

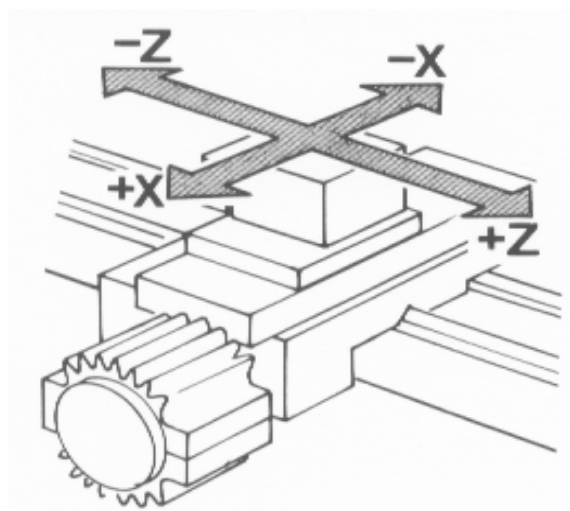
KODE MODUL

M7.16A



**SEKOLAH MENENGAH KEJURUAN
BIDANG KEAHLIAN TEKNIK MESIN
PROGRAM KEAHLIAN TEKNIK PEMESINAN**

MENGESET MESIN DAN MENGEDIT PROGRAM MESIN CNC



**BAGIAN PROYEK PENGEMBANGAN KURIKULUM
DIREKTORAT PENDIDIKAN MENENGAH KEJURUAN
DIREKTORAT JENDERAL PENDIDIKAN DASAR DAN MENENGAH
DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL**

2004

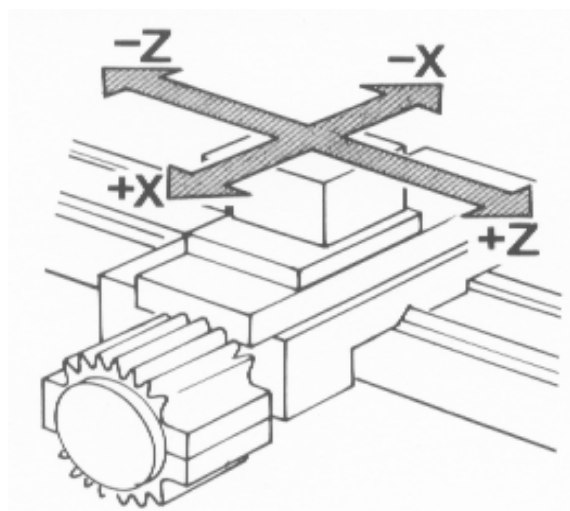
KODE MODUL

M7.16A



SEKOLAH MENENGAH KEJURUAN
BIDANG KEAHLIAN TEKNIK MESIN
PROGRAM KEAHLIAN TEKNIK PEMESINAN

MENGESET MESIN DAN MENGEDIT PROGRAM MESIN CNC



BAGIAN PROYEK PENGEMBANGAN KURIKULUM
DIREKTORAT PENDIDIKAN MENENGAH KEJURUAN
DIREKTORAT JENDERAL PENDIDIKAN DASAR DAN MENENGAH
DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL

2004

KATA PENGANTAR

Modul Mengeset Mesin dan Mengedit Program CNC dimaksudkan sebagai bahan belajar mandiri peserta diklat SMK bidang keahlian Mesin Produksi. Modul ini dibuat ringkas dan sederhana. Setiap kegiatan belajar diawali dengan penjelasan singkat bahan ajar yang mudah difahami dan berhubungan langsung dengan aplikasi dalam mesin CNC. Setelah itu dengan beberapa contoh diharapkan peserta diklat dapat memahami lebih mendalam uraian materi yang dibahas.

Peserta diklat diharapkan aktif belajar sendiri dengan tuntunan modul ini. Peran guru adalah membantu peserta diklat yang kurang dapat memahami uraian materi maupun tugas, sehingga proses belajar berjalan lancar. Peserta diklat diharapkan mempelajari modul ini dari awal hingga akhir, dan mengerjakan semua tugas (tugas sebaiknya jangan dikerjakan sebagian saja).

Guru sebagai nara sumber untuk pemelajaran modul ini diharapkan menambah wawasan dengan membaca buku-buku dalam daftar pustaka, dan buku penunjang lainnya. Dengan demikian peserta diklat yang bisa dengan cepat menyelesaikan belajarnya dapat diberikan soal pengayaan.

Tugas yang diberikan pada modul ini telah diusahakan sebagian besar berhubungan langsung dengan bidang keahlian para peserta diklat. Sebagian besar materi latihan diambil dari buku *Petunjuk Pemrograman-Pelayanan EMCO TU-2A dan TU-3A* terbitan pabrik pembuat mesin EMCO MAIER & Co. Austria.

Yogyakarta, Desember 2004
Penyusun,

Tim Fakultas Teknik
Universitas Negeri Yogyakarta

DAFTAR ISI

	Halaman
SAMPUL	i
HALAMAN FRANCIS	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI	iv
PETA KEDUDUKAN MODUL.....	vi
GLOSSARIUM.....	vii
BAB I PENDAHULUAN	1
A. DESKRIPSI.....	1
B. PRASYARAT	1
C. PETUNJUK PENGGUNAAN MODUL	1
1. Bagi Guru	1
2. Bagi Siswa	2
D. TUJUAN AKHIR	2
E. KOMPETENSI	3
F. CEK KEMAMPUAN	5
BAB II PEMELAJARAN.....	6
A. RENCANA BELAJAR PESERTA DIKLAT	6
B. KEGIATAN BELAJAR.....	7
1. Kegiatan Belajar 1 Memahami Persyaratan Kerja	7
a. Tujuan Kegiatan	7
b. Uraian Materi	7
c. Rangkuman.....	11
d. Tugas.....	12
e. Tes Formatif.....	12
f. Kunci Jawaban Tes Formatif	13
g. Lembar kerja.....	13
2. Kegiatan Belajar 2 Mengeset Dantum Pemasangan Benda Kerja Pada Mesin CNC	15
a. Tujuan Kegiatan	15
b. Uraian Materi	15
c. Rangkuman.....	16
d. Tugas.....	17
e. Tes Formatif.....	18
f. Kunci Jawaban Tes Formatif	19
g. Lembar kerja.....	19

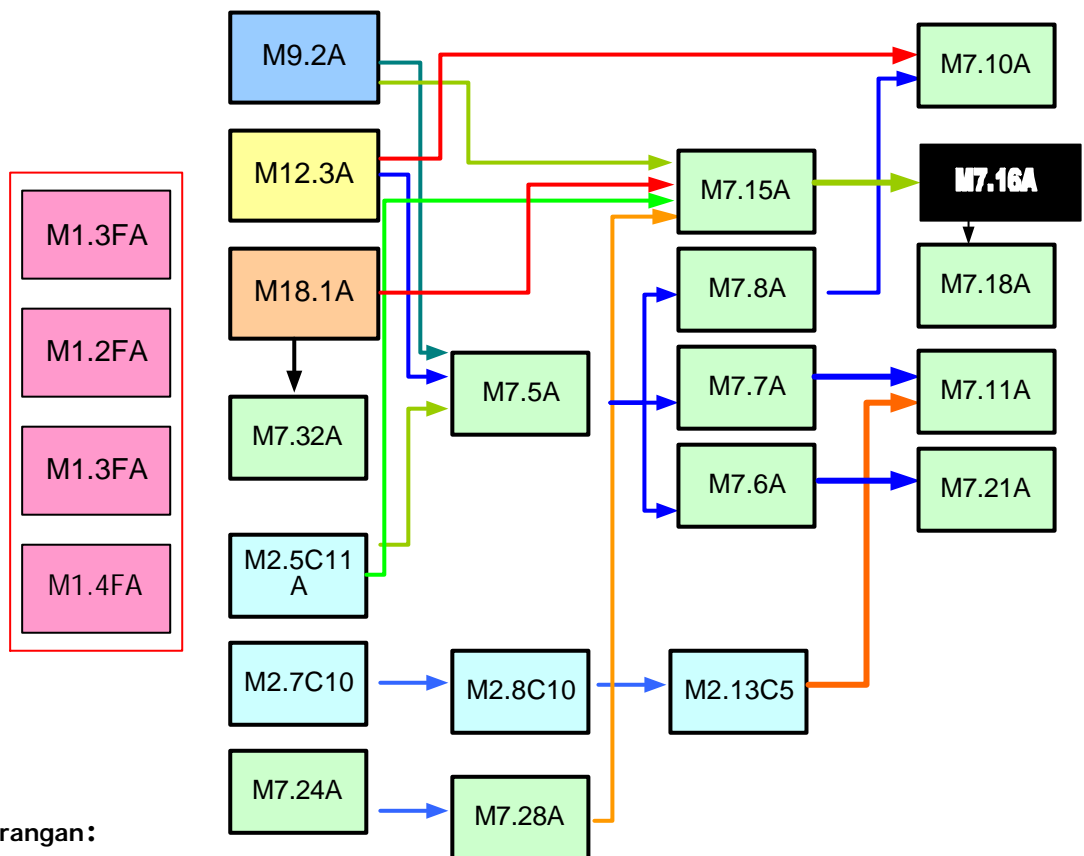
3. Kegiatan Belajar 3 Mengatur Perkakas Potong Pada Mesin Bubut CNC	21
a. Tujuan Kegiatan	21
b. Uraian Materi	21
c. Rangkuman.....	22
d. Tugas.....	23
e. Tes Formatif.....	23
f. Kunci Jawaban Tes Formatif	24
g. Lembar kerja.....	25
4. Kegiatan Belajar 4 Mengatur Offset Perkakas Potong Pada Mesin Bubut CNC	26
a. Tujuan Kegiatan	26
b. Uraian Materi	26
c. Rangkuman.....	28
d. Tugas.....	28
e. Tes Formatif.....	29
f. Kunci Jawaban Tes Formatif	30
g. Lembar kerja.....	30
5. Kegiatan Belajar 5 Mengatur Offset Perkakas Potong Pada Mesin Freis CNC.....	33
a. Tujuan Kegiatan	33
b. Uraian Materi	33
c. Rangkuman.....	34
d. Tugas.....	35
e. Tes Formatif.....	35
f. Kunci Jawaban Tes Formatif	36
g. Lembar kerja.....	37
6. Kegiatan Belajar 6 Uji Coba Program CNC	39
a. Tujuan Kegiatan	39
b. Uraian Materi	39
c. Rangkuman.....	41
d. Tugas.....	42
e. Tes Formatif.....	43
f. Kunci Jawaban Tes Formatif	44
g. Lembar kerja.....	44
7. Kegiatan Belajar 7 Menginstruksi Operator Mesin.....	48
a. Tujuan Kegiatan	48
b. Uraian Materi	48
c. Rangkuman.....	49
d. Tugas.....	49

e. Tes Formatif.....	49
f. Kunci Jawaban Tes Formatif	50
g. Lembar kerja.....	50
8. Kegiatan Belajar 8 Mengganti Pahat Bubut Yang Rusak	54
a. Tujuan Kegiatan	54
b. Uraian Materi	54
c. Rangkuman.....	55
d. Tugas.....	56
e. Tes Formatif.....	56
f. Kunci Jawaban Tes Formatif	58
g. Lembar kerja.....	58
BAB III EVALUASI.....	60
A. PERTANYAAN.....	60
B. KUNCI JAWABAN.....	61
C. KRITERIA KELULUSAN	62
BAB IV PENUTUP.....	63
DAFTAR PUSTAKA	64

PETA KEDUDUKAN MODUL

A. Diagram Pencapaian Kompetensi

Diagram ini menunjukkan tahapan pencapaian kompetensi yang harus diikuti peserta diklat dalam kurun waktu tiga tahun. Modul MENGESET MESIN DAN MENGEDIT PROGRAM MESIN CNC adalah salah satu dari modul untuk membentuk kompetensi di bidang TEKNIK PEMESINAN.

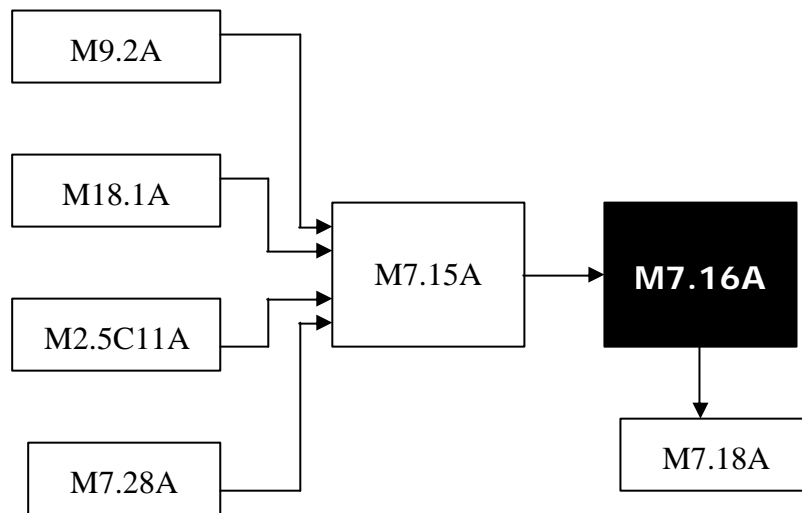


Keterangan:

M12.3A	Mengukur dengan alat ukur mekanik presisi	M7.5A	Bekerja dengan mesin umum
M18.1A	Menggunakan perkakas tangan	M7.6A	Melakukan Pekerjaan dengan mesin bubut
M2.5C11A	Menggunakan alat ukur	M7.7A	Melakukan pekerjaan dengan mesin frais
M2.7C10	Melakukan perhitungan - dasar	M7.8A	Melakukan pekerjaan dengan mesin gerinda
M7.24A	Mengoperasikan dan mengamati mesin/proses	M7.15A	Menge-set mesin dan program mesin NC/CNC (dasar)
M2.8C10	Melakukan perhitungan - lanjut	M7.10A	Menggerinda pahat dan alat potong
M2.13C5	Melakukan perhitungan matematis	M7.11A	Mengefrais (kompleks)
M9.2A	Membaca gambar teknik	M7.21A	Membubut (kompleks)
M7.28A	Mengoperasikan mesin NC/CNC (dasar)	M7.16A	Menge-set dan mengedit program mesin NC/CNC
M7.32A	Menggunakan mesin untuk operasi dasar	M7.18A	Memprogram mesin NC/CNC (dasar)

B. Kedudukan Modul

Modul M7.16A ini merupakan modul yang menjadi persyaratan untuk menempuh modul modul M7.18A. Untuk mempelajari modul ini peserta diklat harus lulus terlebih dulu modul M9.2A, modul M18.1A, modul M2.5C11A, dan modul M7.28A.



