

MATERI PPM
PRINSIP KERJA DAN BAGIAN-BAGIAN UTAMA
MESIN BUBUT CNC TU-2A

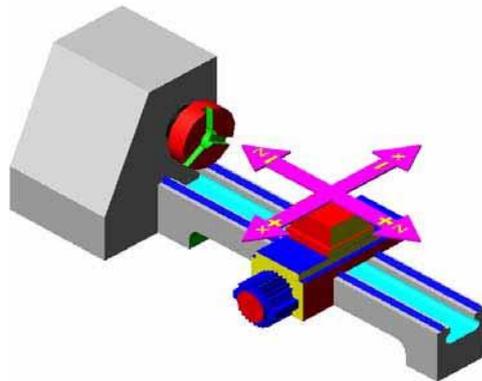
Oleh:
Dr. Dwi Rahdiyanta
FT-UNY

1. Prinsip Kerja Mesin Bubut CNC TU-2 Axis

Mesin Bubut CNC TU-2A mempunyai prinsip gerakan dasar seperti halnya Mesin Bubut konvensional yaitu gerakan ke arah melintang dan horizontal dengan sistem koordinat sumbu X dan Z. Prinsip kerja Mesin Bubut CNC TU-2A juga sama dengan Mesin Bubut konvensional yaitu benda kerja yang dipasang pada cekam bergerak sedangkan alat potong diam. Untuk arah gerakan pada Mesin Bubut diberi lambang sebagai berikut:

- a. Sumbu X untuk arah gerakan melintang tegak lurus terhadap sumbu putar.
- b. Sumbu Z untuk arah gerakan memanjang yang sejajar sumbu putar.

Untuk memperjelas fungsi sumbu-sumbu Mesin Bubut CNC TU-2A dapat dilihat pada gambar ilustrasi di bawah ini:



Gambar 1. Mekanisme arah gerakan Mesin Bubut.

2. Bagian Utama Mesin Bubut CNC TU 2-A

- a. Bagian mekanik
 - 1) Motor Utama

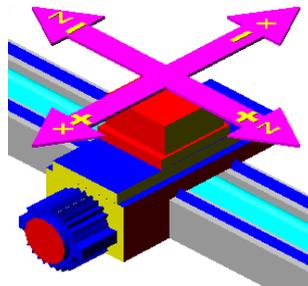
Motor utama adalah motor penggerak cekam untuk memutar benda kerja. Motor ini adalah jenis motor arus searah/DC (*Direct Current*) dengan kecepatan putaran yang variabel. Adapun data teknis motor utama adalah:

- a) Jentang putaran 600 – 4000 rpm
- b) Power Input 500 Watt
- c) Power Output 300 Watt

2) Eretan/support

Eretan adalah gerak persum-buan jalannya mesin. Untuk Mesin Bubut CNC TU-2A dibedakan menjadi dua bagian, yaitu :

- a) Eretan memanjang (sumbu Z) dengan jarak lintasan 0–300 mm.
- b) Eretan melintang (Sumbu X) dengan jarak lintasan 0–50 mm.

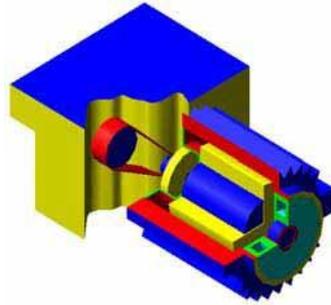


Gambar 2. Ilustrasi gerak eretan.

3) Step motor

Step motor berfungsi untuk menggerakkan eretan, yaitu gerakan sumbu X dan gerakan sumbu Z. Tiap-tiap eretan memiliki step motor sendirisendiri, adapun data teknis step motor sebagai berikut:

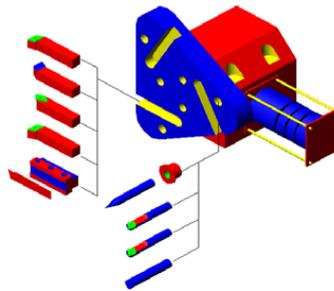
- a) Jumlah putaran 72 langkah
- b) Momen putar 0.5 Nm.
- c) Kecepatan gerakan: gerakan cepat maksimum 700 mm/menit, gerakan operasi manual 5– 500 mm/menit, dan gerakan operasi mesin CNC terprogram 2 – 499 mm/menit.



