

MODUL 3

PRAKTEK PEMBUATAN PROGRAM UNTUK MESIN BUBUT CNC TU-2A

Lembar Petunjuk:

1. Petunjuk Umum:

- a. Modul ini terdiri dari lembar petunjuk, lembar kegiatan, lembar kerja, dan lembar evaluasi.
- b. Pembelajaran bersifat individual (belajar mandiri) dengan panduan modul. Apabila mendapat kesulitan hendaknya meminta penjelasan kepada guru kelas atau pembimbing.
- c. Guru berperan sebagai fasilitator, administrator, pembimbing, partisipan, dan supervisor.
- d. Pemelajaran diarahkan pada penguasaan kompetensi secara tuntas (mastery learning).
- e. Bagi peserta diklat yang tertinggal harap menyelesaikan modul pada waktu lain di luar jam pelajaran.

2. Petunjuk Pelaksanaan Pemelajaran:

- a. Alokasi waktu efektif untuk pemelajaran modul adalah 60 menit.
- b. Sebelum melakukan kegiatan lebih lanjut, hendaknya dibaca dulu petunjuk yang ada.
- c. Bahan pelajaran dibaca pada lembar kegiatan.
- d. Apabila telah difahami, lanjutkan dengan latihan.
- e. Jika merasa sudah menguasai, lanjutkan dengan kegiatan evaluasi.
- f. Peserta dikatakan lulus dan menguasai jika dapat menjawab soal pada lembar evaluasi minimal 75%.

3. Kompetensi:

Menyusun program untuk mesin Bubut CNC TU-2A

4. Kriteria Unjuk Kerja (KUK):

- a. Struktur luar program, Format blok dan alamatnya difahami
- b. Kode-kode perintah digunakan sesuai fungsinya
- c. Jenis-jenis alarm dan cara mengatasinya difahami
- d. Rencana Kerja (work Planning) dibuat berdasarkan gambar benda kerja yang akan dibuat.
- e. Program dibuat sesuai dengan gambar kerja dan rencana kerja yang telah dibuat

URAIAN MATERI

Baca uraian Materi berikut dalam waktu 30 menit

A. Struktur Luar Program

Struktur program adalah suatu bentuk program di mana ke dalamnya kita masukan data yang berupa angka dan hurup. Dalam menentukan struktur program, tidak semudah apa yang dibayangkan, oleh karena dalam pengerjaannya perlu didukung oleh berbagai ahli dari latar belakang bidang keilmuan yang berbeda. Hal ini dalam upaya untuk memenuhi kriteria dari suatu struktur program yaitu harus mudah, ketidak tergantungan terhadap bahasa tertentu, orientasi praktis, dan dapat dipakai untuk semua mesin perkakas.

Prosedur dalam menentukan suatu struktur program, harus dimulai dari analisis proses kerja mesin-mesin perkakas.

Dilihat dari struktur luarnya, program untuk mesin bubut CNC TU-2A terdiri dari nomor blok, kata, dan karakter.

Contoh:

N10 G00 X0000 Z0000

Keterangan

N10 : Nomor blok, artinya blok tersebut bernomor 10

G00, X0000 dan Z000 : Kata,

G00 : G, dan 0 adalah karakter

Secara umum, format blok untuk mesin bubut CNC-TU-2A adalah sebagaiberikut:

N	G (M)	X (I)	Z (K)	F (L)(K)(T)	H
---	----------	----------	----------	----------------	---

Dalam format blok tersebut, alamat yang ada perlu diketahui, yaitu:

- 1) Alamat N pada kolom pertama menunjukkan nomor blok
- 2) Alamat G pada kolom kedua menunjukkan jenis perintah jalan pergerakan pahat
- 3) Alamat M pada kolom kedua menunjukkan jenis perintah pengatur/informasi tambahan seperti pergerakan motor, dan lain-lain.
- 4) Alamat X pada kolom ke tiga menunjukkan koordinat X yang dituju.

- 5) Alamat I pada kolom ke tiga menunjukkan koordinat titik pusat lingkaran pada arah X.
- 6) Alamat Z pada kolom keempat menunjukkan koordinat Z yang dituju.
- 7) Alamat K pada kolom keempat menunjukkan koordinat titik pusat lingkaran pada arah Z.
- 8) Alamat F pada kolom ke lima menunjukkan besarnya kecepatan pergerakan pahat (Feeding).
- 9) Alamat L pada kolom ke lima menunjukkan pada blok mana fungsi G 25 (sub rutin) dan G 27 (perintah melompat) berlaku.
- 10) Alamat K pada kolom ke lima menunjukkan kisar ulir pada pembubutan ulir.
- 11) Alamat T pada kolom ke lima menunjukkan jumlah langkah ayunan dari revolver pahat pada fungsi M06.
- 12) Alamat H pada kolom keenam menunjukkan informasi tentang pembagian pemotongan, lebar pahat, dan keluaran pulsa untuk fungsi G atau M tertentu.