Keterangan:

M9.2A	Membaca gambar teknik
M18.1A	Menggunakan perkakas tangan
M2.5C11A	Menggunakan alat ukur
M7.28A	Mengoperasikan mesin NC/CNC (dasar)
M7.15A	Mengeset mesin dan program mesin NC/CNC (dasar)
M7.16A	Mengeset dan mengedit program mesin NC/CNC
M7.18A	Memprogram mesin NC/CNC (dasar)

GLOSSARIUM

<i>NC (Numerically Control)</i>	Suatu sistem pengendali otomatis yang bekerjanya menggunakan kode-kode huruf dan angka
<i>CNC (Computer Numerically Control)</i>	Suatu sistem pengendali otomatis yang bekerja menggunakan kode huruf dan angka, yang didalamnya terdapat sistem komputer
<i>Mesin CNC</i>	Mesin perkakas yang pelayanan pengoperasiannya menggunakan CNC

BAB I PENDAHULUAN

A. DESKRIPSI

Modul ini merupakan panduan siswa untuk memperoleh pengetahuan dan keterampilan yang diperlukan untuk mencapai kompetensi dalam bidang mengeset mesin dan mengedit program CNC. Kompetensi ini terdiri dari beberapa sub kompetensi, yaitu; memahami persyaratan kerja, mengatur perlengkapan dan perkakas potong, mengatur kompensasi dan koreksi data alat potong, dan uji coba program CNC. Kompetensi ini merupakan salah satu dari 20 jenis kompetensi bidang teknik pemesinan.

B. PRASARAT

Untuk mempelajari modul ini siswa terlebih dahulu harus memiliki dasar:

1. Pengetahuan teori mesin perkakas
2. Praktik mesin perkakas
3. Membaca Gambar Teknik

C. PETUNJUK PENGGUNAAN MODUL

1. Petunjuk bagi Guru

- a. Ciptakanlah suasana kelas yang cocok untuk memulai pelajaran
- b. Siapkanlah peralatan yang diperlukan sesuai petunjuk modul
- c. Jelaskanlah tugas-tugas yang harus dilaksanakan oleh siswa
- d. Awasi kegiatan, dan bantulah siswa yang mengalami kesulitan
- e. Berilah tes kepada siswa pada setiap akhir kegiatan belajar

- f. Berikanlah umpan balik kepada siswa berdasarkan hasil tesnya
- g. Buatlah catatan yang diperlukan untuk penyempurnaan modul.

2. Petunjuk bagi siswa

- a. Teliti kelengkapan halaman modul, jika tidak lengkap konfirmasi kepada guru
- b. Pelajari modul ini, dimulai dengan membaca kegiatan belajar 1 terlebih dulu. Apabila menemui kesulitan dalam memahaminya bertanyalah kepada guru.
- c. Cocokkan informasi yang ada dalam modul dengan mesin CNC
- d. Kerjakanlah tugas-tugas yang ada dalam modul, sampai anda yakin bahwa tugas tersebut telah dapat diselesaikan dan dipahami dengan baik dan benar.
- e. Jangan berpindah ke kegiatan belajar berikutnya jika satu kegiatan belajar belum dikuasai dengan baik
- f. Bertanyalah kepada guru apabila anda mengalami kesulitan dalam memahami modul ini.

D. TUJUAN AKHIR

Setelah mempelajari modul ini peserta diklat diharapkan memiliki pengetahuan dan keterampilan serta mampu mengeset perlengkapan mesin CNC, memasukkan program CNC secara manual, mengecek dan mengoreksi hasil pengesetan, serta mengecek dan mengoreksi program CNC yang dimasukkan.

E. KOMPETENSI

SUB KOMPETENSI	KRITERIA KINERJA	LINGKUP BELAJAR	MATERI POKOK PEMELAJARAN		
			SIKAP	PENGETAHUAN	KETERAMPILAN
1. Memahami persyaratan kerja	<ul style="list-style-type: none"> ☞ Instruksi dapat dipahami dan diikuti dengan tepat 	<ul style="list-style-type: none"> ☞ Instruksi persyaratan kerja pada mesin NC / CNC 	<ul style="list-style-type: none"> ☞ Pemahaman gambar kerja. ☞ Kelengkapan dan kebersihan dokumen/lembar kerja 	<ul style="list-style-type: none"> ☞ Memahami instruksi persyaratan kerja pada mesin NC/CNC 	<ul style="list-style-type: none"> ☞
2. Mengatur fixture/perlengkapan/perkakas	<ul style="list-style-type: none"> ☞ Alat pendukung dipilih dengan tepat dan dipasang pada mesin dengan prosedur operasi standar. ☞ Mesin dipersiapkan untuk pemasangan alat cekam. ☞ Fixture/perlengkapan/alat pengecam diatur pada titik nol atau pada data lain menggunakan alat pengatur yang tersedia. 	<ul style="list-style-type: none"> ☞ Pemahaman fixture/perlengkapan/ perkakas ☞ Persiapan pemasangan alat cekam pada mesin NC / CNC ☞ Pengaturan fixture pada titik nol 	<ul style="list-style-type: none"> ☞ Pemasangan dan cara setting fixture pada mesin meja mesin 	<ul style="list-style-type: none"> ☞ Memahami cara memasang fixture/perlengkapan /perkakas ☞ Memahami cara pemasangan alat cekam pada mesin NC / CNC ☞ Memahami cara Pengaturan fixture pada titik nol 	<ul style="list-style-type: none"> ☞ Memasang fixture/perlengkapan/ perkakas ☞ Memasang dan mengatur alat cekam pada mesin NC / CNC ☞ Mengatur pemasangan fixture pada titik nol
3. Mengatur <i>tool offset</i>	<ul style="list-style-type: none"> ☞ Tooling offset diukur dan dicatat pada pengontrol mesin. 	<ul style="list-style-type: none"> ☞ Pengukuran dan pencatatan pada pengontrol mesin. 	<ul style="list-style-type: none"> ☞ Nilai tool offset sudah masuk kedalam program kontrol mesin. 	<ul style="list-style-type: none"> ☞ Memahami cara Pengukuran dan pencatatan pada pengontrol mesin 	<ul style="list-style-type: none"> ☞ Mengukur dan mencatat pada pengontrol mesin

SUB KOMPETENSI	KRITERIA KINERJA	LINGKUP BELAJAR	MATERI POKOK PEMELAJARAN		
			SIKAP	PENGETAHUAN	KETERAMPILAN
4. Ujicoba program NC/CNC	<ul style="list-style-type: none"> ✍ Mesin dioperasikan pada contoh produk untuk mengamati semua prosedur keselamatan kerja. ✍ Contoh produk pertama 	<ul style="list-style-type: none"> ✍ Pengamatan prosedur keselamatan kerja pada pengoperasian contoh produk ✍ Pengamatan Contoh produk pertama 	<ul style="list-style-type: none"> ✍ Contoh produk pertama harus dibuat sesuai dengan spesifikasi 	<ul style="list-style-type: none"> ✍ Memahami cara membuat contoh produk ✍ Memahami cara membuat contoh produk pertama 	<ul style="list-style-type: none"> ✍ Membuat contoh produk pertama ✍ Mengamati hasil produk pertama
5. Menginstruksikan operator mesin	<ul style="list-style-type: none"> ✍ Operator diberi instruksi untuk memastikan semua alat dan prosedur keselamatan kerja pada tempatnya. 	<ul style="list-style-type: none"> ✍ Intruksi tentang alat dan keselamatan kerja sesuai prosedur 	<ul style="list-style-type: none"> ✍ Instruksi kerja harus jelas. 	<ul style="list-style-type: none"> ✍ Memahami cara menginstruksikan pembuatan produk pada operator 	<ul style="list-style-type: none"> ✍ Menginstruksikan pembuatan produk pada operator
6. Mengganti alat potong yang rusak atau retak	<ul style="list-style-type: none"> ✍ Alat potong, tool offset diganti dan disesuaikan dengan tindakan koreksi lainnya dilakukan sesuai prosedur operasi standar. 	<ul style="list-style-type: none"> ✍ Penggantian dan koreksi pada alat potong dan tool offset 	<ul style="list-style-type: none"> ✍ Tool yang digunakan harus tajam sisi potongnya 	<ul style="list-style-type: none"> ✍ Memahami cara penggantian dan pengkoreksian tool offset dan alat potong 	<ul style="list-style-type: none"> ✍ Mengganti alat potong, tool offset

F. CEK KEMAMPUAN

Berilah tanda (√) pernyataan pada kolom 3 dan 4 dalam Tabel Cek Kemampuan dengan sejujurnya untuk mengetahui kemampuan awal anda sebelum mempelajari modul ini.

Sub Kompetensi	Pernyataan	Saya dapat melakukan pekerjaan ini dengan kompeten		Bila "YA" kerjakan
		Ya	Tidak	
Memahami persyaratan kerja	Saya mengetahui per-syarat kerja pada mesin CNC			Tes Formatif 1
Mengeset alat cekam dan alat potong	Saya bisa mengeset alat cekam dan alat potong			Tes Formatif 2
Menentukan data koreksi alat potong	Saya bisa memperoleh data kompensasi alat potong			Tes Formatif 3
Mengecek data koreksi alat potong	Saya bisa mengecek data koreksi alat potong			Tes Formatif 4
Menjalankan program uji coba	Saya bisa menjalankan program uji coba			Tes Formatif 5
Mengubah data koreksi alat potong	Saya bisa mengganti alat potong yang rusak			Tes Formatif 6

Apabila jawaban anda "TIDAK" pada salah satu pernyataan kemampuan di atas, maka pelajarilah modul ini

BAB II PEMELAJARAN

A. RENCANA BELAJAR PESERTA DIDIK

Rencanakanlah setiap kegiatan belajar anda dengan mengisi tabel di bawah ini dan mintalah bukti belajar guru jika telah selesai mempelajari setiap kegiatan belajar.

Jenis Kegiatan	Tanggal	Waktu	Tempat Belajar	Alasan Perubahan	Tanda Tangan Guru
Memahami persyaratan kerja					
Mengeset alat cekam dan alat potong					
Menentukan data koreksi alat potong					
Mengecek data koreksi alat potong					
Menjalankan program uji coba					
Mengubah data koreksi alat potong					

B. KEGIATAN BELAJAR

1. Kegiatan Belajar 1

Memahami Persyaratan Kerja

a. Tujuan Kegiatan Pemelajaran 1

Setelah selesai mempelajari modul ini peserta diklat diharapkan :

- a. Memahami persyaratan bekerja pada mesin CNC
- b. Mampu memahami persyaratan kerja pemasangan alat potong dengan benar
- c. Mampu memahami persyaratan kerja pemasangan alat pencekam dengan benar
- d. Mampu memahami persyaratan penggunaan alat potong dan alat pencekam dengan benar
- e. Mampu memahami persyaratan pemasukan program CNC dengan prosedur yang benar

b. Uraian Materi 1

Mesin CNC digunakan untuk menghasilkan produk dengan jumlah banyak (masal), dengan kualitas yang seragam atau konsisten. Dalam menjaga konsistensi kualitas, beberapa persyaratan kerja ditetapkan misalnya persyaratan kualitas produk, persyaratan memasang benda kerja, memasang alat potong, memasang alat pencekam, membuat program CNC, dan menjalankan program CNC.

a. Persyaratan kualitas pruduk

Kualitas produk pemesinan ditentukan oleh:

- 1) Ketepatan ukuran (dimensi)
- 2) Ketepatan posisi (kesejajaran, ketegaklurusan)
- 3) Kehalusan permukaan

Tuntutan kualitas suatu produk, dapat diketahui dari gambar kerja, misalnya berupa tanda pengerjaan, toleransi ukuran, jenis bahan, dan sebagainya.

b. Persyaratan kerja memasang benda kerja

Benda kerja harus terpasang pada alat pencekam dengan tepat dan kuat, dan harus dipasang dalam waktu yang cepat, agar waktu tidak produktif mesin bisa se kecil mungkin. Agar benda kerja dapat dipasang dengan cepat dan tepat dilakukan beberapa cara, yaitu:

- 1) Pada alat cekam dipasang pembatas (stoper)
- 2) Ukuran benda kerja dibuat seragam, dengan demikian harus dilakukan pekerjaan pendahuluan pada mesin lain
- 3) Bagian benda kerja yang dijepit dan yang bebas harus tertentu ukurannya dan harus tepat pemasangannya
- 4) Penempatan benda kerja pada alat pencekam posisinya harus tepat, jika tidak akan menyebabkan penyimpangan produk yang dihasilkan.

c. Persyaratan kerja memasang Alat potong

Perkakas potong harus dipasang pada posisi yang tepat dan kuat terikat pada dudukannya. Pemasangan alat potong pada mesin bubut (pahat bubut) harus memenuhi dua hal:

- 1) Mata potong pahat, baik pahat dalam maupun pahat luar harus setinggi senter
- 2) Pahat sisi kanan dipasang dengan sudut tidak lebih dari 90° dari sumbu benda kerja, karena dapat menyebabkan pemakanan lebih dalam

Perkakas potong pada mesin freis (pisau freis) dipasang pada arbor yang dihubungkan pada poros utama menggunakan kolet. Putaran

pisau yang dijepit pada kolet mengikuti putaran poros utama tidak boleh menyimpang dari standar, yaitu 0.015 mm.

d. Persyaratan kerja perkakas cekam

Perkakas cekam mesin bubut dipasang pada poros utama mesin dan berfungsi untuk memutar benda kerja. Rahang cekam harus senter, jika diukur penyimpangan putar maksimum yang diijinkan 0,015 mm pada jarak 20 mm dari ujung poros utama.

