

# Modul Teknik Pemesinan Bubut CNC

**Bahan belajar mandiri untuk mahasiswa program studi pendidikan teknik mesin /teknik mesin D3, disertai perangkat lunak mesin CNC virtual, media pembelajaran dalam format video, dan buku referensi**

## Tujuan

Setelah mahasiswa mempelajari modul ini, mahasiswa akan memiliki kompetensi :

- Menjelaskan prinsip kerja dari mesin bubut CNC
- Menjelaskan bagian-bagian utama mesin bubut CNC
- Mengaktifkan titik referensi mesin bubut CNC
- Melakukan pengaturan pergeseran titik nol pada mesin bubut CNC
- Menulis program CNC di mesin bubut CNC
- Mendiskripsikan dasar- dasar pemrograman mesin bubut CNC
- Membuat benda kerja jadi dengan menggunakan mesin bubut CNC

B.Sentot Wijanarka  
Program Pascasarjana  
**Universitas Negeri Yogyakarta**



## Daftar Istilah

### **CNC**

Singkatan dari *Computerized Numerical Control* atau *Computer Numerically Controlled*

### **Interpolasi Linier**

Kombinasi gerak dua sumbu atau lebih yang menghasilkan jalur yang lurus antara titik awal pemrograman dan titik akhir pemrograman.

### **Gerak menuju titik referensi (*Reference point approach*)**

Adalah proses menentukan posisi koordinat alat potong atau tempat alat potong terhadap titik nol mesin. Ketika menggunakan sumbu- sumbu koordinat mesin untuk operasi program CNC sangat penting untuk memastikan harga koordinat aktual yang diberikan oleh sistem pengukuran sesuai dengan harga koordinat pada mesin.

### **Panel Kontrol**

Bagian kontrol dari mesin CNC, terdiri dari *keyboard* CNC dan panel kontrol mesin (*Machine Control Panel* = MCP).

### **Pergeseran jalannya alat potong (*Tool compensation*)**

Nilai yang diberikan untuk memindahkan lintasan alat potong sesuai dimensi (panjang dan diameter) alat potong.

### **Pergeseran titik nol (*Zero point offset* atau *Position Shift Offset*)**

Nilai yang diberikan untuk menggeser titik nol dari sistem koordinat mesin (M) ke sistem koordinat benda kerja (W). Pergeseran titik nol pada sistem kontrol CNC Sinumerik 802 S/C menggunakan G54, G55, G56, dan G57.

### **Program CNC**

Program yang berisi urutan blok atau baris instruksi. Blok atau baris instruksi tersebut disusun dari kata-kata yang terdiri dari huruf kapital dan angka.

### **Sistem koordinat**

Sistem yang mendiskripsikan gerakan pada mesin sebagai gerakan relatif antara alat potong dan benda kerja. Sistem koordinat yang digunakan biasanya adalah sistem kordinat kartesian dengan sumbu x, sumbu y, dan sumbu z.

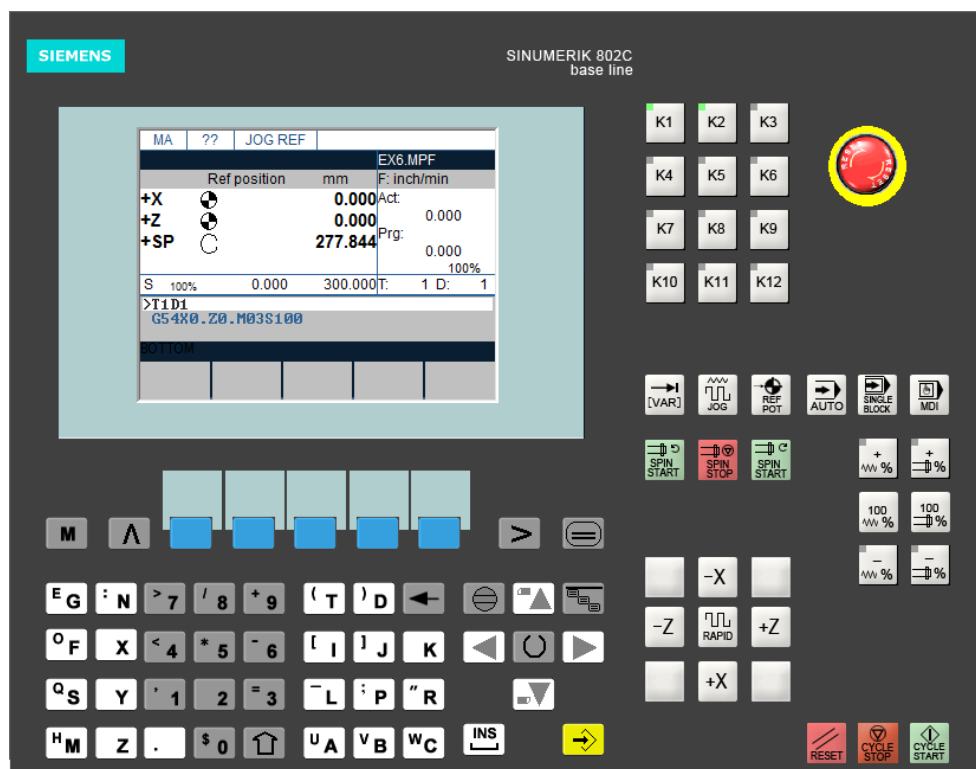
### **Softkey**

Tombol yang ada di panel kontrol yang memiliki fungsi untuk mengaktifkan menu yang tertulis pada layar di atas tombol tersebut

# Modul Teknik Pemesinan Bubut CNC

## Materi

1. Mengenal Bagian-bagian Utama Mesin CNC, Panel Kontrol Sinumerik 802 C *base line*, dan Tata nama Sumbu Koordinat
2. Menghidupkan Mesin Bubut CNC dengan Sistem Kontrol Sinumerik 802 C *base line*
3. Seting Benda Kerja, Pahat, dan *Zero Point Offset* Mesin Bubut CNC
4. Menulis Program di Mesin Bubut CNC (menulis, membuka, dan Mengedit program CNC)
5. Mengoperasikan Mesin Bubut CNC untuk membuat benda kerja.



## A. Cek Kemampuan/ Pre Assesmen

### Petunjuk :

Berilah tanda check (√) di sebelah kanan pernyataan berikut sesuai dengan kondisi kemampuan anda pada saat ini:

No	Pernyataan	Jawaban	
		Bisa	Belum bisa
1.	Saya dapat menjelaskan bagian-bagian mesin bubut CNC		
2.	Saya dapat menjelaskan sistem koordinat pada mesin bubut CNC		
3.	Saya dapat menjelaskan prinsip kerja mesin bubut CNC		
4.	Saya dapat melakukan pengaturan <i>zero point offset</i> pahat terhadap benda kerja		
5.	Saya dapat menjelaskan bagian-bagian dari program CNC		
6.	Saya dapat melakukan penyetingan cekam di mesin bubut CNC		
7.	Saya dapat melakukan pemasangan pahat pada mesin bubut CNC		
8.	Saya memahami dasar-dasar pemrograman CNC di mesin bubut CNC		
9.	Saya dapat menulis program CNC di mesin bubut CNC		
10.	Saya bisa mengoperasikan mesin bubut CNC untuk membuat produk		

Apabila ada beberapa pernyataan tersebut di atas belum bisa anda kerjakan, maka anda diharapkan mempelajari modul ini.



# Materi 1

## Mengenal Bagian-bagian Utama Mesin Bubut CNC, Panel Kontrol Sinumerik 802 S/C *base line*, dan tata nama sumbu koordinat

### Tujuan

Setelah mempelajari Materi 1 ini mahamahasiswa wacm memiliki kompetensi:

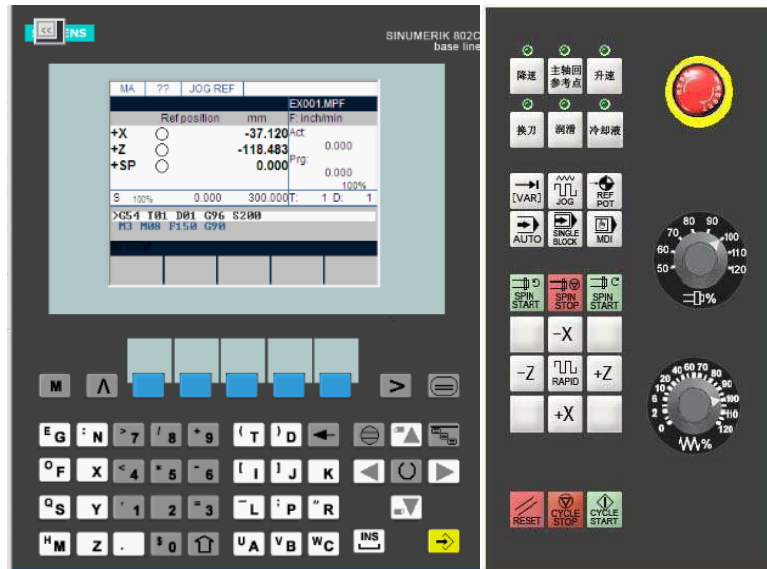
- Dapat menjelaskan bagian-bagian utama mesin perkakas bubut CNC
- Dapat menjelaskan bagian- bagian panel kontrol Siemens 802 S *base line* pada Mesin Bubut CNC
- Dapat menjelaskan sistem koordinat mesin bubut CNC



