan Hak Terkait.

**BAB XVII**  
**KETENTUAN PIDANA**

**Pasal 112**

Setiap Orang yang dengan tanpa hak melakukan perbuatan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 7 ayat (3) dan/atau Pasal 52 untuk Penggunaan Secara Komersial, dipidana dengan pidana penjara paling lama 2 (dua) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp300.000.000,00 (tiga ratus juta rupiah).

- (1) Setiap Orang yang dengan tanpa hak melakukan pelanggaran hak ekonomi sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf i untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 1 (satu) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp100.000.000 (seratus juta rupiah).
- (2) Setiap Orang yang dengan tanpa hak dan/atau tanpa izin Pencipta atau pemegang Hak Cipta melakukan pelanggaran hak ekonomi Pencipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf c, huruf d, huruf f, dan/atau huruf h untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 3 (tiga) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah).
- (3) Setiap Orang yang dengan tanpa hak dan/atau tanpa izin Pencipta atau pemegang Hak Cipta melakukan pelanggaran hak ekonomi Pencipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf a, huruf b, huruf e, dan/atau huruf g untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 4 (empat) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp1.000.000.000,00 (satu miliar rupiah).
- (4) Setiap Orang yang memenuhi unsur sebagaimana dimaksud pada ayat (3) yang dilakukan dalam bentuk pembajakan, dipidana dengan pidana penjara paling lama 10 (sepuluh) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp4.000.000.000,00 (empat miliar rupiah).

TEORI DAN APLIKASI  
**PROSES PEMESINAN  
BUBUT DAN FRAIS**

Dwi Rahdiyanta  
Achmad Arifin  
Surono



**TEORI DAN APLIKASI  
PROSES PEMESINAN BUBUT DAN FRAIS**

Cetakan I, Desember 2023

Penyusun :  
Dwi Rahdiyanta  
Achmad Arifin  
Surono

Tata Letak :  
PeTeWe

Desain Sampul :  
Ngadimin

ISBN :  
978-602-498-636-0

Diterbitkan oleh :  
**UNY Press**  
Jl. Gejayan, Gg. Alamanda, Kompleks Fakultas Teknik UNY  
Kampus UNY Karangmalang Yogyakarta 55281  
Telp: 0274 – 589346  
Mail: unypenerbitan@uny.ac.id

*Anggota Ikatan Penerbit Indonesia (IKAPI)*  
*Anggota Afiliasi Penerbit Perguruan Tinggi Indonesia (APPTI)*

# Prakata

Syukur alhamdulillah kami panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan segala nikmat dan rahmat-Nya, sehingga kami dapat menyelesaikan penulisan buku “**Teori dan Aplikasi Proses Pemesinan Bubut dan Frais**”. Buku ini didedikasikan sebagai suplemen bahan ajar pada program studi S1 Pendidikan Teknik Mesin, S1 Teknik Manufaktur maupun D4 Teknik Mesin khususnya pada mata kuliah-mata kuliah yang berkaitan dengan proses pemesinan menggunakan mesin bubut maupun frais. Materi yang dibahas disajikan secara ringkas dan urut disertai dengan banyak gambar pendukung sehingga mempermudah pemahaman para mahasiswa.

Buku ini terdiri atas 9 bab yang membahas secara komprehensif proses pemesinan menggunakan mesin bubut maupun frais baik dari sisi pengetahuan maupun ketrampilan praktis untuk mendukung kompetensi mahasiswa. Penjelasan umum mengenai setiap bab pada buku ini adalah sebagai berikut:

## **Bab 1 Proses pemotongan logam**

Bab ini membahas mengenai tentang prinsip dasar pemotongan logam khususnya pada proses pemesinan menggunakan mesin bubut dan frais. Selain itu, membahas juga alat ukur yang digunakan pada proses pemesinan yang berupa jangka sorong dan mikro meter, konsep keselamatan kerja pada proses pemesinan serta penerapannya diproses pemesinan bubut dan frais.

## **Bab 2 Mengenal mesin bubut dan peralatannya**

Bab ini membahas mengenai prinsip kerja pengerjaan benda kerja menggunakan mesin bubut, jenis dan ukuran mesin bubut yang umum digunakan dan fungsi dari bagian-bagian utama mesin bubut. Selain itu juga membahas mengenai peralatan pendukung yang diperlukan untuk pekerjaan dengan menggunakan mesin bubut.

## **Bab 3 Alat potong pemesinan bubut**

Bab ini membahas mengenai material dan jenis alat potong pembubutan dan bagaimana menentukan kecepatan potong pembubutan berdasarkan hubungan jenis material benda kerja dan alat potongnya. Selain itu juga

membahas geometri standar pahat bubut dan cara pengasahannya menggunakan mesin gerinda manual.