Perkakas cekam pada mesin freis CNC (ragum) dipasang pada meja mesin. Syarat pemasangannya adalah:

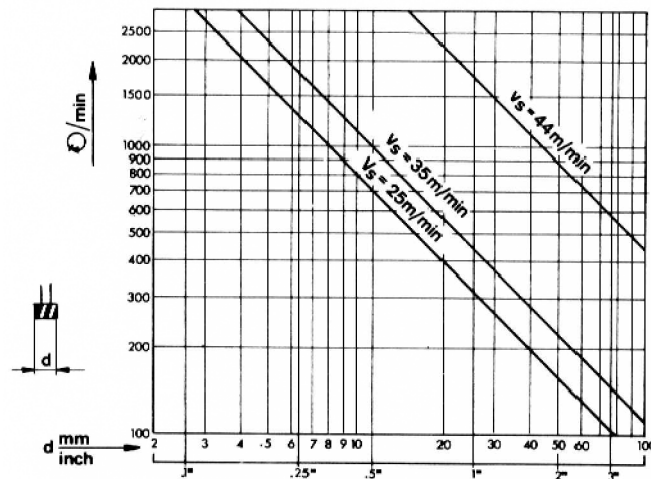
- 1) Bibir ragum yang diam harus sejajar dengan salah satu sumbu meja mesin, dipilih sumbu memanjang atau melintang
- 2) Bibir ragum harus tegak lurus dengan permukaan meja mesin
- 3) Bidang luncur bibir ragum harus sejajar dengan permukaan meja mesin.
- 4) Bidang atas dan bidang pada samping bibir ragum harus saling tegak lurus agar dapat digunakan sebagai bidang referensi atau datum pemasangan benda kerja.

e. Persyaratan penggunaan perkakas potong

Perkakas potong harus digunakan sesuai fungsi dan kapasitasnya agar awet dipakai, dapat menghasilkan produk dengan kualitas yang direncanakan, dan tidak mengalami kerusakan akibat salah dalam penerapan kapasitas penggunaan. Hal-hal yang harus diperhatikan dalam penggunaan alat potong adalah:

- 1) Ketebalan penyayatan (t)
- 2) Kecepatan asutan (F)
- 3) Kecepatan putaran (S)

4) Dimensi alat potong seperti diameter, radius, dan panjang.



e. Persyaratan menjalankan program

Proses pemesinan produk pada mesin CNC terjadi karena gerakan relatif alat potong terhadap benda kerja. Alat potong bergerak relatif mengikuti bentuk benda kerja. Jika gerak relatif alat potong tersebut keliru, akan keliru pula bentuk dan ukuran benda kerjanya. Gerak relatif alat potong dalam mesin CNC diatur oleh program CNC, dengan demikian program CNC untuk pemesinan suatu produk tidak boleh salah baik teknis pemrograman maupun produk yang dihasilkan. Persyaratan tertentu harus diikuti sebelum suatu program CNC dijalankan, diantaranya:

- 1) Cek kesalahan format bahasa (syntax error), dan matematis
- 2) Cek kemungkinan terjadi kesalahan ketik pada waktu pemasukan program secara manual
- 3) Cek kemungkinan kesalahan gerak yang berakibat fatal dengan uji jalan program tanpa benda kerja (dry-run)

- 4) Cek kualitas produk yang dihasilkan, dan bandingkan dengan standar yang ditetapkan gambar kerja.

c. Rangkuman

Pengoperasian mesin perkakas CNC menuntut sejumlah persyaratan kerja yang dengan ketat harus diikuti. Persyaratan tersebut meliputi:

- a. Persyaratan kualitas produk. Persyaratan ini diketahui dari gambar kerja, misalnya dari tanda kualitas permukaan, toleransi ukuran.
- b. Pemasangan benda kerja pada mesin CNC harus dapat dilakukan dengan cepat, tepat posisinya, dan terikat dengan kuat.
- c. Pemasangan perkakas potong: Pahat bubut, baik pahat dalam maupun pahat luar harus dipasang setinggi senter. Pahat bubut luar dipasang dengan sudut pemasangan terhadap sumbu benda kerja paling besar 90° . Pisau freis dipasang dengan penyimpangan putar maksimum 0,015 mm.
- d. Pemasangan perkakas cekam pada mesin bubut, rahang cekamnya harus senter, penyimpangan putar maksimum 0,015 mm pada panjang 20 mm dari ujung poros utama.
- e. Ragum freis harus dipasang dengan posisi:
 - 1) Bibir yang tidak bergerak sejajar dengan salah satu sumbu meja
 - 2) Bibir ragum harus tegak lurus dengan permukaan meja.
- f. Perkakas potong harus digunakan dengan kondisi tertentu: tebal penyayatan, asutan, dan kecepatan putaran sesuai spesifikasi yang ditentukan oleh pabrik pembuatnya.
- g. Sebelum program dijalankan pada mesin CNC, persyaratan untuk mengecek kesalahan program harus diikuti seperti kesalahan bahasa, kesalahan gerak, kesalahan teknologi pemesinan, dan sebagainya.

d. Tugas 1

- 1) Ambil dokumen gambar kerja. Pelajarilah informasi yang ada di dalamnya. Catat persyaratan pengerjaan, toleransi ukuran, posisi, dan ukuran bahan
- 2) Ambil salah satu bahan benda kerja yang ada dihadapan anda. Amati dan cobalah mengukurnya. Adakah variasi ukuran bahan benda kerja yang sedang anda amati?
- 3) Lakukan tugas nomor (1), terhadap benda kerja lainnya
- 4) Ambil salah satu alat potong. Coba tentukan persyaratan umum penggunaannya, seperti kecepatan putaran poros utama (S), kecepatan asutan (F), dan ketebalan penyayatan (t). Lakukan hal tersebut terhadap alat potong yang ada. Bertanyalah kepada guru apabila anda menemui kesulitan.

e. Tes Formatif 1

- 1) Untuk mempercepat pemasangan benda kerja pada alat pengecam, syarat berikut harus dipenuhi, yaitu:
 - a. benda kerja harus seragam ukurannya
 - b. alat pengecam dilengkapi pembatas
 - c. membuat batas pengecaaman pada benda kerja
 - d. jawaban a, b, dan c benar semua
- 2) Syarat pemasangan ragum adalah;
 - a. dipasang pada meja mesin dengan kuat
 - b. bibir ragum yang diam sejajar salah satu sumbu meja
 - c. bibir ragum sebagai bidang referensi
 - d. jawaban a, b, c, dan d benar semua
- 3) Persyaratan utama dalam pemasangan pahat bubut adalah;
 - a. dibaut dengan kuat pada pemegangnya agar tidak lepas
 - b. sudut pemasangannya lebih besar dari 90°

- c. posisi mata potong setinggi senter
 - d. jawaban a, b, c, dan d benar
- 4) Jenis pahat bubut yang harus dipasang setinggi senter adalah;
- a. mata bor c. pahat dalam
 - b. pahat sisi kanan d. jawaban a, b, c, dan d benar
- 5) Dimensi alat potong yang menentukan kecepatan putaran adalah;
- a. panjang alat potong
 - b. ketajaman sisi potong
 - c. diameter alat potong
 - d. jawaban a, b, c, dan d benar
- 6) Program CNC setelah dimasukkan dalam memori mesin secara manual harus dicek dari kemungkinan;
- a. salah ketik
 - b. salah langkah kerja
 - c. salah menghitung
 - d. salah penyuntingan
- 7) Sebelum program CNC dijalankan, terlebih dulu dilakukan;
- a. uji coba produk c. uji kecepatan
 - b. uji jalan program d. uji ketepatan

f. Kunci jawaban tes formatif 1

No. 1: d, 2: b, 3: c, 4: d, 5: c, 6: a, 7: b

g. Lembar Kerja 1

Observasi Persyaratan Kerja

- 1) Persiapan.
- Siapkan peralatan sebagai berikut:
- a) Gambar kerja

- b) Cekam universal (rahang tiga atau rahang empat)
 - c) Ragum freis
 - d) Benda kerja untuk mesin bubut, (1 buah benda pejal dan 1 buah benda berlubang)
 - e) Benda kerja untuk mesin freis
 - g) Jangka sorong
 - h) Kain pembersih (lap)
- 2) Keselamatan Kerja
- (a) Hati-hati terhadap bagian yang tajam pada benda kerja
 - (b) Gunakan kain/kuas untuk membersihkan benda kerja
 - (c) Jangan meletakkan alat ukur saling ditumpangkan atau ditindih dengan benda keras lain
- 3) Langkah Kerja
- (a) Ambil gambar kerja
 - Identifikasi persyaratan kualitas produk yang meliputi:
 - (1) Toleransi ukuran
 - (2) Toleransi posisi
 - (3) Standar kehalusan permukaan
 - (b) Ambil salah satu perkakas cekam
 - (1) Identifikasi nama-nama bagiannya
 - (2) Tentukan bagian yang menjadi basis/patokan pemasangan dan persyaratannya
 - (3) Jelaskan cara mengeset dan alat-alat yang digunakannya
 - (c) Ambil satu perkakas potong. Dengan menggunakan diagram kecepatan potong dan diagram kecepatan asutan, tentukan data-data teknis pemakaiannya yang meliputi:
 - (1) Kecepatan putar (S), kecepatan asutan (F), kedalaman penyayatan (t)
 - (2) Syarat pengesetan dan alat yang digunakannya.

2. Kegiatan Belajar 2

Mengeset Datum Pemasangan Benda Kerja pada Mesin CNC

a. Tujuan Kegiatan Pemelajaran 2

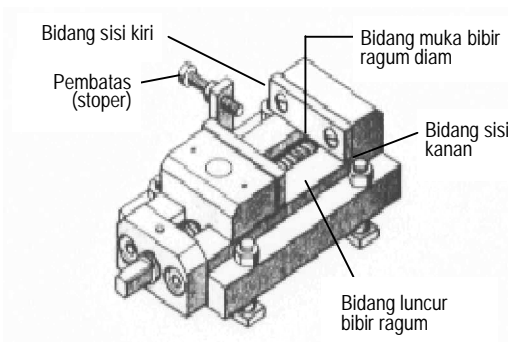
Kegiatan belajar 2 bertujuan agar peserta diklat dapat:

- 1) Mengetahui cara mengeset datum untuk pemasangan benda kerja pada mesin CNC dengan benar
- 2) Menentukan bidang datum/referensi pemasangan benda kerja pada mesin CNC
- 3) Terampil mengeset bidang datum/referensi pemasangan benda kerja pada mesin CNC

b. Uraian Materi 2

Perkakas cekam pada mesin freis CNC (ragum) dipasang pada meja mesin. Syarat pemasangannya adalah:

- 1) Bibir ragum yang diam (stationary jaw) harus sejajar dengan salah satu sumbu meja mesin, dipilih sumbu memanjang atau melintang
- 2) Ragum terikat pada alur meja mesin dengan kuat



Ilustrasi pemasangan ragum:

- Bibir ragum diam dipasang sejajar sumbu meja mesin
- Bidang lurus, pembatas, bidang sisi kiri dan kanan dapat sebagai bidang datum/referensi

- 3) Pemilihan datum/referensi pemasangan benda kerja

- a) Bidang muka pada bibir ragum diam

Untuk kesejajaran dengan sumbu meja adalah:

- b) Bidang sisi kiri, bidang sisi kanan bibir ragum diam, dan stoper

Untuk menempatkan posisi benda kerja pada ragum

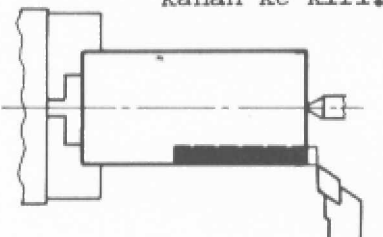
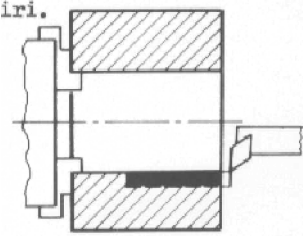
c) Bidang luncur bibir ragum

Untuk memperoleh kesejajaran dengan permukaan meja mesin.

Bidang atas dan bidang pada samping bibir ragum yang saling tegak lurus dapat juga digunakan sebagai bidang referensi atau datum dalam pemasangan dan pengesetan benda kerja.