B. Kode-kode Perintah Pada pemrograman Mesin Bubut CNC TU-2A

Kode-kode perintah yang digunakan dalam memprogram mesin bubut CNC dan mesin bubut CNC TU-2A khususnya terdiri dari dua jenis perintah, yaitu perintah yang dibuat dalam bentuk kode G dan perintah yang dibuat dalam bentuk kode M.

1. Kode G

Kode G adalah bentuk perintah yang terkait dengan bentuk pergerakan alat potong. Jenis-jenis kode G yang digunakan untuk memprogram mesin bubut CNC TU-2A adalah:

No.	Kode G	Nama
1	G00	Perintah pergerakan cepat
2	G01	Perintah pergerakan lurus
3	G02	Perintah pergerakan melingkar searah jarum jam
4	G03	Perintah pergerakan melingkar berlawanan arah jarum jam
5	G04	Waktu penahanan/tinggal diam
6	G21	Blok Kosong
7	G25	Pemanggilan sub program (sub rutin)
8	G27	Perintah melompat
9	G33	Perintah pembubutan ulir

10	G64	Perintah untuk memutus arus ke motor.
11	G65	Perintah pelayanan Kaset
12	G66	Perintah pelayanan RS 232
13	G73	Siklus pemboran dengan pemutusan total
14	G78	Siklus penguliran
15	G81	Siklus pemboran untuk penandaan
16	G82	Siklus pemboran dengan tinggal diam
17	G83	Siklus pemboran dengan penarikan
18	G84	Siklus pembubutan memanjang
19	G85	Siklus pembubutan ulir
20	G86	Siklus pembubutan alur
21	G88	Siklus melintang
22	G89	Siklus perimeran dengan tinggal diam
23	G90	Pemrograman absolute
24	G91	Pemrograman inkremental
25	G92	Pemrograman absolute dengan penatapan
26	G94	Asutan dalam mm/min.
27	G95	Asutan dalam mm/put.

2. Kode M

Kode M yang dapat digunakan dalam pemrograman mesin bubut CNC TU-2A adalah:

No.	Kode M	Nama
1	M00	Berhenti terprogram
2	M03	Spindel ON searah jarum jam
3	M05	Spindel berhenti
4	M06	Perhitungan panjang pahat
5	M17	Akhir sub program
6	M30	Akhir program
7	M98	Kompensasi kelonggaran secara otomatis
8	M99	Parameter lingkaran

C. Jenis-jenis Alarm dan cara Mengatasinya

Jenis-jenis alarm yang mungkin muncul pada saat mengoperasikan CNC adalah:

- A 00 : Salah perintah G atau M
- A 01 : salah interpolasi melingkar
- A 02 : Harga X terlalu besar
- A 03 : salah harga F
- A 04 : Harga Z terlalu besar
- A 06 : Pada pemotongan ulir jumlah putaran sumbu utama terlalu besar
- A 08 : Mencapai ujung pita pada rekaman

- A 09 : Program tidak ditemukan
- A 10 : Pengama kaset aktif
- A 11 : Salah jalan
- A 12 : Salah pengecekan
- A 13 : Pengaliha dari mm ke inchi dengan pelayanan pemuatan
- A 15 : salah harga F
- A 17 : Salah sub program

Cara untuk mengatasi alarm tersebut adalah dengan mematikan alarm terlebih dahulu dan memperbaiki pesan yang diinginkan. Untuk mematikan alarm digunakan tombol INP dan REV secara bersama-sama.

D. Rencana Kerja (work Planning)

Sebelum membuat program, agar hasilnya optimal perlu dibuat dulu rencana kerja dari proses pembuatan benda kerja dimaksud. Isi dalam rencana kerja tersebut diantaranya memuat nama pekerjaan, alat potong, dan parameter yang dibutuhkan. Sebagai contoh dapat dilihat pada table berikut.