☑ **Bab 4 Parameter pemotongan pada pemesinan bubut**

Bab ini membahas mengenai parameter pemotongan yang diaplikasikan pada pemesinan bubut yang meliputi: menentukan kecepatan putar spindle mesin bubut, feeding atau gerak pemakanan dan kedalaman pemotongan/penyayatan.

☑ **Bab 5 Macam-macam pekerjaan pembubutan**

Bab ini membahas mengenai prosedur standar pengoperasian mesin bubut dalam pengerjaan membubut muka/rata, membuat alur, memotong benda kerja, pembubutan diameter dalam, pembuatan lubang dengan mata bor, membubut bentuk radius, pembuatan ulir luar dan pengerjaan benda berbentuk tirus. Selain itu juga membahas penyelesaian studi kasus pada aplikasi pembuatan poros bertingkat sederhana, poros bertingkat dan poros eksentrik. Penugasan pada aplikasi pembubutan pada bentuk-bentuk khusus sebagai penerapan pembelajaran *problem-based learning*.

☑ **Bab 6 Mengenal mesin frais dan peralatannya**

Bab ini membahas mengenai jenis-jenis mesin frais dan metode pemotongan pada proses pengefraisan. Selain itu juga menjelaskan alat-alat bantu yang digunakan pada proses pemesinan frais.

☑ **Bab 7 Alat potong pemesinan frais**

Bab ini membahas mengenai jenis-jenis alat potong (*tools*) pada proses pemesinan frais dan bagaimana cara memilih alat potong yang tepat.

☑ **Bab 8 Parameter proses pengefraisan**

Bab ini membahas mengenai parameter-parameter yang ada pada proses pengefraisan, yaitu kecepatan potong, feeding, kedalaman pemotongan dan waktu pemotongan.

☑ **Bab 9 Macam pekerjaan dengan proses frais**

Bab ini membahas mengenai berbagai macam jenis pekerjaan yang dapat dilakukan pada proses frais.

Kami selaku penulis mengucapkan terimakasih dan apresiasi yang setinggi-tingginya kepada semua pihak yang telah mendukung penulisan buku ini, yaitu:

1. Rektor Universitas Negeri Yogyakarta yang telah memberikan tantangan sekaligus kesempatan penulisan buku ajar.
2. Wakil Rektor bidang Akademik Universitas Negeri Yogyakarta yang telah memberikan supporting pembiayaan dalam penulisan buku ini,
3. Para dosen di bengkel Fitting (pemesinan) Departemen Pendidikan Teknik Mesin Fakultas Teknik UNY atas segala kontribusinya.
4. Dan seluruh pihak lainnya yang tidak dapat disebutkan satu-persatu

Tak dipungkiri bahwa buku masih memiliki kekurangan dan memerlukan tambahan referensi lain untuk memperdalam topik pembahasan. Oleh karena itu, saran dan masukan dari pembaca yang budiman, sangat kami harapkan sebagai bahan penyempurnaan buku ini. Semoga kehadiran buku ini dapat memberikan manfaat khususnya kepada mahasiswa, dosen pengajar maupun para praktisi pemesinan lainnya.

Yogyakarta, Oktober 2023

**Tim Penulis**





# Daftar Isi

PRAKATA.....	v
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR .....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xviii
<b>BAB 1</b>	
<b>PROSES PEMOTONGAN LOGAM.....</b>	<b>1</b>
A. Prinsip Dasar Pemotongan Logam.....	2
B. Macam Alat Ukur Proses Pemesinan dan Cara Menggunakannya.....	7
C. Keselamatan Kerja pada Proses Pemesinan .....	19
<b>BAB 2</b>	
<b>MENGENAL MESIN BUBUT DAN PERALATANNYA .....</b>	<b>25</b>
A. Prinsip Kerja Mesin Bubut .....	26
B. Jenis dan Ukuran Mesin Bubut.....	29
C. Bagian-Bagian Mesin Bubut.....	37
D. Peralatan Pendukung Mesin Bubut .....	43
E. Soal Latihan/Bahan Diskusi.....	49
<b>BAB 3</b>	
<b>ALAT POTONG PEMESINAN BUBUT.....</b>	<b>51</b>
A. Material Alat Potong .....	52
B. Penentuan Kecepatan Potong Pembubutan.....	60
C. Jenis Alat Potong Proses Pembubutan .....	62
D. Sudut dan Geometri Pahat Bubut .....	69
E. Jenis Kerusakan pada Pahat Bubut .....	73
F. Soal Latihan/Bahan Diskusi.....	75
<b>BAB 4</b>	
<b>PARAMETER PEMOTONGAN PADA PEMESINAN BUBUT .....</b>	<b>77</b>
A. Kecepatan Putar Spindel Mesin Bubut.....	79