Perkakas cekam pada mesin bubut CNC yang banyak digunakan adalah cekam rahang tiga memusat sendiri. Bagian cekam yang dapat dipakai sebagai datum pemasangan benda kerja adalah:

- a. Rahang luar
- b. Rahang dalam
- c. Pelat cekam

	<p>Contoh : Rahang dalam sebagai datum pencekaman benda kerja. Pencekaman benda kerja panjang pada ujung lainnya harus didukung senter putar</p>
	<p>Contoh : Rahang dalam sebagai datum pemasangan benda kerja berlubang</p>

c. Rangkuman 2

1) Persyaratan pemasangan ragum pada meja mesin freis CNC adalah:

- a) Bibir ragum yang tidak bergerak atau diam (stationary jaw) dipasang sejajar dengan salah satu sumbu meja mesin
- b) Ragum terikat dengan kuat pada alur meja mesin

- 2) Bidang datum/referensi dapat dipilih:
 - a) Bidang muka pada bibir ragum diam
 - b) Bidang sisi kiri, bidang sisi pada bibir ragum diam, dan stoper
 - c) Bidang lurus bibir ragum
 - d) Rahang cekam, baik rahang luar maupun rahang dalam

d. Tugas 2

- 1) Ambil salah satu ragum freis yang ada dihadapan anda. Amati dan coba identifikasi bidang untuk basis atau referensi pemasangan/ pengesetan ragum pada meja mesin freis
- 2) Tentukan bidang yang bisa dipakai sebagai referensi atau datum dalam pemasangan benda kerja
- 3) Jelaskan alasan pemilihan atau fungsi bidang datum/referensi yang anda pilih
- 4) Ambil salah satu cekam rahang tiga. Amati dan coba identifikasi bagian yang dapat digunakan sebagai datum dalam pengesetan benda yang akan dikerjakan pada mesin bubut CNC
- 5) Tentukan bagian yang dapat berfungsi sebagai sebagai datum pemasangan benda kerja
- 6) Pasang benda kerja dengan basis datum tersebut, kemudian keraskan pencekaman terhadap benda kerja
- 7) Putarkan benda kerja, dan amati perputarannya
- 8) Buatlah catatan! Apakah pemasangan benda kerja memenuhi syarat pemasangan yang benar?
- 9) Lakukan pemasangan benda kerja lain dengan datum pada plat cekam. Dapatkah pengesetan benda kerja dilakukan dengan cepat, dan hasilnya memenuhi syarat pemasangan?
- 10) Lakukan pemasangan benda kerja pada ragum mesin freis
- 11) Identifikasi bagian-bagian ragum yang dapat dijadikan datum atau bidang referensi

e. Tes Formatif 2

- 1) Fungsi ragum pada mesin freis CNC adalah;
 - a. untuk mengeset benda kerja
 - b. untuk menjepit benda kerja
 - c. untuk mengeset pisau freis
 - d. jawaban a, b, dan c benar semua
- 2) Bibir ragum yang diam/tetap (stationary jaw) harus di atur;
 - a. sejajar salah satu sumbu meja mesin
 - b. sejajar permukaan meja mesin
 - c. tegak lurus meja mesin
 - d. jawaban a, b, c, dan d benar
- 3) Bidang bidang pada ragum yang dapat dipakai referensi adalah;
 - a. sisi tegak bibir ragum diam
 - b. sisi samping bibir ragum diam
 - c. bidang lurus bibir ragum
 - d. jawaban a, b, c, dan d benar semua
- 4) Bidang referensi untuk mengatur kesejajaran permukaan benda kerja dengan permukaan meja adalah;
 - a. sisi tegak bibir ragum diam
 - b. sisi samping bibir ragum diam
 - c. bidang lurus bibir ragum
 - d. jawaban a, b, c, dan d benar semua
- 5) Bidang referensi untuk mengatur ketegak lurusan permukaan benda kerja dengan permukaan meja adalah;
 - a. sisi tegak bibir ragum diam
 - b. sisi samping bibir ragum diam
 - c. bidang lurus bibir ragum
 - d. jawaban a, b, c, dan d benar semua

- 6) Bidang referensi untuk mengatur posisi benda kerja pada bidang memanjang meja adalah;
 - a. sisi tegak bibir ragum diam
 - b. sisi samping bibir ragum diam
 - c. bidang luncur bibir ragum
 - d. jawaban a, b, c, dan d benar semua
- 7) Bidang datum/referensi pada ragum diperlukan untuk;
 - a. mempercepat pemasangan benda kerja
 - b. menepatkan posisi benda kerja
 - c. mempermudah pemasangan benda kerja
 - e. semua jawaban benar

f. Kunci jawaban tes formatif 2

No. 1: b, 2: a, 3: d, 4: c, 5: a, 6: b, 7: d

g. Lembar Kerja 2

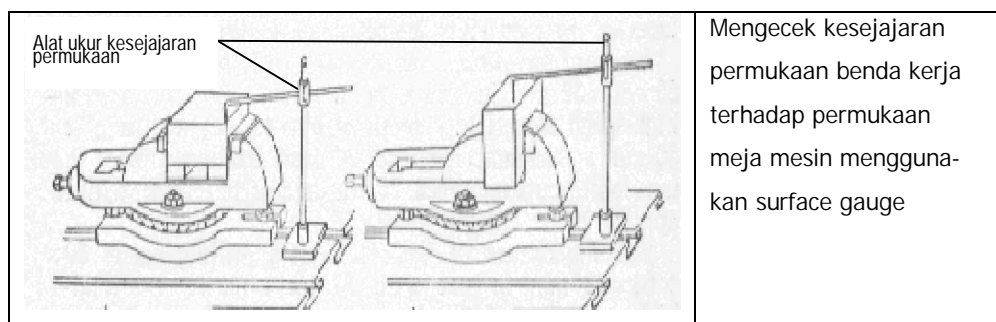
Mengeset datum pemasangan benda kerja pada ragum freis

- 1) Persiapan.

Siapkan peralatan sebagai berikut:

 - a) Mesin freis CNC
 - b) Ragum mesin freis dan baut pengikatnya
 - c) Pemutar poros ragum
 - d) Plat sejajar (paralel strip) standar
 - e) Dial indikator atau alat pengukur kesejajaran lainnya
 - f) Penyiku
 - f) Kunci pas, palu plastik, kain lap.
- 2) Keselamatan kerja
 - a) Pada saat memasang benda kerja, hati-hati terhadap ketajaman sudut-sudutnya
 - b) Jangan gunakan kunci pas yang sudah tidak tepat bentuknya

- c) Bersihkan meja mesin dan alas ragum dari beram dan kotoran lain sebelum dipasang.
- 3) Langkah kerja mengeset ragum freis
- a) Siapkan peralatan yang akan digunakan
 - b) Siapkan ragum yang akan dipasang, dan bersihkan alas ragum dengan kain lap
 - c) Pasang ragum di atas meja mesin freis dengan cara mengikatnya pada alur meja menggunakan baut pengikat
 - d) Cek kesejajaran bibir ragum yang diam (bibir tetap) terhadap sumbu memanjang meja mesin
 - e) Jika belum tepat perbaiki pemasangannya dengan memukul ragum menggunakan palu plastik
 - f) Cek kembali kesejajaran bibir ragum dengan cara sebagai berikut: (lihat gambar)
 - (1) Pasang plat sejajar standar pada ragum dengan teliti
 - (2) Cek kesejajaran dengan permukaan meja menggunakan alat pengukur kesejajaran permukaan (surface gauges).



- g) Jika posisi ragum sudah tepat, keraskan baut-baut pengikatnya.
- h) Pasanglah benda kerja pada ragum dengan datum tertentu, kemudian periksalah hasil pemasangannya.

3. Kegiatan Belajar 3

Mengatur Perkakas Potong pada Mesin Bubut CNC

a. Tujuan Kegiatan Pemelajaran 3

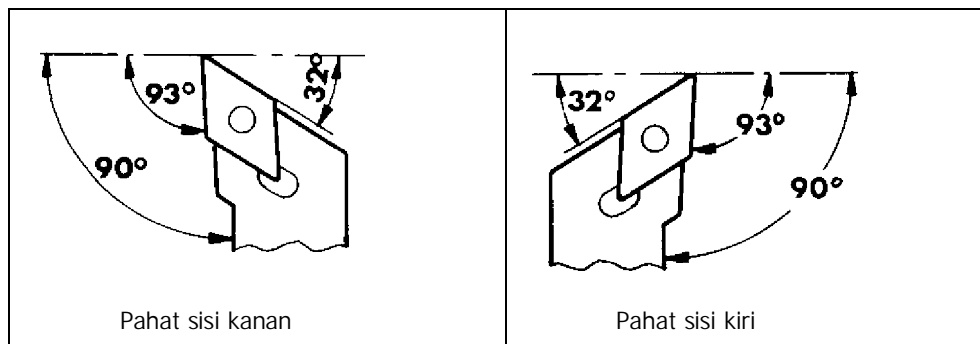
Kegiatan belajar 3 bertujuan agar peserta diklat dapat:

- 1) Mengetahui cara memasang/mengeset pahat bubut dengan benar
- 2) Terampil memasang pahat bubut pada revolver pahat
- 3) Terampil mengeset dan memasukkan data kompensasi panjang pahat bubut yang digunakan

b. Uraian Materi 3

- 1) Pengesetan pahat bubut luar

Sesuai dengan bentuk dan fungsinya, pahat bubut harus dipasang dengan sudut pemasangan paling besar 90° dari sumbu benda kerja (lihat gambar).



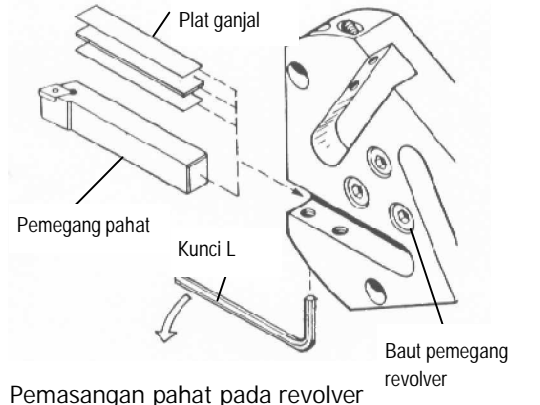
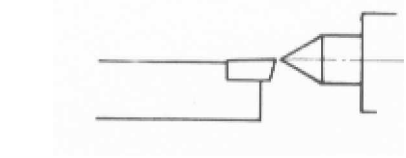
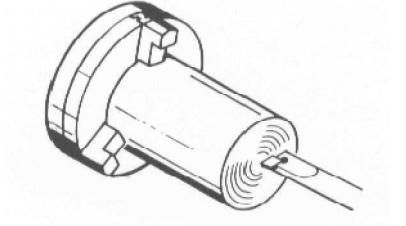
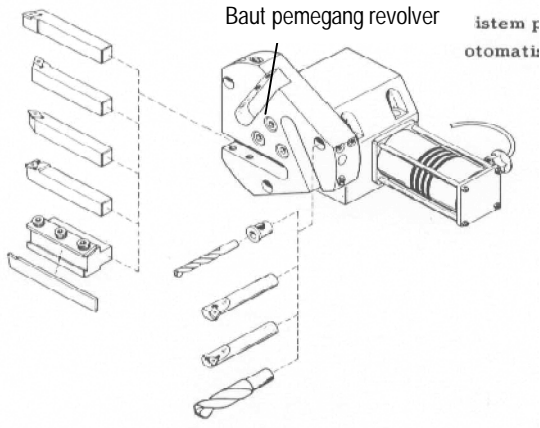
- 2) Cara mengeset pahat bubut pada revolver

Pada revolver pahat dapat dipasang 3 buah pahat luar dan 3 buah pahat dalam.

Pemasangan pahat luar:

Pasang pahat dan atur tepat setinggi senter menggunakan plat (ganjal pahat). Variasi ketebalan plat 0,2 mm, 0,5 mm, dan 1 mm.

Jepit pahat dengan bagian menonjol keluar maksimum 13 mm.

 <p>Pemasangan pahat pada revolver</p>	 <p>Pasang pahat setinggi senter</p>
<p>Pemasangan pahat dalam:</p> <ol style="list-style-type: none"> Gunakanlah lubang yang sesuai Ujung pahat harus setinggi senter Untuk mengatur ketinggian pahat gunakan benda kerja yang terpasang pada cekam 	 <p>Pahat dalam setinggi senter</p>
 <p>Susunan pahat:</p>	<p>Letak pemasangan pahat pada revolver diperlihatkan gambar samping. Apabila ujung mata potong pahat dalam tidak setinggi senter, atur ketinggian dengan mengendorkan tiga buah baut pemegang revolver.</p>

c. Rangkuman 3

1) Pengesetan pahat bubut

a) Pahat luar

Pahat luar harus dipasang setinggi senter. Untuk mengatur tinggi pahat digunakan plat penyisip (ganjal pahat) dengan variasi tebal 0,2 mm, 0,5 mm, dan 1 mm. Pahat luar dijepit dengan bagian menonjol maksimum sepanjang 13 mm.

b) Pahat dalam

Pahat dalam dipasang pada lubang pahat yang sesuai. Ujung pahat dalam juga harus setinggi senter. Untuk mengatur ketinggian pahat dalam gunakan benda kerja yang terpasang pada cekam.

- 2) Apabila ujungmata potong pahat dalam (mata bor) tidak setinggi senter, atur ketinggian dengan mengendorkan tiga buah baut pemegang revolver.

d. Tugas 3

- 1) Ambil salah satu pahat bubut yang ada dihadapan anda. Amati dan coba tentukan termasuk jenis apakah pahat yang sedang anda amati?
- 2) Lakukan tugas nomor (1), terhadap pahat lainnya
- 3) Ambil salah satu pahat bubut. Bertanyalah kepada guru apakah fungsi tiap jenis pahat tersebut.

e. Tes Formatif 3

- 1) Pahat bubut luar adalah;
 - a. pahat untuk menyayat dari dalam ke luar
 - b. pahat untuk menyayat bagian luar
 - c. pahat dengan sisi potong di luar
 - d. jawaban a, b, dan c benar semua
- 2) Pahat bubut dalam adalah;
 - a. pahat untuk menyayat bagian dalam
 - b. pahat untuk menyayat dari luar ke dalam
 - c. pahat dengan sisi potong di dalam
 - d. jawaban a, b, c, dan d benar semua

- 3) Pahat sisi kanan adalah;
 - a. pahat dengan sisi potong di sebelah kanan
 - b. pahat dengan gerak penyayatan dari kanan
 - c. pahat dengan gerak penyayatan ke kanan
 - d. jawaban a, b, c, dan d benar semua
- 4) Pahat sisi kiri adalah;
 - a. pahat dengan sisi potong di sebelah kiri
 - b. pahat dengan gerak penyayatan dari kiri
 - c. pahat dengan gerak penyayatan ke kiri
 - d. jawaban a, b, c, dan d benar semua
- 5) Mengatur pemasangan pahat setinggi senter berlaku;
 - a. untuk pahat dalam
 - b. untuk pahat luar
 - c. untuk mata bor
 - d. jawaban a, b, c, dan d benar semua
- 6) Mengatur pahat dalam setinggi senter dilakukan dengan;
 - a. mengendorkan tiga bautc. memutar pemegang pahat
 - b. menambah plat penyisipd. semua jawaban benar
- 7) Mengatur pahat sisi kanan setinggi senter dilakukan dengan;
 - a. mengendorkan tiga bautc. memutar pemegang pahat
 - b. menambah plat penyisipd. semua jawaban benar

f. Kunci jawaban tes formatif 3

No. 1: b, 2: a, 3: b, 4: b, 5: d, 6: a, 7: b

g. Lembar Kerja 3

Mengeset pahat bubut

1) Persiapan.