Gambar 3. Step motor.

4) Rumah alat potong (revolver/tool turret)

Rumah alat potong berfungsi sebagai penjepit alat potong pada saat proses pengerjaan benda kerja. Adapun alat yang dipergunakan disebut revolver atau toolturret, revolver digerakkan oleh step motor sehingga bisa dige-rakkan secara manual maupun terprogram.



Gambar 4. Revolver

Pada revolver bisa dipasang enam alat potong sekaligus yang terbagi mejadi dua bagian, yaitu :

- a) Tiga tempat untuk jenis alat potong luar dengan ukuran 12x12 mm. Misal: pahat kanan luar, pahat potong, pahat ulir, dll.
- b) Tiga tempat untuk jenis alat potong dalam dengan maksimum diameter 8 mm. Misal: pahat kanan dalam, bor, center drill, pahat ulir dalam, dll.

5) Cekam

Cekam pada Mesin Bubut berfungsi untuk menjepit benda kerja pada saat proses penyayatan berlangsung. Kecepatan spindel Mesin Bubut ini diatur

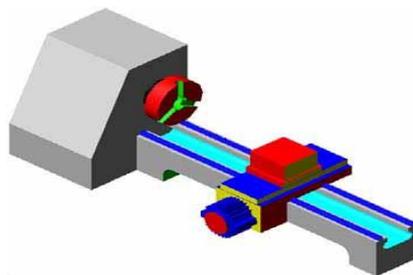
menggunakan transmisi sabuk. Pada sistem transmisi sabuk dibagi menjadi enam transmisi penggerak.



Gambar 5. Cekam

6) Meja mesin (*Sliding bed*)

Meja mesin atau *sliding bed* sangat mempengaruhi baik buruknya hasil pekerjaan menggunakan Mesin Bubut ini, hal ini dikarenakan gerakan memanjang eretan (gerakan sumbu Z) tertumpu pada kondisi *sliding bed* ini. Jika kondisi sliding bed sudah aus atau cacat bisa dipastikan hasil pembubutan menggunakan mesin ini tidak akan maksimal, bahkan benda kerja juga rusak. Hal ini juga berlaku pada Mesin Bubut konvensional. Untuk kelancaran pada *sliding bed* kebersihannya harus dijaga dari debu atau beram hasil pembubutan. Untuk itu, setiap selesai berkerja harus dibersihkan dan diberi pelumas.

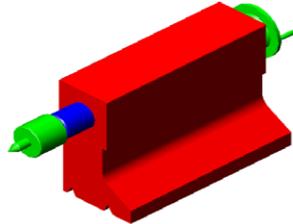


Gambar 6. *Sliding bed*.

7) Kepala lepas (Tail Stock)

Kepala lepas berfungsi sebagai tempat pemasangan senter putar pada saat proses pembubutan benda kerja yang relatif panjang. Pada kepala lepas ini bisa dipasang pencekam bor, dengan diameter mata bor

