

**KODE MODUL**

**M7.28A**



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

## **MENGOPERASIKAN MESIN CNC (DASAR)**



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

**2004**

**KODE MODUL**

**M7.28A**



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

## **MENGOPERASIKAN MESIN CNC (DASAR)**

**PENYUSUN  
TIM FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA**

**BAGIAN PROYEK PENGEMBANGAN KURIKULUM  
DIREKTORAT PENDIDIKAN MENENGAH KEJURUAN  
DIREKTORAT JENDERAL PENDIDIKAN DASAR DAN MENENGAH  
DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL  
2004**

## KATA PENGANTAR

Modul Mengoperasikan Mesin CNC (Dasar) 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 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

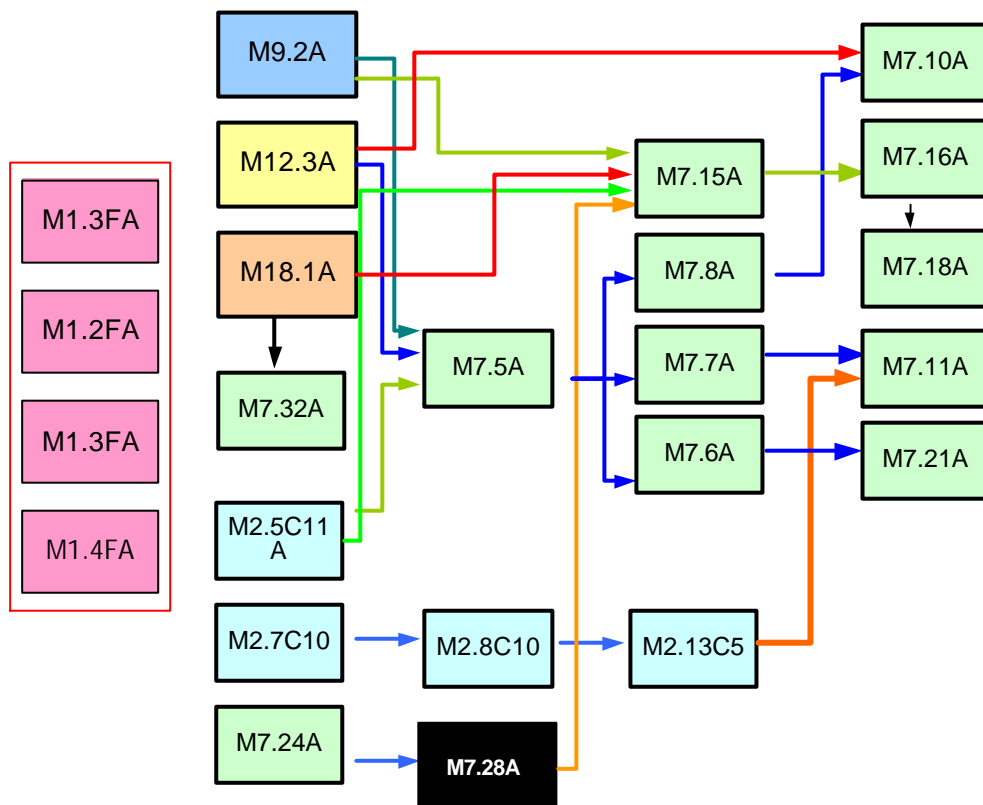
	Halaman
SAMPUL .....	i
HALAMAN FRANCIS .....	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI .....	iv
PETA KEDUDUKAN MODUL.....	vi
GLOSSARIUM.....	viii
BAB I PENDAHULUAN .....	1
A. DESKRIPSI.....	1
B. PRASYARAT .....	1
C. PETUNJUK PENGGUNAAN MODUL .....	1
1. Bagi Guru .....	1
2. Bagi Siswa .....	2
D. TUJUAN AKHIR .....	2
E. KOMPETENSI .....	3
F. CEK KEMAMPUAN .....	6
BAB II PEMELAJARAN.....	7
A. RENCANA BELAJAR PESERTA DIKLAT .....	7
B. KEGIATAN BELAJAR.....	8
1. Kegiatan Belajar 1 Instruksi Kerja Mengoperasikan Mesin Bubut CNC .....	8
a. Tujuan Kegiatan .....	8
b. Uraian Materi .....	8
c. Rangkuman.....	10
d. Tugas.....	10
e. Tes Formatif.....	11
f. Kunci Jawaban Tes Formatif .....	12
g. Lembar kerja.....	12
2. Kegiatan Belajar 2 Instruksi Kerja Mengoperasikan Mesin Frais CNC.....	15
a. Tujuan Kegiatan .....	15
b. Uraian Materi .....	15
c. Rangkuman.....	17
d. Tugas.....	17
e. Tes Formatif.....	18
f. Kunci Jawaban Tes Formatif .....	19
g. Lembar kerja.....	19

3. Kegiatan Belajar 3 Melakukan Pemeriksaan Awal .....	22
a. Tujuan Kegiatan .....	22
b. Uraian Materi .....	22
c. Rangkuman.....	23
d. Tugas.....	24
e. Tes Formatif.....	24
f. Kunci Jawaban Tes Formatif .....	26
g. Lembar kerja.....	26
4. Kegiatan Belajar 4 Mengoperasikan Mesin Bubut CNC .....	28
a. Tujuan Kegiatan .....	28
b. Uraian Materi .....	28
c. Rangkuman.....	31
d. Tugas.....	32
e. Tes Formatif.....	32
f. Kunci Jawaban Tes Formatif .....	33
g. Lembar kerja.....	34
5. Kegiatan Belajar 5 Mengoperasikan Mesin Frais CNC .....	38
a. Tujuan Kegiatan .....	38
b. Uraian Materi .....	38
c. Rangkuman.....	41
d. Tugas.....	42
e. Tes Formatif.....	42
f. Kunci Jawaban Tes Formatif .....	43
g. Lembar kerja.....	43
BAB III EVALUASI.....	47
A. PERTANYAAN.....	47
B. KUNCI JAWABAN.....	47
C. KRITERIA KELULUSAN .....	48
BAB IV PENUTUP.....	49
DAFTAR PUSTAKA .....	50

## 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.

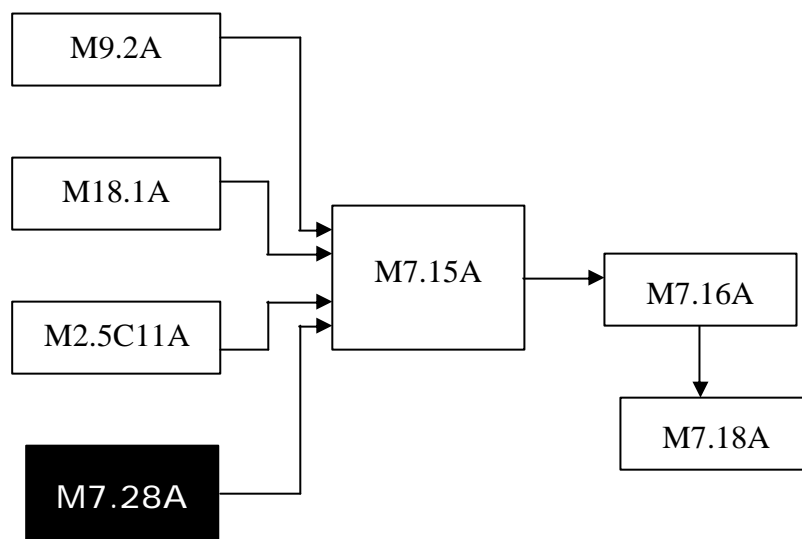


#### Keterangan:

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	Mengeset mesin dan program mesin NC/CNC (dasar)
M2.8C10	Melakukan perhitungan - lanjut	M7.10A	Mengerinda pahat dan alat potong
M2.13C5	Melakukan perhitungan matematis	M7.11A	Mengefrais (kompleks)
M9.2A	Membaca gambar teknik	M7.21A	Membubut (kompleks)
<b>M7.28A</b>	<b>Mengoperasikan mesin NC/CNC (dasar)</b>	M7.16A	Mengeset 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***

- NC : (*Numerically Contro*)  
Suatu sistem pengendali otomatis yang bekerjanya menggunakan kode-kode huruf dan angka
- CNC : (*Computer Numerically Contro*)  
Suatu sistem pengendali otomatis yang bekerja menggunakan kode huruf dan angka, yang didalamnya terdapat sistem komputer
- Mesin CNC : 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 Mengoperasikan Mesin CNC. (Dasar) Kompetensi ini terdiri dari beberapa sub kompetensi, yaitu; memahami instruksi kerja, melakukan pemeriksaan awal, mengoperasikan mesin CNC, dan pengawasan mesin/proses. Kompetensi ini merupakan salah satu dari 20 jenis kompetensi bidang teknik pemesinan.