Tabel 1 : Rencana pada proses pembubutan benda kerja

No.	Uraian Pekerjaan	Alat Potong		S	F
		No.	Nama		
1	Bubut Rata muka/Facing	1	Pahat rata kanan (kasar)	2000 rpm	30 mm/menit
2	Bubut rata Ø22 mm ke Ø18 mm sepanjang 40 mm	1	Pahat rata kanan (kasar)	2200 rpm	46 mm/menit
3	Bubut rata Ø18 mm ke Ø10 mm sepanjang 20 mm	1	Pahat rata kanan (kasar)	3200 rpm	65 mm/menit
4	Penyelesaian akhir	2	Pahat Halus (copy) kanan	3500 rpm	45 mm/menit

E. Pembuatan Program

Dalam membuat program, hal-hal yang perlu dilakukan adalah:

1. Memahami rencana kerja yang telah dibuat.
2. Menterjemahkan setiap titik dalam gambar benda kerja ke dalam bentuk koordinat yang sesuai (X dan Z).
3. Menetapkan posisi pahat.
4. menetapkan metode pemrograman yang akan digunakan
5. Membuat program dengan sesuai dengan jenis perintah dan format blok yang berlaku.

a. Program Pembubutan Rata

Untuk pembubutan rata, dapat dilakukan langkah demi langkah maupun dengan pembubutan secara siklus. Untuk keperluan ini dapat digunakan perintah G00, G01, G84, maupun G88

Adapun format bloknnya adalah sebagai berikut:

G00/X±/Z±

G01/X±/Z±/F

G84/X±/Z±/F/H

G88/ X±/Z±/F/H

b. Pembubutan Radius

Perintah pembubutan radius digunakan perintah G02 atau G 03 dengan format blok sebagai berikut:

G02/03/ X±/Z±/F

M99/I/K

b. Pembubutan Tirus

Untuk membubut tirus, berbeda dengan cara pembubutan tirus dengan mesin bubut konvensional, oleh karena tidak diperlukan pergeseran eretan atas, atau kepala lepas, melainkan cuma dengan mengarahkan/menggerakkan pahat ke posisi atau target yang dituju. Akan tetapi, hal yang harus diperhatikan bahwa pembubutan tirus ini hanya dilakukan pada tahap penyelesaian akhir, jadi pada tahap awalnya pembubutan harus dibuat bertingkat sesuai dengan ketirusan yang dikehendaki. Perintahnya dapat menggunakan G01, maupun G84 dengan besar diameter dan panjang yang berbeda.

d. Pembubutan Ulir

Pembubutan ulir dapat dilakukan dengan cara sekali jalan ataupun dengan berulang-ulang (siklus). Bentuk perintahnya adalah:

G33/ Z±/K atau

G78/ X±/Z±/K

e. Pembubutan Alur

Pembubutan alur dapat dilakukan dengan perintah sekali jalan atau berulang-ulang. Untuk perintah sekali jalan dapat menggunakan perintah G01 dan G00. Adapun untuk perintah yang berulang-ulang dapat dilakukan dengan perintah G86, dengan bentuk perintah sebagai berikut:

G86/X±/Z±/F/H

f. Pemboran

Untuk pekerjaan pemboran dapat dilakukan dengan berbagai jenis perintah pemboran seperti G73, G81, G82, dan G83. Adapun bentuk bentuk perintahnya diantaranya adalah:

G73/Z±/F

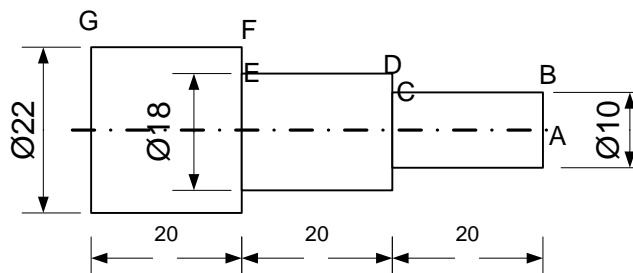
G81/Z±/F

G82/Z±/F

G83/Z±/F

Contoh Pemrograman benda kerja

Berikut ini adalah sebuah benda kerja yang harus dibuat dengan menggunakan mesin bubut CNC TU 2A. Apabila raw material adalah Alluminium dengan ukuran $\varnothing 22$ mm x 80 mm, dengan posisi pahat 5,5 di luar benda kerja. Anda diminta untuk membuat program NC, agar benda kerja tersebut dapat terbentuk.



Agar dalam pembuatan program lebih efektif maka harus ditempuh langkah-langkah sebagaiberikut:

- Memahami rencana kerja yang telah dibuat.
- menetapkan metode pemrograman yang akan digunakan
- Menterjemahkan setiap titik dalam gambar benda kerja ke dalam bentuk koordinat yang sesuai (X dan Z).
- Menetapkan posisi pahat.
- Membuat program dengan sesuai dengan jenis perintah dan format blok yang berlaku.