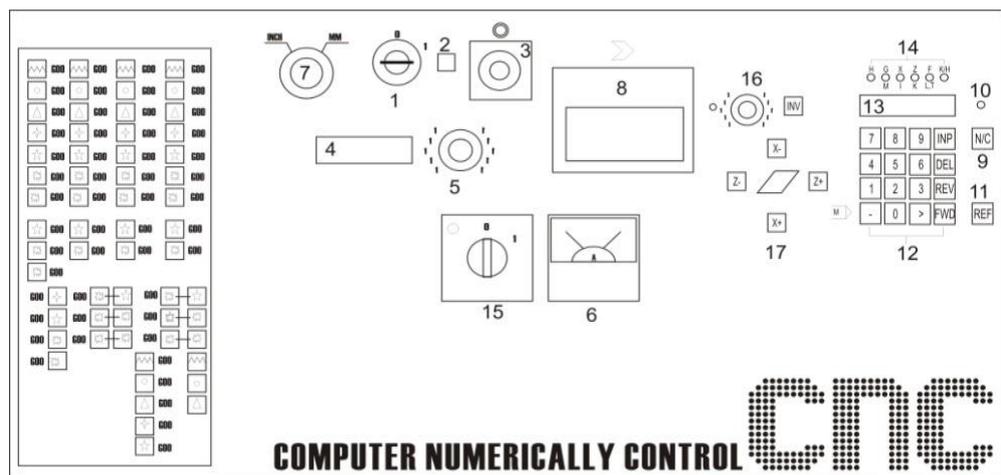
maksimum 8 mm. Untuk mata bor dengan diameter lebih dari 8 mm, ekor mata bor harus memenuhi syarat ketirusan.



Gambar 7. Kepala lepas.

b. Bagian-bagian kontrol/pengendali

Bagian pengendali/kontrol merupakan bak kontrol mesin CNC yang berisikan tombol-tombol dan saklar serta dilengkapi dengan monitor. Pada bok kontrol merupakan unsur layanan langsung yang berhubungan dengan operator. Gambar berikut menunjukkan secara visual dengan nama-nama bagian sebagai berikut:



Gambar 8. Bagian pengendali

Keterangan:

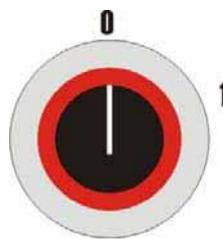
1. Saklar utama
2. Lampu kontrol saklar utama
3. Tombol emergensi
4. Display/sajian putaran spindel utama (Display RPM)
5. Saklar pengatur kecepatan sumbu utama
6. Amperemeter

7. Saklar untuk memilih satuan metric atau inch
8. Slot disk drive
9. Saklar untuk pemindah operasi manual atau CNC (H= hand/manual, C= CNC)
10. Lampu control pelayanan CNC
11. Tombol START untuk eksekusi program CNC
12. Tombol masukan untuk pelayanan CNC
13. Display untuk penunjukan harga masing-masing fungsi (X, Z, F, H), dll.
14. Fungsi kode huruf untuk masukan program CNC
15. Saklar layanan sumbu utama
16. Saklar pengatur asutan
17. Tombol koordinat sumbu X, Z.

Uraian penjelasan

1. Saklar utama/*main switch*

Saklar utama adalah pintu masuk aliran listrik ke kontrol pengendali CNC. Cara kerja saklar utama yaitu jika kunci saklar utama diputar ke posisi 1 maka arus listrik akan masuk ke kontrol CNC. Sebaliknya jika kunci saklar utama diputar kembali ke angka 0 maka arus listrik yang masuk ke kontrol CNC akan terputus.



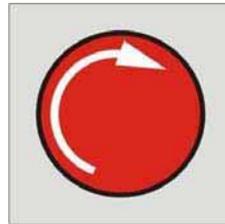
Gambar 9. Saklar utama

2. Lampu kontrol saklar utama

Tanda adanya arus masuk ke bagian pengendali, lampu kontrol saklar utama menyala. Jika lampu tidak menyala maka tidak ada arus yang masuk.

3. Tombol darurat (*Emergency switch*)

Tombol ini digunakan untuk memutus aliran listrik yang masuk ke kontrol mesin. Hal ini dilakukan apabila akan terjadi hal-hal yang tidak diinginkan akibat kesalahan program yang telah dibuat. Jika tombol ini ditekan maka secara otomatis program akan hilang.