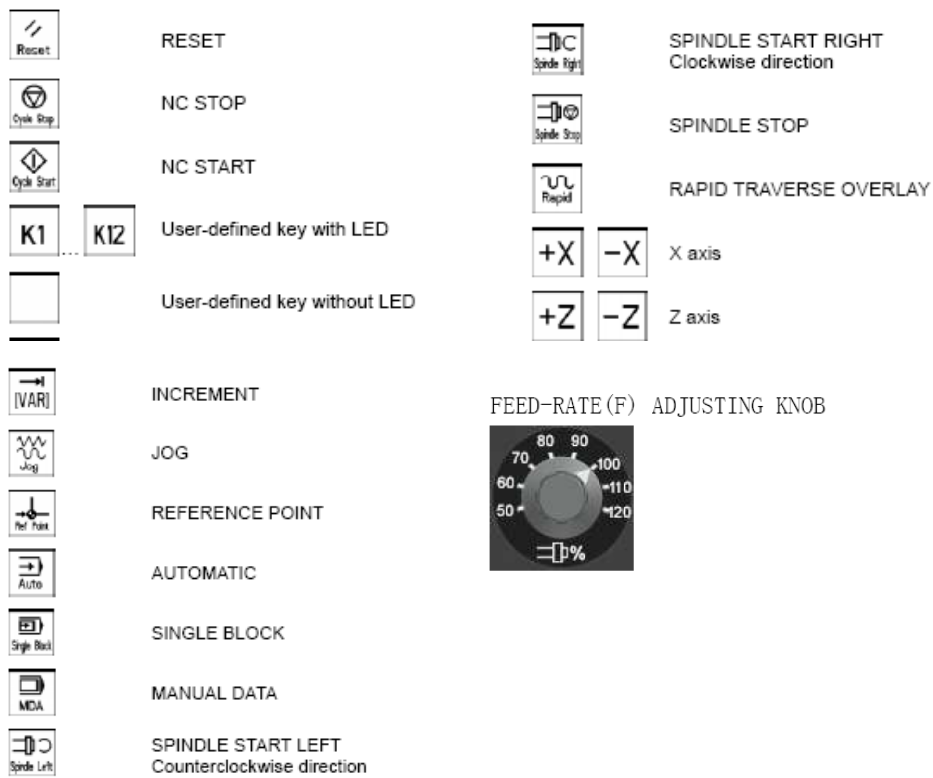
## A. Deskripsi Materi 1

### 1. Mengenal Panel Kontrol



















Gambar skematis panel kontrol adalah sebagai berikut



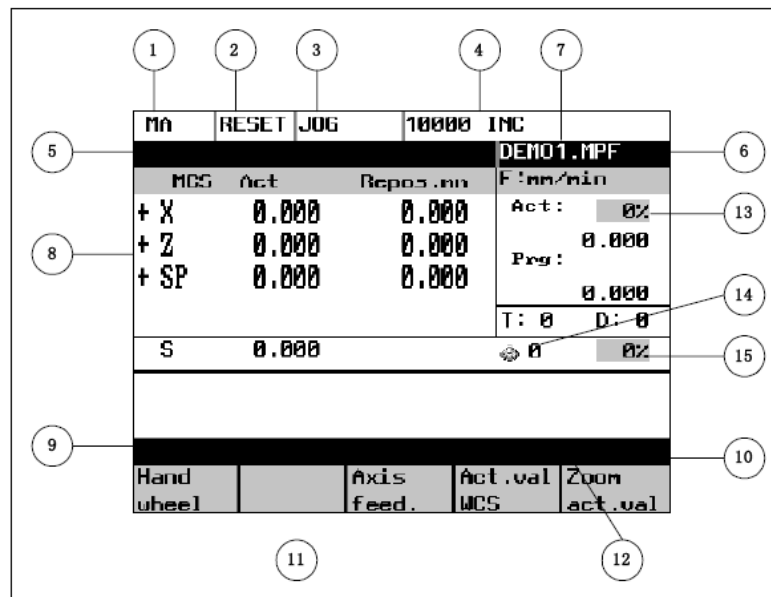
#### a. Penjelasan Panel kontrol mesin (*Machine Control Panel*)



### b. Papan ketik CNC (CNC keyboard)

	Softkey		Vertical menu
	Machine area key		Acknowledge alarm
	Recall key		Selection key/toggle key
	ETC key		ENTER / input key
	Area switchover key		Shift key
	Cursor UP with shift: page up		Cursor DOWN with shift: page down
	Cursor LEFT		Cursor RIGHT
	Delete key (backspace)		SPACE (INSERT)
	Numerical keys shift for alternative assignment		Alphanumeric keys shift for alternative assignment

### c. Layout Layer







Gambar 1.1. Layout Layer



Penjelasan untuk gambar di atas adalah :

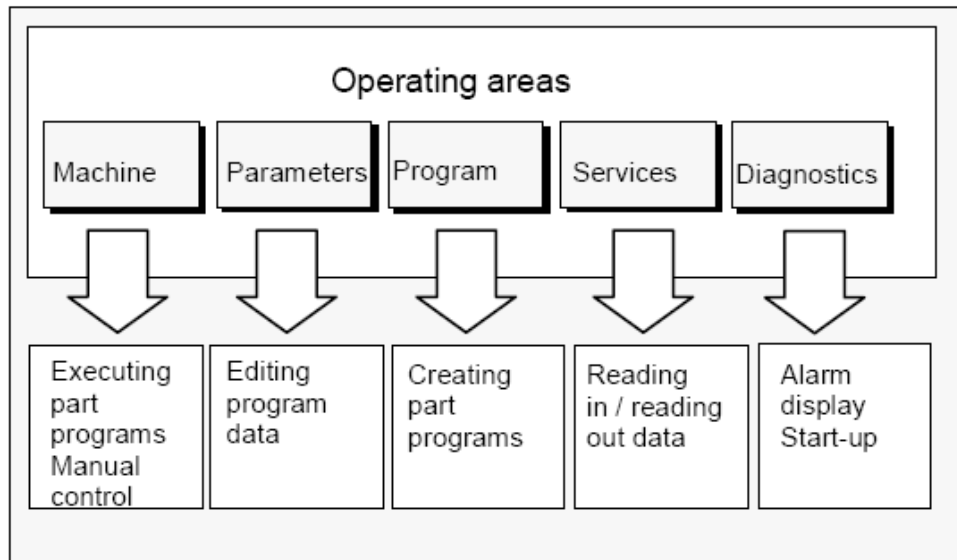
Tabel 1. Penjelasan Bagian-bagian tampilan layar Sinumerik 802 S/C

No. Bagian	Singkatan	Arti
1 Area operasi yang sedang aktif	MA	Mesin
	PA	<i>Parameter</i>
	PR	<i>Programming</i>
	DI	<i>Services</i>
	DG	<i>Diagnosis</i>
2 Status Program	STOP	Program Berhenti
	RUN	Program sedang berjalan
	RESET	Program dibatalkan
3 Mode Pengoperasian	Jog	Pergeseran eretan manual
	MDA	Input manual dengan fungsi Automatic
	Auto	<i>Automatic</i>
4 Status Display	SKP	Blok dilewati Blok program yang diberi tanda garis miring (/) di depan nomer blok diabaikan selama eksekusi program
	DRY	<i>Dry Run Feed</i> Gerakan pergeseran eretan dilaksanakan dengan gerak makan yang telah ditentukan dalam data gerak makan yang sudah ditetapkan pada seting Dry Run
	ROV	<i>Rapid traverse override</i> Penambahan kecepatan gerak juga terjadi pada gerakan Rapid
	SBL	<i>Single Block</i> Pelaksanaan program dengan eksekusi tiap blok program
	M1	<i>Programmed Stop</i> Ketika fungsi ini aktif, program akan berhenti pada blok dimana M01 dituliskan. Pada kasus ini, pesan "5 stop M00/M01 is active" muncul pada layar.
	PRT	<i>Program test</i> Pengujian program yang telah dituliskan
	1...1000 INC	<i>Mode Incremental</i> Apabila kontrol pada mode Jog, maka ukuran incremental ditampilkan sebagai ganti fungsi kontrol active program
5 Operational Message	1	<i>Stop : No NC Ready</i>
	2	
	3	<i>Stop : EMERGENCY STOP Active</i>
	4	<i>Stop : Alarm active with stop</i>
	5	<i>Stop : M00/M01 active</i>
	6	<i>Stop : Block ended in SBL Mode</i>
	7	<i>Stop : NC STOP active</i>
	8	<i>Wait : Read- in enable missing</i>
	9	<i>Wait : Feed enable missing</i>