Siapkan peralatan sebagai berikut:

- a) pahat sisi kanan, pahat alur, pahat ulir luar, pahat dalam, mata bor
- b) Kunci L ukuran 5 mm dan 3 mm
- c) Senter tetap
- d) Benda kerja (pendek, panjang)
- e) Kunci cekam
- f) Kain pembersih (lap)

2) Keselamatan Kerja

- a) Pada saat memasang pahat, hati-hati terhadap ketajaman pahat atau plat penyisip.
- b) Jangan gunakan kunci L yang sudah rusak bentuk sudutnya
- c) Bersihkan pemegang pahat dan dudukan pemegang pahat pada revolver dari beram dan kotoran lain sebelum dipasang

3) Langkah Kerja Mengeset Pahat Bubut

- a) Siapkan peralatan yang akan digunakan
- b) Siapkan pahat yang akan dipasang, dan bersihkan pemegang dan dudukan pahat dengan kain lap
- c) Pasang pahat pada dudukannya di revolver kemudian keraskan baut penekan menggunakan kunci L
- d) Cek ketinggian pahat apakah sudah setinggi senter
- e) Jika belum tepat perbaiki pemasangannya dengan menambah atau mengurangi ketebalan plat penyisip (ganjal pahat)
- f) Cek kembali ketinggian pahat, jika sudah tepat keraskan baut-baut penekannya.

4. Kegiatan Belajar 4

Mengatur Offset Perkakas Potong pada Mesin Bubut CNC

a. Tujuan Kegiatan Pemelajaran 4

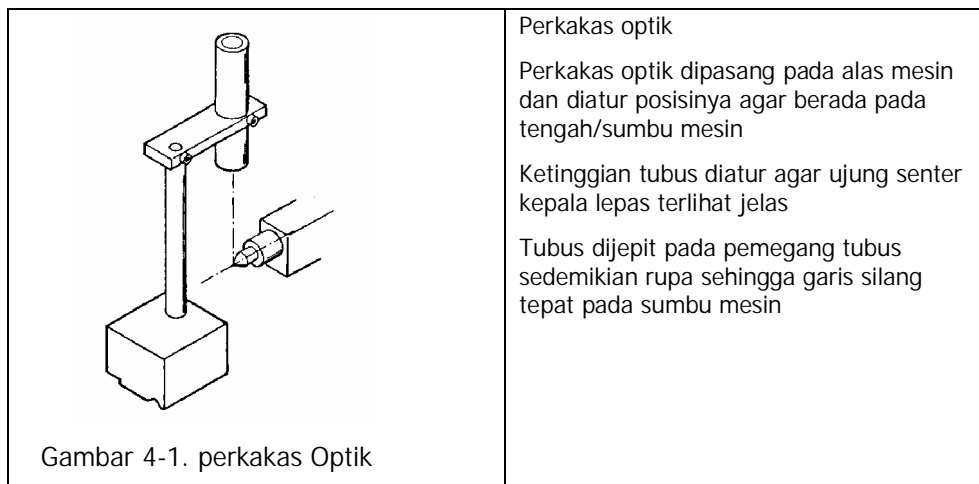
Kegiatan belajar 4 bertujuan agar peserta diklat dapat:

- 1) Mengetahui cara mengatur offset pahat bubut dengan benar
- 2) Mengetahui peralatan offset yang digunakan
- 3) Terampil mendapatkan data kompensasi panjang pahat bubut yang digunakan

b. Uraian Materi 4

- 1) Pengesetan perkakas offset pahat

Mengeset pahat (tool offset) untuk mendapatkan data kompensasi panjang pahat bubut dilakukan dengan bantuan perkakas optik yang dipasang pada alas mesin bubut (lihat gambar4-1).



- 2) Prosedur mendapatkan data pahat bubut

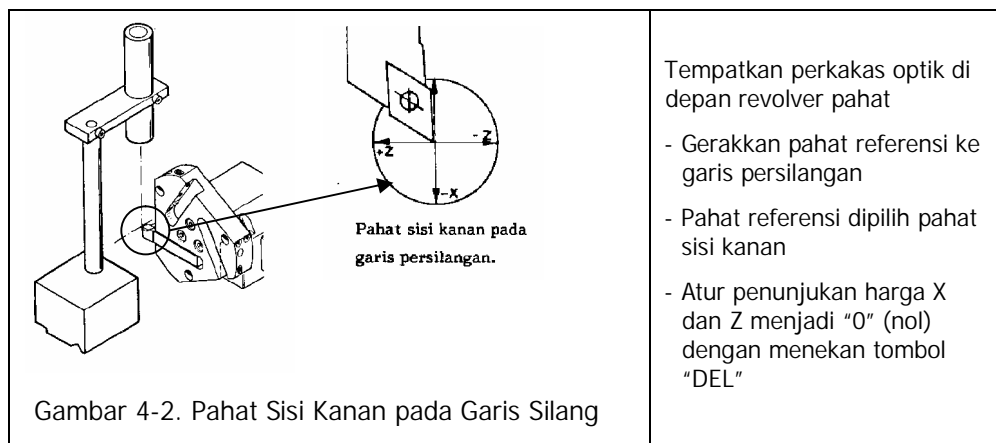
Pada revolver pahat dapat dipasang 3 buah pahat luar dan 3 buah pahat dalam.

Pengesetan pahat luar:

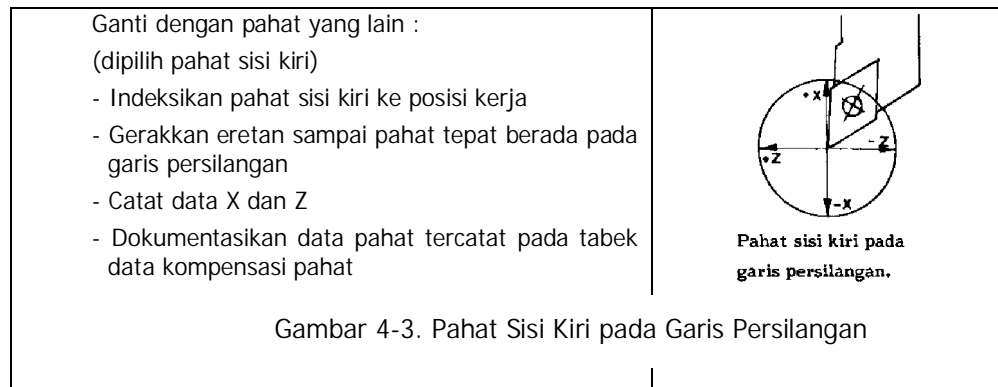
- a) Pahat yang akan digunakan harus sudah terpasang dengan baik sesuai standar pemasangan pahat bubut, yaitu posisinya tepat

setinggi senter. Penjepitan pemegang pahat sesuai ketentuan, yaitu dijepit dengan bagian menonjol keluar maksimum 13 mm.

- b) Diantara pahat yang akan digunakan, salah satu dapat dijadikan sebagai pahat referensi. Biasanya pahat referensi adalah pahat yang pertama kali digunakan dalam proses pemesinan (proses pengerjaan), yaitu pahat sisi kanan.
- c) Tempatkan pahat referensi (pahat sisi kanan) pada posisi siap kerja, kemudian gerakkan sehingga jika dilihat dengan perkakas optik terletak pada garis persilangan (lihat gambar 4-2). Pada posisi pahat referensi demikian, penunjukan harga X dan Z diatur agar menjadi "0" (nol)



- d) Semua pahat yang akan digunakan satu per satu ditempatkan pada posisi garis persilangan. Saat pahat sisi kiri ditempatkan pada garis persilangan (gambar 4-3), penunjukan harga X dan Z menunjukkan angka tertentu. Angka tersebut merupakan data pahat (data kompensasi pahat) untuk pahat sisi kiri. Penunjukan angka tersebut harus dicatat.



c. Rangkuman 4

- 1) Pengesetan perkakas offset
 - a) Perkakas offset dipasang pada alas mesin
 - b) Posisi pemasangan tepat pada sumbu mesin
- 2) Mendapatkan data kompensasi pahat
 - a) Pilih pahat referensi
 - b) Gerakkan pahat referensi ke titik persilangan
 - c) Atur agar harga X dan Z menjadi “)” NOL
 - d) Ganti pahat lainnya dengan mengindeksi pahat tersebut ke posisi kerja
 - e) Posisikan pahat tersebut ke titik persilangan
 - f) Catat harga X dan Z dalam tabel kompensasi pahat

d. Tugas 4

- 1) Ambil salah satu perkakas optik yang ada dihadapan anda. Cobalah pasang alat tersebut pada alas mesin. Dapatkah alat tersebut terpasang dengan baik?
- 2) Coba uraikan langkah kerja pemasangan perkakas optik pada alas mesin
- 3) Pilihlah pahat referensi. Posisikan pahat referensi yang anda pilih pada posisi siap kerja

- 4) Posisikan pahat referensi pada titik persilangan garis pada perkakas optik
- 5) Atur agar harga X dan Z menjadi nol
- 6) Lakukan tugas nomor (4), terhadap pahat lainnya
- 7) Adakah perbedaan harga X dan Z antara pahat referensi dan pahat yang lain pada saat berada pada titik persilangan? Bertanyalah kepada guru mengapa terjadi perbedaan harga!

e. Tes Formatif 4

- 1) Offset pahat dilakukan untuk mendapatkan;
 - a. data posisi pahat
 - b. data perbedaan panjang pahat dengan pahat referensi
 - c. data perbedaan panjang pahat satu dengan pahat lainnya
 - d. jawaban a, b, dan c benar semua
- 2) Offset pahat bubut dilakukan dengan menggunakan;
 - a. bantuan perkakas optik
 - b. bantuan berbagai perkakas potong
 - c. bantuan berbagai perkakas cekam
 - d. bantuan tabel data kompensasi
- 3) Perkakas optik dipasang pada;

a. alas mesin	c. persilangan sumbu mesin
b. pertengahan mesin	d. jawaban a, b, c, dan d benar
- 4) Harga X dan Z pada saat posisi pahat referensi pada persilangan garis adalah;
 - a. dicatat angkanya
 - b. ditulis dalam tabel data pahat
 - c. diatur menjadi nol
 - d. jawaban a, b, c, dan d benar semua
- 5) Menempatkan pahat pada posisi persilangan garis offset berlaku;

a. untuk pahat dalam	c. untuk mata bor
----------------------	-------------------

- b. untuk pahat luar d. jawaban a, b, c, dan d benar semua
- 6) Garis persilangan pada tubus harus diatur posisinya tepat pada;
 - a. ujung senter putar c. di ujung pahat
 - b. di tengah sumbu d. semua jawaban benar
- 7) Agar obyek dapat terlihat dengan jelas, tubus perlu diatur;
 - a. ketinggiannya c. dijepit pada pemegangnya
 - b. tepat di depan revolver d. semua jawaban benar

f. Kunci jawaban tes formatif 4

No. 1: b, 2: a, 3: a, 4: c, 5: d, 6: b, 7: a

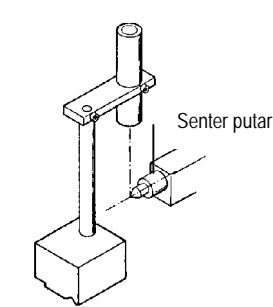
g. Lembar Kerja 4

Mendapatkan data kompensasi pahat bubut

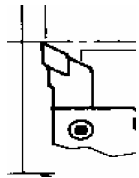
- 1) Persiapan
 - Siapkan peralatan sebagai berikut:
 - a) pahat sisi kanan, pahat alur, pahat ulir, pahat dalam, mata bor
 - b) Senter putar
 - c) Perkakas optik
 - d) Lembaran tabel data kompensasi pahat
- 2) Keselamatan Kerja
 - a) Pada saat memasang perkakas optik, hati-hati jangan sampai terbentur.
 - b) Jangan gunakan kunci L yang sudah rusak bentuk sudutnya
 - c) Jangan memegang kaca optik dengan tangan
 - d) Hati-hati memutar revolver pahat, pastikan bahwa putarannya aman dari kemungkinan tabrakan

3) Langkah Kerja Mendapatkan data Pahat Bubut

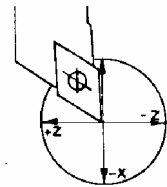
- a) Siapkan peralatan yang akan digunakan
- b) Pasang pahat bubut yang akan digunakan dengan teliti dan tepat posisi serta sesuai standar kerja pemasangan



- c) Pasang perkakas optik pada alas mesin, dan atur posisinya sesuai standar penggunaan (Gambar 4-4)



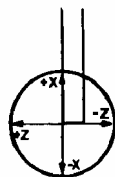
- d) Tentukan pahat referensi, dan indeks (tempatkan) pada posisi siap kerja



Pahat sisi kanan pada garis persilangan.

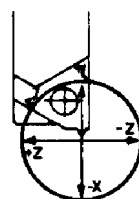
- e) Gerakkan eretan sehingga pahat referensi pada posisi garis persilangan
- f) Pada posisi persilangan tersebut, atur harga X dan Z menjadi 0 nol

Mata pahat potong



- g) Ganti dengan pahat alur, dan tempatkan pada posisi siap kerja
- h) gerakkan ke garis persilangan, dan catat harga X dan Z

Pahat ulir luar



- i) Ulangi langkah (g) dan (h) tetapi untuk pahat ulir dan pahat lain yang akan digunakan

- j) Masukkan catatan harga X dan Z setiap posisi pahat pada garis persilangan tersebut pada tabel data kompensasi pahat
- k) Masukkan angka penunjukan harga X dan Z pada posisi garis persilangan setiap pahat, pada tabel data pahat

Tabel Data Pahat Bubut

Jenis Pahat	X	Z
Pahat Sisi Kanan	0	0
Pahat Alur	.....	.....
Pahat ulir Luar	.....	.....
.....