## **B. PRASYARAT**

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 dalam mengoperasikan mesin CNC yang meliputi memahami instruksi kerja, melakukan pemeriksaan awal, menjalankan program CNC, dan mengawasi proses produksi.

## E. KOMPETENSI

SUB KOMPETENSI	KRITERIA KINERJA	LINGKUP BELAJAR	MATERI POKOK PEMELAJARAN		
			SIKAP	PENGETAHUAN	KETERAMPILAN
1. Memahami instruksi kerja	<ul style="list-style-type: none"> <li>☒ Lembar kerja atau perintah sejenis dapat dipahami dan diterapkan/</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>☒ Instruksi kerja</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>☒ Memahami instruksi kerja</li> </ul>	
2. Melakukan pemeriksaan awal	<ul style="list-style-type: none"> <li>☒ Pemeriksaan awal dilakukan sesuai prosedur operasi standar.</li> <li>☒ Prosedur keselamatan kerja diamati dan peralatan keselamatan kerja untuk operasional diperiksa.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>☒ Pemeriksaan awal</li> <li>☒ Keselamatan dan kesehatan kerja</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>☒ Memahami pemeriksaan awal</li> <li>☒ Memahami keselamatan dan kesehatan kerja</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>☒ Melaksanakan pemeriksaan awal</li> </ul>

SUB KOMPETENSI	KRITERIA KINERJA	LINGKUP BELAJAR	MATERI POKOK PEMELAJARAN		
			SIKAP	PENGETAHUAN	KETERAMPILAN
3. Mengoperasikan mesin CNC/NC	<ul style="list-style-type: none"> <li>✍ Program NC/CNC yang terpasang dengan instruksi kerja dipilih dan dipastikan pemakaiannya.</li> <li>✍ Mesin NC/CNC dioperasikan dengan aman untuk membuat produk sesuai dengan spesifikasi menurut prosedur operasi standar.</li> <li>✍ Kesalahan fungsi mesin diidentifikasi dan dilaporkan</li> <li>✍ Pemeriksaan contoh benda yang diproduksi untuk pemeriksaan berdasar spesifikasi dilakukan berdasar-kan operasi standar.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✍ Memeriksa program NC/CNC</li> <li>✍ Mengoperasikan mesin NC/CNC berdasarkan prosedur operasi standar.</li> <li>✍ Identifikasi kesalahan fungsi mesin yang terdeteksi berdasarkan prosedur operasi standar.</li> <li>✍ Pemeriksaan benda hasil pekerjaan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✍ Mengoperasikan mesin NC/CNC berdasarkan prosedur operasi standar.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✍ Memahami cara me-meriksa program NC/CNC</li> <li>✍ Mengidentifikasi kesa-lahan fungsi mesin berdasarkan prosedur operasi standar.</li> <li>✍ Memahami pemeriksa-an benda hasil peker-jaan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✍ Mengoperasikan mesin NC/CNC berda-sarkan prosedur operasi standar.</li> <li>✍ Melaksanakan peme-riksaan benda hasil pekerjaan</li> </ul>

SUB KOMPETENSI	KRITERIA KINERJA	LINGKUP BELAJAR	MATERI POKOK PEMELAJARAN		
			SIKAP	PENGETAHUAN	KETERAMPILAN
4. Pengawasan mesin/proses	<ul style="list-style-type: none"> <li>☒ Keausan alat, dan bila diperlukan, penggantian perkakas, mengidentifikasi tools offsets pada program NC/CNC dan disesuaikan atau tindakan koreksi lainnya berdasarkan prosedur operasi standar dapat diawasi.</li> <li>☒ Deviasi produk dari spesifikasi dilaporkan berdasarkan prosedur operasi standar dapat dilaporkan.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>☒ Pengawasan keausan alat</li> <li>☒ Penggantian perkakas</li> <li>☒ Identifikasi tools offsets</li> <li>☒ Memperbaiki kesalahan</li> <li>☒ Deviasi benda hasil pekerjaan</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>☒ Memahami keausan alat</li> <li>☒ Memahami penggantian perkakas</li> <li>☒ Mengidentifikasi tools offsets</li> <li>☒ Memahami perbaikan kesalahan program</li> <li>☒ Memahami deviasi benda hasil pekerjaan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>☒ Mengganti perkakas</li> <li>☒ Memperbaiki kesalahan-an program dan penyetelan alat</li> </ul>

## 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 instruksi kerja	Saya memahami instruksi mengoperasikan mesin CNC			Tes Formatif 1
Melakukan pemeriksaan awal	Saya bisa memeriksa pengesetan 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

#### **Kompetensi : Mengoperasikan Mesin CNC**

Rencana belajar untuk mencapai kompetensi Mengoperasikan Mesin CNC, disusun menggunakan basis atau acuan mesin CNC merk EMCO tipe *training*, yang meliputi TU-2A (mesin bubut) dan TU-3A (mesin freis). Materi kegiatan belajar terlihat pada berikut ini.

#### Rencana Kegiatan Mengoperasikan Mesin CNC

Jenis Kegiatan	Tanggal	Waktu	Tempat Belajar	Alasan Perubahan	Tanda Tangan Guru
Memahami instruksi kerja		20 Jam			
Melakukan pemeriksaan awal		10 Jam			
Mengoperasikan mesin bubut CNC		20 jam			
Mengoperasikan mesin freis CNC		20 Jam			
Pengawasan mesin/proses		10 jam			

## **B. KEGIATAN BELAJAR**

### **1. Kegiatan Belajar 1**

#### **Instruksi kerja mengoperasikan mesin bubut CNC**

##### **a. Tujuan Kegiatan Pemelajaran 1**

Kegiatan belajar 1 bertujuan agar siswa dapat:

- 1) Mengetahui bentuk dan format instruksi kerja yang digunakan
- 2) Memahami isi instruksi kerja dengan benar
- 3) Melaksanakan instruksi kerja sesuai prosedur dan standar kerja yang ditetapkan
- 4) Melaksanakan instruksi kerja sesuai prosedur dan standar kerja yang ditetapkan.

##### **b. Uraian Materi 1**

- 1) Masukkan program CNC mesin bubut

Memasukkan program CNC sederhana untuk mesin bubut CNC dilakukan pemasukan secara manual, yaitu langsung dituliskan pada mesin menggunakan tombol-tombol pemasukan program.

- 2) Periksa kemungkinan terjadi kesalahan ketik dan kesalahan format/bahasa pemrograman

Pemeriksaan kesalahan ketik, format dan bahasa pemrograman dilakukan dengan tes jalan program.

- 3) Periksa arah gerakan dan tipe gerakan pahat

Pemeriksaan arah dan tipe gerakan pahat dilakukan dengan uji lintasan pahat. Pasang pentograf untuk mengetahui/mendeteksi lintasan pahat.



4) Pasang benda kerja

Pemasangan benda kerja dilakukan sesuai standar pemasangan dan mengikuti tata letak yang telah ditetapkan. Perhatikan titik atau bidang datum pemasangan benda kerja.

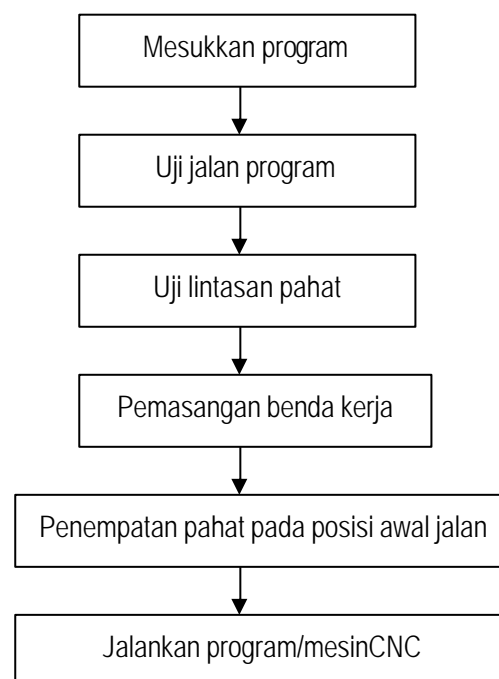
5) Tempatkan pahat pada posisi awal jalan

Penempatan pahat pada posisi awal jalan harus sesuai dengan jarak yang ditetapkan pada G 92.