No. Bagian	Singkatan	Arti
	10	Wait : Dwell time active
	11	Wait : Auxiliary fuction acknowl. missing
	12	Wait : Axis enable missing
	13	Wait : Exact Stop not reached
	14	
	15	Wait : For Spindle
	16	
	17	Wait : eed Override to 0%
	18	Stop : NC block incorrect
	19	
	20	
	21	Wait : Block search Active
	22	Wait : No. spindle enable
	23	Wait : Axis feed value 0
6 Program name		Nama Program
7 Alarm line		Baris alarm hanya muncul jika suatu alarm NC atau PLC sedang aktif. Baris alarm berisi nomer alarm dan kriteria reset dari sebagian besar alarm yang muncul
8 Working Window		Jendela kerja dan display NC
9 Recall symbol		Simbol ini ditampilkan di atas tombol softkey ketika operator pada menu yang lebih rendah
10 Menu extension		ETC muncul jika simbol muncul di atas tombol softkey, fungsi lanjutan akan muncul. Fungsi ini dapat diaktifkan dengan tombol ETC.
11 Softkey Bar		
12 Vertical Menu		Apabila simbol ini muncul di atas tombol softkey fungsi menu lebih lanjut akan muncul. Ketika tombol VM ditekan, fungsi ii akan muncul di layar dan dapat dipilih dengan menggunakan kursor UP dan kursor DOWN
13 Feedrate override	0%	Di sini ditampilkan penambahan feed rate gerak makan aktual
14 Gear box		Di sini ditampilkan tingkatan gigi spindel 1....5
15 Spindel speed override	0%	Di sini ditampilkan penambahan kecepatan spindel

#### d. Area Operasi

Fungsi dasar CNC dikelompokkan dalam area operasi berikut :



Gambar 1.2. Area Operasi Sinumerik 802 S/C Base line

Pemindahan daerah operasi :



Tekan tombol area “Machine” untuk bisa langsung masuk pada area operasi mesin.



Gunakan tombol pemindahan area operasi untuk kembali dari semua area operasi ke menu utama.

Tekan tombol pemindahhan area operasi dua kali untuk kembali ke area operasi sebelumnya. Sesudah sistem kontrol dihidupkan, secara *default* akan muncul area operasi mesin.

#### e. Tingkatan-tingkatan proteksi

Titik-titik sensitif dari sistem kontrol diproteksi menggunakan *password* untuk mencegah terjadinya pengisian dan perubahan data. Akan tetapi, operator bisa memilih tingkatan

proteksi pada menu “*Machine Data*” yang tampil pada area operasi “*Diagnostics*.” Secara *default* proteksi berada pada Protection Level 3. Pada menu tersebut, pemasukan dan pengubahan data tergantung pada pengaturan tingkatan proteksi yaitu

- *Tool offsets*
- *Zero offsets*
- *Setting data*
- *RS232 settings*

#### f. Keselamatan Kerja

Simbol petunjuk keselamatan kerja yang ada pada mesin harus diperhatikan dengan seksama. Simbol tersebut adalah :



*Danger* (Bahaya) : mengindikasikan bahwa situasi sangat berbahaya yang mana bila diabaikan akan menyebabkan kematian atau cedera yang serius

atau kerusakan peralatan yang fatal.



*Warning* (Peringatan) : mengindikasikan bahwa berpotensi menimbulkan situasi berbahaya yang mana bila diabaikan akan menyebabkan kematian atau cedera yang serius atau kerusakan peralatan yang fatal.



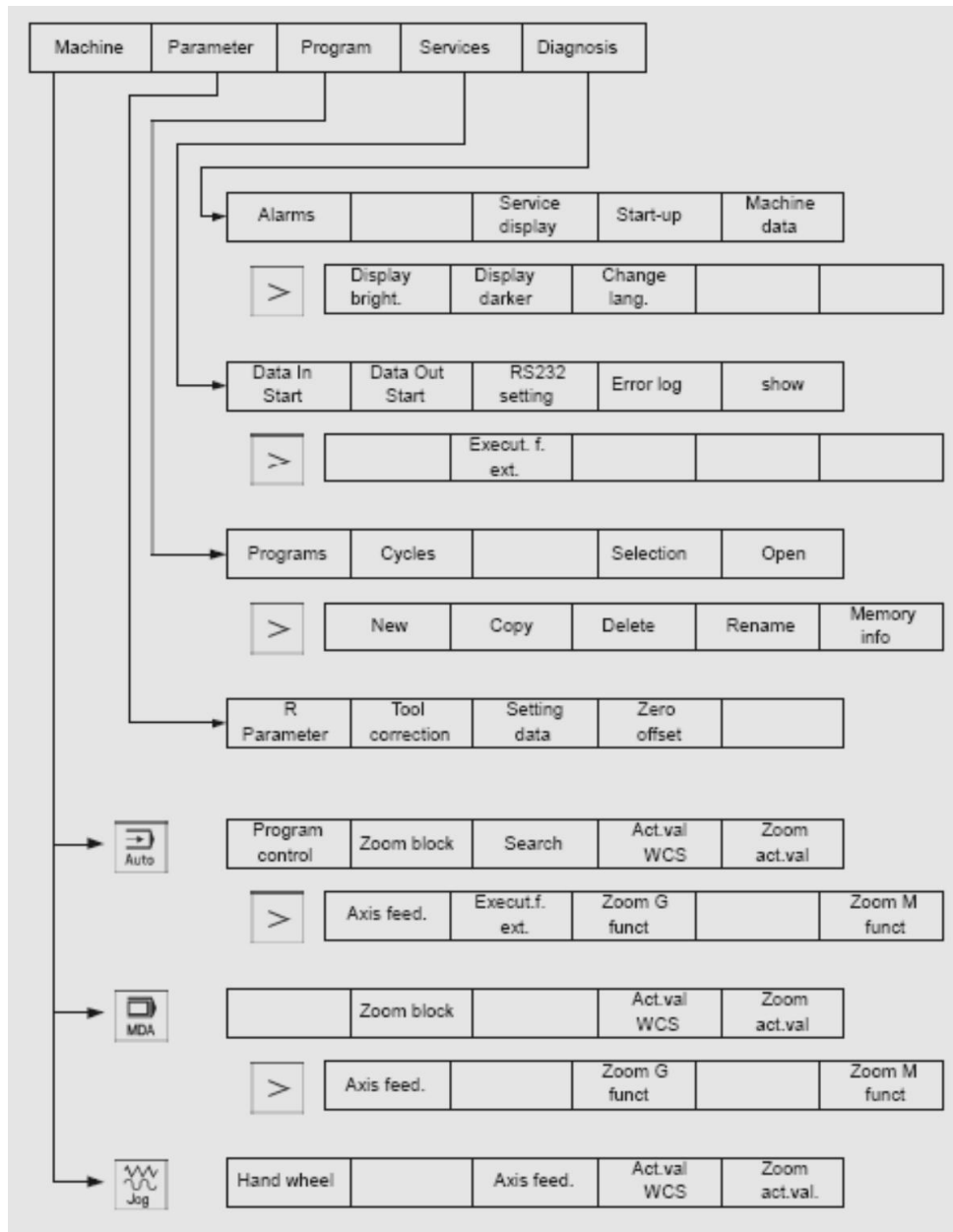
*Caution* (Perhatian) : Kata *caution* yang digunakan dengan simbol keselamatan kerja mengindikasikan adanya potensi berbahaya, yang jika diabaikan, bisa menyebabkan cedera kecil atau menengah atau kerusakan peralatan

*Caution* (Perhatian) : Kata *caution* yang digunakan tanpa simbol keselamatan kerja mengindikasikan adanya potensi berbahaya, yang jika diabaikan, bisa menyebabkan kerusakan peralatan.

*Notice* (Pemberitahuan) : menunjukkan informasi yang berhubungan dengan produk atau bagian-bagian penting dari dokumentasi yang memerlukan perhatian khusus.

