

## **BAB II**

### **KAJIAN PUSTAKA**

#### **A. Tinjauan Tentang Pembelajaran Praktikum**

##### **1. Pengertian Pembelajaran Praktikum**

Dalam kamus umum, pembelajaran praktikum dapat diartikan sebagai suatu metode mendidik untuk belajar dengan mempraktekan segala aktifitas dalam proses belajar mengajar untuk menguasai keahlian. Menurut Tjipto Utomo (1985:109) menyatakan bahwa “bentuk kegiatan praktikum sangat efektif untuk mencapai tujuan pengajaran secara bersamaan, yaitu keterampilan kognitif, afektif dan psikomotor”. Pembelajaran dengan metode praktikum megarahkan pada kreatifitas mencari dan menggunakan alat dan bahan yang mungkin digunakan dalam pembelajaran. Disini siswa dituntut untuk berpikir kreatif agar praktikum yang ia lakukan berhasil.

Metode adalah cara yang didalam fungsinya merupakan alat untuk mencapai suatu tujuan. Metode belajar mengajar yang dipergunakan dalam proses belajar mengajar akan berhasil bila tujuan pengajarannya tercapai. Hal ini dikemukakan oleh Nolker (1983: 27) sebagai berikut:

Pengajaran yang berlangsung dalam lingkup pendidikan kejuruan harus memungkinkan pelajar mengenal tugas-tugas yang khas untuk bidang kejuruannya, begitu pula menanggulangi persoalan-persoalan dalam kenyataan dalam bidang profesinya. Tugas serta persoalan itu beraneka ragam sifatnya. Jadi metode yang digunakan dalam pengajaran hendaknya disesuaikan serta beraneka ragam pula.

Uraian diatas memberi kesimpulan bahwa metode pengajaran harus disesuaikan dengan tujuan pengajaran yang ingin dicapai. Bila dikaitkan dengan

mata pelajaran praktek, metode pengajaran yang dipakai adalah metode praktikum, karena berdasarkan tujuan yang hendak dicapai. Dengan metode praktikum ini diharapkan siswa terbiasa dengan kenyataan di tempat kerja dalam memindahkan praktikum dari tempat pendidikan ke tempat kerja.

Pelaksanaan praktikum memerlukan waktu yang cukup. Karena dalam praktikum memerlukan latihan-latihan dalam menggunakan peralatan, sehingga diharapkan keterampilan yang diinginkan dapat tercapai. Seperti yang dikemukakan oleh Nolker (1983: 119) sebagai berikut:

Waktu yang ideal dalam satu kali praktikum adalah 6 jam dan telah diselidiki bahwa praktikum sebaiknya berlangsung kira-kira tiga sampai empat minggu. Jika waktu yang tersedia untuk itu jauh lebih singkat, dan tidak akan mungkin dapat dikumpulkan pengalaman yang diinginkan.

#### **a. Kemampuan yang dapat Digali Melalui Praktikum**

Winkell (1994: 226) mengemukakan bahwa “Tanpa menguasai keterampilan sampai menjadi milik jasmani, bahwa berlatih memerlukan waktu”. Dari uraian di atas dapat disimpulkan bahwa dalam mempergunakan peralatan praktikum, diperlukan waktu yang cukup dan latihan yang teratur sehingga keterampilan yang diharapkan dapat dikuasai. Menurut Widodo (1984: 31):

Pengetahuan mengenai peralatan praktikum juga perlu diketahui yang meliputi:

1. Pengetahuan tentang jenis peralatan yaitu mengenai jumlah dan kegunaan sebagai alat praktikum.
2. Pengetahuan tentang sifat-sifat peralatan, yaitu mengenai bahan-bahan yang digunakan.
3. Pengetahuan tentang penggunaan peralatan, yaitu mengenai ketepatan dalam menggunakan peralatan.
4. Pengetahuan tentang cara menggunakan peralatan, yaitu bagaimana menjalankannya.
5. Pengetahuan tentang pemeliharaan peralatan baik secara menyimpan, perawatan dan cara perawatan.

## b. Manfaat Pembelajaran Praktikum

Dalam hal ini Hamalik (1990: 77) berpendapat bahwa manfaat praktikum adalah:

1. Sebagai latihan praktek bagi para siswa untuk mempraktikkan teori-teori yang telah dipelajarinya selama satu semester atau selama satu tahun sekali.
2. Untuk memperoleh pengalaman praktis yang tidak dapat diperoleh dari bangku sekolah. Pengalaman praktek besar berpengaruh terhadap kualifikasi kesarjanaan.
3. Praktek dapat juga memberikan pengaruh terhadap orang-orang atau badan tempat praktek sehingga mereka mengadakan peninjauan kembali terhadap sistem dan metode yang telah dilaksanakan, dari segi ini praktikum dapat merangsang kearah perbaikan dan penyempurnaan.
4. Dapat berfungsi sebagai pengabdian.
5. Sebagai eksperimen (percobaan) dengan maksud mencobakan sesuatu yang baru dalam situasi dan kondisi aktual.

## c. Prosedur Pelaksanaan Praktikum

Sebelum pelaksanaan praktikum siswa diberikan petunjuk terlebih dahulu. Hal ini dimaksudkan agar siswa bisa melaksanakan tugasnya dengan lancar dan mencapai hasil yang baik. Petunjuk ini biasanya disusun dalam suatu lembaran kerja (*Job Sheet*), adapun petunjuk praktikum (*Job Sheet*) menurut buku pedoman pelaksanaan kurikulum pendidikan menengah kejuruan (1992: 2) menyangkut unsur-unsur sebagai berikut:

1. Tujuan Intruksional Khusus
2. Petunjuk Umum/pengantar/teori
3. Gambar kerja
4. Alat
5. Bahan
6. Langkah kerja/urutan kerja
7. Pencegahan kecelakaan/ keselamatan kerja
8. Pertanyaan-pertanyaan (untuk mengukur kemampuan) siswa sesudah dan sebelum malakukan praktikum

Suatu petunjuk praktikum yang baik sangat membantu siswa dalam

melaksanakan praktikum. Begitu pula sebaliknya bila petunjuk praktikum tidak disusun dengan baik maka akan menghambat proses belajar mengajar praktikum di laboratorium.

Metode praktikum menuntut siswa untuk menggunakan aspek kognitif, afektif, maupun psikomotor. Sehingga diharapkan siswa mendapatkan pengalaman belajar yang akan berguna untuk pembelajaran selanjutnya. Pengalaman belajar yang didapat oleh siswa itu adalah reaksi mental atau fisik terhadap penglihatan, pendengaran, dan perubahan mengenai sesuatu yang dipelajari, dengan reaksi mental tersebut seseorang memperoleh pengertian dan pemahaman yang bermanfaat dalam memecahkan masalah baru.

## **B. Tinjauan Kurikulum**

### **1. Pengertian KTSP**

Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan merupakan kurikulum operasional yang disusun dan dikembangkan sesuai dengan satuan pendidikan, potensi dan karakteristik sekolah/daerah, sosial budaya masyarakat setempat dan karakteristik peserta didik. KTSP dikembangkan berdasarkan kerangka dasar kurikulum dan Standar Kompetensi Lulusan (SKL), dibawah supervisi dinas kabupaten/kota yang bertanggung jawab dibidang pendidikan.

### **2. Tujuan Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan**

Rumusan tujuan kurikulum tingkat satuan pendidikan untuk SMK mengacu pada tujuan pendidikan SMK. Tujuan pendidikan menengah kejuruan adalah meningkatkan kecerdasan, pengetahuan, kepribadian, akhlak mulia serta

keterampilan untuk hidup mandiri dan mengikuti pendidikan lebih lanjut sesuai dengan kejuruannya.

### 3. Landasan Pengembangan KTSP

Berdasarkan Permendiknas No.22 Tahun 2006, KTSP harus dikembangkan oleh sekolah dan komite sekolah dengan berpedoman kepada Standar Kompetensi Lulusan (SKL) dan Standar Isi (SI) serta panduan penyusunan kurikulum yang dibuat oleh BSNP dengan memperhatikan prinsip-prinsip berikut:

- a. Berpusat pada potensi, perkembangan serta kebutuhan peserta didik dan lingkungannya.
- b. Memperhatikan keragaman karakteristik peserta didik kondisi daerah dan jenjang serta jenis pendidikan, tanpa membedakan agama, suku budaya, adat istiadat dan status sosial ekonomi dan gender serta meliputi substansi komponen muatan wajib kurikulum, muatan lokal, dan pengembangan diri secara terpadu.
- c. Tanggap terhadap perkembangan pengetahuan, teknologi dan seni.
- d. Relevan dengan kebutuhan hidup dan dunia kerja.
- e. Mencakup keseluruhan dimensi kompetensi, dengan penyajian keilmuan dan perencanaan mata pelajaran yang berkesinambungan.
- f. Diarahkan pada proses pengembangan, pembudayaan dan pemberdayaan peserta didik yang berlangsung sepanjang hayat.
- g. Keseimbangan antara kepentingan global, nasional dan lokal.