6) Jalankan program

Gerakan pahat selama program jalan harus terus diperhatikan dan segera hentikan jalan program dengan menekan tombol "INP" + "FWD" bersamaan jika ada hal yang mengkhawatirkan.

Urutan instruksi mengoperasikan mesin CNC adalah:



### **c. Rangkuman 1**

- 1) Instruksi kerja adalah perintah kerja yang disusun secara berurutan untuk memandu pelaksanaan suatu pekerjaan.
- 2) Urutan kerja mengoperasikan mesin bubut CNC terdiri dari urutan perintah sebagai berikut:
  - a) Memasukkan program
  - b) Mengecek kebenaran program
  - c) Mengecek kebenaran lintasan pahat
  - d) Memasang benda kerja
  - e) Menempatkan pahat pada posisi awal jalan
  - f) Menjalankan program

### **d. Tugas 1**

- 1) Ambil salah satu lembar program yang ada dihadapan anda. Coba masukkan secara manual ke dalam memori mesin
- 2) Lakukan tes jalan program. Adakah kesalahan ketik atau lainnya?
- 3) Jika ada perbaiki kesalahan tersebut dan lakukan tes jalan program lagi
- 4) Jika tidak ada kesalahan, lakukan tes lintasan pahat. Gunakan ploter atau pentograf untuk mendeteksi gerak pahat. Adakah arah gerak/lintasan pahat yang tidak seharusnya?

### e. Tes Formatif 1

- 1) Instruksi kerja berfungsi untuk:
  - a. memberi perintah kerja
  - a. memandu melaksanakan suatu pekerjaan
  - b. memutar pekerjaan
  - c. jawaban a, b, dan c benar semua
  
- 2) Instruksi kerja harus;
  - a. jelas dan terinci
  - c. dapat dilaksanakan
  - b. dipahami dengan baik
  - d. jawaban a, b, c, dan d benar
  
- 3) Pelaksanaan instruksi kerja dilakukan dengan mengikuti;
  - a. urutan instruksi
  - c. urutan proses pemesinan
  - b. urutan isi program
  - d. jawaban a, b, dan c benar
  
- 4) Instruksi kerja yang diikuti dengan baik dapat ;
  - a. mencegah kesalahan operasi
  - b. mencegah kesalahan produk
  - c. mencegah kelalaian operator
  - d. jawaban a, b, c, dan d benar semua
  
- 5) Setiap instruksi dalam instruksi kerja dilengkapi dengan;
  - a. standar kualitas produk
  - b. persyaratan operasi mesin
  - c. persyaratan kerja
  - d. jawaban a, b, c, dan d benar semua
  
- 6) Instruksi kerja bermanfaat untuk;
  - a. mencegah kesalahan proses
  - b. mencegah gangguan
  - c. mencegah hal yang membahayakan
  - d. mencegah kesalahan

**f. Kunci jawaban tes formatif 1**

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

**g. Lembar Kerja 1**

**Memahami Instruksi Kerja**

**1) Persiapan.**

Siapkan peralatan sebagai berikut:

- a) Lembar instruksi kerja
- b) Lembar program
- c) Benda kerja
- d) Kunci cekam

**2) Keselamatan Kerja**

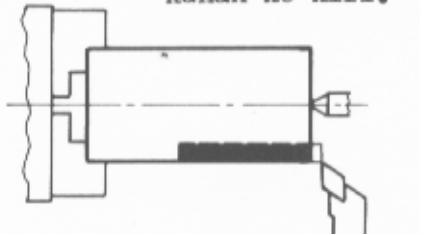
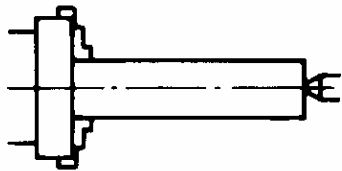
- (a) Kerjakan perintah mengikuti urutan perintah yang ada dalam instruksi program, jangan dibalik atau tidak berurutan
- (b) Sebelum melaksanakan instruksi menjalankan program periksa kembali kesesuaian posisi dan kekerasan pengecaman benda kerja, serta ketepatan jarak pahat pada posisi awal jalan

**3) Langkah Kerja**

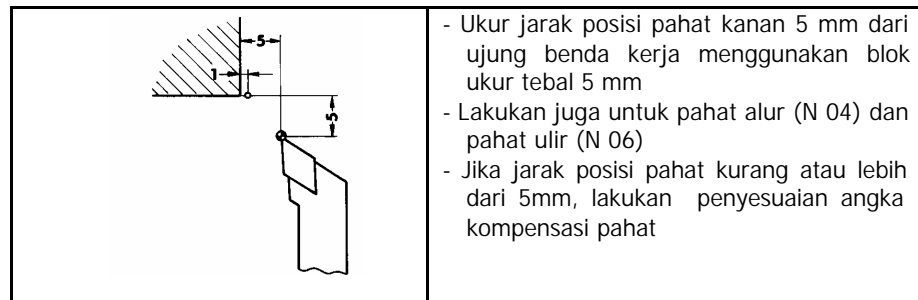
Langkah kerja memahami instruksi kerja menoperasikan mesin bubut CNC adalah:

- (a) Siapkan peralatan yang akan digunakan
- (b) Baca instruksi kerja memasukkan program, pelajari persyaratan kerja memasukkan program manual yang harus diikuti (lihat Kegiatan Belajar 5 pada Modul M7-15A).
- (c) Lakukan instruksi kerja memasukkan program secara manual dengan teliti

- (d) Baca instruksi kerja Uji Jalan Program, dan pelajari persyaratan kerja yang harus diikuti (lihat Kegiatan Belajar 6 pada Modul M7-16A)
- (e) Laksanakan instruksi Uji Jalan Program dengan teliti
- (f) Baca instruksi kerja Uji Lintasan Pahat, dan pelajari persyaratan kerja yang harus diikuti (lihat Kegiatan Belajar 6 pada Modul M7-16A)
- (g) Laksanakan instruksi Uji Lintasan Pahat dengan teliti
- (h) Baca instruksi kerja Memasang Benda Kerja, dan pelajari pula persyaratan kerja memasang benda kerja yang harus diikuti (lihat Kegiatan Belajar 2 pada Modul M7-16A).

	<p>Contoh : Rahang dalam sebagai datum pengekaman benda kerja.</p> <p>Pengekaman benda kerja panjang pada ujung lainnya harus didukung senter putar</p>
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Pasang benda kerja dengan datum pelat cekam</li> <li>2. Ujung bebas benda kerja didukung senter putar</li> <li>3. Putar benda kerja, jika oleng perbaiki pengekaman</li> </ol>

- (i) Laksanakan instruksi kerja memasang benda kerja dengan teliti
- (j) Baca instruksi kerja menempatkan pahat pada posisi awal jalan, dan pelajari persyaratan kerja yang harus diikuti (lihat Kegiatan Belajar 6 pada Modul M7-16A).



- (k) Laksanakan instruksi kerja menempatkan pahat pada awal jalan dengan teliti
- (l) Baca instruksi kerja menjalankan program dengan teliti, dan pelajari persyaratan kerja yang harus diikuti (lihat Kegiatan Belajar 6 pada Modul M7-16A).
- (m) Laksanakan instruksi kerja menjalankan program.

## **2. Kegiatan Belajar 2**

### **Instruksi kerja mengoperasikan mesin freis CNC**

#### **a. Tujuan Kegiatan Pemelajaran 2**

Kegiatan belajar 2 bertujuan agar siswa dapat:

- 1) Mengetahui bentuk dan format instruksi kerja yang digunakan
- 2) Memahami isi instruksi kerja dengan benar
- 3) Melaksanakan instruksi kerja sesuai prosedur dan standar kerja yang ditetapkan

Melaksanakan instruksi kerja sesuai prosedur dan standar kerja yang ditetapkan.