5. Kegiatan Belajar 5

Mengatur Offset Perkakas Potong pada Mesin Freis CNC

a. Tujuan Kegiatan Pemelajaran 5

Kegiatan belajar 5 bertujuan agar peserta diklat dapat:

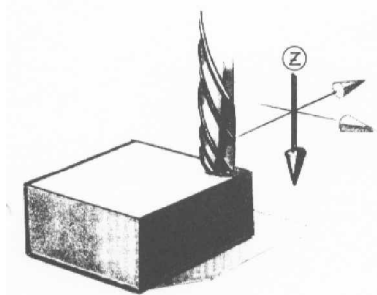
- 1) Mengetahui cara mengatur offset pisau freis dengan benar
- 2) Mengetahui peralatan offset yang digunakan
- 3) Terampil mendapatkan data kompensasi panjang pisai freis yang digunakan

b. Uraian Materi 5

- 1) Pengesetan perkakas offset pisau freis

Mengeset pisau (tool offset) untuk mendapatkan data kompensasi panjang pisau dilakukan dengan menyentuh permukaan ujung pisau freis pada suatu bidang. Sebagai bidang sentuh dapat dipilih :

- a) Permukaan benda kerja.



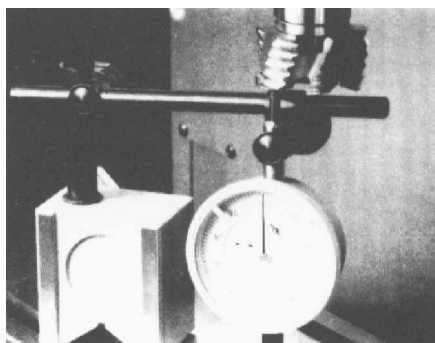
Gambar 5-1.
Menyentuh Ujung Pisau dan Benda Kerja

Proses menyentuh pisau dengan permukaan benda kerja dilakukan dengan pisau sambil berputar (lihat Gambar 5-1)

Proses menyentuh pisau:

- putarkan pisau pada putaran ± 700 rpm.
- Gerakkan pisau mendekati permukaan bidang atas benda kerja, kemudian sedikit digoreskan pada permukaannya

- b) Bidang tertentu dari jam ukur (dial indikator)



Gambar 5-2. Ujung Pisau Disentuh Dial Indikator

Proses menyentuh pisau dan dial indikator, dilakukan dengan pisau dalam keadaan tidak berputar (lihat Gambar 5-2).

Sentuh dial indikator dengan ujung pisau sampai jarum ukur menunjuk

angka nol.

Permukaan benda kerja yang digores, dan bidang atau titik pada dial indikator saat jarum ukur menunjuk angka nol disebut sebagai bidang atau titik referensi.

Benda kerja dan dial indikator merupakan perkakas offset pisau freis, dan keduanya dipasang pada meja mesin freis atau pada ragum freis.

2) Data kompensasi panjang pisau

Untuk mendapatkan data kompensasi panjang pisau, semua pisau yang akan digunakan disentuhkan dengan bidang referensi atau titik tersebut.

Salah satu pisau yang dijadikan pisau referensi, pada saat ujungnya bersentuhan dengan bidang/titik referensi angka penunjukan harga Z diatur agar menjadi 0 (nol), sedangkan penunjukan harga Z pada pisau selain pisau referensi, angkanya dicatat.

Angka penunjukan harga Z setiap pisau saat disentuhkan dengan bidang referensi, adalah data kompensasi panjang untuk pisau bersangkutan.

Nilai kompensasi panjang pisau harus dicantumkan dalam data teknis pisau Hz, yaitu data pisau yang menunjukkan selisih panjang antara pisau bersangkutan dengan pisau referensi.

c. Rangkuman 5

1) Pengesetan perkakas offset

- a) Perkakas offset berupa benda kerja atau dial indikator
- b) Perkakas offset dipasang pada meja mesin mengikuti standar

2) Mendapatkan data kompensasi panjang pisau

- a) Pilih pisau referensi

- b) Gerakkan pisau referensi sedikit menyentuh permukaan bidang referensi
- c) Atur agar harga Z menjadi "0" NOL
- d) Ganti pisau lainnya dengan posisi siap digunakan
- e) Gerakkan pisau sedikit menyentuh permukaan bidang referensi
- f) Catat harga Z dalam tabel kompensasi pisau

d. Tugas 5

- 1) Ambil salah satu perkakas offset yang ada dihadapan anda. Cobalah pasang alat tersebut pada meja mesin.
- 2) Coba uraikan langkah kerja pemasangan perkakas offset pada meja mesin
- 3) Pilihlah pisau referensi. Posisikan pisau referensi yang anda pilih pada posisi siap kerja
- 4) Gerakkan pisau referensi hingga sedikit menyentuh bidang referensi
- 5) Atur agar harga Z menjadi nol
- 6) Lakukan tugas nomor (4), terhadap pisau lainnya
- 7) Adakah perbedaan harga Z antara pisau referensi dan pisau yang lain pada saat menyentuh bidang referensi? Bertanyalah kepada guru mengapa terjadi perbedaan harga!

e. Tes Formatif 5

- 1) Offset pisau dilakukan untuk mendapatkan;
 - a. data posisi pisau
 - b. data perbedaan panjang pisau dengan pisau referensi
 - c. data perbedaan panjang pisau satu dengan pisau lainnya
 - d. jawaban a, b, dan c benar semua

- 2) Offset pisau dilakukan dengan menggunakan;
 - a. bantuan benda kerja atau dengan dial indikator
 - b. bantuan berbagai perkakas potong
 - c. bantuan berbagai perkakas cekam
 - d. bantuan tabel data kompensasi

- 3) Perkakas offset dipasang pada;

a. meja mesin	c. persilangan sumbu mesin
b. pertengahan mesin	d. jawaban a, b, c, dan d benar

- 4) Harga X dan Z pada saat posisi pisau referensi sedikit menyentuh permukaan referensi adalah;
 - a. dicatat angkanya
 - b. ditulis dalam tabel data pisau
 - c. diatur menjadi nol
 - d. jawaban a, b, c, dan d benar semua

- 5) Menempatkan pisau sedikit menyentuh bidang referensi berlaku;

a. bagi pisau referensi	c. untuk mata bor
b. semua pisau freis	d. jawaban a, b, c, dan d benar semua

- 6) Bidang referensi benda kerja harus diatur posisinya;

a. di samping pisau	c. di sembarang posisi
b. di bawah pisau	d. semua jawaban benar

- 7) Menyentuh pisau dengan referensi benda kerja dilakukan saat;

a. pisau berputar	c. keadaan mesin mati
b. pisau diam	d. semua jawaban benar

f. Kunci jawaban tes formatif 5

No. 1: b, 2: a, 3: a, 4: c, 5: d, 6: b, 7: a

g. Lembar Kerja 5

Mendapatkan data kompensasi pisau freis

1) Persiapan.

Siapkan peralatan sebagai berikut:

- a) Pisau sisi muka, pisau jari diameter 12 mm, 10 mm, dan 8 mm, mata bor diameter 6 mm, dan bor senter.
- b) Dial indikator
- c) Benda kerja
- d) Perkakas untuk memasang benda kerja
- e) Lembar tabel data kompensasi pahat
- f) Kain pembersih (lap)

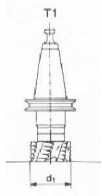
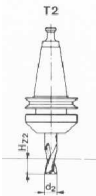
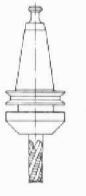
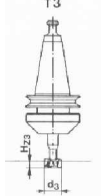

2) Keselamatan Kerja

- a) Pada saat memasang pisau hatai-hati dengan bagian yang tajam
- b) Jangan memegang pisau freis apabila tidak dalam keadaan benar-benar berhenti berputar
- c) Jangan meletakkan pisau freis saling bersentuh dengan sesama pisau maupun benda keras lainnya
- d) Jika posisi pisau sudah dekat dengan permukaan referensi, gerakkan pisau dengan kecepatan rendah dan dengan gerak putus-putus

3) Langkah Kerja Mendapatkan data Pisu Freis

- a) Siapkan peralatan yang akan digunakan
- b) Pasang pisau freis yang akan digunakan dengan teliti dan tepat posisi
- c) Pasang perkakas offset pada meja mesin, dan atur posisinya sesuai standar penggunaan
- d) Tentukan pisau referensi, dan pasang pada posisi siap kerja

- e) Gerakkan pisau sehingga pisau referensi pada posisi sedikit menyentuh bidang referensi
- f) Pada posisi menyentuh bidang referensi, atur harga Z menjadi 0 (nol)
- g) Ganti dengan pisau jari, dan tempatkan pada posisi siap kerja
- h) Gerakkan hingga sedikit menyentuh bidang referensi, dan catat harga Z
- i) Ulangi langkah (g) dan (h) tetapi untuk pisau jari dan pisau lain yang akan digunakan
- j) Masukkan catatan harga Z saat posisi pisau menyentuh bidang referensi pada tabel data kompensasi pisau, untuk setiap pisau yang akan digunakan.

	T1	T2	T3	T4	T5
					
d					
$D = d/2$					
F					
S					
t					
H _z					

6. Kegiatan Belajar 6

Uji Coba Program CNC

a. Tujuan Kegiatan Pemelajaran 6

Kegiatan belajar 6 bertujuan agar peserta diklat dapat:

- 1) Mengetahui prosedur uji coba program CNC dengan benar
- 2) Menerapkan prosedur uji coba program CNC sesuai standar
- 3) Terampil melakukan uji coba program CNC sesuai standar yang digunakan

b. Uraian Materi 6

1) Tujuan Uji Coba Program

Uji coba program harus dilaksanakan sebelum suatu program CNC dipilih untuk digunakan dalam proses pemesinan suatu produk.

Tujuan uji coba adalah untuk mengetahui apakah suatu program CNC aman untuk digunakan, mengetahui durasi jalannya program dan mengetahui kualitas produk yang dihasilkan.

2) Prosedur Uji Coba Program

Uji coba program dilaksanakan dengan urutan langkah tertentu, yang merupakan standar baku. Urutan langkah tersebut harus diikuti agar terhindar dari kemungkinan resiko kesalahan program yang dapat berakibat pada kerusakan mesin, benda kerja, maupun keselamatan operator mesinnya.

Prosedur pelaksanaan uji coba program adalah:

a) Uji jalan program

Uji jalan program adalah perintah membaca dan menjalankan program CNC tanpa gerakan pisau dan poros utama. Uji jalan program dapat mengetahui beberapa jenis kesalahan, diantaranya:

- (1) Kesalahan bahasa, format pemrograman, dan matematis
- (2) Kesalahan tulis (ketik) dalam pemasukan data secara manual
- (3) Kesalahan pembacaan pada pemasukan data melalui media penyimpan data atau melalui kabel.

b) Uji lintasan pisau/alat potong

Uji lintasan pisau/alat potong dilakukan dengan menjalankan program CNC tanpa benda kerja (dry-run), pisau bergerak pada daerah operasi mesin yang kosong (tidak ada benda kerja) sehingga terhindar dari kemungkinan menabrak benda kerja, perlengkapan cekam, atau peralatan lainnya.

Untuk mendeteksi lintasan alat potong relatif digunakan alat gambar (pentograf). Dengan uji lintasan pisau dapat dideteksi:

- (1) Kesalahan arah gerak pahat
- (2) Kesalahan jenis gerak pahat, gerak pemakanan (feeding) atau pemosisian

c) Uji data kompensasi pahat

Uji data kompensasi pahat dilakukan dengan memanggil pahat tertentu ke posisi tertentu menggunakan program tersendiri untuk memanggil pahat atau menggunakan program CNC yang akan diuji coba. Jika menggunakan program CNC uji coba maka program harus dijalankan blok demi blok, kemudian ketika program memanggil pahat tertentu ke posisi tertentu, posisi pahat tersebut diukur. Jika menggunakan program CNC khusus untuk memanggil pahat, pada saat pahat tertentu digerakkan ke posisi permukaan tertentu, jarak permukaan pahat tersebut diukur, jika tidak sesuai dengan jarak yang diminta, maka data kompensasi pahat perlu dibetulkan.

d) Uji kualitas program

Uji kualitas program dilakukan dengan menjalankan program pada mesin dengan standar dan persyaratan kerja tertentu yang ditetapkan, seperti pemasangan benda kerja, pengesetan titik nol mesin, dan sebagainya. Uji kualitas program dilaksanakan setelah uji jalan program, uji lintasan pahat, dan uji kompensasi pahat dilakukan.

Kualitas program dilihat dari dua segi, yaitu:

(1) Teknis

Kualitas teknis artinya bahwa program disusun dengan data teknologi pemesinan sesuai ketentuan, dan kualitas produk yang dihasilkan sesuai standar yang diminta.