## **C. Tinjauan Tentang Proses Pembelajaran Praktikum**

### **1. Tahap Persiapan**

#### **a. Kurikulum SMKN 6 Bandung**

Menurut Nasution, N.A. (2008:5) menyatakan bahwa: “kurikulum adalah suatu rencana yang disusun untuk melancarkan proses belajar mengajar di bawah bimbingan dan tanggung jawab sekolah atau lembaga pendidikan beserta staf pengajarnya.” Kurikulum merupakan peristiwa-peristiwa yang terjadi di bawah pengawasan sekolah, jadi selain kegiatan kulikuler yang formal juga kegiatan yang tak formal.

Kurikulum SMK negeri 6 Bandung pada mata pelajaran kompetensi kejuruan (teknik pemesinan lanjut), standar kompetensi melakukan pekerjaan dengan mesin bubut mempunyai alokasi waktu yang di pakai 116×45 menit. Kompetensi dasar yang hendak dicapai pada mata pelajaran teknik pemesinan standar kompetensi melakukan pekerjaan dengan mesin bubut adalah:

- 1) Memproses bentuk permukaan pendakian.
- 2) Menjelaskan teknik pengoperasian mesin bubut.
- 3) Mengoperasikan mesin bubut.
- 4) Memeriksa komponen sesuai spesifikasi.

#### **b. Standar Waktu**

Satuan kredit semester (sks) adalah takaran penghargaan terhadap pengalaman belajar yang diperoleh selama satu semester melalui kegiatan terjadwal tatap muka per minggu sebanyak 1 jam teori atau 2 jam praktikum

sekolah, atau 4 jam kerja lapangan/praktik industri. Alokasi waktu satu jam pelajaran tatap muka adalah 45 menit.

Satuan waktu kegiatan belajar efektif, terdiri atas 17 sampai 19 minggu yang digunakan untuk kegiatan pembelajaran efektif pada satuan pendidikan termasuk kegiatan penilaian.

Semester reguler adalah semester yang dilaksanakan antara bulan Juli-Desember (semester gasal) dan Januari-Mei (semester genap) tiap tahun. Semester pendek adalah semester di antara dua semester reguler, yaitu antara bulan Juni-Agustus.

Secara umum tujuan SKS adalah agar satuan pendidikan dapat menyajikan program pendidikan yang bervariasi dan fleksibel sehingga memberikan peluang kepada peserta didik untuk memilih program menuju pada suatu jenjang profesi tertentu.

Untuk pelajaran praktek sekolah (PS) 1 SKS itu mengandung makna bagi peserta didik 90 menit kegiatan praktik di laboratorium atau praktik di bengkel atau studio atau di tempat olah raga di lapangan dan 45 menit kerja mandiri.

Mengandung makna bagi guru 90 menit kegiatan pembelajaran dan penilaian di laboratorium/bengkel/studio dan 45 menit pengembangan materi dan persiapan mengajar.

Untuk pelajaran praktek lapangan/Industri (PI) 1 SKS itu Mengandung makna bagi peserta didik 180 menit kegiatan praktik lapangan/industry, 45 menit penugasan terstruktur, dan 45 menit kerja mandiri.

1) Untuk Mata Pelajaran Produktif :

- a) 1 jam pelajaran Teori=  $TM + 0,6 TM = 1,6 TM = 72$  menit
- b) 1 sks Teori =  $TM + TT + KM = 45 + 45 + 45 = 135$  menit
- c) 1 sks PS=  $2 TM + KM = 90 + 45 = 135$  menit
- d) 1 sks PI =  $4 TM + TT + KM = 180 + 45 + 45 = 270$  menit
- e) Indeks penyetaraan jam pelajaran TMT ke sks =  $72 : 135 = 0,533$ .
- f) Indeks penyetaraan jam pelajaran PS ke sks =  $72 : 135 = 0,533$ .
- g) Indeks penyetaraan jam pelajaran PI ke sks =  $72 : 270 = 0,266$
- h) Artinya : 1 jam pelajaran TMT sama dengan 0,533 sks  
                   1 jam pelajaran PS sama dengan 0,533 sks  
                   1 jam pelajaran PI sama dengan 0,266 sks

c. **Jobsheet**

1) **Pengertian jobsheet**

Dalam buku pedoman pemilihan bahan ajar, *jobsheet* dikenal sebagai lembar kegiatan siswa (*student work sheet*), lembar kegiatan siswa (*student work sheet*) adalah lembaran-lembaran berisi tugas yang harus dikerjakan oleh peserta didik. Lembar kegiatan biasanya berupa petunjuk, langkah-langkah untuk menyelesaikan suatu tugas. Suatu tugas yang diperintahkan dalam lembar kegiatan harus jelas kompetensi dasar yang akan dicapainya. Lembar kegiatan dapat digunakan untuk mata pelajaran apa saja. Tugas-tugas sebuah lembar kegiatan tidak akan dapat dikerjakan oleh peserta didik secara baik apabila tidak dilengkapi dengan buku lain atau referensi lain yang terkait dengan materi tugasnya. Tugas-tugas yang diberikan kepada peserta didik dapat berupa teoritis

dan atau tugas-tugas praktis. Tugas teoritis misalnya tugas membaca sebuah artikel tertentu, kemudian membuat resume untuk dipresentasikan. Sedangkan tugas praktis dapat berupa kerja laboratorium atau kerja lapangan, misalnya survey tentang harga cabe dalam kurun waktu tertentu di suatu tempat. Keuntungan adanya lembar kegiatan adalah bagi guru, memudahkan guru dalam melaksanakan pembelajaran, bagi siswa akan belajar secara mandiri dan belajar memahami dan menjalankan suatu tugas tertulis. Dalam menyiapkannya guru harus cermat dan memiliki pengetahuan dan keterampilan yang memadai, karena sebuah lembar kerja harus memenuhi paling tidak kriteria yang berkaitan dengan tercapai/tidaknya sebuah kompetensi dasar dikuasai oleh peserta didik.

Bahan ajar adalah segala bentuk bahan yang digunakan untuk membantu guru/instruktur dalam melaksanakan kegiatan belajar mengajar di kelas. Bahan yang dimaksud bisa berupa bahan tertulis maupun bahan tidak tertulis. Menurut Diklat/Bimtek KTSP DEPDIKNAS (2009:2)

*Jobsheet* atau *work sheet* menurut panduan pengembangan bahan ajar (depdiknas) mengartikan sebagai berikut :

- a. Lembar kegiatan siswa (*student work sheet*) adalah lembaran-lembaran berisi tugas yang harus dikerjakan oleh siswa,
- b. Lembar kegiatan berisi petunjuk, langkah-langkah untuk menyelesaikan suatu tugas,
- c. Tugas-tugas yang yang diberikan kepada siswa dapat berupa teori dan atau praktik

## 2) Tujuan *Jobsheet*

Menurut pedoman pemilihan bahan ajar BPTP tujuan bahan ajar adalah sebagai berikut :

- a) Membantu siswa dalam mempelajari sesuatu.
- b) Menyediakan berbagai jenis pilihan bahan ajar.
- c) Memudahkan guru dalam melaksanakan pembelajaran.
- d) Agar kegiatan pembelajaran menjadi lebih menarik.

Menurut jenisnya *jobsheet* merupakan bahan ajar pandang (*visual*), bahan ajar disusun dengan tujuan

- a) Menyediakan bahan ajar yang sesuai dengan tuntutan kurikulum dengan mempertimbangkan kebutuhan peserta didik, yakni bahan ajar yang sesuai dengan *karakteristik* dan *setting* atau lingkungan sosial peserta didik;
- b) Membantu peserta didik dalam memperoleh alternatif bahan ajar di samping buku-buku teks yang terkadang sulit diperoleh;
- c) Memudahkan guru dalam melaksanakan pembelajaran.

