

MODUL 2

DASAR-DASAR PEMROGRAMAN 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 pemrograman mesin CNC

4. Kriteria Unjuk Kerja (KUK):

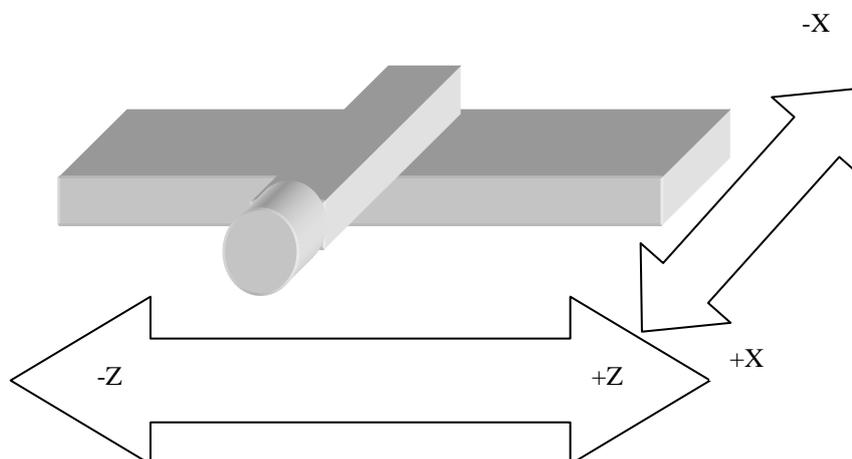
- a. Sistem persumbuan dan system koordinat pada mesin bubut CNC difahami
- b. Definisi pemrograman difahami
- c. Jenis-jenis bahasa pemrograman diketahui
- d. Metode pemrograman difahami
- e. Koordinat benda ditentukan berdasarkan metode pemrograman

URAIAN MATERI

Baca uraian Materi berikut dalam waktu 30 menit

A. Sistem Persumbuan

Pada mesin Bubut CNC, sistem persumbuan yang digunakan terdiri dari dua sumbu, yaitu sumbu X dan sumbu Z. Sumbu X adalah sumbu yang tegak lurus terhadap sumbu utama spindel). Biasanya sumbu ini dikenal juga dengan nama sumbu eretan atas/eretan lintang. Adapun sumbu Z adalah sumbu memanjang yang sejajar dengan meja mesin, atau sumbu yang tegak lurus dengan eretan lintang, sehingga dikenal dengan sumbu untuk arah eretan memanjang. Dalam operasinya dikenal dua arah pergerakan, yaitu arah negatif dan arah positif. Untuk sumbu X arah positif terjadi bila gerakan pahat mendekati kita, sehingga ukuran diameter benda semakin besar. Adapun arah negatif adalah arah gerakan pahat yang menjauhi kita, sehingga ukuran diameter benda semakin kecil. Untuk sumbu Z, arah positif adalah arah dimana gerakan pahat menuju ke arah tangan kita, sedangkan arah negatif adalah arah gerakan pahat ke sebelah kiri tangan kita. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 1. Sistem Sumbu Pada Mesin Bubut CNC

B. Definisi Pemrograman

Pemrograman adalah memberikan data kepada komputer yang dapat difahami olehnya. Dengan kata lain, kita harus menyuapi komputer, menyusun data dalam urutan yang teratur dan dalam bahasa yang dikenal dan difahami oleh

mesin. Hal ini dimaksudkan agar data tersebut yang dimasukkan dapat diproses olehnya. Bahasa yang dimaksud dinyatakan dalam bentuk kode. Kode tersebut harus memenuhi bentuk kode standar internasional dengan mengacu pada standar ISO yang telah diakui dunia.

Program dalam pengoperasian mesin CNC merupakan bagian persiapan pekerjaan yang tidak dapat dilewatkan. Oleh karena program tersebut merupakan sejumlah perintah dalam bentuk kode yang dipakai untuk mengendalikan mesin. Sehubungan dengan itu, seorang penulis program sebelum melakukan pemrograman harus memiliki pengetahuan dan pengertian yang mendasar mengenai gambar kerja, urutan pengerjaan, pengertian teknologi mengenai berbagai metode produksi seperti membubut, mengefrais, mengebor dan lain-lain, teknik pemasangan/pemuatan benda kerja, dan alat-alat potong.