Gambar 10. *Emergency switch*

4. Display/sajian putaran spindel utama (Display RPM)

Sajian/display petunjuk putaran RPM spindle utama berfungsi untuk menunjukkan jumlah putaran mesin yang disetel pada saklar pengaturan kecepatan sumbu utama.

5. Saklar pengatur kecepatan sumbu utama (speed override)

Saklar ini berfungsi untuk mengatur kecepatan putar alat potong pada sumbu utama. Saklar ini bisa berfungsi pada layanan CNC maupun manual. Kecepatan putara sumbu utama mesin CNC TU-2A berkisar antara 50 – 3000 RPM, sesuai tabel putaran pada mesin.

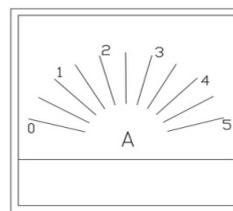
Cara pengoperasian saklar pengatur kecepatan sumbu utama ini adalah, saklar pengatur kecepatan sumbu utama diputar ke arah kanan mendekati angka 100 untuk meningkatkan kecepatan putaran spindle. Untuk mengurangi kecepatan spindle putar kembali saklar pengatur kecepatan sumbu utama ke arah kiri mendekati angka 0.



Gambar 11. Saklar pengatur kecepatan sumbu utama.

6. Ampermeter

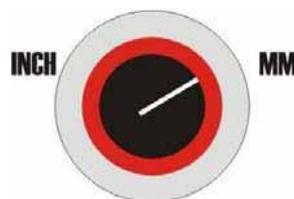
Ampermeter berfungsi untuk menunjukkan beban motor utama. Besar arus yang aman selama mesin bekerja maksimum 2 amper, sedangkan besar arus listrik maksimum yang mengalir pada motor utama adalah 4 amper. Jika arus listrik yang ditunjukkan ampermeter melebihi 2 amper, tebal penyayatan harus dikurangi. Jika mendekati 4 amper, mesin harus segera dimatikan, agar mesin motor utama tidak rusak.



Gambar 12. Ampere Meter

7. Saklar layanan dimensi (mm/inchi)

Saklar ini berfungsi untuk mengatur layanan dimensi yang akan bekerja pada mesin CNC, yaitu layanan dalam bentuk satuan Metris maupun Inch. Cara kerja saklar ini, apabila mesin akan difungsikan pada dimensi tertentu, maka simbol penunjuk saklar diputar pada titik satuan dimensi yang sesuai dengan program kerja. Agar lebih jelas lihat gambar berikut ini:



Gambar 13. Penunjukan saklar dalam satuan Metris

8. Layanan disket

Disk drive pada mesin CNC dimaksudkan untuk pelayanan pengoperasian disket. Dengan pelayanan disket dapat dilakukan: menyimpan data dari memori mesin ke dalam memori disket, dan memindah data program dari data ke dalam memori mesin.



Gambar 14. Disk drive

9. Tombol pengalihan layanan manual atau CNC

Tombol H/C berfungsi untuk mengalihkan layanan mesin cara manual ke layanan CNC atau sebaliknya. Jika mesin dalam layanan manual (lampu layanan manual menyala), kemudian kita tekan tombol H/C, nyala lampu akan berpindah ke lampu layanan CNC.



Gambar 15. Tombol H/C

10. Lampu control pelayanan CNC

Berfungsi untuk menunjukkan jenis pengoperasian mesin dengan layanan CNC (otomatis).

11. Tombol START

Untuk mengeksekusi (menjalankan) program secara otomatis (terprogram). Tombol start ditekan setelah saklar operasi mesin diputar ke posisi CNC.



Gambar 16. Tombol START

12. Tombol masukan untuk pelayanan CNC



Tombol ini berfungsi untuk menyimpan data pada memori mesin



Tombol ini berfungsi untuk menghapus satu karakter/kata untuk diganti

Tombol ini berfungsi untuk memindah cursor kembali ke



nomor blok program sebelumnya.



Tombol ini berfungsi untuk memindah cursor menuju nomor blok berikutnya.