## 3) Jenis *Jobsheet*

Lembar kegiatan siswa (*student work sheet*) adalah lembaran-lembaran berisi tugas yang harus dikerjakan oleh peserta didik. Lembar kegiatan siswa akan memuat paling tidak; judul, kompetensi dasar yang akan dicapai, waktu penyelesaian, peralatan/bahan yang diperlukan untuk menyelesaikan tugas, informasi singkat, langkah kerja, tugas yang harus dilakukan, dan laporan yang harus dikerjakan.

Menurut pedoman pemilihan bahan ajar dalam menyiapkan lembar

kegiatan siswa dapat dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

a) Analisis kurikulum

Analisis kurikulum dimaksudkan untuk menentukan materi-materi mana yang memerlukan bahan ajar LKS. Biasanya dalam menentukan materi dianalisis dengan cara melihat materi pokok dan pengalaman belajar dari materi yang akan diajarkan, kemudian kompetensi yang harus dimiliki oleh siswa.

b) Menyusun peta kebutuhan LKS

Peta kebutuhan LKS sangat diperlukan guna mengetahui jumlah LKS yang harus ditulis dan sekuensi atau urutan LKS-nya juga dapat dilihat. Sekuens LKS ini sangat diperlukan dalam menentukan prioritas penulisan. Diawali dengan analisis kurikulum dan analisis sumber belajar.

c) Menentukan judul-judul LKS

Judul LKS ditentukan atas dasar kompetensi-kompetensi dasar, materi-materi pokok atau pengalaman belajar yang terdapat dalam kurikulum. Satu kompetensi dasar dapat dijadikan sebagai judul modul apabila kompetensi itu tidak terlalu besar, sedangkan besarnya kompetensi dasar dapat dideteksi antara lain dengan cara apabila diuraikan ke dalam materi pokok (MP) mendapatkan maksimal 4 MP, maka kompetensi itu telah dapat dijadikan sebagai satu judul LKS. Namun apabila diuraikan menjadi lebih dari 4 MP, maka perlu dipikirkan kembali apakah perlu dipecah misalnya menjadi 2 judul LKS.

d) Penulisan LKS

Penulisan LKS dapat dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

(1) Perumusan Kompetensi Dasar yang harus dikuasai

Rumusan kompetensi dasar pada suatu LKS langsung diturunkan dari buku Kurikulum 2004.

(2) Menentukan alat Penilaian

Penilaian dilakukan terhadap proses kerja dan hasil kerja peserta didik. Karena pendekatan pembelajaran yang digunakan adalah kompetensi, dimana penilaiannya didasarkan pada penguasaan kompetensi, maka alat penilaian yang cocok adalah menggunakan pendekatan Penilaian Acuan Patokan (PAP) atau *Criterion Referenced Assesment*. Dengan demikian guru dapat menilainya melalui proses dan hasil kerjanya.

(3) Penyusunan Materi

Materi LKS sangat tergantung pada kompetensi dasar yang akan dicapai. Materi LKS dapat berupa informasi pendukung, yaitu gambaran umum atau ruang lingkup substansi yang akan dipelajari. Materi dapat diambil dari berbagai sumber seperti buku, majalah, internet, jurnal hasil penelitian. Agar pemahaman siswa terhadap materi lebih kuat, maka dapat saja dalam LKS ditunjukkan referensi yang digunakan agar siswa membaca lebih jauh tentang materi itu. Tugas-tugas harus ditulis secara jelas guna mengurangi pertanyaan dari siswa tentang hal-hal yang seharusnya siswa dapat melakukannya, misalnya tentang tugas diskusi. Judul diskusi diberikan secara jelas dan didiskusikan dengan siapa, berapa orang dalam kelompok diskusi dan berapa lama.

e) Struktur LKS

Struktur LKS secara umum adalah sebagai berikut:

- (1) Judul
- (2) Petunjuk belajar (Petunjuk siswa)
- (3) Kompetensi yang akan dicapai
- (4) Informasi pendukung
- (5) Tugas-tugas dan langkah-langkah kerja
- (6) Penilaian

Sumber lain yaitu dari Diklat/Bimtek KTSP DEPDIKNAS (2009:41) *jobsheet* pada dasarnya merupakan lembar kegiatan berisi petunjuk, langkah-langkah untuk menyelesaikan suatu tugas, jenis *jobsheet* yang dibuat minimumnya haruslah ada point-point seperti dibawah ini :

- (1) Judul, nama kompetensi/sub kompetensi
- (2) Peralatan, alat/mesin yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pembelajaran kompetensi tersebut.
- (3) Bahan, bahan-bahan yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pembelajaran kompetensi tersebut.
- (4) Arah (*direction*), mengapa kompetensi/sub kompetensi itu diajarkan, tonjolkan keefektifan job sheet ini.

## **2. Tahap pelaksanaan**

### **a. Pengertian Waktu Belajar**

Waktu belajar merupakan masa dimana para siswa mendapatkan pengajaran. Suatu tujuan pendidikan akan senantiasa dapat tercapai dengan baik apabila di tunjang oleh alokasi waktu yang baik, akan tetapi efektivitas waktu

bukan satu-satunya faktor penunjang keberhasilan pendidikan. Lingkungan sebagai bentuk pendidikan informal juga dapat mempengaruhi terwujudnya suatu tujuan pendidikan. Proses pendidikan senantiasa harus mengacu kepada manajemen atau alokasi waktu yang baik. Hal ini berarti waktu sebagai Batasan (kontrol) proses berjalannya suatu pendidikan.

Penentuan alokasi waktu pada setiap kompetensi dasar didasarkan pada jumlah minggu efektif dan alokasi waktu mata pelajaran per minggu dengan mempertimbangkan jumlah kompetensi dasar, keluasan, kedalaman, tingkat kesulitan dan tingkat kepentingan kompetensi dasar. Alokasi waktu yang dicantumkan dalam silabus merupakan perkiraan waktu yang dibutuhkan oleh peserta didik untuk menguasai kompetensi dasar. Dalam menentukan alokasi waktu perlu memperhatikan:

- a. Minggu efektif per semester
- b. Alokasi waktu mata pelajaran
- c. Jumlah standar kompetensi-kompetensi dasar per semester
- d. Membagi alokasi waktu per jumlah SK-KD dengan memperhatikan tingkat kerumitan dan keluasan materi.

### **3. Tahap evaluasi**

#### **a. Proses Pembubutan**

Proses bubut adalah proses permesinan untuk menghasilkan bagian-bagian mesin berbentuk silindris yang dikerjakan dengan mesin bubut. Prinsip

dasarnya dapat didefinisikan sebagai proses pemesinan permukaan luar benda silindris atau bubut rata dimana:

- Dengan benda kerja yang berputar
- Dengan satu pahat bermata potong tunggal
- Dengan gerakan pahat sejajar terhadap sumbu benda kerja pada jarak tertentu sehingga akan membuang permukaan luar benda kerja.

Ada tiga parameter utama pada setiap proses pembubutan adalah kecepatan putar spindel (*speed*), gerakan makan (*feed*), dan kedalaman potong (*depth of cut*). Faktor lain seperti bahan benda kerja dan jenis pahat sebenarnya juga memiliki pengaruh yang cukup besar, tetapi tiga parameter di atas adalah bagian yang bisa diatur oleh operator langsung pada mesin bubut.

Kecepatan putar,  $n$  (*speed*), selalu dihubungkan dengan sumbu utama (spindel) dan benda kerja. Kecepatan putar dinotasikan sebagai putaran per menit (*rotations per minute, rpm*). Akan tetapi yang diutamakan dalam proses pembubutan adalah kecepatan potong (*cutting speed* atau  $v$ ) atau kecepatan benda kerja dilalui oleh pahat /keliling benda kerja. Secara sederhana kecepatan potong dapat digambarkan sebagai keliling benda kerja dikalikan dengan kecepatan putar atau:

$$v = \frac{\pi dn}{1000} \dots\dots\dots(1)(Widiarto, 2008: 145)$$

Dimana:

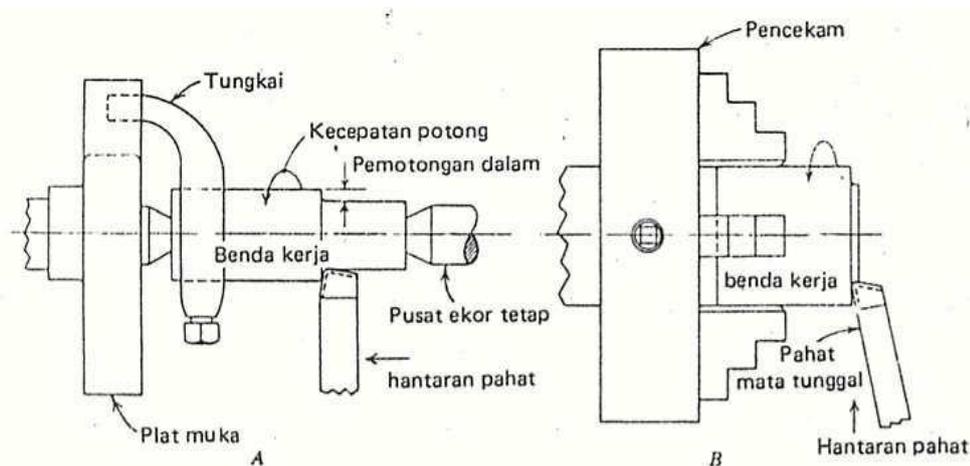
$v$  =kecepatan potong (m/menit)

$d$  = diameter benda kerja (mm)

$n$  = putaran benda kerja (putaran/menit)

### 1) Pembubutan Silindris

Benda disangga diantara kedua pusatnya. Hal ini ditunjukkan pada gambar



Gambar 2.1 Operasi Pembubutan  
(Sumber : Widarto, 2008:150)

### 2) Pengerjaan Tepi (*Facing*)

Pengerjaan tepi adalah apabila permukaan harus dipotong pada pembubut. Benda kerja biasanya dipegang pada plat muka atau dalam pencekam seperti gambar 2.1 B. Tetapi bisa juga pengerjaan tepi dilakukan dengan benda kerja diantara kedua pusatnya. Karena pemotongan tegak lurus terhadap sumbu putaran maka kereta luncur harus dikunci pada bangku pembubut untuk mencegah gerakan aksial.

### 3) Pembubutan Tirus

Membubut tirus serupa dengan membubut lurus hanya bedanya gerakan pahat disetel mengikuti sudut tirus yang dikehendaki pada eretan atas, atau penggeseran kepala lepas atau dengan alat bantu taper attachment (perlengkapan tirus). Jenis pahatnya pun serupa yang digunakan dalam membubut lurus. Penyetelan peralatan eretan atas, atau penggeseran kepala lepas atau dengan alat

Fahmi Ahmad Fauzi, 2012

Prediksi Implementasi Perencanaan Waktu Praktikum pada Kompetensi Melakukan Pekerjaan dengan Mesin Bubut di SMK Negeri 6 Bandung

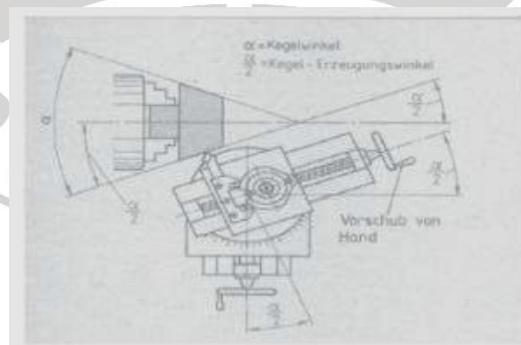
Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu

bantu taper attachment pada saat membubut tirus tergantung pada susut ketirusan benda kerja yang akan dikerjakan. Pembubutan tirus dapat dilakukan dengan beberapa cara di antaranya sebagai berikut.

a) Dengan Penggeseran Eretan Atas

Pembubutan tirus dengan penggeseran eretan atas, dapat dilakukan dengan mengatur/menggeser eretan atas sesuai besaran derajat yang dikehendaki. Dalam hal ini pergeseran eretan atas dari posisi sejajar dengan senter mesin digeser/diputar sebesar sudut yang dikehendaki.

Pembubutan tirus dengan cara ini hanya terbatas pada panjang titik tertentu (relatif pendek), sebab tergantung pada besar kecilnya eretan atas yang dapat digeserkan. Kelebihan pembubutan tirus dengan cara ini dapat melakukan pembuatan tirus dalam dan luar, juga bentuk-bentuk tirus yang besar, sedangkan kekurangannya adalah tidak dapat dikerjakan secara otomatis, jadi selalu dilakukan dengan tangan. Gambar 2.2 menunjukkan besarnya cara pembubutan tirus dengan menggeser eretan atas.



Gambar 2.2 Pembubutan Dengan Menggeser Eretan Atas  
(Sumber : Widarto, 2008:166)

Berdasarkan gambar di atas pembubutan tirus dengan penggeseran eretan dapat dihitung dengan rumus:

$$tg \alpha = \frac{\frac{D-d}{2}}{l} = \frac{D-d}{2l} \dots\dots\dots(2)(Widiarto, 2008: 168)$$

Di mana:

D = diameter besar ketirusan

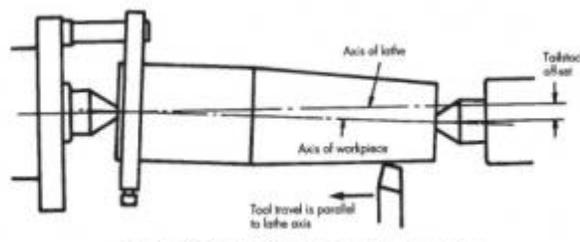
d = diameter kecil ketirusan

l = panjang ketirusan

$\alpha$  = sudut penggeseran eretan atas

b) Dengan Penggeseran Kepala Lepas

Pembubutan tirus dengan penggeseran eretan atas, hanya dapat dilakukan untuk pembubutan bagian tirus luar saja dan kelebihanannya dapat melakukan pembubutan tirus yang panjang dengan perbandingan ketirusan yang kecil (terbatas). Cara penyayatannya dapat dilakukan secara manual dengan tangan dan otomatis. Gambar 2.3 menunjukkan gambar kerja pembubutan tirus di antara dua senter.



Gambar 2.3 Membubut Tirus Dengan Dua Senter  
(Sumber : Widarto, 2008:167)

Berdasarkan gambar di atas pembubutan tirus dengan penggeseran kepala lepas / offset (X) dapat dihitung dengan rumus:

$$x = \frac{L}{l} \cdot \frac{(D-d)}{2} \dots\dots\dots(3)(Widiarto, 2007: 168)$$

Di mana:

$x$  = Jarak pengeseran kepala lepas

$D$  = Diameter tirus terbesar

$d$  = Diameter tirus terkecil

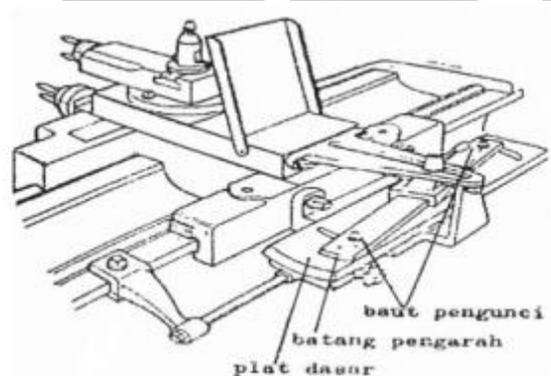
$L$  = Panjang benda kerja total

$l$  = Panjang tirus yang dibut (tirus efektif)

c) Dengan Menggunakan Perlengkapan Tirus (Taper Attachment)

Pembubutan dengan cara ini dapat diatur dengan memasang perlengkapan tirus yang dihubungkan dengan eretan lintang. Satu set perlengkapan tirus yang tersedia di antaranya (Gambar 2.4):

- Busur skala (plat dasar)
- Alat pembawa
- Sepatu geser
- Baut pengikat (baut pengunci)
- Lengan pembawa



Gambar 2.4 Perlengkapan Membubut Tirus  
(Sumber : Widarto, 2008:168)

Pembawa dapat disetel dengan menggesernya pada busur kepala sesuai dengan hasil perhitungan ketirusan, biasanya garis pembagian pada busur kepala ditetapkan dalam taper per feet bukan taper tiap inchi. Untuk menghitung besaran taper per feet dapat dicari dengan menggunakan rumus:

$$Tpf = \frac{D-d}{p} 12 \dots\dots\dots(4)(Widiarto, 2008: 168)$$

Di mana:

$Tpf$  = taper per feet

$D$  = diameter ketirusan yang besar

$d$  = diameter ketirusannya

$p$  = panjang ketirusan

#### 4) Memotong Ulir

Biasanya pembuatan ulir dengan mesin bubut dilakukan apabila hanya sedikit ulir yang harus dibuat atau dibuat bentuk khusus. Bentuk ulir didapatkan dengan menggerinda pahat menjadi bentuk yang sesuai dengan menggunakan gage atau plat pola. Gambar 2.5. memperlihatkan sebuah pahat untuk memotong ulir segitiga (metrik) derajat dan gage yang digunakan untuk memeriksa sudut pahat. Gage ini disebut gage senter sebab juga bisa digunakan sebagai gage penyenter mesin bubut. Pemotong berbentuk khusus bisa juga digunakan untuk memotong ulir.