B. Gerak Pemakanan.....	81
C. Kedalaman Pemotongan .....	83
D. Kekasaran Permukaan ( <i>Surface Roughness</i> ).....	84
E. Perhitungan Lama Waktu Pembubutan.....	87
F. Soal Latihan/Bahan Diskusi.....	91
<b>BAB 5</b>	
<b>MACAM-MACAM PEKERJAAN PEMBUBUTAN .....</b>	<b>93</b>
I. Membubut Muka dan Rata.....	94
J. Membubut Alur.....	97
K. Membubut Diameter Dalam.....	99
L. Pengeboran Menggunakan Mesin Bubut .....	100
M. Membubut Bentuk Profil Radius.....	103
N. Membuat Benda Kerja Tirus .....	104
O. Membubut Ulir Luar .....	111
P. Studi Kasus .....	117
<b>BAB 6</b>	
<b>MENGENAL MESIN FRAIS DAN PERALATANNYA .....</b>	<b>125</b>
A. Jenis-Jenis Mesin Frais.....	125
B. Metode Pemotongan Proses Frais.....	127
C. Alat Kelengkapan Mesin Frais .....	129
D. Soal Latihan/Bahan Diskusi.....	134
<b>BAB 7</b>	
<b>ALAT POTONG PEMESINAN FRAIS.....</b>	<b>135</b>
A. Pisau Frais Rata .....	135
B. Pisau Frais Sisi.....	136
C. Pisau Frais Potong .....	138
D. Pisau Frais Sudut .....	139
E. Pisau Frais Jari.....	140
F. Pisau Frais Muka .....	141
G. <i>T-Slot Milling Cutter</i> .....	142
H. Pisau Modul .....	142
I. Pisau Ekor Burung.....	143

J. Pisau Bentuk (Cekung dan Cembung) .....	143
K. Soal Latihan/Bahan Diskusi .....	144
<b>BAB 8</b>	
<b>PARAMETER PROSES PENGEFRAISAN.....</b>	<b>145</b>
A. Kecepatan Potong.....	146
B. Kecepatan Pemakanan.....	146
C. Kedalaman Pemotongan .....	147
D. Gerak Makan Per Gigi (Fz).....	147
E. Waktu Pemotongan.....	147
F. Kecepatan Penghasilan Geram.....	147
G. Soal Latihan/Bahan Diskusi.....	148
<b>BAB 9</b>	
<b>MACAM PEKERJAAN DENGAN PROSES FRAIS.....</b>	<b>149</b>
A. Pengefraisan Rata, Siku, dan Bertingkat .....	149
B. Penggunaan Kepala Pembagi.....	150
C. Roda Gigi dan Geometrinya .....	157
D. Soal Latihan/Bahan Diskusi.....	162
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>165</b>



## Daftar Gambar

Gambar	1.1.	Skema proses pemotongan logam.....	3
Gambar	1.2.	Ilustrasi pembentukan tatal pada proses pemotongan logam .....	3
Gambar	1.3.	Jenis-jenis tatal: a) <i>continuous chip</i> , b) <i>discontinuous chip</i> dan c) <i>built up edge chip</i> .....	5
Gambar	1.4.	Alat ukur proses pemesinan; (a) jangka sorong dan (b) micrometer .....	7
Gambar	1.5.	Bagian-bagian jangka sorong standar .....	9
Gambar	1.6.	Pembacaan skala utama dan nonius pada jangka sorong dengan tingkat ketelitian 0.1 mm .....	10
Gambar	1.7.	Pembacaan skala utama dan nonius pada jangka sorong dengan tingkat ketelitian 0.05 mm .....	11
Gambar	1.8.	Pembacaan skala utama dan nonius pada jangka sorong dengan tingkat ketelitian 0.02 mm .....	12
Gambar	1.9.	Jangka sorong jenis analog dan digital .....	13
Gambar	1.10.	Bagian-bagian micrometer luar.....	14
Gambar	1.11.	Pembacaan skala utama dan nonius pada micrometer dengan ketelitian 0.01 mm dan 0.001 mm.....	15
Gambar	1.12.	Komponen penyusun dial indicator.....	17
Gambar	1.13.	Contoh pembacaan dial indicator .....	19
Gambar	1.14.	Penempatan safety guard pada cekam mesin bubut .....	21
Gambar	1.15.	Contoh perilaku operator yang membahayakan .....	23
Gambar	1.16.	Hasil pengukuran menggunakan jangka sorong.....	24
Gambar	2.1.	Prinsip kerja gerakan pemotongan pada mesin bubut .....	26
Gambar	2.2.	Bentuk dasar kerja pembubutan .....	29
Gambar	2.3.	Mesin bubut sedang.....	31
Gambar	2.4.	Mesin bubut standar.....	32
Gambar	2.5.	Mesin bubut meja Panjang .....	32
Gambar	2.6.	Contoh mesin bubut CNC.....	34
Gambar	2.7.	Jenis mesin bubut khusus: (a) <i>facing lathe</i> , (b) <i>turret lathe</i> dan (c) <i>vertical lathe</i> .....	34
Gambar	2.8.	Dimensi utama mesin bubut .....	35
Gambar	2.9.	Spesifikasi mesin bubut tipe standard.....	36
Gambar	2.10.	Bagian-bagian utama mesin bubut.....	37