#### **b. Uraian Materi 2**

- 1) Masukkan program CNC mesin freis

Memasukkan program CNC sederhana untuk mesin freis CNC dilakukan secara manual, yaitu langsung dituliskan pada mesin menggunakan tombol-tombol pemasukan program.

- 2) Periksa kemungkinan terjadi kesalahan ketik dan kesalahan format/bahasa pemrograman

Pemeriksaan kesalahan ketik, format dan bahasa pemrograman dilakukan dengan tes jalan program.

- 3) Periksa arah gerakan dan tipe gerakan pahat

Pemeriksaan arah dan tipe gerakan pahat dilakukan dengan uji lintasan pahat. Pasang pentograf untuk mengetahui/mendeteksi lintasan pahat.

4) Pasang benda kerja

Pemasangan benda kerja dilakukan sesuai standar pemasangan dan mengikuti tata letak yang telah ditetapkan. Perhatikan titik atau bidang datum pemasangan benda kerja.

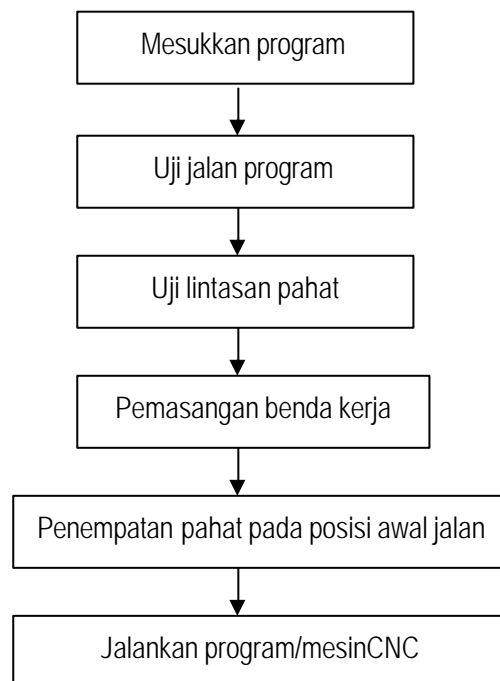
5) Tempatkan pahat pada posisi awal jalan

Penempatan pahat pada posisi awal jalan harus sesuai dengan jarak yang ditetapkan pada G 92.

6) Jalankan program

Gerakan pahat selama program jalan harus terus diperhatikan dan segera hentikan jalan program dengan menekan tombol "INP" + "FWD" bersamaan jika ada hal yang mengkhawatirkan.

Urutan instruksi mengoperasikan mesin CNC adalah:





### **c. Rangkuman 2**

- 1) Instruksi kerja adalah perintah kerja yang disusun secara berurutan untuk memandu pelaksanaan suatu pekerjaan.
- 2) Urutan kerja mengoperasikan mesin freis CNC terdiri dari urutan perintah sebagai berikut:
  - a) Memasukkan program
  - b) Mengecek kebenaran program
  - c) Mengecek kebenaran lintasan pahat
  - d) Memasang benda kerja
  - e) Menempatkan pahat pada posisi awal jalan
  - f) Menjalankan program

### **d. Tugas 2**

- 1) Ambil salah satu lembar program yang ada dihadapan anda. Coba masukkan secara manual ke dalam memori mesin
- 2) Lakukan tes jalan program. Adakah kesalahan ketik atau lainnya?
- 3) Jika ada perbaiki kesalahan tersebut dan lakukan tes jalan program lagi
- 4) Jika tidak ada kesalahan, lakukan tes lintasan pahat. Gunakan ploter atau pentograf untuk mendeteksi gerak pahat. Adakah arah gerak/lintasan pahat yang tidak seharusnya?

## e. Tes Formatif 2

- 1) Instruksi kerja berfungsi untuk:
  - a. memberi perintah kerja
  - b. memandu melaksanakan suatu pekerjaan
  - c. memutar pekerjaan
  - d. jawaban a, b, dan c benar semua
  
- 2) Instruksi kerja harus;
  - a. jelas dan terinci
  - b. dipahami dengan baik
  - c. dapat dilaksanakan
  - d. jawaban a, b, c, dan d benar
  
- 3) Pelaksanaan instruksi kerja dilakukan dengan mengikuti;
  - a. urutan instruksi
  - b. urutan isi program
  - c. urutan proses pemesinan
  - d. jawaban a, b, dan c benar
  
- 4) Instruksi kerja yang diikuti dengan baik dapat ;
  - a. mencegah kesalahan operasi
  - b. mencegah kesalahan produk
  - c. mencegah kelalaian operator
  - d. jawaban a, b, c, dan d benar semua
  
- 5) Setiap instruksi dalam instruksi kerja dilengkapi dengan;
  - a. standar kualitas produk
  - b. persyaratan operasi mesin
  - c. persyaratan kerja
  - d. jawaban a, b, c, dan d benar semua
  
- 6) Instruksi kerja bermanfaat untuk;
  - a. mencegah kesalahan proses
  - b. mencegah gangguan
  - c. mencegah hal yang membahayakan
  - d. mencegah kesalahan

## **f. Kunci jawaban tes formatif 2**

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

## **g. Lembar Kerja 2**

### **Memahami Instruksi Kerja**

#### **1) Persiapan.**

Siapkan peralatan sebagai berikut:

- a) Lembar instruksi kerja
- b) Lembar program
- c) Benda kerja
- d) Kunci ragam

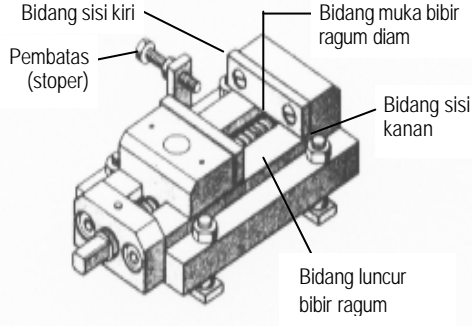
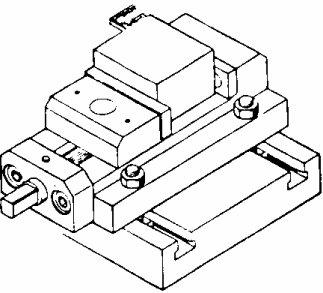
#### **4) Keselamatan Kerja**

- (a) Kerjakan perintah mengikuti urutan perintah yang ada dalam instruksi program, jangan dibalik atau tidak berurutan
- (b) Sebelum melaksanakan instruksi menjalankan program periksa kembali kesesuaian posisi dan kekerasan pencekaman benda kerja, serta ketepatan jarak pahat pada posisi awal jalan

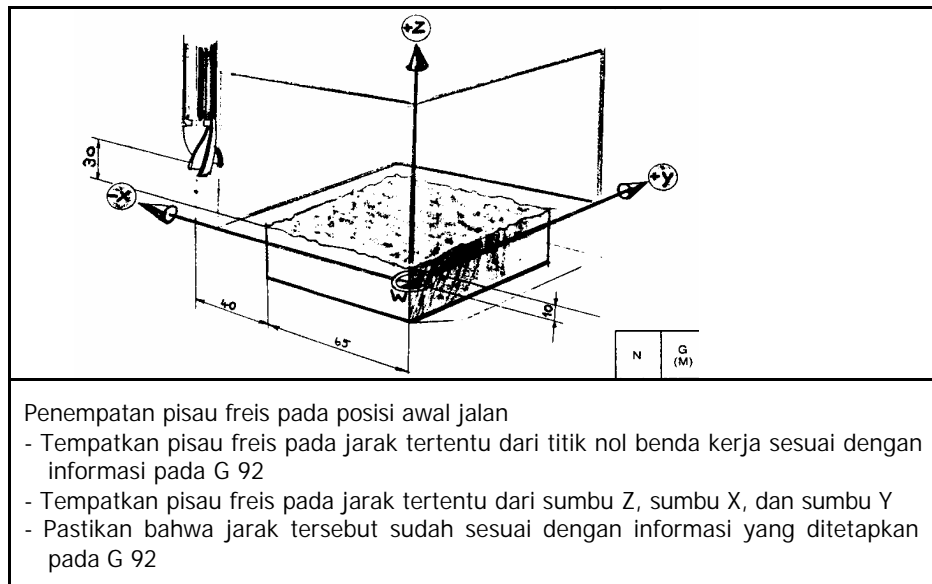
#### **5) Langkah Kerja**

- (a) Siapkan peralatan yang akan digunakan
- (b) Baca instruksi kerja memasukkan program, pelajari persyaratan kerja memasukkan program manual yang harus diikuti (lihat Kegiatan Belajar 5 pada Modul M7-15A).
- (c) Lakukan instruksi kerja memasukkan program secara manual dengan teliti
- (d) Baca instruksi kerja Uji Jalan Program, dan pelajari persyaratan kerja yang harus diikuti (lihat Kegiatan Belajar 6 pada Modul M7-16A)
- (e) Laksanakan instruksi Uji Jalan Program dengan teliti