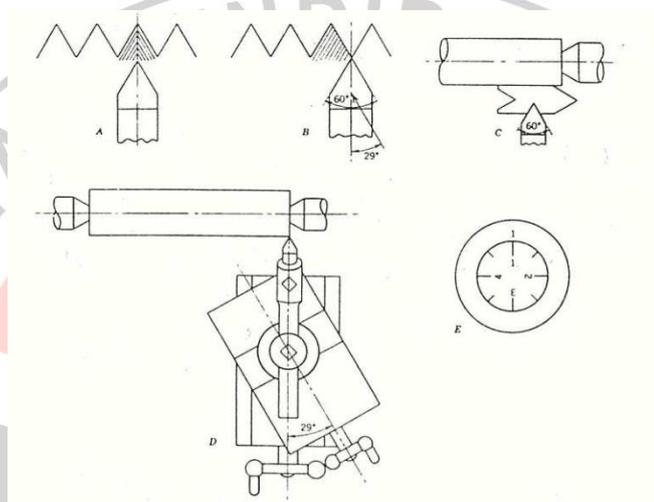
Dalam mengunci pahat untuk ulir segitiga, terdapat dua metode hantaran pahat. Pahat dapat dihantarkan lurus kedalam benda kerja, ulir terbentuk karena serangkaian potongan ringan seperti pada gambar 2.5.A. Metode pemotongan ini

Fahmi Ahmad Fauzi, 2012

Prediksi Implementasi Perencanaan Waktu Praktikum pada Kompetensi Melakukan Pekerjaan dengan Mesin Bubut di SMK Negeri 6 Bandung

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu

baik digunakan untuk pemotongan besi cor atau kuningan. Metode kedua adalah dengan menghantar pahat pada suatu sudut seperti gambar 2.5.B dan 2.5.D. Metode ini digunakan untuk membuat ulir pada bahan baja. Pahat diputar sebesar  $29^\circ$  dan pahat dihantar ke benda kerja sehingga seluruh pemotongan dilakukan pada sisi kiri dari pahat.



Gambar 2.5 Bubut Ulir  
(Sumber : Widarto, 2008:170)

##### 5) Membubut Eksentris

Bila garis hati dari dua atau lebih silinder dari sebuah benda kerja sejajar maka benda kerja itu di sebut eksentris, jarak antara garis-garis hati itu disebut eksentrisitas. Membubut eksentrik tirus dapat dilaksanakan dengan beberapa cara diantaranya yaitu :

- a) Pergeseran senter

Langkah Kerja

- (1) Bubut permukaan benda kerja dengan pahat kasar mendekati

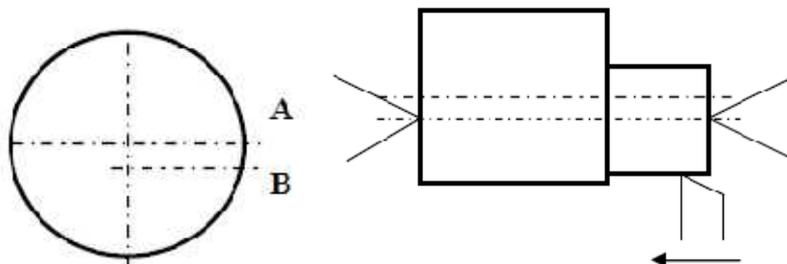
diameter terbesar dan panjang yang diinginkan.

- (2) Bubut bagian muka benda kerja (dua muka) untuk menentukan sisi penandaan pergeseran senter.
- (3) Buat pergeseran senternya pada dua sisi penampang benda kerja
- (4) Pemberian tanda untuk pergeseran senternya pada kedua sisi penampangnya
- (5) Tempatkan benda kerja dengan penjepitan dua senter
- (6) Bubut diameter luar sampai dengan ukuran diameter terbesar yang diinginkan
- (7) Ganti penjepitan benda kerja dengan senter yang kedua
- (8) Bubut bagian eksentriknya
- (9) Periksa kebenaran dimensi poros eksentrik yang dibuat
  - b) Chuck empat (independent chuck)

#### Langkah Kerja

- (1) Bubut permukaan benda kerja dengan pahat kasar mendekati diameter terbesar dan panjang yang diinginkan.
- (2) Bubut bagian muka benda kerja (dua muka) untuk menentukan sisi penandaan pergeseran senter.
- (3) Buat pergeseran senternya pada satu sisi penampang benda kerja
- (4) Tempatkan benda kerja pada chuck empat, atur sesuai posisi senter utama
- (5) Buat pergeseran senternya pada satu sisi penampang benda kerja
- (6) Tempatkan benda kerja pada chuck empat, atur sesuai posisi senter utama
- (7) Bubut benda kerja sesuai dimensi yang diinginkan, atur benda kerja dengan merubah posisi penjepitan sesuai sumbu eksentriknya, gunakan pointer untuk membantu pergeserannya.
- (8) Bubut bagian eksentriknya

- (9) Periksa kebenaran dimensi poros eksentrik yang dibuat



Gambar 2.6. Pemberian tanda untuk pergeseran senternya pada kedua sisi penampangnya, posisi senter A untuk pembubutan pertama, posisi senter B untuk pembubutan kedua  
(Sumber : Widarto, 2008:180)

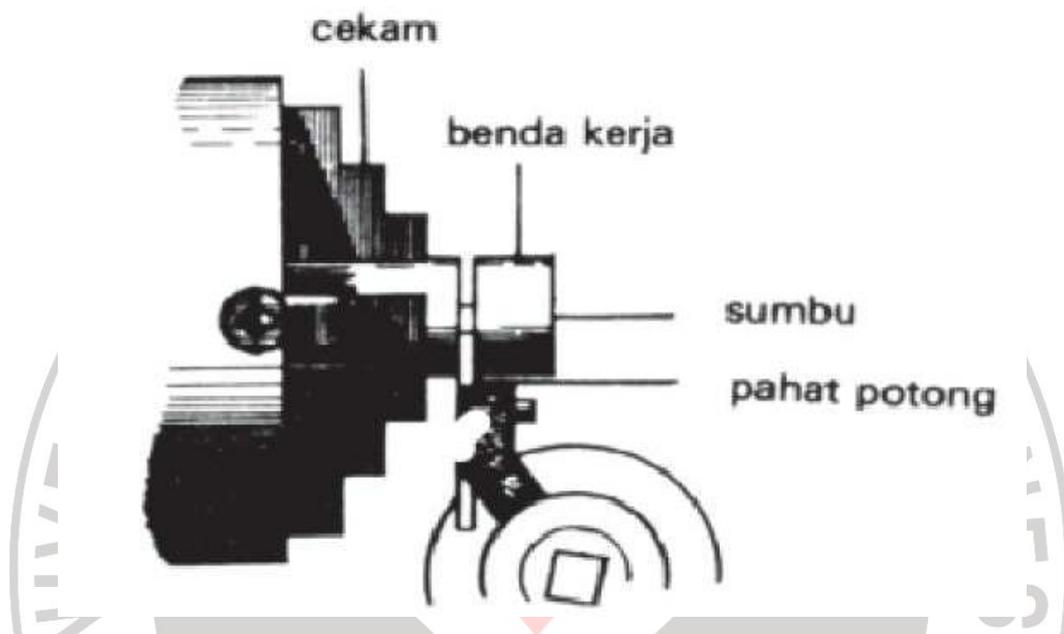
#### 6) Membubut Alur

Untuk pengerjaan membubut alur di pergunakan pahat bubut pengalur dan jenisnya ada yang lurus, bengkok, berjenjang ke kanan / ke kiri. Pemotongan benda kerja berbentuk batang pada mesin bubut digunakan sebuah pahat pengalur dengan penyayat yang sangat ramping, sebuah benda kerja yang dijepit diantara senter-senter tidak boleh putus karena dapat melentur dan menghimpit pahat.

Pada pekerjaan memotong benda kerja, harus diperhatikan tinggi mata pahat pemotongnya harus setinggi senter, bagian yang keluar dari penjepit pahat harus pendek, kecepatan putaran mesin harus perlahan-lahan (kerja ganda), bagian yang akan dipotong harus sedikit lebih lebar dibandingkan dengan lebar mata pahatnya agar pahat tidak terjepit. Benda yang akan dipotong sebaiknya tidak dijepit dengan senter.