**g. Soft key**

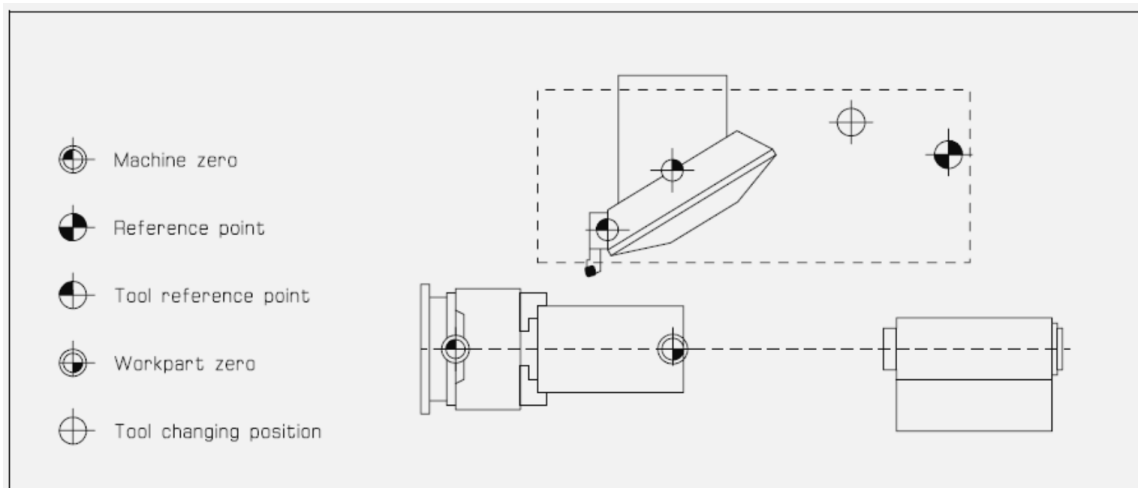
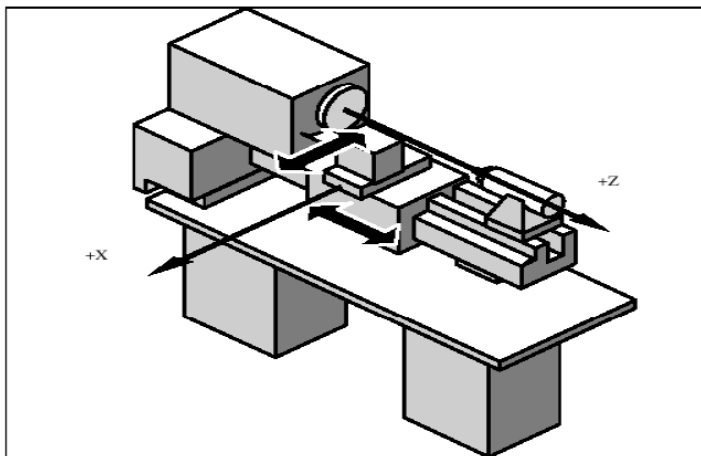
Softkey adalah tombol di bawah layar yang berfungsi sebagai tulisan yang tertera pada layar di atas tombol soft key tersebut. Gambaran fungsi soft key yang paling sering digunakan :



Gambar 1. 3. Gambaran fungsi softkey pada Sinumerik 802 S/C

#### h. Mesin Perkakas CNC dan Tata Nama Sumbu Koordinat

Mesin perkakas CNC adalah mesin perkakas yang dalam pengoperasian proses penyayatan benda kerja oleh pahat dibantu dengan kontrol numerik komputer atau CNC (*Computer Numerical Control*). Untuk menggerakkan pahat pada mesin perkakas CNC disepakati menggunakan sistem koordinat. Sistem koordinat pada mesin bubut CNC (Gambar 1.4) adalah sistem koordinat kartesian dengan dua sumbu yaitu sumbu X, dan sumbu Z. Sistem koordinat tersebut bisa dipindah-pindah titik nolnya untuk kepentingan pelaksanaan seting, pembuatan program CNC dan gerakan pahat. Titik- titik nol yang ada pada mesin bubut CNC adalah titik nol Mesin (M), dan titik nol benda kerja (W).



Gambar 1.4. Sistem koordinat pada mesin bubut CNC, dan titik nol yang ada di mesin bubut CNC ( Siemens,2003 ; MTS.,1999)

## A. Ringkasan Materi 1

Mesin bubut CNC terdiri dari bagian mesin perkakas dan bagian kontrol CNC. Mesin perkakas terdiri dari bagian pahat dan pencekamannya, meja mesin bubut, dan bagian pemegang/pencekam benda kerja. Bagian kontrol atau panel kontrol CNC terdiri dari papan ketik sebelah kiri, papan ketik sebelah kanan, dan layar. Papan ketik sebelah kiri digunakan untuk menulis, mengubah dan memanggil program CNC. Papan ketik sebelah kanan adalah tombol-tombol pengendalian mesin. Layar (monitor) pada panel kontrol memberikan informasi tentang: area operasi, status program, mode pengoperasian, tampilan status, pesan pengoperasian, nama program, baris alarm, jendela kerja, simbol *recall*, menu berikutnya, kotak *softkey*, menu vertikal, penambahan laju pemakanan, *gear box*, dan penambahan putaran spindel.

Simbol-simbol keselamatan kerja harus diperhatikan oleh semua yang berinteraksi dengan mesin CNC. Simbol-simbol tersebut pada mesin bubut CNC dengan menggunakan simbol tanda seru di dalam segitiga kuning.

Mesin bubut CNC untuk pengoperasiannya menggunakan sistem koordinat kartesian. Sistem koordinat ini mendiskripsikan gerakan pada mesin sebagai gerakan relatif antara pahat dan benda kerja. Sistem koordinat pada mesin bubut CNC yang digunakan adalah sistem kordinat kartesian dengan dua sumbu yaitu sumbu X, dan sumbu Z.

## **B. Soal Latihan**

**Petunjuk : Kerjakan soal dan tugas di bawah ini di buku catatan anda**

- 1) Sebutkan bagian- bagian utama mesin bubut CNC !
- 2) Sebutkan bagian- bagian panel kontrol mesin bubut CNC !
- 3) Apa saja informasi yang kita peroleh dari layar di panel kontrol CNC?
- 4) Apa sajakah area operasi yang ada pada mesin bubut CNC ?
- 5) Jelaskan mengenai tata nama sumbu koordinat pada mesin bubut CNC!

## **C. Tugas**

- 1) Buatlah gambar sket sebuah mesin bubut CNC yang ada di laboratorium CNC dengan nama- nama bagian-bagiannya !
- 2) Buatlah gambar sket panel kontrol mesin CNC yang ada di laboratorium CNC !

### **Catatan untuk Penilaian diri :**

Lingkarilah angka pada IUK pada halaman 19-23 yang anda anggap sudah anda kuasai setelah menyelesaikan Materi 1.

Apabila ada bagian yang belum jelas pada deskripsi materi 1 ini bacalah materi ini berulang-ulang, diskusilah dengan teman atau bertanyalah pada guru.



## Materi 2

### Menghidupkan Mesin Bubut CNC dengan Sistem Kontrol Sinumerik 802 S/C base line

#### Tujuan

Setelah mempelajari materi 2 ini mahasiswa memiliki kompetensi mampu mengikuti instruksi kerja cara menghidupkan dan mematikan mesin bubut CNC



## A. Deskripsi Materi 2

### 1. Langkah- langkah Menghidupkan Mesin Bubut CNC

Sebelum menghidupkan mesin, pastikan bahwa arus listrik sudah terhubung ke mesin CNC.

- a. Pompa Oli hidrolik (yang berada di sebelah kanan eretan) dipompa 3 kali, sampai di eretan keluar pelumas.
- b. Hidupkan mesin dengan cara memposisikan kunci *power supply* dan saklar utama pada posisi ON



- c. Hidupkan Kontrol CNC /Monitor dengan menekan tombol NC ON, kemudian tunggu sebentar sampai proses *booting* selesai dan muncul tampilan di layar seperti gambar di bawah



MA	??	JOG REF	EX6.MPF	
Ref position		mm	F: inch/min	
+X	○	102.880	Act	0.000
+Z	○	481.517	Prg:	0.000
+SP	○	0.000		100%
S	50%	0.000	300.000	T: 1 D: 1
>T1D1				
G54X0.Z0.M03S100				
M100				

d. Mengaktifkan Referensi Mesin

Untuk mengaktifkan referensi mesin, maka ditekan tombol referensi, kemudian tekan tombol gerakan pahat ke arah +Z sampai referensi ditemukan (lihat posisi kecepatan gerak makan (feed rate), jangan pada posisi nol) . Setelah itu tekan tombol +X sampai referensi ditemukan. Tampilan di layar menjadi :

MA	??	JOG REF	EX6.MPF	
	Ref position	mm	F: inch/min	
+X	140.000	140.000	Act: 0.000	
+Z	600.000	600.000	Prg: 0.000	
+SP	0.000	0.000	100%	
S	50%	0.000	300.000	T: 2 D: 1
>T1D1				
G54X0.Z0.M03S100				
BOTTOM				