Pengertian tersebut diperlukan mengingat dalam membuat sebuah program, akan dihadapkan pada beberapa hal sebagai berikut :

- a. Petunjuk-petunjuk benda kerja yang bersangkutan seperti ditetapkan dalam gambar kerja dan dalam perintah kerja,
- b. Metode pengerjaan, yang mana kita harus meneliti tentang mesin, dan alat potong yang sesuai,
- c. Perencanaan dan penentuan harga pokok produksi.

Berdasarkan hal di atas, maka dalam penyusunan suatu program seorang pembuat program (*programer*) harus mampu menjawab pertanyaan-pertanyaan sebagai berikut :

- a. Metode pengerjaan apa yang cocok untuk mengerjakan benda kerja tersebut?
- b. Bagaimana benda kerja tersebut harus dipasang ?
- c. Informasi teknologi apa yang harus dipilih ?

C. Bahasa Pemrograman

Bahasa pemrograman yang digunakan untuk pengoperasian mesin CNC diantaranya adalah:

- a. GTL, yaitu bahasa pemrograman yang digunakan pada komputer mini. Bahasa pemrograman ini akrab bagi pemrograman NC dan CNC.
- b. Compact II yang merupakan bahasa pemrograman yang universal.
- c. MINI APT, yaitu bahasa pemrograman yang cocok untuk mesin-mesin dan benda-benda kerja yang jenisnya banyak.
- d. MITURN, yaitu bahasa pemrograman yang hanya digunakan untuk pekerjaan bubut, yaitu bahasa pemrograman dengan karakteristik sebagai berikut:
 - hanya perlu melakukan instruksi-instruksi kontur.
 - Informasi alat-alat potong tidak perlu digunakan.
 - Petunjuk teknologi dihitung sendiri oleh MITURN.
 - Petunjuk input yang diberikan sedikit.
- e. Bahasa pemrograman Sinumerik yang dikeluarkan oleh Jerman.
- f. Bahasa pemrograman Panuc yang dikeluarkan oleh Jepang.
- g. Bahasa pemrograman Emcotronic yang dikeluarkan oleh EMCo Maier Austria.

D. Metode Pemrograman

Ada beberapa metode pemrograman yang dapat digunakan dalam memprogram mesin CNC. Metode tersebut dapat dilihat dari segi cara pemuatan program ke dalam mesin, dan segi metode pengukuran.

1. Metode pemrograman berdasarkan cara pemuatan program ke mesin

Berdasarkan cara pemuatan program ke mesin, metoda pemrograman dibedakan menjadi pemrograman manual, pemrograman eksternal, dan pemrograman dengan menggunakan computer eksternal.

a) Pemrograman manual

Pemrograman manual adalah metode pemrograman yang langsung dilakukan pada mesin (on line program). Hal ini dimungkinkan, karena pada mesin telah disediakan fasilitas untuk pemuatan program yakni dengan menggunakan tombol-tombol keyboard pada mesin. Dalam metode pemrograman ini, seorang operator harus mengetik langsung program (hasil sendiri maupun hasil orang lain) dengan benar.

Pemrograman dengan metode ini memiliki beberapa kelebihan dan kekurangan sebagai berikut:

Kelebihan	Kekurangan
<ul style="list-style-type: none"> - cepat, bias dikerjakan satu orang saja. - bagi seorang operator, pekerjaan ini sangat mengasyikan, sehingga akan mengenali mesin dengan lebih baik dan pada akhirnya dia akan lebih faham dan terampil. - penghapusan program lebih sederhana dan proses kerjanya menjadi lebih luwes. - Bagi pemula, dia dapat mulai bekerja dengan peraturan-pertauran organisasi manual 	<ul style="list-style-type: none"> - terbatas untuk program yang pendek. Hal ini berkaitan dengan kemampuan dan daya tahan manusia untuk berdiri di depan mesin. - Selama pengetikan program tidak mungkin untuk terus melakukan produksi. - Banyak waktu yang dibutuhkan untuk memeriksa kesalahan-kesalahan yang terjadi. - Diperlukan keahlian yang cukup tinggi dari operator. - Tergantung pada type dan jenis mesin (tidak universal)