Apabila diperlukan dan bendanya panjang boleh dijepit menggunakan

senter tetapi tidak boleh pemotongan dilakukan sampai putus, dilebihkan sebagian untuk kemudian digergaji, atau dilanjutkan dengan pahat tersebut tetapi tanpa didukung dengan senter, hal ini untuk menghindari terjadinya pembengkokan benda kerja dan patahnya pahat.



Gambar 2.7 Membubut Alur  
(Sumber : Widarto, 2008:181)

### 7) Membubut Dalam

Pekerjaan membubut dalam dilakukan biasanya setelah dilakukan pengeboran atau sudah ada lubang terlebih dahulu. Jadi pembubutan dalam hanya bersifat perluasan lubang atau membentuk bagian dalam benda. Untuk mengetahui kedalaman yang dicapai maka pada saat awal mata pahat hendaknya disetel pada posisi 0 dial ukur kepala lepas sehingga tidak setiap saat harus mengukur kedalaman atau jarak tempuh pahatnya.

## **b. Perhitungan Secara Empirik**

Pada proses teknik permesinan suatu yaitu pada kompetensi melakukan pekerjaan dengan mesin bubut bisa dikatakan tercapai apabila hasil produk yang dibuat oleh siswa mempunyai kualitas yang baik berikut merupakan penjelasan istilah yang dikemukakan oleh para ahli.

Kualitas produk menurut Taufik Rochim dan Soetarto (1980:1) terdiri dari beberapa jenis, yaitu: (a) kualitas fungsional, yaitu kualitas yang berhubungan dengan fungsi produk; (b) kualitas geometris, yaitu kualitas yang berhubungan dengan dimensi / ukuran produk; (c) kualitas produksi, yaitu kualitas yang berhubungan dengan pembuatan produk; (d) kualitas desain, yaitu kualitas yang berhubungan dengan desain produk; (e) kualitas material, yaitu kualitas yang berhubungan dengan bahan yang digunakan untuk membuat produk.

Menurut Taufik Rochim dan Soetarto (1980:1): “Kualitas geometris adalah karakteristik geometris”. Suatu produk mempunyai karakteristik geometris yang ideal apabila produk tersebut sesuai dengan apa yang kita kehendaki, yaitu mempunyai ukuran / dimensi yang tepat, bentuk yang sempurna, dan permukaan yang halus sekali.

Dalam praktek tidaklah mungkin membuat suatu komponen dengan karakteristik geometri yang ideal. Kalau pun bisa sebenarnya adalah hanya mendekati ideal, dan itu pun dapat dilakukan oleh operator yang sudah ahli. Suatu hal yang tidak dapat dihindari adalah terjadinya penyimpangan selama proses pembuatan, sehingga produk tidak mungkin mempunyai geometri yang

ideal.

Dalam proses pemotongan logam (yang banyak dipakai untuk membuat suatu produk) sumber dari penyimpangan ini adalah merupakan salah satu atau gabungan faktor-faktor berikut: (Taufik Rochim dan Soetarto, 1980:3) (1) penyetelan mesin perkakas; (2) metoda pengukuran, (3) gerakan dari mesin perkakas; (4) keausan dari pahat (perkakas potong); (5) temperature.

Faktor-faktor tersebut sering terjadi pada saat proses produksi. Pada pekerjaan permesinan, faktor-faktor tersebut harus benar-benar menjadi perhatian agar diperoleh produk yang baik. Sebagai gambaran, kita ambil contoh pada proses membubut.

#### 1) Penyetelan Mesin Perkakas

Pada mesin bubut, ketelitian gerakan dari *tool slide* (di mana pahat bubut dipasang) adalah terbatas. Tidaklah mungkin kita menggerakkan pahat sehingga dalam pemotongan dapat ditentukan sampai ketelitian 1 *micron*. Dengan demikian, ketelitian ukuran dari produk tidak dapat sampai 1 *micron* (mesin bubut yang paling teliti saja hanya mempunyai skala ketelitian sampai 0,05 mm). Hal ini umumnya terjadi pada mesin bubut konvensional. Untuk mesin yang digerakkan dengan kontrol sistem numerik (*CNC = Computer Numerically Controlled*), ketelitian 1 *micron* bisa dicapai.

#### 2) Metoda Pengukuran

Ketelitian pembacaan ukuran dari alat ukur yang digunakan biasanya terbatas. Jika mengukur dengan menggunakan jangka sorong (*vernier caliper*) mekanik umumnya hanya dapat mencapai ketelitian 0,05 mm. Jangka sorong

mekanik yang paling teliti adalah 0,02 mm. Untuk jangka sorong dengan indikator digital bisa mencapai ketelitian 0,01 mm. Alat ukur mekanik yang paling presisi adalah *micrometer* yang mampu mengukur hingga ketelitian 0,001 mm (1 *micron*). Tetapi, *micrometer* hanya bisa digunakan untuk mengukur produk berukuran kecil.

### 3) Gerakan dari Mesin Perkakas

Gerakan translasi dari *tool slide* pada meja dari mesin bubut tidaklah betul-betul lurus dan tidak paralel sempurna dengan sumbu dari *spindle*. Dengan demikian suatu silinder yang dibubut pada mesin bubut akan selalu menunjukkan perbedaan-perbedaan diameter (meskipun kecil) pada beberapa tempat.

### 4) Keausan dari Perkakas Potong

Selama pembubutan suatu silinder yang panjang, pahatnya akan mengalami keausan, sehingga produknya tidak betul-betul silinder melainkan sedikit konis. Demikian pula sewaktu membuat ulir, karena keausan dari pahat maka penyimpangan terhadap bentuk ulir yang ideal akan terjadi, yang semakin lama semakin besar penyimpangannya

### 5) Temperatur

Sewaktu pemotongan berlangsung, temperatur yang tinggi akan terjadi pada mata pahat. Panas ini sebagian akan mengalir ke tatal, ke benda kerja dan ke pahat. Demikian pula panas yang terjadi akibat gesekan pada sistem transmisi daya dari mesin perkakas (roda gigi-gigi) akan merambat ke komponen-komponen mesin lainnya. Karena kecepatan perambatan panas pada komponen-komponen ini berbeda-beda, maka akan terjadi perbedaan

temperatur, sehingga pemuaian antara bagian-bagian mesin tidak sama rata, akibatnya akan terjadi deformasi. Kemungkinan sumbu *spindle* dari mesin bubut menjadi tidak sejajar dengan mejanya atau pun terjadi perubahan tingginya. Meskipun deformasi ini kecil, tapi harus kita perhitungkan jikalau hendak membuat produk yang teliti. Oleh karena itu, untuk mengurangi kesalahan geometris akibat dari deformasi karena temperatur ini, biasanya dilakukan pemanasan mesin terlebih dahulu sebelum mulai produksi.

### c. **Komponen Waktu Produksi**

Waktu untuk menghasilkan produk atau waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan suatu pekerjaan (memotong bagian tertentu produk) dengan cara yang tertentu (menggunakan suatu jenis pahat) adalah merupakan variable yang penting dalam rangka penentuan kondisi harga penentuan kondisi permesinan optimum. Untuk volume produksi yang cukup besar sebagai harga pendekatan dapat ditentukan waktu permesinan rata-rata untuk mengerjakan suatu produk, yaitu dengan cara membagi seluruh waktu yang digunakan dengan jumlah produk yang dihasilkan. Namun caara ini tidak baik untuk dilaksanakan karena tidak memberikan informasi yang jelas mengenai komponen atau elemen-elemen waktu yang berkaitan dengan setiap langkah pengerjan. Oleh sebab itu, sesuai dengan tujuan optimisasi, diinginkan pembagian waktu menurut komponennya sehingga dapat diketahui komponen waktu yang mana yanag mungkin dapat diperkecil. Untuk menghasilkan satu produk, umumnya terdiri atas beberapa komponen waktu yaitu.