Tombol untuk:

- Memasukkan data bernilai negatif, tombol ini ditekan setelah memasukkan nilai/angka yang dikehendaki.
- Memasukkan data dengan karakter M. Contoh: M99, M03, M05.
- Menguji kebenaran program, setelah program selesai dibuat, tekan dan tahan tombol ini, secara otomatis program yang telah dibuat akan dicek kebenarannya oleh komputer.



Tombol ini berfungsi untuk memindahkan cursor.



Kombinasi tombol untuk menghapus satu baris blok program. (Tekan tombol ~ diikuti tombol DEL).



Kombinasi tombol untuk menyisipkan satu baris blok program. (Tekan tombol ~ diikuti tombol INP).



Kombinasi tombol untuk :

- Menghapus alarm. (Tekan tombol REV diikuti tombol INP)
- Kembali ke awal program.



Kombinasi tombol untuk mengeksekusi program agar berhenti sementara. (Tekan tombol INP diikuti tombol FWD).



Tombol kombinasi untuk mengeksekusi program secara satu persatu dalam setiap blok program.

Kombinasi ini biasa digunakan sebagai salah satu cara pengecekan kebenaran program. (Tekan tombol 1 disusul tombol START)



Tombol kombinasi untuk menghapus program secara keseluruhan dari memori mesin. (Tekan tombol DEL diikuti INP).

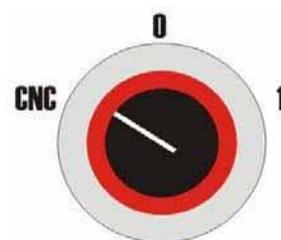
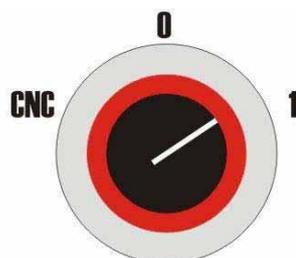
13. Display penunjuk lintasan eretan

Display lintasan eretan berfungsi untuk menunjukkan jalannya eretan arah X_{\pm} atau Z_{\pm} dalam perseratusan mm (1/100 mm). Misalnya tombol Z- ditekan dan pada display muncul angka 1500, berarti jarak yang telah ditempuh eretan pada sumbu Z- adalah $1500/100\text{mm} = 15 \text{ mm}$.

14. Saklar operasi mesin

Saklar operasi mesin ini digunakan mengatur perputaran sumbu utama sesuai menu yang dijalankan, yaitu perputaran manual dan CNC. Cara kerja saklar operasi mesin adalah sebagai berikut:

- Jika saklar diputar pada angka 1 maka menu yang dipilih adalah menu manual yaitu pergerakan eretan, kedalaman pemakanan tergantung oleh operator.
- Jika saklar diputar pada "CNC" berarti menu yang dipilih adalah menu CNC yaitu semua pergerakan yang terjadi dikontrol oleh komputer baik itu gerakan sumbu utama gerakan eretan, maupun kedalaman pemakanan.



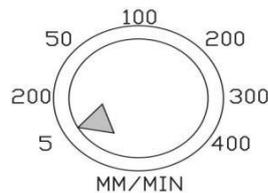
Gambar 17. Ilustrasi saklar operasi manual. Gambar 18. Ilustrasi saklar operasi CNC

15. Saklar layanan sumbu utama

Saklar ini berfungsi untuk mengatur presentase kecepatan putaran spindle/benda kerja dari 0%-100%. Besar putaran mesin dalam putaran per menit dapat dibaca pada display (sajian rpm) mesin yang terletak di sebelah kiri saklar. Jika saklar diputar ke kanan (searah jarum jam), maka putaran sumbu utama akan meningkat semakin tinggi sesuai dengan posisi transmisi sabuk yang aktif.

16. Saklar pengaturan asutan

Saklar ini berfungsi sebagai pengatur kecepatan gerakan asutan dari eretan mesin. Saklar ini hanya dipergunakan pada pengoperasian mesin secara manual. Kecepatan asutan untumesin CNC-TU2A berkisar antara 5–400 mm/menit.