b) Pemrograman eksternal

Langkah perbaikan yang dilakukan guna lebih meningkatkan efisiensi proses produksi, diciptakan alat Bantu untuk membuat program. Program yang dibuat dinyatakan dalam bentuk kode G ISO. Pada zaman dulu, pembuatan program dilakukan dengan menggunakan alat Bantu teletip yang dihubungkan melalui perangkat pelubang (*punch*), guna membuat pita berlubang (*ponsband*). Dengan menggunakan alat khusus (*Tape reader*), pita berlubang tersebut dipasang dan program termuat pada mesin.

Selain itu, kita juga dapat membuat program dengan bantuan Personal Computer (PC) yang memiliki SoftWare tertentu, seperti emcotronic. Untuk memuatnya ke dalam mesin digunakan perangkat atau alat bantu berbentuk disket atau melalui interface seperti RS-232.

Keuntungan dan kekurangan yang dimiliki oleh metode ini adalah:

Kelebihan	Kekurangan
<ul style="list-style-type: none"> - Program dapat dibuat dalam lingkungan yang tenang dan tempat kerja yang murah. - Selama penulisan program mesin dapat terus beroperasi. - Sebelum pengujian langsung pada mesin, program dapat disimulasikan 	<ul style="list-style-type: none"> - Tidak seragam atau universal, tergantung pada jenis mesin yang digunakan. - Kurang cocok untuk bentuk-bentuk produk yang kompleks, karena titik-titik target harus dihitung.

dulu dalam PC. - Cara penyimpanan dan penghapusan program amat sederhana.	
--	--

c) Pemrograman dengan bantuan Komputer Eksternal

Pemrograman dengan bantuan komputer eksternal, memudahkan kita dalam penentuan informasi geometris (titik-titik koordinat target) dengan bantuan sistem pemrograman yang menggunakan PC yang dilengkapi dengan fasilitas CAD (Computer Aided Design) dan CAM (Computer Aided Manufacture). CAD digunakan untuk mendesain gambar produk, sedangkan CAM digunakan untuk membuat program dalam membentuk produk sesuai dengan gambar. Dengan bantuan CAM ini, kita diberi kesempatan untuk membuat rancangan pengerjaan suatu produk sesuai dengan langkah sebenarnya. Selain itu, informasi geometris (koordinat-koordinat target) dari gambar produk dapat diketahui langsung.

Keuntungan dan kekurangan yang dimiliki oleh metode pemrograman ini adalah:

Kelebihan	Kekurangan
<ul style="list-style-type: none"> - Program input yang digunakan seragam. - Dapat digunakan untuk membuat program pada kontur benda kerja yang rumit. - Waktu produksi setiap produk dapat diketahui. - Pengalihan data dapat berjalan melalui komputer. - Pembuatan program dapat dilakukan pada tempat yang tenang dan memberikan hasil yang lebih baik. 	<ul style="list-style-type: none"> - Dalam membuat program, orang yang membuat program harus terlebih dulu memiliki pengetahuan tambahan pengetahuan tentang metode pengerjaan, cara pemasangan benda kerja, dan penentuan dan perencanaan harga produksi.

2. Metode pemrograman berdasarkan metode pengukuran

Berdasarkan metode pengukuran, metode pemrograman dapat dibedakan menjadi metode pemrograman absolut dan inkremental.

Metode pemrograman absolut adalah metode pemrograman yang menggunakan satu titik acuan. Metode pemrograman absolut ini terdiri dari dua jenis, yaitu metode pemrograman absolut dengan penetapan dan metode pemrograman tanpa penetapan. Dalam metode pemrograman absolut tanpa

penetapan, acuan yang digunakan adalah posisi pahat sebelum digerakkan, sedangkan program absolut dengan penetapan, titik acuannya menggunakan titik perpotongan antara sumbu benda dan sisi permukaan bagian luar, atau pada titik di tengah-tengah benda ujung benda.