- (f) Baca instruksi kerja Uji Lintasan Pahat, dan pelajari persyaratan kerja yang harus diikuti (lihat Kegiatan Belajar 6 pada Modul M7-16A)
- (g) Laksanakan instruksi Uji Lintasan Pahat dengan teliti
- (h) Baca instruksi kerja Memasang Benda Kerja, dan pelajari pula persyaratan kerja memasang benda kerja yang harus diikuti (lihat Kegiatan Belajar 2 pada Modul M7-16A).

	<p>Ilustrasi pemasangan ragum:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Bibir ragum diam dipasang sejajar sumbu meja mesin</li> <li>- Bidang luncur, pembatas, bidang sisi kiri dan kanan dapat sebagai bidang datum/referensi</li> </ul>
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Pasang benda kerja dengan datum bibir ragum diam</li> <li>2. Bidang samping benda kerja diberi batas dengan <i>stoper</i></li> <li>3. Keraskan penjepitan benda kerja dengan engkol pemutar poros ragum</li> </ol>

- (i) Laksanakan instruksi kerja memasang benda kerja dengan teliti
- (j) Baca instruksi kerja menempatkan pahat pada posisi awal jalan, dan pelajari persyaratan kerja yang harus diikuti (lihat Kegiatan Belajar 6 pada Modul M7-16A).



- (k) Laksanakan instruksi kerja menempatkan pahat pada awal jalan dengan teliti
- (l) Baca instruksi kerja menjalankan program dengan teliti, dan pelajari persyaratan kerja yang harus diikuti (lihat Kegiatan Belajar 6 pada Modul M7-16A).
- (m) Laksanakan instruksi kerja menjalankan program.

### **3. Kegiatan Belajar 3**

#### **Melakukan Pemeriksaan awal**

##### **a. Tujuan Kegiatan Pemelajaran 3**

Kegiatan belajar 3 bertujuan agar siswa dapat:

- 1) Mengetahui prosedur pemeriksaan awal
- 2) Mengetahui bagian yang perlu dilakukan pemeriksaan awal
- 3) Melaksanakan pemeriksaan awal sesuai prosedur dan standar kerja yang ditetapkan.

##### **b. Uraian Materi 3**

###### 1) Pengertian Pemeriksaan Awal

Pemeriksaan awal adalah suatu kegiatan memeriksa, mengecek, meneliti perlengkapan, kondisi kerja perlengkapan yang berkaitan dengan pengoperasian mesin CNC, sebelum mesin CNC tersebut dijalankan dengan program CNC.

###### 2) Tujuan Pemeriksaan Awal

Pemeriksaan awal dilakukan dengan tujuan:

- a) Mendeteksi secara dini hal-hal yang dapat menyebabkan pengoperasian mesin CNC mengalami gangguan
- b) Mencegah terjadinya kesalahan yang dapat menyebabkan kegagalan proses dan produk
- c) Mengurangi kemungkinan terjadinya kesalahan akibat kelalaian kerja oleh operator
- c) Sebagai standar operasi untuk memberikan rasa aman dan jaminan keselamatan pengoperasian mesin

### 3) Sasaran Pemeriksaan Awal

Pemeriksaan awal dilakukan sebelum program CNC dijalankan (dieksekusi) terhadap:

- a) Posisi pencekaman, teknik pencekaman, dan kekuatan dalam pencekaman benda kerja berdasarkan standar yang ditetapkan
- b) Posisi alat potong pada awal jalan. Jarak posisi alat potong mengikuti informasi yang diberikan dalam perintah pemrograman G 92
- c) Jalan atau lintasan yang dilalui alat potong relatif terhadap benda kerja. Lintasan yang dilalui alat potong tidak boleh menabrak benda kerja, atau kemungkinan menyayat dengan ketebalan yang melebihi spesifikasi teknis alat potong atau mesin CNC yang digunakan. Lintasan gerak alat potong ini mengikuti bentuk (kontur) benda kerja

### c. Rangkuman 3

- 1) Pemeriksaan awal adalah kegiatan memeriksa, mengecek, meneliti kondisi kerja perlengkapan, sebelum mesin CNC dijalankan dengan program CNC
- 2) Tujuan Pemeriksaan Awal adalah:
  - a) Mendeteksi secara dini kesalahan yang dapat menjadi penyebab gangguan pengoperasian mesin CNC
  - b) Mencegah kesalahan yang berakibat kegagalan proses dan produk
  - c) Mengurangi kemungkinan kelalaian kerja oleh operator
  - d) Sebagai tindakan standar untuk memberikan rasa aman dan jaminan keselamatan pengoperasian mesin

- 3) Sasaran Pemeriksaan Awal adalah:
  - a) Posisi pencekaman, teknik pencekaman, dan kekuatan dalam pencekaman benda kerja
  - b) Posisi alat potong pada awal jalan.
  - c) Jalan atau lintasan yang dilalui alat potong relatif terhadap benda kerja.

**d. Tugas 3**

- 1) Lakukan pemeriksaan awal terhadap pencekaman benda kerja. Pelajari datum pemasangan dari gambar rencana pencekaman. Adakah kesalahan pemasangan benda kerja?
- 2) Lakukan tugas nomor (1), terhadap pencekaman benda kerja yang lain.
- 3) Lakukan pemeriksaan awal terhadap posisi pahat pada awal jalan. Pelajari ketentuan jarak yang seharusnya berdasarkan informasi pada G 92. Ukur posisi pahat, adakah kesalahan penempatan pahat?
- 4) Lakukan tugas nomor (3), terhadap posisi awal jalan untuk pahat yang lain.
- 5) Lakukan uji lintasan pahat terhadap suatu program CNC. Amati, adakah kesalahan lintasan? Jika ada kesalahan, coba betulkan bagian program yang salah dan hasilnya tunjukkan kepada guru.

**e. Tes Formatif 3**

- 1) Pemeriksaan awal adalah pemeriksaan;
  - a. sebelum program dijalankan
  - b. lintasan sebelum program dijalankan



- c. kondisi kerja peralatan sebelum mesin CNC dijalankan
  - d. jawaban a, b, dan c benar semua
- 2) Tujuan pemeriksaan awal adalah;
- a. mencegah kegagalan produk
  - b. mencegah kecelakaan
  - c. mendeteksi dini kesalahan program
  - d. jawaban a, b, c, dan d benar semua
- 3) Dalam mengoperasikan mesin CNC pemeriksaan awal harus selalu dilakukan, terutama pada;
- a. setiap saat program akan dijalankan
  - b. program yang pertama kali akan dijalankan
  - c. semua program yang akan dijalankan
  - d. jawaban a, b, c, dan d benar semua
- 4) Pemeriksaan awal pada pencekaman benda kerja dimaksudkan untuk;
- a. mengecek posisi dan kondisi pencekaman
  - b. mengecek apakah benda kerja terpasang
  - c. memeriksa kondisi benda kerja
  - d. jawaban a, b, c, dan d benar semua
- 5) Pemeriksaan awal terhadap posisi pahat pada awal program jalan dimaksudkan untuk;
- a. memeriksa gerak pahat apakah sesuai ketentuan
  - b. memeriksa jenis pahat apakah sesuai ketentuan
  - c. memeriksa jarak pahat apakah sesuai ketentuan
  - d. jawaban a, b, c, dan d benar semua
- 6) Pemeriksaan awal terhadap lintasan pahat dimaksudkan untuk;
- a. mengetahui adakah kesalahan gerak pahat
  - b. mengetahui adanya kesalahan program CNC