(2) Ekonomis

Kualitas ekonomis artinya bahwa program tersebut dapat menghasilkan produk dengan kualitas standar dengan biaya minimal, misalnya jumlah produk yang dihasilkan per satuan waktu dan per satuan pahat/alat potong lebih banyak.

e) Analisis kesalahan produk

Analisis kesalahan perlu dilakukan apabila terjadi penyimpangan kualitas produk dari standar yang ditetapkan. Analisis dilakukan terhadap:

(1) Kesalahan dimensi dan penyebabnya

(2) Kesalahan posisi dan penyebabnya

(3) Kesalahan kualitas permukaan dan penyebabnya.

c. Rangkuman 6

1) Tujuan uji coba program CNC adalah

a) Memastikan bahwa program CNC tidak membahayakan jika dijalankan

- b) Untuk mengetahui kualitas produk yang dihasilkan
- 2) Prosedur atau urutan uji coba program adalah
 - a) Uji jalan program, untuk mengetahui:
 - (1) Kesalahan format dan bahasa pemrograman
 - (2) Kesalahan ketik saat pemasukan data secara manual
 - (3) Kesalahan pembacaan pada pemasukan data melalui media penyimpan data atau melalui kabel
 - b) Uji lintasan pisau/alat potong, untuk mengetahui:
 - (1) Kesalahan arah gerak pahat
 - (2) Kesalahan jenis gerak
 - c) Uji data kompensasi pahat
 - d) Uji kualitas program
 - e) Analisis kesalahan produk, meliputi
 - (1) Kesalahan dimensi
 - (2) Kesalahan posisi
 - (3) Kesalahan kualitas permukaan

d. Tugas 6

- 1) Pilih salah satu program CNC, masukkan ke memori mesin CNC yang sesuai.
- 2) Coba lakukan tes jalan program. Dapatkah program dibaca sampai selesai? Jika tidak coba identifikasi penyebabnya, dan perbaiki.
- 3) Jika program dapat terbaca sampai selesai, coba lakukan uji lintasan pahat menggunakan pentograf
- 4) Amati adakah gerakan pahat yang tidak seharusnya. Jika terjadi salah gerakan, coba identifikasi letak kesalahannya!
- 5) Lakukan pembetulan terhadap bagian program yang salah

- 6) Lakukan uji data kompensasi setiap pahat yang digunakan dengan pengukuran ketepatan posisi

e. Tes Formatif 6

- 1) Uji coba program dilakukan untuk mendapatkan;
 - a. data kualitas program
 - b. data durasi program
 - c. data keamanan operasional program
 - d. jawaban a, b, dan c benar semua
- 2) Kesalahan ketik saat pemasukan program dapat diketahui dengan;
 - a. uji jalan program
 - b. uji coba program
 - c. uji coba produk
 - d. kualitas produk yang dihasilkan
- 3) Untuk mengetahui ketepatan posisi permukaan pahat dilakukan;
 - a. uji kompensasi pahat
 - b. Uji lintasan pahat
 - c. uji coba program
 - d. jawaban a, b, c, dan d benar
- 4) Untuk mengetahui gerakan pahat retalif terhadap benda kerja dilakukan;
 - a. uji kompensasi pahat
 - b. uji jalan program
 - c. uji lintasan pahat (dry-run)
 - d. jawaban a, b, c, dan d benar semua
- 5) Langkah terakhir dalam uji coba program adalah;
 - a. menjalankan program
 - b. analisis kesalahan produk
 - c. uji coba produk
 - d. jawaban a, b, c, dan d benar
- 6) Analisis kesalahan produk dilakukan jika terjadi;
 - a. kesalahan dimensi

- b. kesalahan posisi
 - c. kesalahan kualitas permukaan
 - d. semua jawaban benar
- 7) Kualitas program CNC dalam segi teknis artinya;
- a. data teknologi pemesinan sesuai standar
 - b. kualitas produk yang dihasilkan sesuai standar
 - c. struktur proses pemesinan sesuai standar
 - d. semua jawaban benar

f. Kunci jawaban tes formatif 6

No. 1: d, 2: a, 3: a, 4: c, 5: b, 6: d, 7: d

g. Lembar Kerja 6

Uji Coba Program

1) Persiapan

Siapkan peralatan sebagai berikut:

- a) Program CNC untuk mesin bubut.
- b) Blok ukur tebal 5 mm
- c) Benda kerja diameter 30 mm panjang 150 mm
- d) Pahat sisi kanan, pahat alur, dan pahat ulir
- e) Lembar tabel data kompensasi pahat
- f) Mikrometer dan jangka sorong

2) Keselamatan Kerja

- a) Pada saat memasang pahat hati-hati dengan bagian yang tajam
- b) Gunakan putaran poros utama sesuai standar
- c) Sebelum program dijalankan, cek kembali bahwa benda kerja dan pahat telah terikat dengan kuat

3) Langkah Kerja Uji Coba Program

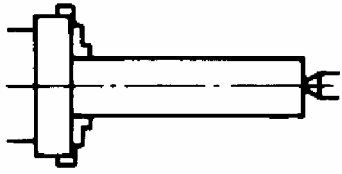
- a) Siapkan peralatan yang akan digunakan
- b) Masukkan program CNC yang telah disiapkan dalam lembar kerja ini ke memori mesin

Program Membubut poros bertingkat

N	G	X	Z	F	H	Keterangan
01	92	2900	100			
02	M03					
03	00	2700	100			
04	84	2000	-3700	60	50	
05	00	2000	100			
06	84	1500	-2000	60	50	
07	00	1500	100			
08	01	1500	-2000	50		
09	01	2000	-2000	50		
10	01	2000	-3700	50		
11	01	2700	-3700	50		
12	00	4000	-1600			
13	M06	.....	.....	T02		
14	00	1550	-1600			
15	86	1300	-2000	10	300	
16	00	4000	-1600			
17	M06	.....	.....	T02		
18	00	1520	100			
19	78	1320	-1700	100	10	
20	00	4000	100			
21	M06	00	00	T02		
22	M05					
23	00	2900	100			
24	M30					

- c) Lakukan uji jalan program dengan menekan tombol "-" (negatif)
- d) Lakukan uji lintasan pahat, langkahnya:
 - (1) Pasang pentograf (cara memasang pentograf mintalah petunjuk guru)
 - (2) Pilih mode layanan CNC
 - (3) Atur putaran poros utama pada putaran paling rendah
 - (4) Jalankan program

- e) Perhatikan jalan lintasan pahat baik melalui gerakan langsung atau melalui garis lintasan yang tergambar pada pentograf
- e) Lakukan perbaikan jika terjadi lintasan gerak pahat yang keliru, kemudian lakukan kembali uji lintasan pahat
- g) Pasang benda kerja dengan teknik pemasangan seperti ditunjukkan gambar pemasangan benda kerja berikut ini.

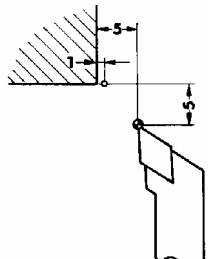
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pasang benda kerja dengan datum pelat cekam 2. Ujung bebas benda kerja didukung senter putar 3. Putar benda kerja, jika oleng perbaiki pencekaman
---	--

h) Lakukan uji kompensasi pahat dengan langkah:

- (1) Masukkan program berikut, kemudian jalankan program per blok:

N	G	X	Z	F	H	Keterangan
01	92	3200	100			
02	00	4000	500			Posisi pahat sisi kanan
03	M06	Kompensasi pahat alur	Kompensasi pahat alur	T02		
04	00	4000	500			Posisi pahat alur
05	M06	Kompensasi pahat ulir	Kompensasi pahat ulir	T02		
06	00	4000	500			Posisi pahat ulir
07	M06	00	00	T02		Pahat sisi kanan
08	M30					

i) Ukur jarak posisi pahat sisi kanan, pahat alur, dan pahat ulir

	<ul style="list-style-type: none"> - Ukur jarak posisi pahat kanan 5 mm dari ujung benda kerja menggunakan blok ukur tebal 5 mm - Lakukan juga untuk pahat alur (N 04) dan pahat ulir (N 06) - Jika jarak posisi pahat kurang atau lebih dari 5mm, lakukan penyesuaian angka kompensasi pahat
---	--

- j) Jika jarak posisi pahat sudah sesuai, jalankan program yang diuji coba.
- k) Periksa kualitas benda kerja (produk) hasil uji coba, kemudian bandingkan kualitasnya dengan standar yang ditentukan
- l) Jika belum sesuai lakukan analisis kesalahan dan penyebabnya, perbaiki program, dan jalankan kembali program uji coba.

7. Kegiatan Belajar 7

Menginstruksi Operator Mesin

a. Tujuan Kegiatan Pemelajaran 7

Kegiatan belajar 7 bertujuan agar peserta diklat dapat:

- 1) Mengetahui prosedur pembuatan instruksi untuk operator
- 2) Mengetahui isi instruksi untuk operator
- 3) Membuat instruksi untuk operator sesuai standar

b. Uraian Materi 7

1) Fungsi Instruksi untuk Operator

Instruksi operator berisi sejumlah perintah dan informasi yang harus diikuti. Instruksi untuk Operator berfungsi:

- a) Sebagai panduan dalam mengoperasikan mesin CNC
- b) Mengontrol proses pengoperasian standar, mengontrol kualitas proses dan produk, dan kontrol atas tindakan keamanan dan keselamatan kerja.
- c) Membatasi kesalahan akibat kelalaian operator mesin CNC

2) Ruang lingkup instruksi

a) Instruksi pemasangan benda kerja

Benda kerja dipasang dan di set sesuai tata letak (lay-out) yang ditunjukkan standar pemasangan

b) Instruksi pemasangan alat potong

Alat potong dipasang dan diset sesuai standar pemasangan, data kompensasi alat potong dimasukkan (diset) dalam program CNC yang digunakan.

c) Instruksi pemeriksaan awal

Pemeriksaan awal dilakukan dalam rangka untuk memastikan akan keamanan dan keselamatan saat program CNC dijalankan

pada mesin. Pemeriksaan dilakukan terhadap program, sistem, alat, atau keadaan untuk menjaga keselamatan operasi mesin.

c. Rangkuman 7

Instruksi untuk Operator berfungsi:

- 1) Sebagai panduan dalam mengoperasikan mesin CNC
- 2) Mengontrol langkah pengoperasian mesin CNC, dan keamanan dan keselamatan kerja.
- 3) Mencegah kesalahan akibat kelalaian operator mesin CNC

Ruang lingkup instruksi

- a) Instruksi pemasangan benda kerja
- b) Instruksi pemasangan alat potong
- c) Instruksi pemeriksaan awal

d. Tugas 7

- 1) Identifikasi langkah-langkah uji coba program dari awal mulai sampai akhir
- 2) Amati apakah langkah tersebut sudah benar urutan dan sudah disertai standar pekerjaan?
- 3) Coba tuangkan dalam bentuk kalimat ringkas dan mudah dimengerti
- 4) Buatlah langkah kerja tersebut dalam bentuk kalimat perintah
- 5) Buat pula standar pelaksanaan untuk setiap perintah.

e. Tes Formatif 7

- 1) Sebutkan fungsi instruksi untuk operator mesin
- 2) Sebutkan ruang lingkup instruksi untuk operator

- 3) Dapatkah instruksi untuk operator mesin dipakai untuk mengontrol kualitas produk? Jelaskan!

f. Kunci jawaban tes formatif 7

- 1) Fungsi instruksi untuk operator mesin meliputi tiga hal, masing-masing adalah:
 - a) Sebagai panduan dalam mengoperasikan mesin CNC
 - b) Mengontrol proses pengoperasian standar, mengontrol kualitas proses dan produk, dan kontrol atas tindakan keamanan dan keselamatan kerja.
 - c) Membatasi kesalahan akibat kelalaian operator mesin CNC
- 2) Ruang lingkup instruksi untuk operator meliputi:
 - a) Instruksi pemasangan benda kerja
 - b) Instruksi pemasangan alat potong
 - c) Instruksi pemeriksaan awal
- 3) Instruksi untuk operator mesin dapat dipakai mengontrol kualitas produk, karena instruksi tersebut berisi perintah melaksanakan tahap-tahap tertentu dari rangkaian langkah pengoperasian suatu program CNC disertai standar operasi yang ditetapkan, yang dapat menjamin tercapainya kualitas produk yang diinginkan

g. Lembar Kerja 7

Instruksi untuk Operator

- 1) Persiapan
Siapkan peralatan sebagai berikut:
 - a) Program CNC untuk mesin bubut.
 - b) Blok ukur tebal 5 mm
 - c) Benda kerja diameter 30 mm panjang 150 mm
 - d) Pahat sisi kanan, pahat alur, dan pahat ulir
 - e) Lembar tabel data kompensasi pahat

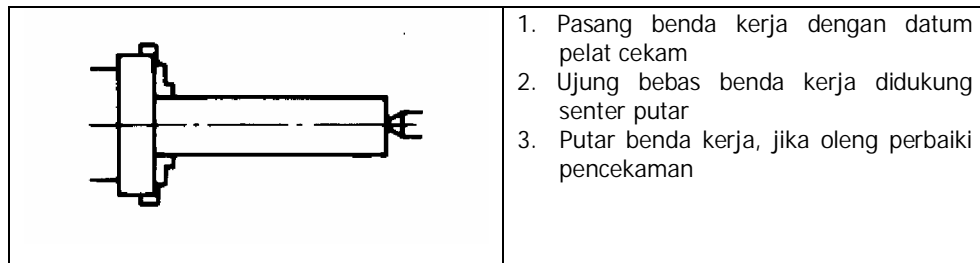
- f) Mikrometer dan jangka sorong
- 2) Keselamatan Kerja
- Pada saat memasang pahat hati-hati dengan bagian yang tajam
 - Gunakan putaran poros utama sesuai standar
 - Sebelum program dijalankan, cek kembali bahwa benda kerja dan pahat telah terikat dengan kuat
- 3) Langkah Kerja Uji Coba Program
- Siapkan peralatan yang akan digunakan
 - Masukkan program CNC yang telah disiapkan dalam lembar kerja ini ke memori mesin

Program Membubut poros bertingkat

N	G	X	Z	F	H	Keterangan
01	92	2900	100			
02	M03					
03	00	2700	100			
04	84	2000	-3700	60	50	
05	00	2000	100			
06	84	1500	-2000	60	50	
07	00	1500	100			
08	01	1500	-2000	50		
09	01	2000	-2000	50		
10	01	2000	-3700	50		
11	01	2700	-3700	50		
12	00	4000	-1600			
13	M06	.....	.....	T02		
14	00	1550	-1600			
15	86	1300	-2000	10	300	
16	00	4000	-1600			
17	M06	.....	.....	T02		
18	00	1520	100			
19	78	1320	-1700	100	10	
20	00	4000	100			
21	M06	00	00	T02		
22	M05					
23	00	2900	100			
24	M30					

- Lakukan uji jalan program dengan menekan tombol "-" (negatif)

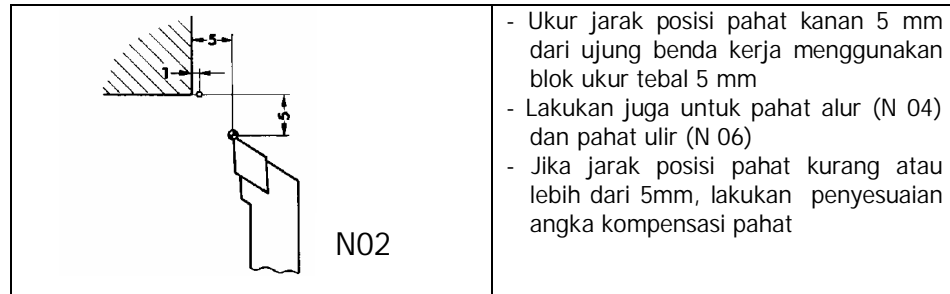
- d) Lakukan uji lintasan pahat, langkahnya:
- (1) Pasang pentograf (cara memasang pentograf mintalah petunjuk guru)
 - (2) Pilih mode layanan CNC
 - (3) Atur putaran poros utama pada putaran paling rendah
 - (4) Jalankan program
- e) Perhatikan jalan lintasan pahat baik melalui gerakan langsung atau melalui garis lintasan yang tergambar pada pentograf
- f) Lakukan perbaikan jika terjadi lintasan gerak pahat yang keliru, kemudian lakukan kembali uji lintasan pahat
- f) Pasang benda kerja dengan teknik pemasangan seperti ditunjukkan gambar pemasangan benda kerja berikut



- h) Lakukan uji kompensasi pahat dengan langkah:
- (1) Masukkan program berikut, kemudian jalankan program per blok:

N	G	X	Z	F	H	Keterangan
01	92	3200	100			
02	00	4000	500			Posisi pahat sisi kanan
03	M06	Kompensasi pahat alur	Kompensasi pahat alur	T02		
04	00	4000	500			Posisi pahat alur
05	M06	Kompensasi pahat ulir	Kompensasi pahat ulir	T02		
06	00	4000	500			Posisi pahat ulir
07	M06	00	00	T02		Pahat sisi kanan
08	M30					

i) Ukur jarak posisi pahat sisi kanan, pahat alur, dan pahat ulir



j) Jika jarak posisi pahat sudah sesuai, jalankan program yang diuji coba.

k) Periksa kualitas benda kerja (produk) hasil uji coba, kemudian bandingkan kualitasnya dengan standar yang ditentukan

l) Jika belum sesuai lakukan analisis kesalahan dan penyebabnya, perbaiki program, dan jalankan kembali program uji coba.