### 1) Komponen Waktu yang dipengaruhi oleh variable proses:

$$t_c = \frac{\ell_t}{v_f} = \frac{\ell_t}{n f}; \text{ min/ produk .....(5)(Taufiq Rochim, 2007: 3)}$$

Dimana :

$t_c$  = waktu pemotongan sesungguhnya (real cutting time)

$\ell_t$  = panjang permesinan; mm lihat gambar, mm/min

$v_f$  = kecepatan makan, mm/min

$$t_d \frac{t_c}{T}; \text{ min/ produk .....(6)(Taufiq Rochim, 2007: 3)}$$

Yaitu waktu pembagian pahat yang di bagi rata untuk sejumlah produk yang dihasilkan sejak pahat yang baru dipasang sampai pahat tersebut harus diganti karena aus. Bagi mesin perkakas NC dan ATC, pahat dapat diganti sewaktu pahat tersebut tidak digunakan ( tersimpan pada tempatnya), dengan demikian siklus proses tidak terganggu, akibatnya komponen waktu ini dapat dihilangkan. Dimana

$t_d$  = waktu penggantian/ pemasangan pahat; min (tool changing time)

$T$  = umur pahat; min

$\frac{t_c}{T}$  = bagian umur pahat yang digunakan unuk menyelesaikan satu produk ( harus diusahakan lebih kecil dari 1, sebab bila tidak berarti pahat harus diganti sementara sebagian permukaan benda kerja belum selesai dikerjakan)

### 2) Komponen waktu bebas ( non produktif )

$$t_a = t_{LW} + t_{AT} + t_{RT} + t_{UW} + \frac{t_s}{n_f}; \text{ min/ produk .....(7)(Taufiq Rochim, 2007: 4)}$$

Dimana:

$t_a$  = waktu non produktif (auxiliary time); min/ produk

$t_{LW}$  = waktu pemasangan benda kerja ( time for loading the work piece)

$t_{AT}$  = waktu persiapan; yaitu waktu yang diperlukan untuk membawa atau menggerakkan pahat dari posisi mula sampai pada posisi siap untuk memotong (advancing time)

$t_{RT}$  = waktu pengakhiran; yaitu waktu yang diperlukan untuk membawa/ menggerakkan pahat kembali ke posisi mula (retracting time)

$t_{UW}$  = waktu pengambilan produk (time for unloading the work piece)

$\frac{t_s}{n_\ell}$  = bagian / porsi waktu persiapan mesin beserta perlengkapannya ( fixture and attachments) yang dibagi rata untuk sejumlah produk yang direncanakan untuk dibuat saat itu ( $n_\ell$ , lot size).

Dengan demikian, waktu permesinan per produk rata-rata adalah:

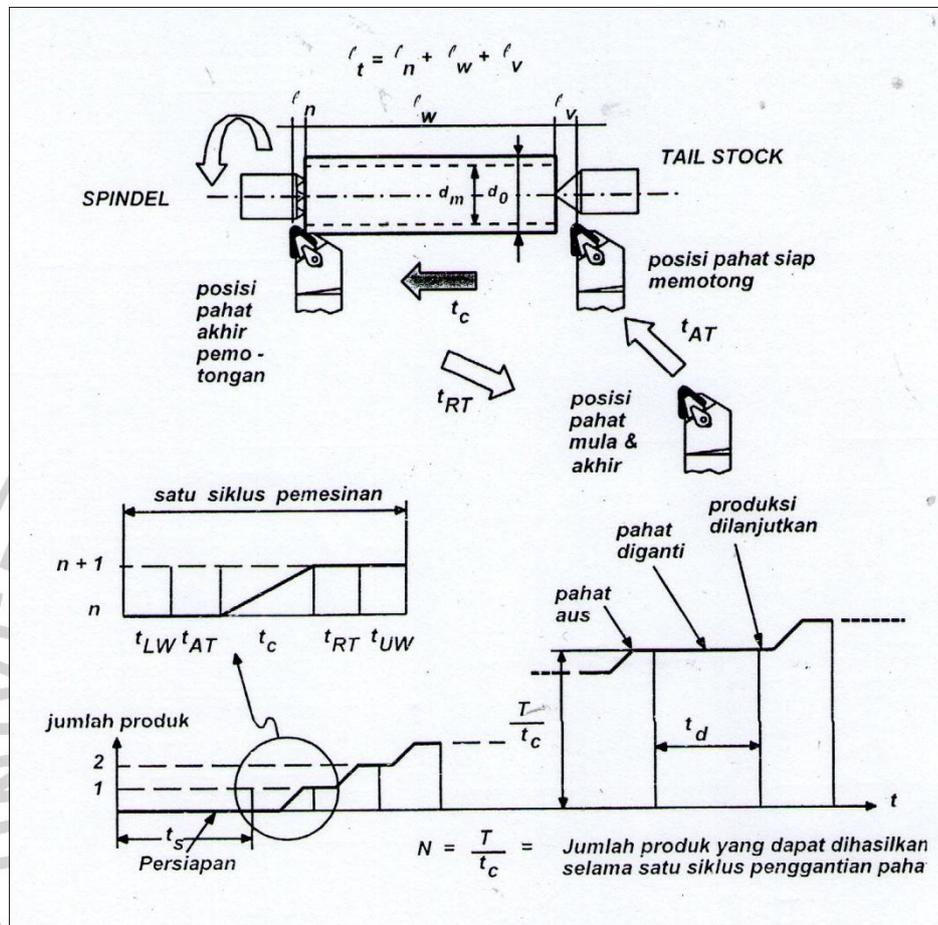
$$t_m = t_a + t_c + t_d \frac{t_c}{T} ; \text{ min/ produk .....(8)(Taufiq Rochim, 2007: 4)}$$

Gambar 1 merupakan penjelasan atau hubungan komponen waktu tersebut dengan jumlah produk yang dihasilkan. Dengan demikian, untuk menaikkan produktivitas, perlu diusahakan pengecilan waktu permesinan, yaitu:

- a) Memperkecil waktu nonproduktif  $t_a$

Waktu non produktif mungkin masih dapat diperkecil dengan menggunakan alat bantu cekam (fixture) untuk mempermudah dan mempercepat pemasangan (pemosisian) dan pembongkaran benda kerja, mempercepat  $t_{AT}$  dan  $t_{RT}$  serta menaikkan jumlah produksi. Apabila produksi belum pernah dilakukan, waktu nonproduktif ini hanya dapat diperkirakan berdasarkan pengalaman. Sementara bagi proses produksi yang telah berjalan, dapat dilakukan pengamatan secara

langsung (work sampling, time and motion study) sehingga dapat diketahui harga rata-ratanya dan sekaligus dapat diusulkan perbaikan cara kerja.



Gambar 2.8 komponen waktu untuk mengerjakan produk (untuk setiap langkah proses) (Taufiq Rochim,2007:5)

b) Menurunkan waktu pemotongan  $t_c$

Waktu pemotongan dapat diturunkan dengan memperbesar kecepatan makan  $V_f$ . Bagi proses membubut (turning, boring, facing), menggurdi (drilling, dengan mesin bubut atau mesin gurdi dengan gerak makan otomatis) dan meyekrap (shaping, planing), hal ini dapat dicapai dengan menaikkan gerak makan  $f$  atau putaran spindel  $n$ .

Untuk mengefreis (milling), kecepatan meja  $V_f$  dapat langsung diperbesar. Pembesaran gerak makan akan menaikkan gaya potong dan permukaan produk akan makin kasar. Sementara itu, pembesaran putaran spindel akan menaikkan gaya potong. Apabila hal di atas memungkinkan, masih harus dipertimbangkan pengaruh penurunan umur pahat karena pembesaran  $n$  atau  $v$  dan  $f$ . Semakin besar harga yang dipilih umur pahat akan semakin pendek dan sering diganti.

Akibatnya, pada suatu kondisi tertentu produktivitas tidak mungkin dinaikan lagi malah akan menurun dengan diperkecilnya waktu pemotongan  $t_c$ . Perlu diingat bahwa semakin sering pahat diganti/ diasah, ongkos pemakaian pahat akan semakin tinggi, sehingga pada suatu kondisi tertentu ongkos produksi tidak lagi mengecil, melainkan membesar kembali.

Hal ini menunjukkan bahwa ada suatu kondisi pemotongan yang memberikan suatu harga  $t_c$  tertentu yang menghasilkan produktivitas tertinggi atau ongkos permesinan termurah.

c) Mempercepat penggantian pahat  $t_d$

Kemudahan penggantian pahat yang telah aus dengan pahat yang baru (tajam) ditentukan oleh jenis pahat dan sistem pemegangnya. Penggantian pahat bubut dari HSS atau karbida yang di patri keras (brazed carbida tip) pada tool post mesin bubut jelas akan lebih lama dibandingkan dengan mengganti sisipan karbida (throwaway carbide tip) pada badan pahat (tool shank). Apabila pahat yang baru tidak tersedia di dekat mesin, berarti operator harus mencari penggantinya atau mengasah sendiri, dan waktu yang hilang ini akan termasuk kedalam waktu penggantian pahat. Oleh sebab itu perlu dipertimbangkan untuk

menyediakan pahat cadangan atau mewujudkan bagian pabrik yang mengurus pahat (tools crib dengan tugas menyimpan mengasah, dan mempersiapkan segala jenis pahat) dan menyiapkan sediakan di dekat mesin sesuai jadwal.