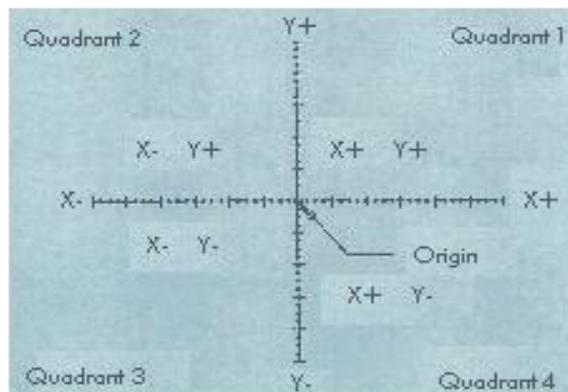
Metode pemrograman inkremental adalah metode pemrograman yang tidak menggunakan satu titik acuan, tetapi berubah-ubah. Artinya, akhir dari suatu pergerakan digunakan sebagai acuan untuk pergerakan berikutnya.

E. Penentuan Koordinat Benda Kerja

Dalam membuat program pada mesin bubut CNC, hal penting yang harus difahami adalah menentukan titik koordinat dari setiap target yang diinginkan. Untuk menentukan titik-titik koordinat tersebut, harus mengacu pada metode pengukuran dan atau metode pemrograman yang digunakan (absolut atau inkremental).

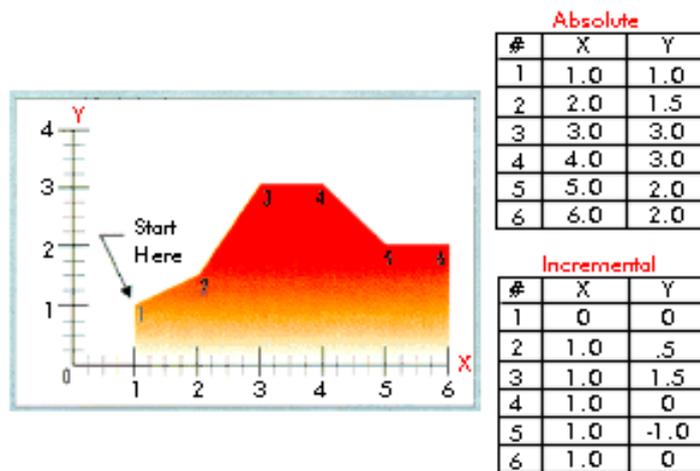
Penentuan Titik koordinat berdasarkan sistim pengukuran absolut.

Dalam menentukan titik koordinat, dari sebuah benda harus sesuai dengan sistim koordinat yang dipakai. Sistim koordinat yang dipakai dalam pemrograman mesin CNC, adalah sistim koordinat cartesius. Sistim koordinat tersebut dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 2. Sistim Koordinat Cartesius

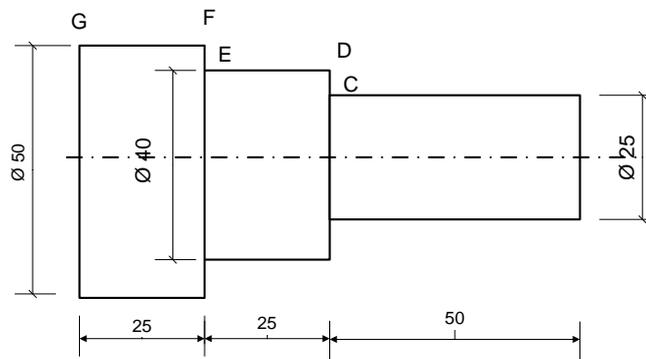
Selain mengacu pada sistim koordinat yang digunakan, dalam menentukan titik koordinat juga harus mengacu pada metode pengukuran yang digunakan (absolut atau inkremental). Berikut ini adalah contoh titik-titik koordinat yang diukur secara absolut dan secara inkremental.



Gambar 3. Titik-titik Koordinat yang Diukur secara Absolut dan Inkrimental Dalam Mesin Bubut CNC, nama sumbu seperti di atas berubah menjadi sumbu Z untuk arah mendatar dan sumbu X untuk arah vertikal. (lihat sistim sumbu mesin bubut CNC). Selain itu, dalam pemrograman Absolut, nilai X adalah sama dengan nilai diameter.