Gambar	2.11.	Kepala tetap ( <i>headstock</i> ) mesin bubut .....	38
Gambar	2.12.	Bagian-bagian kepala lepas mesin bubut .....	39
Gambar	2.13.	Konstruksi dan bagian-bagian meja mesin bubut .....	40
Gambar	2.14.	Tiga jenis eretan: (a) Memanjang, (b) melintang dan (c) atas .....	41
Gambar	2.15.	Transmisi roda gigi dan tuas pengatur kecepatan putaran .....	42
Gambar	2.16.	<i>Standard toolpost</i> bawaan mesin bubut .....	44
Gambar	2.17.	Model-model <i>quick change toolpost</i> .....	45
Gambar	2.18.	<i>Radius turner toolpost</i> .....	46
Gambar	2.19.	Cekam dengan rahang otomatis .....	47
Gambar	2.20.	(a) Penyangga tetap/ <i>steady rest</i> , (b) penyangga jalan/ <i>follower rest</i> .....	48
Gambar	2.21.	Alat bantu proses pembubutan.....	50
Gambar	3.1.	Hubungan jenis material alat potong, bahan benda kerja dan putaran spindle pada proses pembubutan <i>roughing</i> .....	52
Gambar	3.2.	Peta sifat kekerasan dan ketangguhan material alat potong .....	55
Gambar	3.3.	Alat potong yang terbuat dari <i>carbon steel</i> , <i>diamond</i> dan <i>ceramics</i> .....	56
Gambar	3.4.	Ilustrasi kecepatan potong pada proses pembubutan.....	61
Gambar	3.5.	Cara melakukan bor senter dan hasil pelubangannya .....	62
Gambar	3.6.	Jenis-jenis mata bor dan cara pencekaman pada kepala lepas.....	63
Gambar	3.7.	Kontersing dengan tangkai lurus dan tangkai tirus..	64
Gambar	3.8.	Contoh Konterbor .....	64
Gambar	3.9.	Macam macam rimer mesin .....	65
Gambar	3.10.	Macam macam bentuk gigi kartel dan profil hasilnya.....	65
Gambar	3.11.	Jenis pahat bubut luar berdasarkan bentuk dan fungsinya .....	66
Gambar	3.12.	Jenis pahat bubut dalam berdasarkan bentuk dan fungsinya .....	67
Gambar	3.13.	Jenis pahat ISO.....	68
Gambar	3.14.	Konstruksi pahat insert (sisipan) dan macam-macam insert .....	69