Tabel 2.1 Presentase Bagi Kegiatan Jenis Permesinan

Kegiatan operator	Prosentase kegiatan untuk jenis proses permesinan		
	Membubut (%)	Meluaskan lubang (%)	Mengefraisi (%)
Kegiatan produktif			
1. Mengawali mesin yang bekerja (aktif memotong); $t_c$	36,2	34,9	31,6
2. Memasang benda kerja, penyiapan, pengakhiran, pengembalian produk, (mesin tidak memotong, nonproduktif); $t_a$	13,4	15,7	16,9
3. Mengganti pahat; $t_d$	1,9	1,8	0,8
4. Mengukur benda kerja (pada atau diluar mesin); $t_{mc}$	5,6	3,5	8
Sub total	57,1	55,9	57,3
Kegiatan persiapan			
5. Memasang / menyetel peralatan bantu/ pemegang (jig/fixture)	16,4	12,0	16,2
6. Mempelajari gambar teknik	1,1	0,5	0,4
7. Membersihkan geram atau perbaikan sederhana ( <i>simple maintenance</i> )	3,5	5,3	8,0
8. Meminta/mencari pahat atau peralatan lain, mengirim/memindahkan benda kerja	3,5	4,0	1,8
9. Diskusi dengan kepala pabrik/ kelompok, atau membantu operator lain	1,1	0,5	0,4
Sub total	25,6	22,3	28,8

<b>Kegiatan operator</b>	<b>Membubut (%)</b>	<b>Meluaskan lubang (%)</b>	<b>Mengefraais (%)</b>
Kegiatan pribadi			
9. Pergi ke kamar kecil	2,9	2,4	1,8
10. Istirahat di dekat mesin	6,8	1,01	5,8
11. Menunggu pekerjaan	4,0	2,7	3,6
12. Bercakap-cakap dengan teman, bersenda gurau, dan lain-lain	3,6	6,6	2,7
Sub total	17,3	21,8	13,9
total	100%	100%	100%

(Sumber: Taufiq Rochim, 1993: 256)

#### **d. Kondisi Pemotongan Optimum Teoritik**

Pada dasarnya dalam setiap proses permesinan ada tiga variabel proses yang perlu ditetapkan harganya yaitu kedalaman potong  $a$ , gerak makan  $f$ , dan kecepatan potong  $v$ , untuk menghasilkan produk sesuai dengan geometri dan toleransi yang diminta. sesuai dengan urutan proses yang direncanakan, jelas perlu ditentukan terlebih dahulu jenis mesin pekasas dan pahatnya (material pahat disesuaikan dengan situasi proses yang direncanakan). Kemudian, ketiga variabel proses di atas harus dipilih supaya kecepatan penghasilan geram setinggi mungkin. Kecepatan penghasilan geram yang tinggi dapat dicapai dengan menaikkan ketiga variabel proses tersebut dengan urutan sebagai berikut:  $a$ , kedalaman potong;  $f$ , gerak makan; lalu  $v$ , kecepatan potong.

Kedalaman potong (sebesar mungkin) ditentukan terlebih dahulu, dengan memperhatikan dimensi bahan dan dimensi produk (dimensi akhir), kelakuan sistem, dan dimensi mata potong pahat, sehingga langkah langkah pemotongan sependek mungkin (satu atau beberapa langkah pengasaran dan mungkin diperlukan langkah akhir yang berupa penghalusan). Gerak makan ditentukan

sebesar mungkin, tergantung pada gaya pemotongan maksimum yang diizinkan (defleksi) serta atingkat kehalusan permukaan yang diminta (tidak selalu harus halus, perhatikan tanda pada gambar teknik untuk permukaan yang bersangkutan). Data terakhir kecepatan potong harus ditentukan supaya daya pemotongan ( $N_c$ ) serta umur pahat diharapkan sesuai dengan batasan yang akan ditentukan kemudian. Prosedur penentuan harga ketiga variabel proses ini pada umumnya dapat dilaksanakan dengan mudah pada proses permesinan dimana tidak terjadi fluktuasi gaya, sebaliknya dalam proses mengefrais perlu ditentukan lebih seksama demi untuk menghilangkan atau paling tidak mengurangi fluktuasi yang terjadi.

#### **e. Prosedur Perencanaan Kondisi Pemotongan Optimum**

Telah disinggung dimuka bahwa kondisi pemotongan optimum ( $V_{op}$ ) yang diperoleh dari penurunan secara matematik belum tentu diterapkan dalam praktek. Hal ini disebabkan oleh adanya beberapa kendala (constrains) atau faktor-faktor pembatas dalam permesinan yang secara umum dapat dibagi dua kelompok yaitu kendala pada proses pembentukan geram dan kendalan dalam sistem pemotongan.

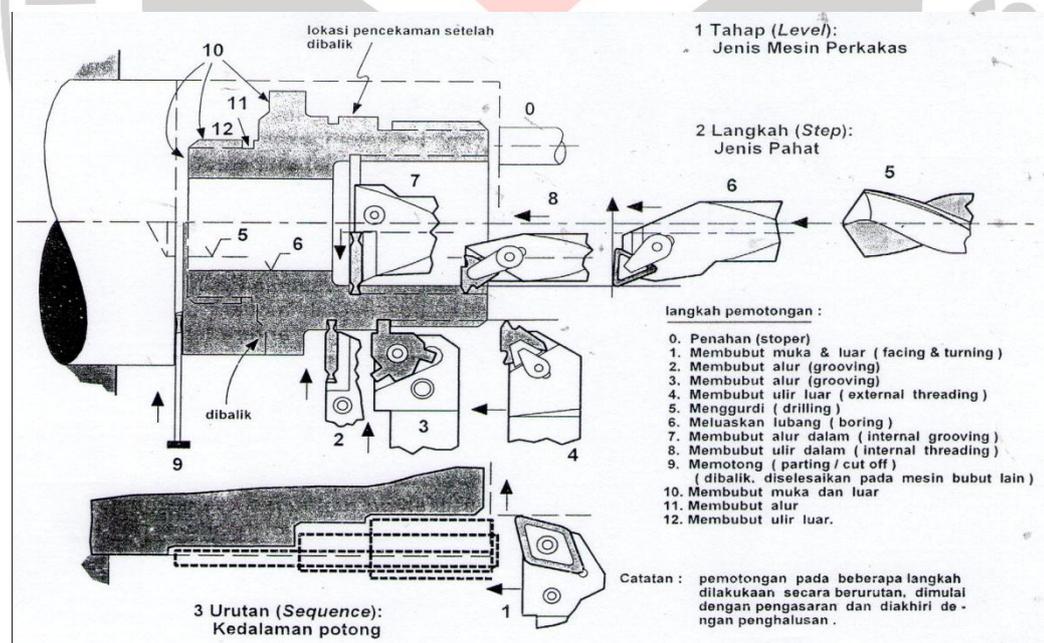
##### **1) Kendala Pada Proses Pembentukan Geram**

Proses pemotongan dianggap berhasil apabila geram dapat dihasilkan secara normal dan bersamaan itu laju pertumbuhan keausan pahat berada pada daerah moderat. Geram terbentuk secara normal apabila perbandingan antara lebar geram dengan tebal geram atau rasio kerampingan geram (chip slenderness ratio) berharga di suatu harga tertentu.

## 2) Kendala Dalam Sistem Pemotongan

Sistem pemotongan terdiri atas pahat dan benda kerja serta cara pemegangan dan konstruksi komponen pemegang kedua benda tersebut, termasuk mesin perkakas yang digunakan. Kecepatan penghasilan geram yang besar hampir selalu diikuti gaya pemotongan yang besar. Gaya ini mungkin mengakibatkan lenturan yang besar baik pada benda kerja maupun pada pahat yang dapat menyebabkan getaran yang berlebih, sehingga produk mempunyai permukaan yang kasar dan ketelitian geometrinya rendah.

Dengan adanya kendala ini proses pemesinan harus direncanakan sebaik mungkin supaya kondisi pemotongan optimum teoritik dipenuhi/didekati. Perencanaan proses sebaiknya mengikuti prosedur tertentu (pertahap) seperti yang akan dibahas berikut.



Gambar 2.9 Tahap Proses Permesinan  
(Taufiq Rochim,2007:64)