Angka yang tampil di mesin mungkin berbeda

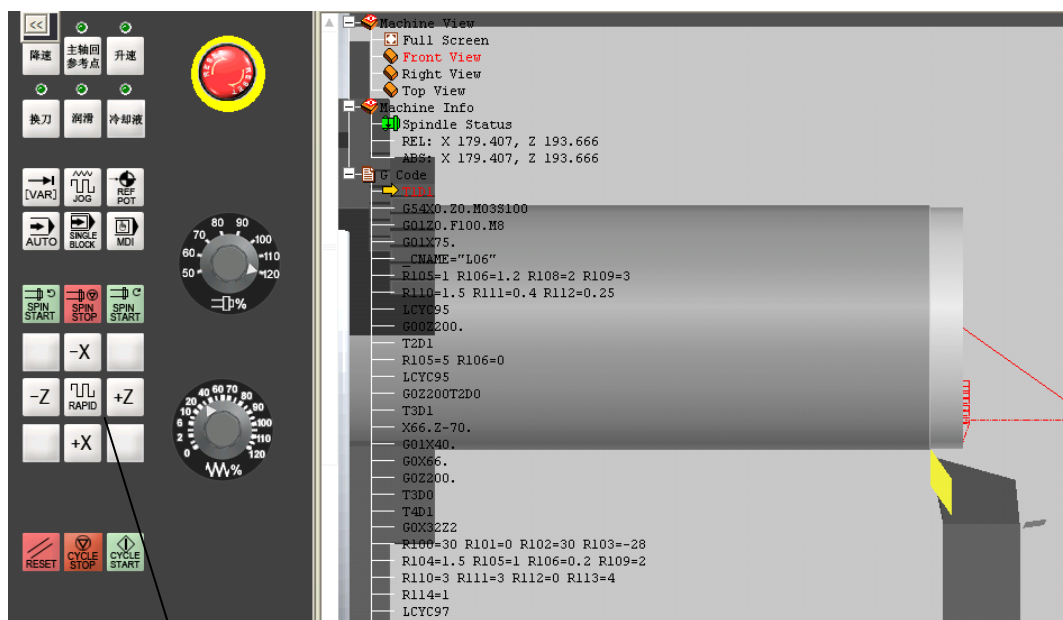
e. Spindle dihidupkan dengan menekan tombol **spindel start**, maka di layar akan tampil rpm putaran spindel, dan spindel mesin berputar.

MA	??	JOG	EX6.MPF	
MCS	Act	Repos.mm	F: inch/min	
+X	22.052	0.000	Act: 0.000	
+Z	416.516	0.000	Prg: 0.000	
+SP	111.669	0.000	100%	
S	50%	150.000	300.000	T: 2 D: 1
>T1D1				
G54X0.Z0.M03S100				
BOTTOM				
Hand wheel		Axis feed.	Actval WCS	Zoom actual

## 2. Menggerakkan pahat secara manual untuk menyayat.

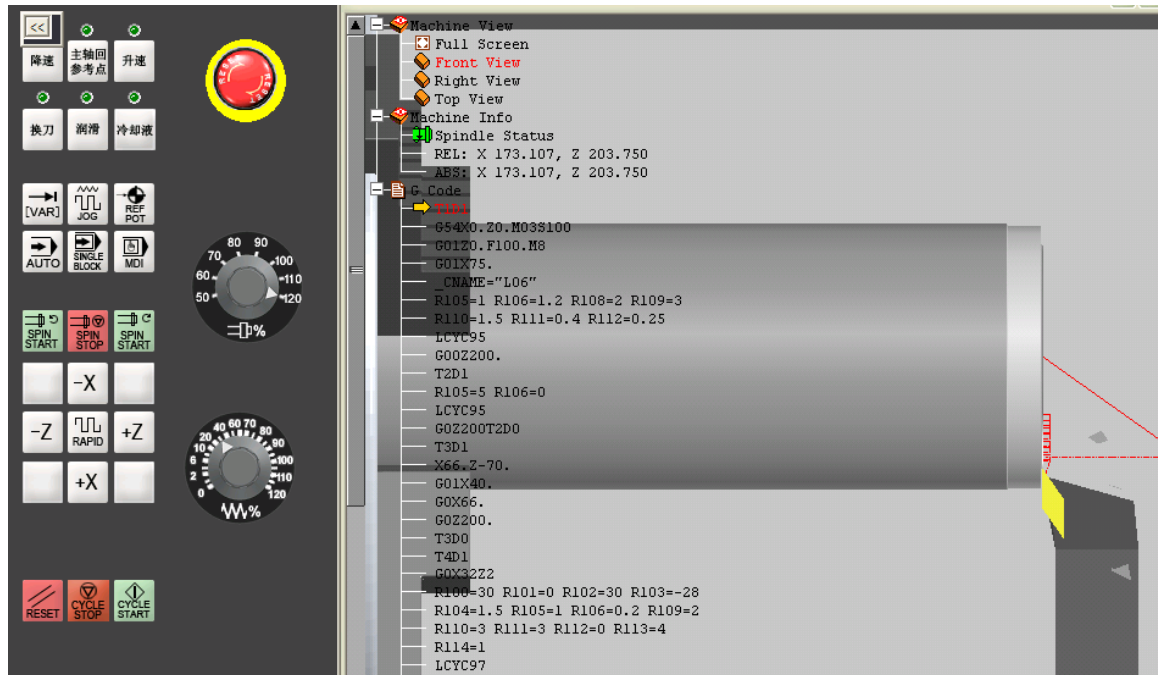
Untuk menggerakkan pahat secara manual dilakukan dengan cara menekan tombol jog. Setelah itu pahat bisa digerakkan ke arah sumbu X (diameter), atau arah sumbu Z (memanjang). Hal tersebut dilakukan dengan tombol gerakan sumbu (-Z, +Z, -X atau +X).

### a. Menggerakkan pahat Ke arah sumbu Z



Tombol untuk menggerakkan pahat setelah tombol Jog ditekan

b. Menggerakkan pahat ke arah sumbu X



### 3. Mematikan Mesin Frais CNC dengan sistem kontrol Sinumerik 802 S/C

Prosedur mematikan mesin (*Shut down*) mesin bubut CNC lebih sederhana dari pada cara menghidupkan. Akan tetapi proses mematikan ini hanya dilakukan kalau proses pembelajaran sudah selesai, dan jangan menghidupkan dan mematikan berkali-kali pada satu pertemuan pelajaran.

Langkah mematikan adalah sebagai berikut :

- Pada area Jog jauhkan pahat dari cekam atau benda kerja (hal ini dilakukan agar tangan kita tidak tergores pahat ketika membersihkan mesin)
- Tekan tombol *NC OFF* pada inverter (warna merah)
- Matikan saklar utama (ke arah *OFF*)

## **B. Ringkasan Materi 2**

Sebelum mesin CNC siap dioperasikan, mesin CNC harus dihidupkan dengan langkah-langkah tertentu. Langkah- langkah untuk menghidupkan mesin bubut CNC adalah sebagai berikut :

- 1) Pastikan bahwa arus listrik sudah terhubung ke mesin frais CNC
- 2) Lakukan pelumasan melalui pompa hidrolis
- 3) Hidupkan saklar utama
- 4) Tombol *inverter* diposisikan ON atau NC ON
- 5) Aktifkan referensi mesin frais CNC dengan menekan tombol *Jog*, *reference point*, tekan tombol +Z sampai referensi tercapai, kemudian tekan tombol +X sampai referensi tercapai
- 6) Tekan tombol *spindle start right*
- 7) Tekan tombol *spindle stop*

## **C. Soal Latihan**

- 1) Sebutkan langkah-langkah untuk menghidupkan mesin bubut CNC !
- 2) Gambarlah layar monitor pada mesin CNC pada waktu sebelum titik referensi diaktifkan dan sesudah titik referensi diaktifkan!

## **D. Tugas**

- 1) Gambarlah tombol- tombol pada panel kontrol yang digunakan untuk menghidupkan mesin bubut CNC yang ada di laboratorium CNC !

### **Catatan untuk Penilaian diri :**

Lingkarilah angka pada IUK pada halaman 19-23 yang anda anggap sudah anda kuasai setelah menyelesaikan Materi 2.

Setelah menguasai Materi 1 dan Materi 2 ini dilanjutkan dengan materi selanjutnya yaitu seting pahat, benda kerja, dan *zero offset* mesin bubut CNC (Materi 3). Mempelajari cara menseting mesin bisa dilakukan di mesin CNC yang sebenarnya atau di mesin CNC *virtual*. Untuk mesin CNC *virtual* perangkat lunak yang disediakan *disetup* (diinstall dahulu) dengan mengikuti langkah-langkah di Materi Tambahan atau melihat video cara menginstal SSCNC.