Gambar	3.15.	Geometri standar pahat bubut HSS.....	69
Gambar	3.16.	Geometri pahat bubut sisipan (insert).....	70
Gambar	3.17.	Nomenklatur untuk pahat rata kanan.....	70
Gambar	3.18.	Pahat bubut muka.....	71
Gambar	3.19.	Geometri pahat champir.....	71
Gambar	3.20.	Geometri pahat alur.....	72
Gambar	3.21.	(a) Geometri pahat ulir metris, (b) geometri pahat ulir withworth.....	72
Gambar	3.22.	Kerusakan pada bubut dengan sisipan ( <i>tip carbide</i> ) (a) keretakan pada <i>tip carbide</i> , (b) <i>tip carbide</i> pecah dan (c) <i>tip carbide</i> terlepas dari dudukannya.....	75
Gambar	4.1.	Parameter pemesinan pada mesin bubut.....	78
Gambar	4.2.	Hubungan antar parameter pemotongan proses pembubutan.....	79
Gambar	4.3.	Gerak <i>feeding</i> dan kehalusan permukaan pembubutan.....	82
Gambar	4.4.	Kedalaman pemotongan untuk pembubutan (a) lurus, (b) muka.....	84
Gambar	4.5.	Profile kekasaran permukaan.....	86
Gambar	4.6.	Panjang langkah total pembubutan rata.....	89
Gambar	4.7.	Panjang langkah total pembubutan muka.....	90
Gambar	5.1.	Membubut facing, a) di- <i>support half-center</i> , b) dicekam.....	95
Gambar	5.2.	Arah putaran benda kerja terhadap posisi sayat pahat.....	95
Gambar	5.3.	Arah pembubutan lurus/rata.....	96
Gambar	5.4.	Macam-macam bentuk pahat alur.....	98
Gambar	5.5.	Proses pembubutan alur.....	99
Gambar	5.6.	Pembubutan dalam menggunakan pahat a) <i>finishing</i> , b) <i>roughing</i> .....	100
Gambar	5.7.	Proses pembubutan diameter dalam.....	100
Gambar	5.8.	Jenis pekerjaan pengeboran.....	101
Gambar	5.9.	Pengaturan posisi proses pengeboran.....	102
Gambar	5.10.	Bor senter, mata bor dan reamer.....	103
Gambar	5.11.	Membubut bentuk profil.....	104
Gambar	5.12.	Alat bantu pembubutan radius ( <i>Radius turner</i> ).....	104
Gambar	5.13.	Pembubutan tirus dengan menggeser kepala lepas... ..	106
Gambar	5.14.	Pembubutan tirus dengan menggeser eretan atas.....	108
Gambar	5.15.	Pembubutan tirus menggunakan <i>tapper attachment</i> ...	110



Gambar	5.16.	Jenis ulir a) luar, b) dalam.....	111
Gambar	5.17.	Bagian-bagian ulir.....	112
Gambar	5.18.	Tabel kasar ulir dan tuas pengaturannya pada mesin bubut .....	116
Gambar	5.19.	Pengaturan roda gigi pengganti untuk proses membubut ulir .....	117
Gambar	5.20.	Membubut bertingkat poros sederhana.....	118
Gambar	5.21.	Membubut poros kompleks (Tangkai Penindih) .....	121
Gambar	5.22.	Pembuatan poros eksentris.....	121
Gambar	5.23.	Membubut diameter bertingkat.....	123
Gambar	5.24.	Membubut poros basis sumbu.....	124
Gambar	6.1.	(A) <i>Bed type milling machine</i> , (B) <i>Special Purpose Milling Machines: Multi Spindle Milling Machine</i> .....	126
Gambar	6.2.	Skematik gerakan dan bagian-bagian mesin frais jenis kolom dan lutut ( <i>column and knee type milling machine</i> ): (a) horisontal, (b) vertical .....	127
Gambar	6.3.	Bagian-bagian utama mesin frais dan gerakan utama proses frais; (a) Frais Vertikal, dan (b) frais horisontal.....	128
Gambar	6.4.	Metode pemotongan proses frais; a) <i>frais up milling</i> , b) <i>frais down milling</i> .....	128
Gambar	6.5.	<i>Drill chuck</i> bor dan penguncinya.....	130
Gambar	6.6.	<i>Sleeve arbor</i> untuk a) <i>milling cutter</i> dan b) <i>drill</i> .....	130
Gambar	6.7.	<i>Collet arbor</i> dan <i>stub arbor</i> .....	131
Gambar	6.8.	<i>Short arbor</i> dan <i>long arbor</i> .....	131
Gambar	6.9.	<i>Side lock arbor</i> dan <i>boring head arbor</i> .....	132
Gambar	6.10.	<i>Clamping</i> dan <i>angle plate</i> .....	132
Gambar	6.11.	Magnetic V-blok.....	133
Gambar	6.12.	<i>Vice plate</i> , <i>Swivel vice</i> dan <i>compound vice</i> .....	133
Gambar	6.13.	<i>Rotary table</i> .....	134
Gambar	6.14.	<i>Dividing head</i> .....	134
Gambar	7.1.	<i>Light duty plain milling cutter</i> .....	136
Gambar	7.2.	<i>Heavy duty plain milling cutter</i> .....	136
Gambar	7.3.	Pisau frais sisi .....	137
Gambar	7.4.	Macam-macam pisau frais sisi.....	137
Gambar	7.5.	Pisau potong/gergaji ( <i>metal slitting saw</i> ) .....	139
Gambar	7.6.	Pisau sudut ( <i>angular milling cutter</i> ) .....	139
Gambar	7.7.	Pisau jari ( <i>end mill cutter</i> ) .....	140
Gambar	7.8.	Pisau <i>shell end mill</i> .....	141