1. Pembuatan Rencana kerja (Work Planning)

Untuk membuat program dalam pengerjaan benda kerja tersebut, perlu dibuat terlebih dulu rencana pengerjaan (*work planning*), dan dibuat dalam bentuk kolom sebagai berikut:

No.	Kegiatan	Alat Potong		S	F
		No.	Nama		
1	Bubut Rata muka/Facing	1	Pahat rata kanan (kasar)	2000 rpm	30 mm/menit
2	Bubut rata $\varnothing 22$ mm ke $\varnothing 18$ mm sepanjang 40 mm	1	Pahat rata kanan (kasar)	2200 rpm	46 mm/menit
3	Bubut rata $\varnothing 18$ mm ke $\varnothing 10$ mm sepanjang 20 mm	1	Pahat rata kanan (kasar)	3200 rpm	65 mm/menit
4	Penyelesaian akhir	2	Pahat Halus (copy) kanan	3500 rpm	45 mm/menit

2. Penetapan Metode Pemrograman

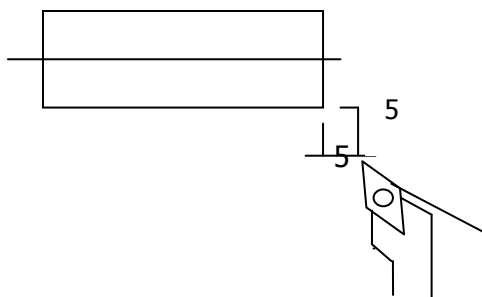
Metode pemrograman yang akan digunakan adalah metode pemrograman absolute dengan penetapan

3. Penterjemahan setiap titik dalam gambar ke dalam bentuk koordinat

No	Titik	X	Z
1	A	0	0
2	B	10	0
3	C	10	-20
4	D	18	-20
5	E	18	-40
6	F	22	-40
7	G	22	-60

4. Penentuan posisi pahat

Sesuai perintah pada soal, maka posisi pahat ditetapkan dengan posisi 5,5 di luar permukaan benda kerja.



Dengan posisi seperti itu, maka perintah penetapannya adalah sebagaiberikut: **G92 X3200 Z500**; X3200 adalah diameter titik potong pisau, yaitu diameter benda kerja $2200 + 2 \cdot 500$

5. Pembuatan program

Bentuk program CNC untuk membuat benda kerja tersebut adalah:

No.	G/M	X	Z	F/T/K	H
10	G92	3200	500		
20	M03				
30	M06	0	0	0	
40	G00	2300	0		
50	G01	-20	0	30	
60	G00	-20	100		
70	G00	2200	100		
80	G84	1800	-4000	46	50
90	G00	1800	100		
100	G84	1000	-1000	65	50
110	G00	3200	500		
120	M06	---	---	01	
130	G00	0000	100		
140	G01	0000	000	45	
150	G01	1000	000	45	
160	G01	1000	-1000	45	
170	G01	1800	-1000	45	
180	G01	1800	-2000	45	
190	G01	3200	-2000	45	
200	M05				
210	G00	3200	500		
220	M30				

Latihan atau Lembar kerja

Jawab pertanyaan di bawah ini dengan Benar!

1. Jelaskan struktur luar program untuk mesin bubut CNC TU-2A!
2. Tuliskan format blok yang digunakan dalam pemrograman mesin bubut CNC TU-2A dan jelaskan nama-nama alamat yang ada di dalamnya!
3. Kode-kode apa yang digunakan dalam pemrograman mesin bubut CNC TU-2A!
4. Kode apa yang digunakan apabila anda akan memberi perintah membubut radius?
5. Sebutkan lima macam alarm yang dapat muncul jika program yang dibuat salah, dan bagaimana cara memperbaikinya!
6. Jelaskan komponen-komponen yang minimal ada dalam sebuah rencana kerja (work planning)!

Lembar Evaluasi

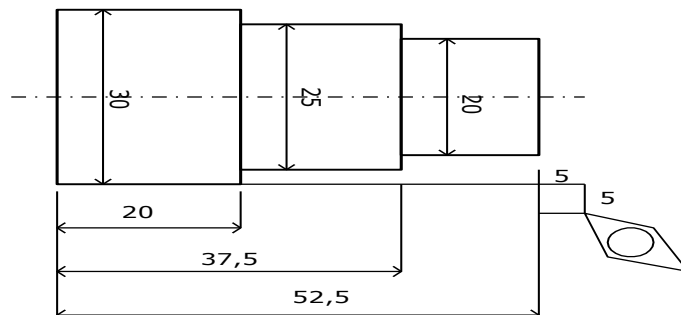
Setelah anda membaca uraian materi dan mengerjakan lembaran kerja, berarti anda telah menguasai sebagian materi dari pemrograman CNC khususnya yang berkaitan Struktur luar program, Format blok dan alamatnya, Kode-kode perintah digunakan, Jenis-jenis alarm dan cara mengatasinya, dan Rencana Kerja (work Planning). Untuk mengetahui tingkat pemahaman anda tentang materi ini, anda diminta untuk mengerjakan soal latihan berikut.