***Catatan :***

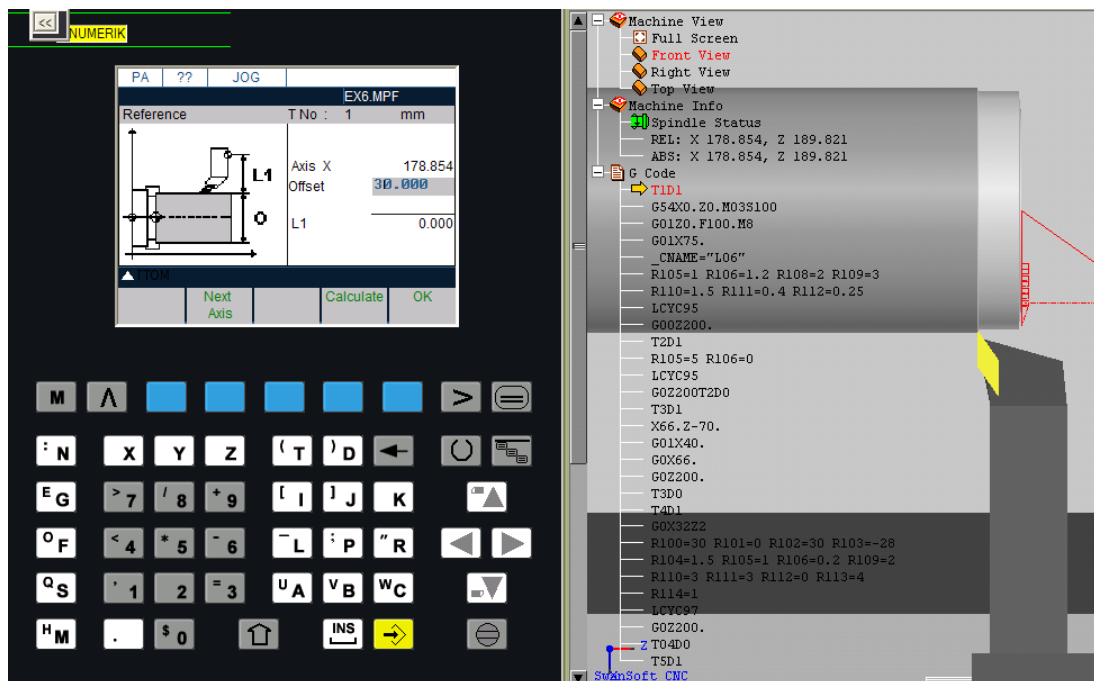
***Ketika anda mempelajari materi 1 dan 2, jika masih ada sesuatu bagian materi yang kurang jelas atau ragu-ragu bisa bertanya pada guru, karena untuk mempelajari materi selanjutnya anda harus sudah menguasai materi 1 dan 2.***

## Materi 3

# Seting Benda Kerja, Pahat, dan *Zero Offset* Mesin Bubut CNC

### Tujuan :

Setelah mempelajari materi 3 ini mahasiswa memiliki kompetensi melakukan seting benda kerja, pahat dan *zero offset* mesin bubut CNC



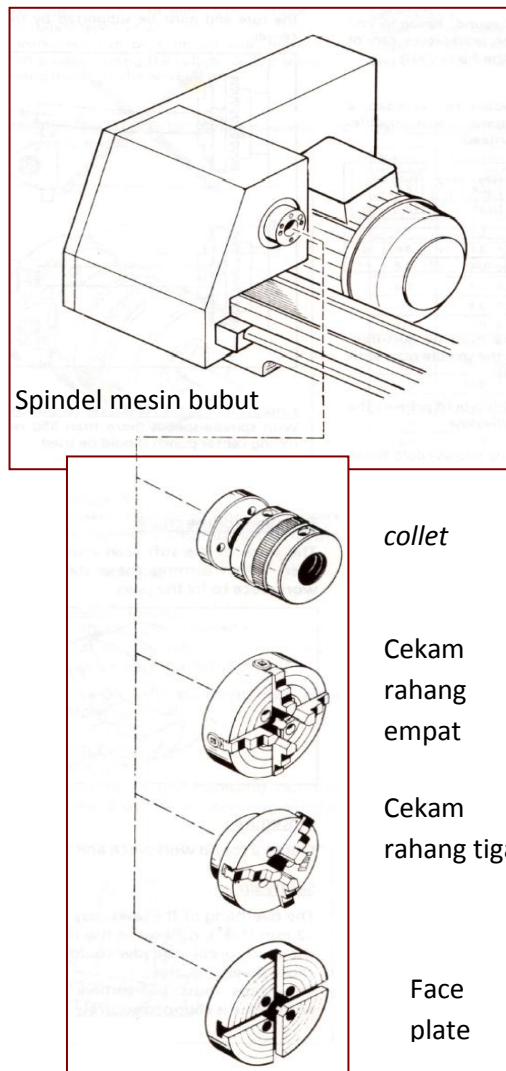


## A. Deskripsi Materi 3

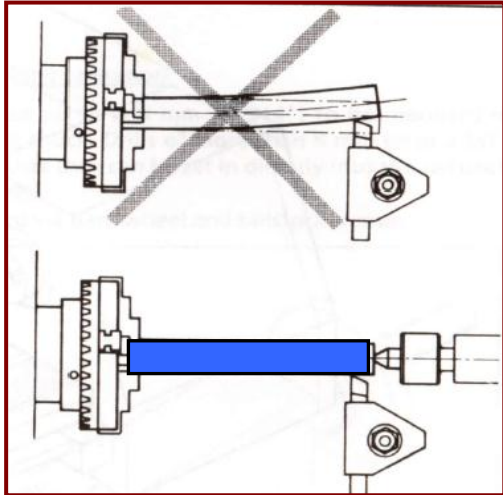
Setelah mesin dihidupkan dan mengaktifkan referensi mesin, maka sebelum mesin digunakan dilakukan seting pahat. Sebelum seting pahat harus dipahami dahulu prinsip pencekaman benda kerja dan pemasangan benda kerja, serta pemahaman tentang alat potong (pahat) yang digunakan pada mesin bubut CNC pada umumnya.

### 1. Pencekaman benda kerja di Mesin Bubut CNC

Alat pencekam benda kerja adalah seperti gambar 3.1 berikut.



Gambar 3.1. Alat pencekam/  
pemegang benda kerja proses bubut

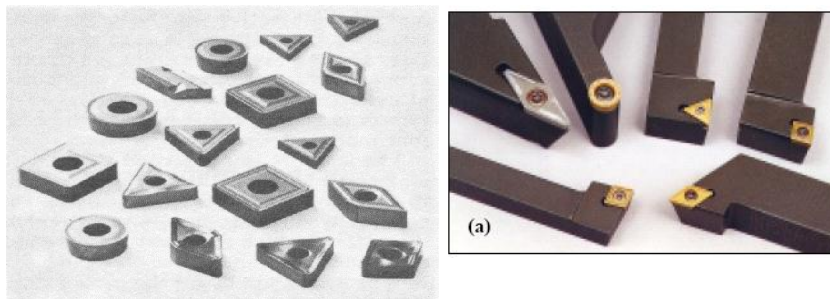


Gambar 3.2. Benda kerja yang relatif panjang dipegang oleh cekam rahang tiga dan didukung oleh senter putar

Pemilihan cara pengecaman tersebut di atas, sangat menentukan hasil proses bubut. Pemilihan alat pengecam yang tepat akan menghasilkan produk yang sesuai dengan kualitas geometris yang dituntut oleh gambar kerja. Misalnya apabila memilih cekam rahang tiga untuk mengecam benda kerja silindris yang relatif panjang, hendaknya digunakan juga senter jalan yang dipasang pada kepala lepas, agar benda kerja tidak tertekan

## 2. Pahat

Pahat pada mesin CNC biasanya menggunakan pahat sisipan dari bahan karbida, seperti terlihat pada Gambar 3.3.



Gambar 3.3. Pahat bubut sisipan (*inserts*), dan pahat sisipan yang dipasang pada pemegang pahat (*tool holders*)

Bentuk dan pengkodean pahat sisipan serta pemegang pahatnya sudah distandarkan oleh ISO. Standar ISO untuk pahat sisipan dapat dilihat pada Gambar di bawah.