- c. Mengetahui adanya kesalahan tebal penyayatan
  - d. jawaban a, b, c, dan d benar semua
- 7) Pemeriksaan awal terhadap lintasan pahat dilakukan dengan;
- a. benda terpasang                      c. pisau terpasang
  - b. benda tidak terpasang      d. pisa dan benda terpasang kuat

**f. Kunci jawaban tes formatif 3**

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

**g. Lembar Kerja 3**

Melakukan Pemeriksaan Awal

**1) Persiapan.**

Siapkan peralatan sebagai berikut:

- a) Jangka sorong
- b) Blok uukur tebal 2 mm, dan 5 mm
- c) Ballpoint atau pensil
- d) Benda kerja
- e) Lembar program
- f) Kunci cekam

**2) Keselamatan Kerja**

- a) Bersihkan bagian yang akan diukur dengan kuas atau lap
- b) Hati-hati dengan bagian alat potong yang tajam
- c) Hati-hati menggerakkan alat potong relatif terhadap benda kerja. Gunakan kecepatan rendah dan gerak putus-putus jika jarak alat potong dan benda kerja relatif dekat.

**3) Langkah Kerja Melakukan Pemeriksaan Awal**

Sebelum program dijalankan:

- a) Lakukanlah pemeriksaan awal: Uji Jalan Program

Uji Jalan Program adalah tes untuk mengetahui apakah dalam penulisan program terdapat kesalahan format atau bahasa pemrograman.

b) Lakukanlah pemeriksaan awal: Uji Lintasan Pahat

Uji Lintasan Pahat adalah tes untuk mengetahui adakah gerak lintasan pahat dan tipe gerak pahat yang tidak seharusnya, misalnya gerakan yang tidak mengikuti kontur benda kerja

c) Lakukanlah pemeriksaan awal: Pemasangan benda kerja

Pemasangan benda kerja perlu di cek posisinya apakah sudah sesuai dengan posisi yang ditetapkan

d) Lakukanlah pemeriksaan: Penempatan pahat pada posisi awal jalan.

Penempatan pahat pada posisi awal jalan tertentu jaraknya, yaitu sesuai dengan informasi pada pemrograman G 92.

#### 4. Kegiatan Belajar 4

##### Mengoperasikan Mesin Bubut CNC

###### a. Tujuan Kegiatan Pemelajaran 4

Kegiatan belajar 4 bertujuan agar siswa dapat:

- 1) Memasukkan program CNC secara manual pada mesin bubut
- 2) Mengedit program CNC yang dimasukkan ke memori mesin
- 3) Menjalankan program CNC pada mesin bubut untuk membuat produk sederhana dengan prosedur dan standar pengoperasian yang ditetapkan

###### b. Uraian Materi 4

- 1) Memasukkan program secara manual

Masukkan program CNC sederhana secara manual. Untuk memasukkan program CNC secara manual ke dalam memori mesin, kita gunakan tombol-tombol huruf dan angka (alphanumeric). Cara memasukkan program secara manual lihat pada Modul M7. 16A

Contoh Program:

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	00			
08	01	1500	-2000	50		
09	01	2000	-2000	50		
10	01	2000	-3700	50		
11	01	2700	-3700	50		
12	M05					
13	00	2900	100			
14	M30					

Langkah memasukkan program adalah sebagai berikut:

- a) Pilih mode pelayanan CNC dengan cara menekan tombol H/C hingga lampu pelayanan CNC menyala
- b) Pilih mode pelayanan CNC dengan cara menekan tombol H/C hingga lampu pelayanan CNC menyala
- c) Led X menyala maka kita ketik "2900" kemudian "INP"
- d) Led Z menyala maka kita ketik "100", kemudian "INP"
- e) LED pada huruf "N" menyala, dan kursor pada angka/ baris "02"
- f) Tekan tombol "INP", Led G menyala, kita ketik "M" , "03", dan "INP"
- g) LED pada huruf "N" menyala, dan kursor pada angka/ baris "03"
- h) (h) Tekan tombol "INP", Led G menyala, kemudian ketik "00" dan "INP"
- i) Led X menyala, kita ketik "2700", kemudian "INP"
- j) Led Z menyala, kita'ketik "100", kemudian "INP"
- k) LED pada huruf "N" menyala, dan kursor pada angka/ baris "04"
- l) Tekan tombol "INP", Led G menyala, kemudian ketik "84", dan "INP"
- m) Led X menyala, ketik "2000", kemudian "INP"
- n) Led Z menyala, kita'ketik "3700", kemudian "INP"
- o) Led F menyala, kita ketik "60", kemudian "INP"
- p) Led H menyala, ketik "50", kemudian "INP"
- q) LED pada huruf "N" menyala, dan kursor pada angka/ baris "05"
- r) Begitu selanjutnya sampai baris 14. Pada baris 14 (N14) kita ketik "M30", kemudian "INP".

2) Lakukan edit program

Jika terjadi kesalahan ketik, perbaiki penulisan dengan cara:

- a) Gerakkan kursor pada karakter (angka atau huruf) yang akan diganti dengan tombol "FWD", "REV", "↔"
- b) Hapus karakter yang salah dengan tombol "DEL", kemudian ketik karakter pengganti dan tekan tombol "INP".

3) Uji Jalan Program

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

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

4) 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:

- a) Kesalahan arah gerak pahat
- b) Kesalahan jenis gerak pahat, gerak pemakanan (*feeding*) atau pemosisian.

5) Menjalankan program

Menjalankan program pada mesin bubut CNC dilakukan dengan standar dan persyaratan kerja tertentu yang ditetapkan, seperti pemasangan benda kerja, dan penempatan pahat pada posisi awal jalan program. Menjalankan program dilaksanakan setelah uji jalan program, uji lintasan pahat, dan uji kompensasi pahat dilakukan.

6) 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 4**

Prosedur menjalankan program CNC adalah :

- 1) Uji jalan program, untuk mengetahui:
  - a) Kesalahan format dan bahasa pemrograman
  - b) Kesalahan ketik saat pemasukan data secara manual
  - c) Kesalahan pembacaan pada pemasukan data melalui media penyimpan data atau melalui kabel
- 2) Uji lintasan pisau/alat potong, untuk mengetahui:
  - a) Kesalahan arah gerak pahat
  - b) Kesalahan jenis gerak
- 3) Uji data kompensasi pahat
- 4) Menjalankan program
- 5) Analisis kesalahan produk, meliputi
  - a) Kesalahan dimensi

- b) Kesalahan posisi
- c) Kesalahan kualitas permukaan

#### **d. Tugas 4**

- 1) Ambil salah satu lembaran program CNC untuk mesin bubut yang ada dihadapan anda. Amati dan coba masukkan ke memori mesin
- 2) Lakukan penyuntingan apabila ada yang salah dalam menuliskan program
- 3) Lakukan uji jalan program dengan cara:
  - a) Tempatkan kursor pada baris N00
  - b) Tekan tombol "-" (negatif), kursor akan bergerak ke baris selanjutnya. Apakah kursor berhenti pada baris (blok) tertentu? Jika berhenti, berarti ada kesalahan program. Cobalah perbaiki, kemudian konsultasikan kepada guru.