Gambar	7.9.	Pisau frais muka.....	142
Gambar	7.10.	T-Slot Milling Cutter .....	142
Gambar	7.11.	Pisau Modul .....	142
Gambar	7.12.	Pisau ekor burung.....	143
Gambar	7.13.	Pisau bentuk .....	144
Gambar	9.1.	Paralel strip.....	150
Gambar	9.2.	Baut T-Slot .....	150
Gambar	9.3.	Prinsip kerja kepala pembagi.....	151
Gambar	9.4.	Piringan Pembagi ( <i>deviding plates</i> ) .....	153
Gambar	9.5.	<i>Milling deviding head</i> .....	153
Gambar	9.6.	Susunan roda gigi pada pembagian diferensial .....	157
Gambar	9.7.	Roda gigi lurus.....	158
Gambar	9.8.	Roda Gigi Helik .....	159
Gambar	9.9.	Roda Gigi Rack dan Pinion.....	159
Gambar	9.10.	Roda Gigi Cacing .....	160
Gambar	9.11.	Bevel Gear .....	160
Gambar	9.12.	Bagian-bagian roda gigi lurus.....	162
Gambar	9.13.	Kepala mur segi enam.....	162
Gambar	9.14.	Gambar kerja roda gigi lurus .....	163
Gambar	9.15.	Gambar kerja roda gigi payung .....	164

## Daftar Tabel

Tabel 3.1.	Kecepatan potong menggunakan alat potong HSS .....	61
Tabel 4.1.	Toleransi nilai kekasaran permukaan rata-rata Ra.....	86
Tabel 5.2.	Ukuran standar ulir segitiga metris pada baut dan mur.....	113
Tabel 5.3.	Ukuran standar ulir segitiga whitworth pada baut dan mur.....	114
Tabel 6.1.	Karakteristik Mesin Frais.....	126
Tabel 8.1.	<i>Cutting speed</i> untuk proses pengefraisan.....	146
Tabel 9.1.	Prinsip kerja kepala pembagi.....	152
Tabel 9.2.	Jumlah lubang pada piring pembagi.....	153

# BAB 1

## PROSES PEMOTONGAN LOGAM

### Deskripsi

Bab ini membahas tentang prinsip dasar pemotongan logam khususnya pada proses pemesinan menggunakan mesin bubut dan frais. Selain itu, membahas juga alat ukur yang digunakan pada proses pemesinan yang berupa jangka sorong dan micrometer, konsep keselamatan kerja pada proses pemesinan serta penerapannya di proses pemesinan bubut dan frais.

### Tujuan

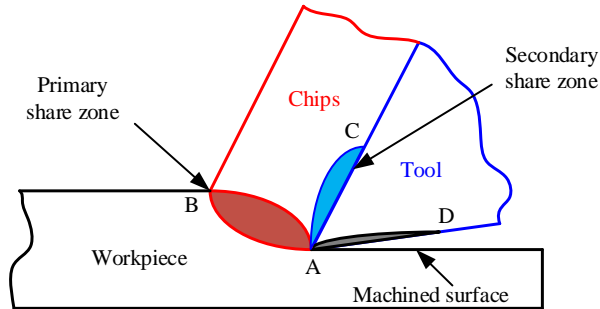
Setelah mempelajari bab ini mahasiswa diharapkan dapat:

- Menjelaskan prinsip dasar pemotongan logam yang diaplikasikan pada proses pembubutan dan pengefraisan.
- Melakukan pengukuran benda kerja menggunakan jangka sorong dan micrometer.
- Menjelaskan konsep keselamatan kerja pada proses pemesinan bubut dan frais sebagai dasar pengaplikasiannya dalam penyusunan *work preparation*.

## A. Prinsip dasar pemotongan logam

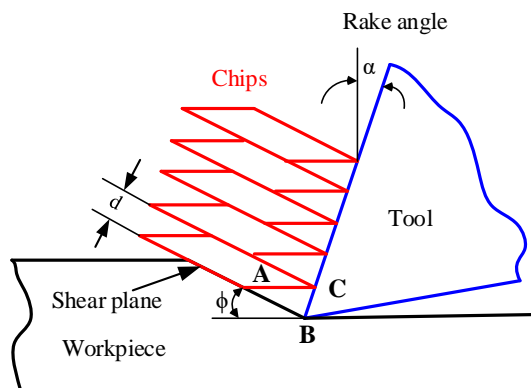
Salah satu aktivitas utama pada industri manufaktur adalah proses permesinan. Proses permesinan adalah proses menghilangkan bagian yang tidak diperlukan dari suatu benda kerja (*workpiece*) menggunakan alat potong (*cutting tool*) tertentu untuk mendapatkan bentuk dan ukuran produk benda kerja yang dikehendaki (*expected product*). Bagian benda kerja yang terbuang biasanya disebut dengan istilah *chips* atau bram atau tatal. Untuk alasan keseragaman, maka digunakan istilah tatal untuk penyebutan *chips* atau bram dalam keseluruhan penulisan pada buku ini.