ISO DESIGNATION OF THE INSERTS ISO BEZEICHNUNG DER PLATTEN			DESIGNATION ISO DES PLAQUETTES ISO CODERING VAN DE PLATTEN			10		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Insert shape Forme de la plaquette WSP Form Plaatvorm	Normal clearance Dépouille normale Freiwinkel Vrijloophoek	Tolerance class Classe de tolérance Toleranzklasse Tolerantieklasse	Flang and geometry Bise-croisants et fixation Befestigung-Geometrie Befestiging-Uitvoering	Insert size Grandeur de la plaquette Größe der Platte Slijntaafteigete	Insert thickness Épaisseur de la plaquette Plaatdikte Dikte van de plaat	Insert corner Pointe de coupe Schneidkante Radius	Cutting edge Traitement d'arête Schneide Slijpant	Cutting direction Direction de coupe Schneerichtung Slijrichting
	<p>Symb. = 0</p> <p>For other clearances requiring special specification</p> <p>Pour autres dépouilles nécessitant une spécification</p> <p>Für andere Freiwinkel die besondere Angaben erfordern</p> <p>Afhankelijk van de plaatsgraad te specificeren.</p>		<p>Special execution Exécution spéciale Spezialausführung Speciale uitvoering</p>	<p>Values given in mm. Donnerer any decimals. When the resulting symbol has only one digit, it shall be preceded by 0 (e.g. 09 for 9,52 mm)</p> <p>Valeurs données en mm. Valeurs données sans décimales. Lorsque le symbole qui en résulte n'a qu'un seul chiffre, il sera précédé d'un 0. (Ex. 09 pour 9,52 mm)</p> <p>Die Waars. staat in mm aangegeven. Waars. worden zonder decimalen gegeven. Bij één enkel cijfer wordt een nul voorgesetz. (Bijsp. 09 for 9,52 mm)</p> <p>Die afmetingen zijn in mm. aangegeven. Cijfers achter de komma worden niet aangegeven</p>	<p>Symb.: 01 Symb.: 11 Symb.: 03 Symb.: T3</p> <p>Symbol 09 voor decimale met één cijfer ME voor decimale in mm mm</p>	<p>a) Rounded corners a) Plaqueuses avec arêtes arrondies a) Runderen a) Rondschneiden a) Radius afslankhoek <math>R</math> in mm ( <math>\frac{1}{16}</math> ) mm</p> <p>b) Round inserts b) Rondes b) Runde Platten</p> <p>Symbol 08 for inserts with peak dimensions given in mm. Symbole 08 pour inserts avec dimensions données en mm. Symbole 08 pour inserts avec dimensions données en mm.</p>	<p>Sharp edge Arête vive Scherp</p> <p>Rounded edge Arêtes arrondies Schneidkanten. Kantverrond</p> <p>Chamfered edge Arêtes chanfreinées Geëtsde Schneide Met Biss</p> <p>Chamfered and rounded Arêtes chanfreinées et arrondies Geëtsde und afgeronde Met Biss en kantverronding</p> <p>Cycled symbols - cyclical symbol Symbol hergevoelt - herhalend symbool</p> <p>Example * Exemple Beispiel * Voorbeeld</p>	<p>Right hand cutting Coupes à droite Rechtschneidend Rechtschneidend</p> <p>Left hand cutting Coupes à gauche Linkschneidend Linkschneidend</p> <p>Right and left hand cutting Coupes à droite et à gauche Rechts und links schneidend Rechts en linkschneidend</p>
						08		
						04		
						12		
						G		
						M		
						N		
						C		
						CNMG 120408		

Metric Series – Taken From ISO 1832–1991

<b>S</b>	<b>E</b>	<b>A</b>	<b>N</b>	<b>12</b>	<b>03</b>	<b>AF</b>	<b>T</b>	<b>N</b>	<b>- M16</b>
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

**1. Shape**

**2. Clearance Angle**

**3. Tolerances**

Tolerance Class	Tolerance ± Inch			For d, Dimension Inch					
	m	s	d	.250	.375	.500	.625	.750	1.000
A	.0002	.001	.001	*	*	*	*	*	*
E	.001	.001	.001	*	*	*	*	*	*
F	.0002	.001	.0005	*	*	*	*	*	*
G	.001	.005	.001	*	*	*	*	*	*
H	.0005	.001	.0005	*	*	*	*	*	*
J	.0002 .0002 .0002 .0002	.001 .001 .001 .001	.002 .003 .004 .005	*	*	*	*	*	*
K	.0005 .0005 .0005 .0005	.001 .001 .001 .001	.002 .003 .004 .005	*	*	*	*	*	*
M	.003 .005 .006 .007	.005 .005 .005 .005	.002 .003 .004 .005	*	*	*	*	*	*
U	.005 .008 .011 .015	.005 .005 .005 .005	.003 .005 .007 .010	*	*	*	*	*	*

**4. Type Of Insert**

X=Special design (description necessary)

**5. Cutting Edge Length**

I = cutting edge length in mm

**6. Thickness, s**

inch	inch
01 = .062	05 = .219
T1 = .078	06 = .250
02 = .094	07 = .312
03 = .125	08 = .315
T3 = .156	09 = .375
04 = .187	

**7. Insert With Wiper Edge/Radius**

1st digit	2nd digit	radius inch
A = 45° D = 60° E = 75° F = 85° P = 90° Z = Special	A = 3° F = 25° B = 5° G = 30° C = 7° N = 0° D = 15° P = 11° E = 20° Z = Special	M0* = round inserts 00 = sharp 01 = .004 02 = .008 04 = .016 08 = .031 12 = .047 etc *metric sizes

**Comparison Cutting Edge Length/IC (d)**

IC (d)	Shape					
	C	D	R, S	T	V	W
	Cutting Edge Length (inch)					
.219						.118
.250	.236	.278	.236	.433		.157
.375	.364	.433	.364	.630	.630	.236
.500	.472	.591	.472	.868		.315
.625	.630	.748	.590	1.08		
.750	.748	.908	.748	1.30		
1.000	.984	1.22	.984	1.73		

**8. Cutting Edge Condition**

Non-obligatory information

**9. Direction Of Cutting**

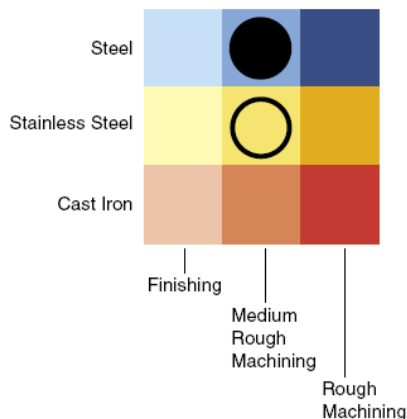
**10. Internal Designation**

Internal designation, insert geometry

Pemasangan pahat dilakukan dengan cara menjepit pahat pada rumah pahat (*tool post*). Usahakan bagian pahat yang menonjol tidak terlalu panjang, supaya tidak terjadi getaran pada pahat ketika proses pemotongan dilakukan. Posisi ujung pahat harus pada sumbu kerja mesin bubut, atau pada sumbu benda kerja yang dikerjakan. Posisi ujung pahat yang terlalu rendah tidak direkomendasi, karena menyebabkan benda kerja terangkat, dan proses pemotongan tidak efektif .



Pahat sisipan yang diproduksi oleh pembuat pahat memiliki kode warna tertentu sesuai dengan bahan benda kerja yang akan dikerjakan dan kondisi pemotongan. Kode warna biru berarti untuk mengerjakan baja, kode warna kuning adalah pahat untuk mengerjakan baja tahan karat, dan kode warna merah untuk pengerjaan besi tuang (lihat gambar di bawah).



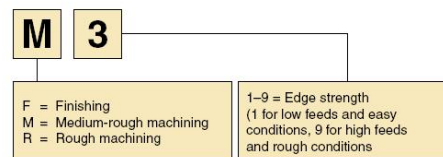
#### Part Number

The part number describes the insert according to ISO/ANSI standards, CNMG 120408-M3/CNMG 432-M3.



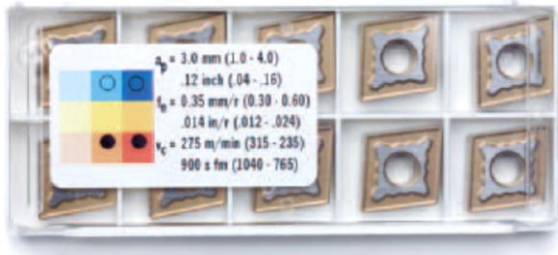
#### Chipbreaker Geometry

The chipbreaker designation describes the application area.



## Data Pemotongan (*Cutting data*)








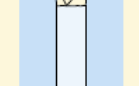
Biasanya data pemotongan disertakan pada kemasan pahat sisipan, seperti pada gambar di bawah.



## Kerusakan pahat dan *troubleshooting*

Beberapa kerusakan pada pahat dan cara mengatasinya dapat dilihat pada table di bawah.