Petunjuk

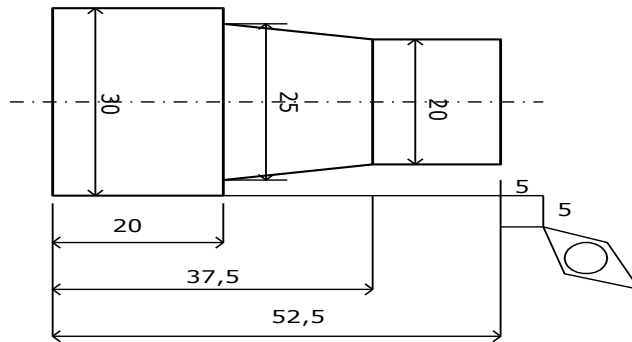
1. Kerjakan soal sesuai dengan perintah yang ada dalam soal
2. Waktu pengerjaan untuk setiap soal selama 45 menit.

Soal

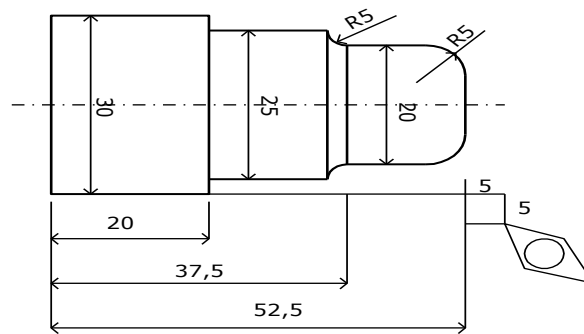
1. Buat Rencana kerja dan program NC untuk membubut benda kerja seperti pada gambar di bawah ini, apabila raw material adalah Alluminium dengan ukuran diameter 30 mm, dan panjang 60 mm.



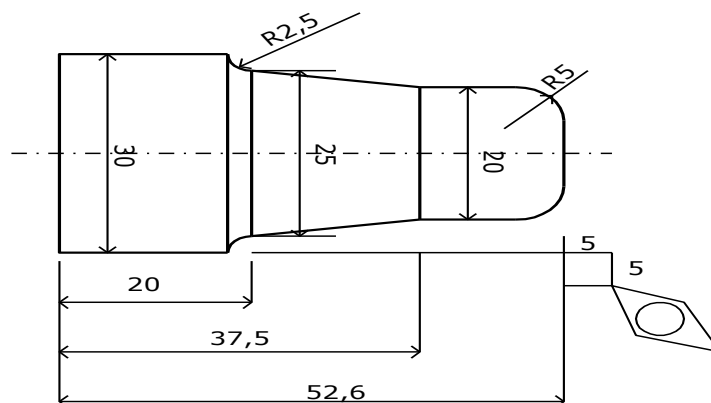
2. Buat Rencana kerja dan program NC untuk membubut benda kerja seperti pada gambar di bawah ini, apabila raw material adalah Alluminium dengan ukuran diameter 30 mm, dan panjang 60 mm.



3. Buat Rencana kerja dan program NC untuk membubut benda kerja seperti pada gambar di bawah ini, apabila raw material adalah Alluminium dengan ukuran diameter 30 mm, dan panjang 60 mm.



4. Buat Rencana kerja dan program NC untuk membubut benda kerja seperti pada gambar di bawah ini, apabila raw material adalah Alluminium dengan ukuran diameter 30 mm, dan panjang 60 mm.



Sumber Bacaan:

Emco (1988), Petunjuk pemrograman dan pelayanan EMCO TU-2A, Austria : EMCO MAIER & Co.

Frommer, Hans G. *Practical CNC-Training for Planning and Shop (part2 : Examples and exercise)*. Germany: Hanser Publishers. 1985.

Hayes, John H. *Practical CNC-Training for Planning and Shop (part1; Fundamental)*. Germany: Hanser Publishers. 1985.

Love, George, (1983), *The Theory and Practice of METALWORK (third edition), Terjemahan (Harun A.R.)*, Longmand Group Limited.

Pusztai, Joseph and Sava Michael. *Computer Numerical Control*. Virginia: Reston Publishing Company, Inc. 1983.