Gambar 1.1 menunjukkan skema proses pemotongan logam, di mana pahat berbentuk baji, bermata tajam diposisikan pada kedalaman potong tertentu dan bergerak relatif terhadap benda kerja. Tekanan diberikan pada logam benda kerja oleh gaya aksi dari alat potong yang menyebabkan terjadinya kompresi di area dekat ujung pahat. Logam mengalami deformasi tipe geser dan sepotong atau lapisan logam akan dibuang dalam bentuk tatal. Jika pahat terus bergerak relatif terhadap benda kerja, ada gaya geser yang terus menerus dari logam di depan pahat. Gaya geser terjadi di sepanjang bidang yang disebut bidang geser. Semua proses pemesinan melibatkan pembentukan tatal, hal ini terjadi karena deformasi material benda kerja pada permukaan pekerjaan dengan bantuan pahat potong. Tergantung pada geometri pahat, kondisi pemotongan dan material benda kerja, tatal diproduksi dalam berbagai bentuk dan ukuran. Jenis tatal yang terbentuk memberikan informasi tentang deformasi yang dialami oleh material benda kerja dan kualitas permukaan yang dihasilkan selama pemotongan.



**Gambar 1.1** Skema proses pemotongan logam

Sementara itu mekanisme pembentukan tatal pada proses pemotongan logam diilustrasikan pada Gambar 1.2 dan dapat dijelaskan sebagai berikut: bagian yang terpotong digambarkan seolah-olah sebagai tumpukan kartu dengan posisi agak sedikit miring kemudian didorong dengan sebuah papan yang membentuk sudut terhadap garis vertikal yang disebut sudut buang tatal (*rake angle*). Karena adanya dorongan tersebut maka lembaran kartu akan bergeser ke atas relatif terhadap kartu yang berada di belakangnya. Pergeseran tersebut berlangsung secara berurutan dan kartu terdesak sampai melewati bidang atas papan. Analogi kartu tersebut menerangkan keadaan sesungguhnya dari kristal logam yang terdeformasi sehingga merupakan lapisan tipis yang bergeser pada bidang geser.



**Gambar 1.2** Ilustrasi pembentukan tatal pada proses pemotongan logam

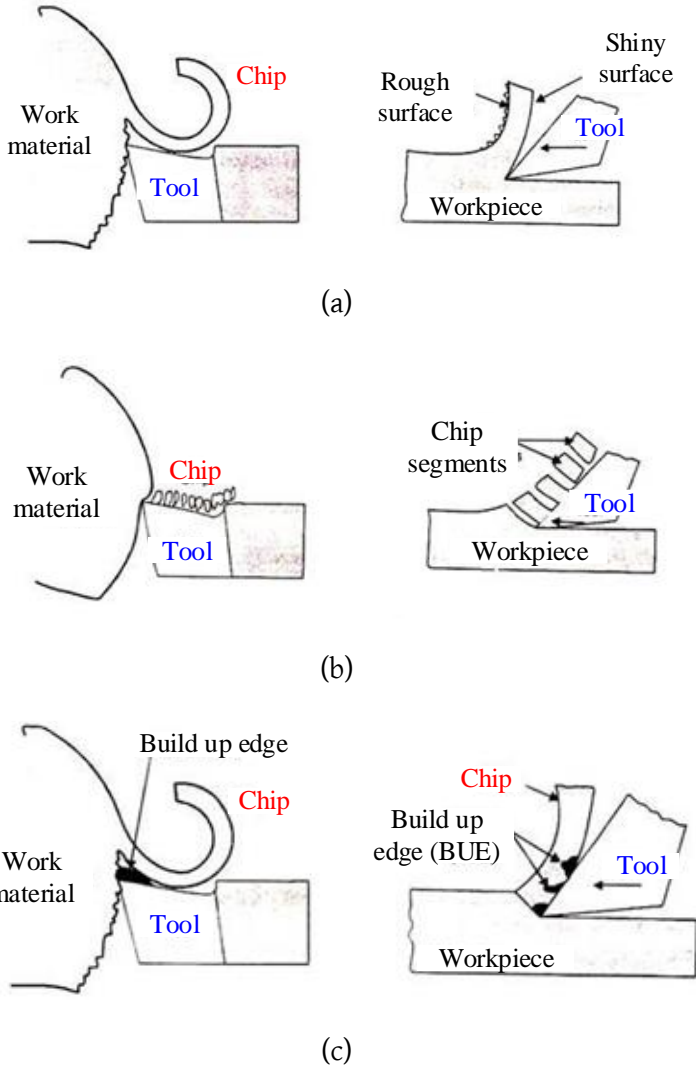
Beberapa hal penting yang perlu diperhatikan dalam proses pemesinan, khususnya adalah proses pemotongan logam agar berlangsung dengan baik adalah: a) gerakan relatif antara mata sayat alat potong terhadap posisi benda kerja agar memperoleh geometri benda kerja sesuai yang diinginkan, b) bahan alat potong harus lebih keras daripada bahan benda kerja yang dikerjakan, c) benda kerja dan alat potong harus dipegang dengan kuat dan tepat oleh *jig* dan *fixtures* agar proses pemotongan berjalan baik, dan d) ketajaman mata sayat dari alat potong perlu dipastikan dalam kondisi yang baik. Gerakan relatif alat potong terhadap benda kerja dapat dibedakan menjadi 2 jenis yaitu: gerak primer yang merepresentasikan kecepatan potong (*cutting speed*) dan gerak sekunder yang merepresentasikan gerak pemakanan (*feeding*). Pembahasan lebih mendalam mengenai *cutting speed* dan *feeding* akan dijelaskan pada bab selanjutnya.