Gambar 19. Saklar pengatur asutan.

17. Tombol koordinat sumbu X,Z

Berfungsi untuk menggerakkan eretan dalam arah koordinat memanjang sumbu Z dan koordinat melintang X. Jika tombol ini ditekan satu kali, eretan akan bergerak sejauh 0,01 mm.

c. Bagian-bagian tampilan program/monitor

Monitor pada mesin CNC berfungsi untuk menyajikan data program pengoperasian CNC, baik secara manual maupun terprogram (CNC). Pada layar monitor dapat dibaca nilai masukan data yang diketik pada papan/panel

pengendali sehingga data masukan dapat diketahui kebenarannya. Kontruksi dari monitor hampir sama dengan televisi atau monitor komputer.

3. Mengatur kecepatan potong dan kecepatan putar mesin

a. Pengertian kecepatan potong

Kecepatan potong adalah suatu harga yang diperlukan dalam menentukan kecepatan pada saat proses penyayatan atau pemotongan benda kerja. Harga kecepatan potong ditentukan oleh jenis alat potong, dan jenis benda kerja yang dipotong.

Adapun rumus dasar untuk menentukan kecepatan potong adalah:

$$Vc = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} \text{ m/menit}$$

Di mana:

- Vc/Cs : kecepatan potong (m/menit)
- d : diameter benda kerja (mm)
- n : kecepatan putar mesin (rpm)

Harga kecepatan potong dipengaruhi oleh beberapa faktor:

- 1) Bahan benda kerja atau jenis material.
- 2) Semakin tinggi kekuatan bahan yang dipotong, maka harga kecepatan potong semakin kecil.
- 3) Jenis alat potong (Tool).
- 4) Semakin tinggi kekuatan alat potongnya semakin tinggi pula kecepatan potongnya.
- 5) Besarnya kecepatan penyayatan/asutan.
- 6) Semaki besar jarak asutan, maka harga kecepatan potong semakin kecil.
- 7) Kedalaman penyayatan/pemotongan.
- 8) Semakin tebal penyayatan, maka harga kecepatan potong semakin kecil.

b. Jumlah putaran

Jumlah putaran mesin dapat dihitung dengan rumus:

$$n = \frac{V_c \cdot 1000}{\pi \cdot d} \text{ m/menit}$$

Di mana:

V_c/C_s : kecepatan potong (m/menit)

d : diameter benda kerja (mm)

c. Kecepatan asutan

Asutan adalah pemotongan benda. Asutan sendiri dibedakan menjadi dua, yaitu :

- 1) Asutan dalam mm/putaran (f)
- 2) Asutan dalam mm/menit (F)

Rumus dasar perhitungan asutan adalah:

$$F \text{ (mm/menit)} = n \text{ (put/menit)} \times f \text{ (mm/putaran)}$$

Dari beberapa rumusan di atas, didapat suatu tabel perbandingan antara diameter benda kerja, kecepatan potong, dan putaran mesin.

Tabel 1. Hubungan diameter benda kerja, kecepatan potong, dan putaran mesin.

Diameter (mm)	V_c (m/menit)	Kecepatan puta (put/menit)
5	20/30/40	1250/1900/2500
6	20/30/40	1050/1600/2100
7	20/30/40	900/1300/1800
8	20/30/40	800/1300/1550
9	20/30/40	700/1050/1400
10	20/30/40	650/950/1250
12	30/40/70	780/1050/1225
14	40/50/70	900/1150/1550
16	40/50/70	780/1000/1400
18	40/50/70	700/900/1250
20	40/50/70	625/800/1100

25	40/50/70	500/650/900
30	40/50/70	425/550/750
35	40/50/70	360/450/650
40	50/70/100	400/570/800
45	50/70/100	350/500/700
50	50/70/100	225/450/650

REFERENSI

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

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

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

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

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