#### **e. Tes Formatif 4**

- 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 4**

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

## g. Lembar Kerja 4

### Mengoperasikan mesin bubut CNC

#### 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 mengoperasikan mesin bubut CNC

- 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)

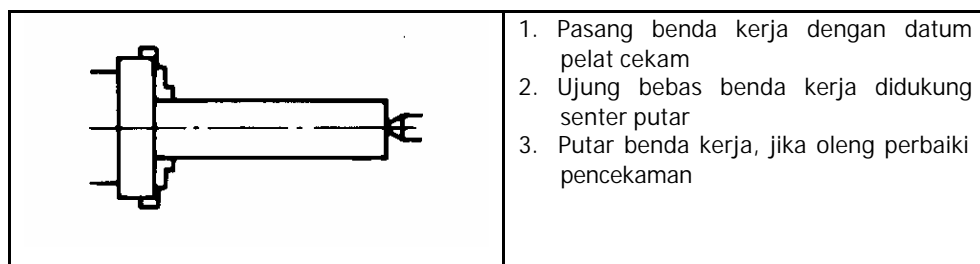
d) Lakukan uji lintasan pahat, langkahnya:

- (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

f) 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

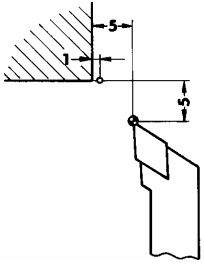


h) Lakukan uji kompensasi pahat dengan langkah:

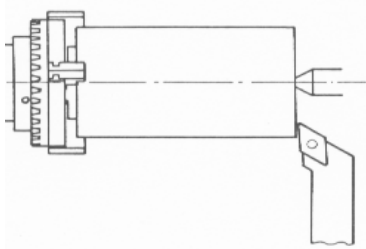
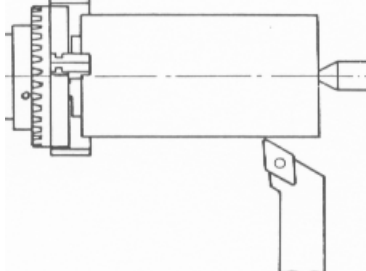
Masukkan program berikut, kemudian jalankan program per blok:

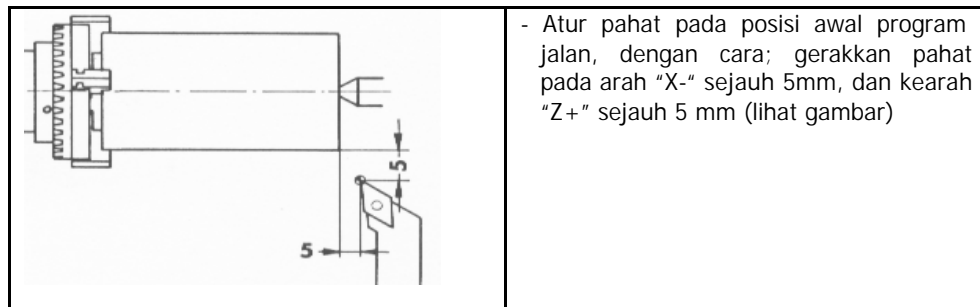
N	G	X	Z	F	H	Keterangan
01	92	3200	100			
02	00	4000	500			Posisi pahat sisi kanan
03	M06	Kompensasi pahat alur	Kompensasi pahat alur	T02		
04	00	4000	500			Posisi pahat alur
05	M06	Kompensasi pahat ulir	Kompensasi pahat ulir	T02		
06	00	4000	500			Posisi pahat ulir
07	M06	00	00	T02		Pahat sisi kanan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

- i) Ukur jarak posisi pahat sisi kanan, pahat alur, dan pahat ulir. Jika jarak posisi pahat belum sesuai, lakukan penyesuaian data kompensasi pahat

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

- j) Tempatkan pahat pada posisi awal jalan program, dengan cara:

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tentukan posisi 0 (nol) sumbu Z dengan cara; gerakkan posisi pahat mendekati ujung benda kerja, kemudian dengan gerak putus-putus sedikit sentuhkan ujung pahat dengan permukaan ujung benda kerja (lihat gambar)</li> <li>- Atur agar penunjukan harga Z menjadi "0" (nol) dengan menekan tombol "DEL"</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tentukan posisi 0 (nol) sumbu X dengan cara; gerakkan posisi pahat mendekati permukaan diameter benda kerja, kemudian dengan gerak putus-putus sedikit sentuhkan ujung pahat dengan permukaan diameter benda kerja (lihat gambar)</li> <li>- Atur agar penunjukan harga X menjadi "0" (nol) dengan menekan tombol "DEL"</li> </ul>



- k) Jalankan program CNC yang sudah tersimpan di memori mesin
- l) Periksa kualitas benda kerja (produk) hasil uji coba, kemudian bandingkan kualitasnya dengan standar yang ditentukan
- m) Jika belum sesuai lakukan analisis kesalahan dan penyebabnya, perbaiki program, dan jalankan kembali program uji coba.

## 5. Kegiatan Belajar 5

### Mengoperasikan Mesin Freis CNC

#### a. Tujuan Kegiatan Pemelajaran 5

Kegiatan belajar 5 bertujuan agar siswa dapat:

- 1) Memasukkan program CNC secara manual pada mesin freis
- 2) Mengedit program CNC yang dimasukkan ke memori mesin
- 3) Menjalankan program CNC pada mesin freis untuk membuat produk sederhana dengan prosedur dan standar pengoperasian yang ditetapkan

#### b. Uraian Materi 5

- 1) Memasukkan program secara manual

Masukkan program CNC sederhana secara manual. Untuk memasukkan program CNC secara manual ke dalam memori mesin, kita gunakan tombol-tombol huruf dan angka (alphanumeric). Cara memasukkan program secara manual lihat pada Modul M7. 16A Langkah memasukkan program adalah sebagai berikut:

Contoh Program

N	G	X	Y	Z	F	Keterangan
00	92	-2200	-2200	200		
01	M03					
02	00	-2200	-1500	00		
03	01	7200	-1500	00	100	
04	00	7200	3500	00		
05	01	-2200	3500	00	100	
06	M05					
07	00	-2200	-2200	200		
08	M30					

- a) Pilih mode pelayanan CNC dengan cara menekan tombol H/C hingga lampu pelayanan CNC menyala
- b) Pilih mode pelayanan CNC dengan cara menekan tombol H/C hingga lampu pelayanan CNC menyala

- c) Led X menyala maka kita ketik "-2200" kemudian "INP"
  - d) Led Y menyala maka kita ketik "-2200" kemudian "INP"
  - e) Led Z menyala maka kita ketik "200", kemudian "INP"
  - f) LED pada huruf "N" menyala, dan kursor pada angka/ baris "02"
  - g) Tekan tombol "INP", Led G menyala, kita ketik "M" , "03", dan "INP"
  - h) LED pada huruf "N" menyala, dan kursor pada angka/ baris "03"
  - i) Tekan tombol "INP", Led G menyala, kemudian ketik "00" dan "INP"
  - j) Led X menyala, kita ketik "-2200", kemudian "INP"
  - k) Led Y menyala maka kita ketik "-1500" kemudian "INP"
  - l) Led Z menyala, kita ketik "00", kemudian "INP"
  - m) LED pada huruf "N" menyala, dan kursor pada angka/ baris "04"
  - n) Tekan tombol "INP", Led G menyala, kemudian ketik "01", dan "INP"
  - o) Led X menyala, ketik "7200", kemudian "INP"
  - p) Led Y menyala maka kita ketik "-1500" kemudian "INP"
  - q) Led Z menyala, kita ketik "00", kemudian "INP"
  - r) Led F menyala, kita ketik "60", kemudian "INP"
  - s) Led H menyala, ketik "50", kemudian "INP"
  - t) LED pada huruf "N" menyala, dan kursor pada angka/ baris "05"
  - u) Begitu selanjutnya sampai baris 08. Pada baris 8 (N08) kita ketik "M30", kemudian "INP"
- 2) Lakukan edit program
- Jika terjadi kesalahan ketik, perbaiki penulisan dengan cara:
- a) Gerakkan kursor pada karakter (angka atau huruf) yang akan diganti dengan tombol "FWD", "REV", "↵"

b) Hapus karakter yang salah dengan tombol "DEL", kemudian ketik karakter pengganti dan tekan tombol "INP".

3) Uji Jalan Program

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

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

4) 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:

- a) Kesalahan arah gerak pahat
- b) Kesalahan jenis gerak pahat, gerak pemakanan (*feeding*) atau pemosisian

5) Menjalankan program

Menjalankan program pada mesin bubut CNC dilakukan dengan standar dan persyaratan kerja tertentu yang ditetapkan, seperti pemasangan benda kerja, dan penempatan pahat pada posisi awal jalan program. Menjalankan program dilaksanakan setelah uji



jalan program, uji lintasan pahat, dan uji kompensasi pahat dilakukan.