8. Kegiatan Belajar 8

Mengganti Pahat Bubut yang Rusak

a. Tujuan Kegiatan Pemelajaran 8

Kegiatan belajar 8 bertujuan agar peserta diklat dapat:

- 1) Mengidentifikasi pahat yang rusak
- 2) Mengetahui cara mengganti pahat yang rusak
- 3) Mengganti pahat yang rusak sesuai standar operasi

b. Uraian Materi 8

1) Pengertian Umum

Pahat rusak adalah pahat yang jika digunakan untuk menyayat dengan data teknologi pemesinan yang sesuai tetap tidak mampu menghasilkan standar kualitas permukaan yang seharusnya. Pahat demikian tidak bisa digunakan lagi. Kerusakan pahat biasanya terjadi pada mata pahat. Tanda kerusakan mata pahat dapat diketahui dari:

- a) Berubahnya bentuk tatal
- b) Berubahnya dimensi dan kualitas permukaan produk
- c) Timbul bunyi yang tidak semestinya saat operasi penyayatan berlangsung
- d) Perubahan bentuk fisik pahat dari standar.

2) Penyebab Kerusakan

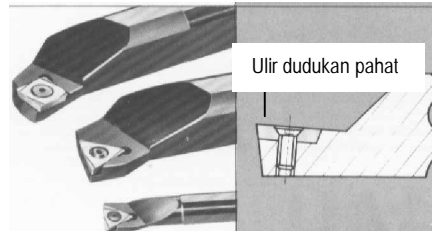
Kerusakan pahat dapat disebabkan oleh:

- a) Aus akibat gesekan dengan tatal dan panas penyayatan selama pemakaian
- b) Retak-retak (grimpil) karena gaya penyayatan dan beban sayat yang tidak merata
- c) Bertabrakan dengan benda kerja atau komponen lain akibat kesalahan gerak atau sebab lain

3) Konstruksi pahat bubut

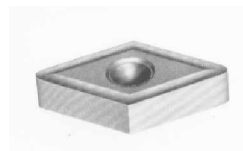
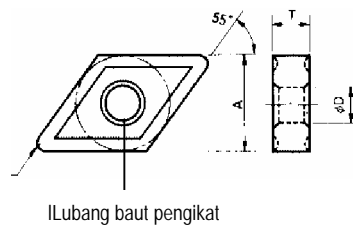
Konstruksi pahat bubut terdiri dari :

a) Pemegang pahat (toolholder)



Pemegang pahat
Pada dudukan mata pahat (tool insert) terdapat lubang ulir untuk mengikat pahat

b) Mata pahat tempel (tool insert)



Mata Pahat

Mata pahat (tool insert)
Mata pahat mempunyai sejumlah mata potong yang bisa dipakai setelah salah satu mata potong rusak. Mata pahat memiliki lubang baut untuk mengikat mata pahat

c) Cara memasang mata pahat

Mata pahat ditempelkan pada dudukannya di pemegang pahat yang khusus untuk mata pahat yang bersangkutan. Mata pahat diikat dengan pemegang pahat menggunakan baut pengikat dengan lubang ulir pada dudukan mata pahat.

c. Rangkuman 8

1) Pahat rusak adalah pahat yang secara teknis tidak bisa digunakan.

Tanda kerusakan pahat dapat diketahui dari;

- Perubahan bentuk tatal,
- Perubahan ukuran produk,
- Perubahan kualitas permukaan, dan
- Perubahan bentuk fisik

- 2) Penyebab kerusakan pahat adalah, aus, retak, dan patah
- 3) Konstruksi pahat adalah:
 - a) Pemegang pahat
 - b) Mata pahat
- 4) Mata pahat dipasang pada dudukannya di pemegang pahat menggunakan baut pengikat

d. Tugas 8

- 1) Amati mata pahat yang digunakan. Berapa mata potong yang dimiliki setiap mata pahat?
- 2) Identifikasi salah satu pahat bubut yang digunakan. Adakah tanda terjadi retak dan perubahan bentuk fisik yang menonjol?
- 3) Siapkan pahat sisi kanan pada posisi siap diganti. Coba lepas mata pahatnya. Pasanglah kembali pahat sisi kanan dengan menukarkan mata potongnya.

e. Tes Formatif 8

- 1) Pahat bubut rusak adalah;
 - a. pahat tidak bisa menghasilkan kualitas permukaan standar
 - b. pahat tidak dipakai lagi
 - c. pahat yang sudah lama dipakai
 - d. jawaban a, b, dan c benar semua
- 2) Pahat rusak dapat disebabkan;
 - a. tabrakan
 - b. aus akibat pemakaian
 - c. pembebanan berlebihan
 - d. jawaban a, b, c, dan d benar semua

- 3) Tanda-tanda pahat rusak adalah;
 - a. bentuk benda berubah
 - b. beban berubah
 - c. bentuk fisik pahat berubah
 - d. jawaban a, b, c, dan d benar semua
- 4) Kerusakan pahat terutama dialami oleh;
 - a. pemegang pahat
 - b. mata potong pahat
 - c. mata pahat
 - d. jawaban a, b, c, dan d benar semua
- 5) Mengatur pemasangan pahat setinggi senter berlaku;
 - a. untuk pahat dalam
 - b. untuk pahat luar
 - c. untuk mata bor
 - d. jawaban a, b, c, dan d benar semua
- 6) Mengatur pahat dalam setinggi senter dilakukan dengan;
 - a. mengendorkan tiga baut
 - b. menambah plat penyisip
 - c. memutar pemegang pahat
 - d. semua jawaban benar
- 7) Mengganti pahat dilakukan dengan;
 - a. mengganti mata pahat
 - b. mengganti mata potong
 - c. melepas baut pengikat pahat
 - d. semua jawaban benar

f. Kunci jawaban tes formatif 8

No. 1: a, 2: d, 3: c, 4: b, 5: d, 6: a, 7: d

g. Lembar Kerja 8

Mengganti pahat bubut rusak

1) Persiapan.

Siapkan peralatan sebagai berikut:

- a) pahat sisi kanan, pahat alur, pahat ulir luar, pahat dalam, mata bor
- b) Kunci L ukuran 5 mm dan 3 mm
- c) Senter tetap
- d) Benda kerja (pendek, panjang)
- e) Kunci cekam
- f) Kain pembersih (lap)

2) Keselamatan Kerja

- a) Pada saat memasang pahat, hati-hati terhadap ketajaman pahat atau plat penyisip.
- b) Jangan gunakan kunci L yang sudah rusak bentuk sudutnya
- c) Bersihkan dudukan mata pahat pada pemegang (tool-holder) dari beram dan kotoran lain sebelum dipasang mata pahat

3) Langkah kerja mengganti pahat

- a) Siapkan peralatan yang akan digunakan
- b) Siapkan pahat yang akan dipasang, dan bersihkan pemegang dan dudukan pahat dengan kain lap
- c) Lepas mata pahat dari dudukannya di pemegang pahat dengan membuka baut pengikat pahat
- d) Pasang kembali mata pahat dengan posisi mata potong standar
Cek ketinggian pahat apakah sudah setinggi senter

- e) Jika belum tepat perbaiki pemasangannya dengan menambah atau mengurangi ketebalan plat penyisip (ganjal pahat)
- f) Cek kembali ketinggian pahat, jika sudah tepat keraskan baut-baut penekannya.

BAB III

EVALUASI

A. SOAL EVALUASI

Jawablah pertanyaan berikut dengan singkat

1. Sebutkan faktor-faktor yang menentukan kualitas benda kerja
2. Sebutkan informasi dalam gambar kerja yang menentukan kualitas produk yang diharapkan
3. Sebutkan satu persyaratan yang harus dipenuhi dalam memasang benda kerja!
4. Uraikan cara yang dapat digunakan agar pemasangan benda kerja dapat berlangsung secara cepat
5. Apakah syarat yang harus dipenuhi dalam memasang ragam pada meja mesin freis?
6. Data-data apakah yang harus disertakan pada setiap alat potong yang akan digunakan pada mesin CNC? Sebutkan!
7. Sebutkan alat yang dapat digunakan sebagai titik/bidang referensi memperoleh data kompensasi pahat!
8. Apa fungsi tombol darurat pada mesin CNC ?
9. Apakah fungsi bidang datum dalam pemasangan benda kerja?
10. Jelaskan urutan kerja dalam mengganti alat potong yang rusak

Kerjakan instruksi berikut pada mesin

1. Tempatkan pisau freis sisi muka hingga sedikit menyentuh bidang atau titik referensi. Atur angka penunjukan menjadi "0" (nol). Lakukan hal yang sama dengan menggunakan pisau diameter 16 mm. Adakah nilai Z juga "0" (nol)? Jika tidak mengapa demikian?
2. Tempatkan pahat bubut pada posisi awal program jalan. Jarak atau kelonggaran pahat dengan benda kerja 5 mm
3. Tempatkan pisau freis pada posisi awal program jalan. Jarak atau kelonggaran pisau dengan benda kerja 5 mm

B. KUNCI JAWABAN

1. Faktor yang menentukan kualitas benda kerja adalah; kualitas dimensi, kualitas posisi, dan kualitas permukaan hasil pemesinan
2. Informasi dalam gambar kerja yang menentukan kualitas produk adalah:
 - a. Nilai toleransi dimensi
 - b. Simbol kualitas permukaan
 - c. Toleransi posisi
3. Syarat memasang pahat bubut adalah: mata potong pahat bubut harus setinggi senter mesin bubut.
4. Syarat memasang ragum freis adalah: Bibir ragum yang tidak bergerak harus sejajar dengan salah satu sumbu meja mesin, dipilih apakah sumbu memanjang atau sumbu melintang
5. Data yang disertakan dalam alat potong adalah: Radius (D), Kecepatan putaran (S), Kecepatan asutan (F), dan kedalaman penyayatan (t)
6. Langkah kerja memutar sumbu utama pada putaran ± 700 rpm adalah: (1) putar saklar utama pada posisi "ON" (manual), (2) atur jumlah putaran menggunakan saklar pengatur putaran sumbu utama.
7. Fungsi tombol darurat adalah: Untuk mematikan pengoperasian mesin secara cepat apabila dijumpai hal-hal yang membahayakan mesin, alat, atau operator
8. Untuk mematikan mesin dengan segera apabila terjadi hal yang dapat membahayakan mesin, peralatan, maupun operator.
9. Fungsi bidang datum dalam pemasangan benda kerja adalah sebagai patokan (basis) untuk meletakkan benda kerja pada saat pemasangan maupun dalam mengeset penempatan pahat pada posisi awal jalan.
10. Urutan mengganti alat potong adalah:

Siapkan alat potong pengganti, lepas alat potong yang rusak, dan gantilah dengan yang baru.

C. KRITERIA KELULUSAN

Jenis Soal	Jumlah	Skor maksimum		Skor Batas Lulus	
		Tiap soal	Total	Tiap soal	Total
Uraian singkat	10	10	100	7	70
Praktik	3	100	300	80	240

Nilai teori = total skor teori yang dicapai : 10

Nilai praktik = total scor praktik yang dicapai : 3

Batas kelulusan : Nilai teori = 70

: Nilai praktik = 80

Kategori Kelulusan:

70 – 79 : Memenuhi kriteria minimal. Dapat bekerja dengan bimbingan.

80 – 89 : Memenuhi kriteria minimal. Dapat bekerja tanpa bimbingan.

90 – 100 : Di atas kriteria minimal. Dapat bekerja tanpa bimbingan.

BAB IV

PENUTUP

Peserta diklat yang telah memenuhi syarat batas kelulusan minimal untuk bidang teori maupun praktik dinyatakan lulus dan telah memiliki kompetensi di bidang mengeset mesin dan program pada mesin CNC. Kepada peserta diklat yang bersangkutan dapat melanjutkan program mempelajari kompetensi selanjutnya melalui modul M7. 16 A. Sedangkan peserta diklat yang dinyatakan belum lulus harus mengulang kembali modul ini dan belum diperkenankan untuk mempelajari modul selanjutnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Emco Maier & Cc. (1988). Petunjuk pemrograman TU-2A. Hallein, Austria: Friedmann-Maier.
- Emco Maier & Cc. (1988). Petunjuk pemrograman TU-3A. Hallein, Austria: Friedmann-Maier.
- Taufiq Rochim. (1993). Teori & teknologi proses pemesinan. Jakarta: Higher Education Development Support Project.