Contoh :

Berikut ini adalah sebuah benda kerja bubut. Anda diminta untuk menentukan titik koordinat dari titik B, C, D, E, F, dan G apabila titik A koordinatnya 0,0.



Absolut

Titik	X	Z
A	0	0
B	25	0
C	25	-50
D	40	-50
E	40	-75
F	50	-75
G	50	-100

Inkriminal

Titik	X	Z
A	0	0
B	-12,5	0
C	0	-50
D	-7,5	0
E	0	-25
F	-5	0
G	0	-25

Latihan atau Lembar kerja

Jawab pertanyaan di bawah ini dengan Benar dan Salah!

1. Sistem koordinat yang digunakan dalam mesin bubut CNC adalah sistem koordinat kartesius.
2. Nama sumbu yang digunakan dalam mesin bubut CNC adalah sumbu X dan sumbu Z.
3. Pemrograman adalah pemberian perintah kepada mesin dengan perintah yang dapat difahami oleh mesin.
4. Bahasa pemrograman Turbo Pascal dapat digunakan dalam pemrograman CNC.
5. Metode pemrograman yang menggunakan satu titik acuan adalah metode pemrograman inkremental.
6. Dalam menentukan koordinat benda kerja, harus mengacu metode pengukuran yang digunakan.

Lembar Evaluasi

Setelah anda membaca uraian materi dan mengerjakan lembaran kerja, berarti anda telah menguasai sebagian materi dari pemrograman CNC khususnya yang berkaitan dengan sistem persumbuan dan system koordinat pada mesin bubut CNC, definisi pemrograman, jenis-jenis bahasa pemrograman, metode pemrograman dan cara menentukan koordinat benda berdasarkan metode pemrograman. Untuk mengetahui tingkat pemahaman anda tentang materi ini, jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut ini.

Petunjuk

1. Pilih salah satu jawaban yang paling benar dengan memberi tanda silang (X) pada huruf a, b, c atau d.
2. Jangan mencari jawaban dari lembar kerja atau lembar latihan.
3. Jawaban dikerjakan langsung pada lembaran soal.
4. waktu pengerjaan paling lama 10 menit.

Soal

1. Sistem koordinat yang digunakan dalam mesin bubut CNC YU-2A adalah sistem koordinat:
 - a. Kartesius
 - b. Polar
 - c. Dua-duanya benar
 - d. Dua-duanya salah
2. Jumlah sumbu yang digunakan dalam mesin bubut CNC TU-2A adalah:
 - a. dua sumbu
 - b. tiga sumbu
 - c. satu sumbu
 - d. semuanya benar
3. Jenis sumbu yang digunakan dalam mesin bubut CNC TU-2A adalah:
 - a. sumbu X dan sumbu Z
 - b. Sumbu X dan sumbu Y
 - c. Sumbu Y dan sumbu Z
 - d. Tidak ada yang benar
4. Sebagian jenis bahasa pemrograman yang dapat digunakan untuk mengoperasikan CNC adalah:
 - a. GTL
 - b. Turbo Pascal
 - c. a dan b benar
 - d. a dan b salah
5. Jenis bahasa pemrograman yang khusus digunakan untuk pekerjaan bubut adalah:
 - a. GTL
 - b. EMCO Draft
 - c. Mini APT
 - d. MITURN
6. Metode pemrograman berdasarkan metode pengukuran dibedakan menjadi:
 - a. Dua jenis
 - b. Tiga jenis
 - c. Empat Jenis

- d. Tidak ada yang benar
- 7. Metode pemrograman pada mesin CNC yang dianggap paling menguntungkan adalah:
 - a. Pemrograman langsung pada mesin
 - b. Pemrograman eksternal
 - c. Pemrograman dengan bantuan komputer eksternal
 - d. Semua jawaban benar
- 8. Koordinat titik X pada benda kerja bubut yang diukur dengan mengacu pada metode pemrograman absolut adalah:
 - a. Sama dengan jari-jari benda
 - b. Sama dengan diameter benda
 - c. Semua benar
 - d. Semua salah

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 (thord edition), Terjemahan (Harun A.R.)*, Longmand Group Limited.

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