6) 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 5**

Prosedur menjalankan program CNC adalah :

- 1) Uji jalan program, untuk mengetahui:
  - a) Kesalahan format dan bahasa pemrograman
  - b) Kesalahan ketik saat pemasukan data secara manual
  - c) Kesalahan pembacaan pada pemasukan data melalui media penyimpan data atau melalui kabel
- 2) Uji lintasan pisau/alat potong, untuk mengetahui:
  - a) Kesalahan arah gerak pahat
  - b) Kesalahan jenis gerak
- 3) Uji data kompensasi pahat
- 4) Menjalankan program
- 5) Analisis kesalahan produk, meliputi
  - a) Kesalahan dimensi
  - b) Kesalahan posisi
  - c) Kesalahan kualitas permukaan

#### **d. Tugas 5**

- 1) Ambil salah satu lembar program CNC untuk mesin bubut yang ada dihadapan anda. Amati dan coba masukkan ke memori mesin
- 2) Lakukan penyuntingan apabila ada yang salah dalam menuliskan program
- 3) Lakukan uji jalan program dengan cara:
  - a) Tempatkan kursor pada baris N00
  - b) Tekan tombol "M", kursor akan bergerak ke baris selanjutnya. Apakah kursor berhenti pada baris (blok) tertentu? Jika berhenti, berarti ada kesalahan program. Cobalah perbaiki, kemudian konsultasikan kepada guru.

#### **e. Tes Formatif 5**

- 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 5**

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

**g. Lembar Kerja 5**

**Mengoperasikan mesin freis CNC**

**1) Persiapan.**

Siapkan peralatan sebagai berikut:

- a) Program CNC untuk mesin bubut.

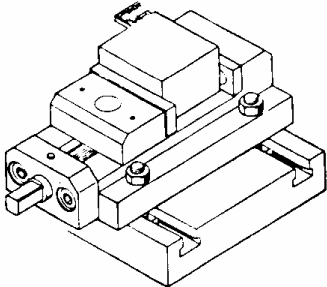
- b) Blok ukur tebal 5 mm
- c) Benda kerja diameter 30 mm panjang 150 mm
- d) Pahat sisi kanan, pahat alur, dan pahat ulir
- e) Lembar tabel data kompensasi pahat
- f) Mikrometer dan jangka sorong

## **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 mengoperasikan mesin bubut CNC**

- a) Siapkan peralatan yang akan digunakan
- b) Masukkan program CNC yang telah disiapkan dalam lembar kerja ke memori mesin
- c) Lakukan uji jalan program dengan menekan tombol "M"
- d) Lakukan uji lintasan pahat, langkahnya:
  - (1) Pasang ploter (cara memasang ploter 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 ploter
- f) 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

	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Pasang benda kerja dengan datum bibir ragum diam</li> <li>2. Bidang samping dibatasi dengan <i>stoper</i></li> <li>3. Keraskan pencekaman benda kerja menggunakan engkol pemutar ragum</li> </ol>
---	---

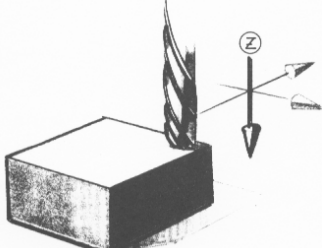
h) Lakukan uji kompensasi pahat dengan langkah:

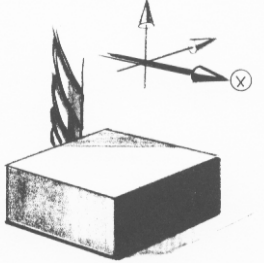
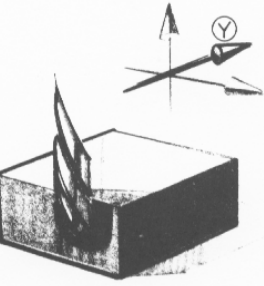
(1) Masukkan program berikut, kemudian jalankan program per blok:

N	G	X	Y	Z	F	Keterangan
01	G92	-2200	-2200	200		
02	G00	2500	2500	7000		
03	M06			Kompensasi pahat	T02	Pahat D=16
04	G00	2500	2500	500		Posisi pahat D=16
05	G00	2500	2500	7000		
06	M06			Kompensasi pahat	T03	Pahat D=12
07	G00	2500	2500	500		Posisi pahat D=12
08	M06			00	T01	Pahat muka
09	G00	-2200	-2200	200		
08	M30					

i) Pada N03, dan N06 ukur ketinggian pahat dengan blok ukur tebal 5 mm. Jika ketinggian posisi pahat belum sesuai, lakukan penyesuaian data kompensasi pahat

j) Tempatkan pahat pada posisi awal jalan program, dengan cara:

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tentukan posisi 0 (nol) sumbu Z dengan cara; gerakkan posisi pahat mendekati bidang atas benda kerja, kemudian dengan gerak putus-putus sentuhkan ujung pahat dengan permukaan atas benda kerja (lihat gambar)</li> <li>- Atur agar penunjukan harga Z menjadi "0" (nol) dengan menekan tombol "DEL"</li> </ul>
---	--

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tentukan posisi 0 (nol) sumbu X dengan cara; gerakkan posisi pahat mendekati bidang samping benda kerja, kemudian dengan gerak putus-putus sentuhkan sisi pahat dengan bidang samping benda kerja (lihat gambar)</li> <li>- Atur agar penunjukan harga X menjadi "0" (nol) dengan menekan tombol "DEL"</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tentukan posisi 0 (nol) sumbu Y dengan cara; gerakkan posisi pahat mendekati bidang muka benda kerja, kemudian dengan gerak putus-putus sentuhkan sisi pahat dengan bidang muka benda kerja (lihat gambar)</li> <li>- Atur agar penunjukan harga Y menjadi "0" (nol) dengan menekan tombol "DEL"</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Atur pahat pada posisi awal program jalan, dengan cara; gerakkan pahat pada arah "X-", "Y-", dan kearah "Z-" sejauh 5 mm (lihat gambar)</li> </ul>	

- k) Jalankan program CNC yang sudah tersimpang di memori mesin
- l) Periksa kualitas benda kerja (produk) hasil uji coba, kemudian bandingkan kualitasnya dengan standar yang ditentukan
- m) Jika belum sesuai lakukan analisis kesalahan dan penyebabnya, perbaiki program, dan jalankan kembali program uji coba.

## **BAB III EVALUASI**

### **A. PERTANYAAN**

**Jawablah pertanyaan berikut dengan singkat**

1. Bagaimanakah urutan langkah mengoperasikan mesin CNC?
2. Sebutkan tiga tujuan dilaksanakan pemeriksaan awal!
3. Sebutkan tiga fungsi instruksi kerja!
4. Sebutkan tiga jenis kegiatan yang termasuk dalam pemeriksaan awal.

**Kerjakan instruksi berikut pada mesin**

1. Masukkan program CNC pada mesin secara manual, yaitu langsung ditulis pada mesin. Syarat yang harus dipenuhi adalah: (1) Penulisan program tidak diperbolehkan ada kesalahan tulis, (2) jika ada kesalahan lakukan pembetulan, dan (3) Lakukan uji jalan program
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. Urutan langkah mengoperasikan mesin CNC adalah:
  - a. Memasukkan program
  - b. Uji jalan program
  - c. Uji lintasan pahat
  - d. Pemasangan benda kerja
  - e. Penempatan pahat pada posisi awal jalan
  - f. Menjalankan program

2. Tiga tujuan dilaksanakan pemeriksaan awal adalah:
  - a. Mencegah terjadinya kesalahan
  - b. Mencegah kemungkinan kegagalan produk
  - c. Mencegah terjadinya tabrakan paahat dan benda kerja
3. Tiga fungsi instruksi kerja adalah:
  - a. Mengontrol proses
  - b. Panduan melaksanakan pekerjaan
  - c. Melacak urutan langkah jika terjadi kegagalan produk
4. Tiga jenis kegiatan yang termasuk pemeriksaan awal adalah:
  - a. Uji jalan program
  - b. Uji lintasan pahat
  - c. Pemeriksaan pencekaman benda kerja

### C. KRITERIA KELULUSAN

Jenis Soal	Jumlah	Skor maksimum		Skor Batas Lulus	
		Tiap soal	Total	Tiap soal	Total
Uraian singkat	4	10	40	7	28
Praktik	3	100	300	80	240

Nilai teori = total skor teori yang dicapai : 4

Nilai praktik = total skor 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.