Semua proses pemesinan melibatkan pembentukan tatal, hal ini terjadi karena deformasi material benda kerja pada permukaan pekerjaan dengan bantuan pahat potong. Tergantung pada geometri pahat, kondisi pemotongan dan material benda kerja, tatal diproduksi dalam berbagai bentuk dan ukuran. Jenis tatal yang terbentuk memberikan informasi tentang deformasi yang dialami oleh material benda kerja dan kualitas permukaan yang dihasilkan selama pemotongan.

Secara umum tatal yang terbentuk dari proses pemotongan logam tersebut diklasifikasikan menjadi 3 berdasarkan bentuknya, yaitu: *continuous chip*, *discontinuous chip* dan *built-up-edge chip*, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 1.3.

### **1. *Continuous chip***

Tatal jenis ini terbentuk selama pemotongan benda kerja yang berbahan ulet seperti aluminium, baja ringan, tembaga, dimana dilakukan dengan menggunakan kecepatan potong tinggi. Hal ini terkait dengan sudut pahat yang baik, kecepatan dan pengumpanan yang benar, dan penggunaan cairan pemotongan yang tepat.



**Gambar 1.3** Jenis-jenis tatal: a) *continuous chip*, b) *discontinuous chip* dan c) *built up edge chip*

Tatal dengan tipe *continuous* memiliki beberapa kelebihan yaitu: pada umumnya menghasilkan permukaan akhir benda kerja yang lebih baik, gaya stabil dan operasi menjadi lebih sedikit getaran sehingga jenis tatal seperti ini sebenarnya diharapkan terjadi, dan



# Teori dan Aplikasi Proses Pemesinan **BUBUT & FRAIS**

Buku ini terdiri atas 9 bab yang membahas secara komprehensif proses pemesinan menggunakan mesin bubut maupun frais baik dari sisi pengetahuan maupun ketrampilan praktis untuk mendukung kompetensi mahasiswa. Penjelasan umum mengenai setiap bab pada buku ini adalah sebagai berikut:

- Bab 1 Proses pemotongan logam
- Bab 2 Mengenal mesin bubut dan peralatannya
- Bab 3 Alat potong pemesinan bubut
- Bab 4 Parameter pemotongan pada pemesinan bubut
- Bab 5 Macam-macam pekerjaan pembubutan
- Bab 6 Mengenal mesin frais dan peralatannya
- Bab 7 Alat potong pemesinan frais
- Bab 8 Parameter proses pengefraisan
- Bab 9 Macam pekerjaan dengan proses frais



**UNY Press**

Jl. Gejayan, Gg. Alamanda, Komplek Fakultas Teknik UNY  
Kampus UNY Karangmalang Yogyakarta 55281  
Telp: 0274 - 589346  
E-Mail: unypress.yogyakarta@gmail.com

Anggota Ikatan Penerbit Indonesia (IKAPI)  
Anggota Asosiasi Penerbit Perguruan Tinggi Indonesia (APPTI)