### Troubleshooting

<p><b>Flank wear</b></p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reduce the cutting speed.</li> <li>• Select a more wear-resistant grade.</li> </ul>	<p><b>Insert fracture</b></p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reduce the feed rate.</li> <li>• Select a tougher grade.</li> <li>• Select a stronger chipbreaker.</li> </ul>
<p><b>Cratering wear</b></p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Use a coolant.</li> <li>• Select a more wear-resistant grade.</li> <li>• Reduce the cutting speed.</li> <li>• Reduce the feed rate.</li> </ul>	<p><b>Comb cracks</b></p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reduce the cutting speed.</li> <li>• Reduce the feed rate.</li> <li>• Ensure that the coolant flow is adequate and constant. If not, shut off the coolant.</li> </ul>
<p><b>Plastic deformation</b></p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Use a coolant.</li> <li>• Select a more wear resistant grade.</li> <li>• Reduce the cutting speed.</li> <li>• Reduce the feed rate.</li> </ul>	<p><b>Built-up edge</b></p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Increase the cutting speed.</li> <li>• Increase the feed rate.</li> <li>• Do not use coolant.</li> </ul>
<p><b>Edge chipping</b></p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Select a tougher grade.</li> <li>• Check the workpiece mounting.</li> <li>• Check the cutting speed.</li> </ul>	<p><b>Poor finish</b></p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reduce the feed rate.</li> <li>• Increase the cutting speed.</li> <li>• Use a coolant.</li> <li>• Improve the stability.</li> <li>• Check the alignment of the tool.</li> </ul>

### 3. Seting Pahat (*Tool Offset*) dan Pemindahan titik nol (*Zero Offset*)

Sebelum dilakukan proses seting, maka referensi mesin harus diaktifkan terlebih dahulu. Proses mengaktifkan referensi pahat dimaksudkan untuk mengidentifikasi posisi tempat pahat pada posisi paling jauh dari spindle mesin (posisi Z maksimal, dan posisi Z maksimal). Angka yang tercantum pada sumbu X dan sumbu Z sesudah mengaktifkan referensi berbeda-beda untuk setiap jenis mesin, dan ukuran mesin (diseting di perusahaan mesin). Apa yang tertera di layar sebelum, dan sesudah mengaktifkan referensi dapat dilihat pada gambar di bawah.

Referensi

Sebelum referensi

MA ?? JOG REF		EX6.MPF	
	Ref position	mm	F: inch/min
+X	<input type="radio"/>	102.880	Act: 0.000
+Z	<input type="radio"/>	481.517	Prg: 0.000
+SP	<input type="radio"/>	0.000	100%
S	50%	0.000	300.000T: 1 D: 1
>T1D1			
G54X0.Z0.M03S100			
BOTTOM			

Sesudah referensi aktif

MA ?? JOG REF		EX6.MPF	
	Ref position	mm	F: inch/min
+X	<input checked="" type="radio"/>	140.000	Act: 0.000
+Z	<input checked="" type="radio"/>	600.000	Prg: 0.000
+SP	<input type="radio"/>	0.000	100%
S	50%	0.000	300.000T: 2 D: 1
>T1D1			
G54X0.Z0.M03S100			
BOTTOM			

Angka yang tercantum tergantung ukuran mesin

Sesudah mengaktifkan referensi, dilakukan juga mengaktifkan spindle (memutar spindle) dengan menekan tombol *spindle start*, sehingga pada layar akan tampak putaran spindle pada rpm tertentu. Hal tersebut terlihat pada gambar di bawah.

Tampilan di layar ketika Spindle dihidupkan

MA ?? JOG		EX6.MPF	
MCS	Act	Repos.mm	F: inch/min
+X	22.052	0.000	Act: 0.000
+Z	416.516	0.000	Prg: 0.000
+SP	111.669	0.000	100%
S	50%	150.000	300.000T: 2 D: 1
>T1D1			
G54X0.Z0.M03S100			
BOTTOM			
Hand wheel		Axis feed.	Actval WCS Zoom actval

Sesudah proses mengaktifkan referensi, maka pahat bisa digerakkan dengan menggunakan tombol gerakan pahat ke arah sumbu X dan sumbu Z (lihat lagi di Materi 2).

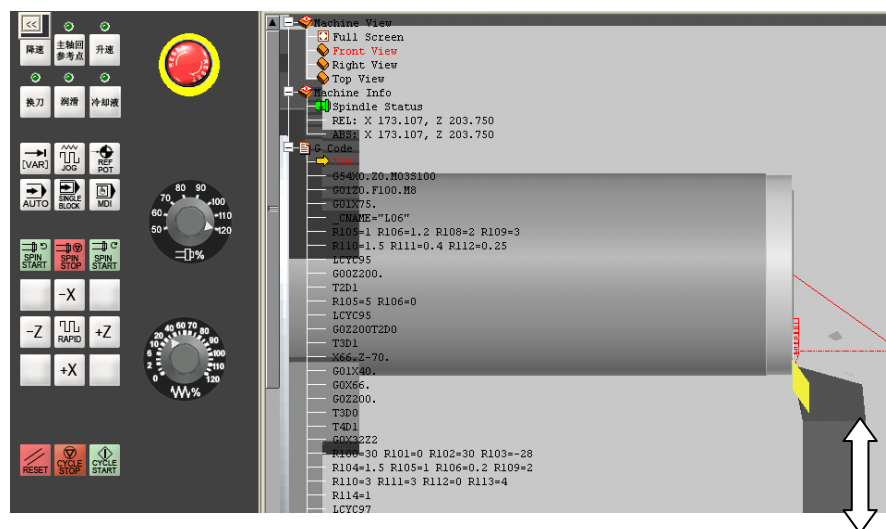
Menggerakkan pahat manual untuk menyayat.

Gerakan arah sumbu Z



Tombol-tombol untuk menggerakkan pahat

Gerakan arah sumbu X

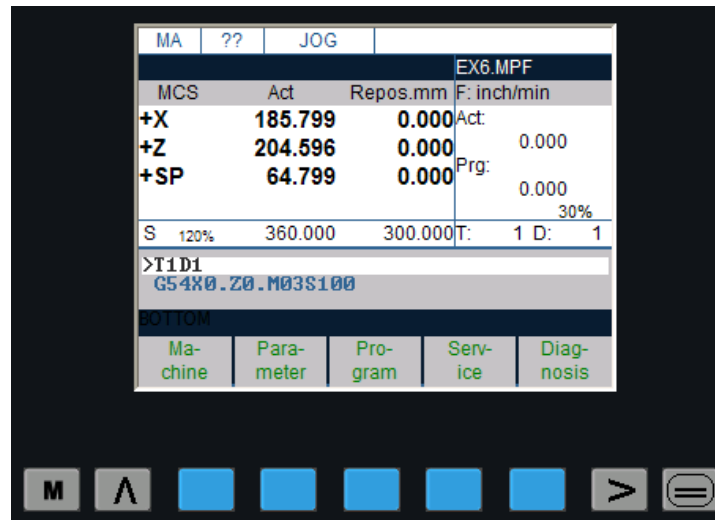




### a. Langkah- langkah *Tool Offset*

Setelah mesin menemukan referensinya maka dilakukan seting pahat, dan *zero point offset offset*. Berikut ini dijelaskan langkah-langkah yang harus diikuti oleh operator mesin dalam mengidentifikasi *tool offset*.

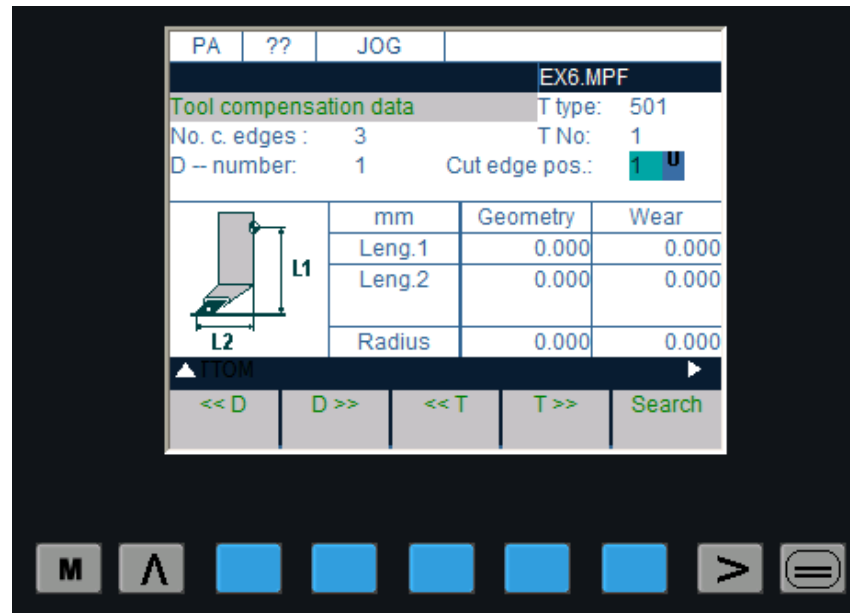
- 1) Tekan tombol area mesin M ( apabila belum di menu utama, tekan tombol pemindahan area mesin, yaitu tombol yang di sebelah kanan bawah pada gambar)



- 2) Tekan parameter (tombol *soft key* warna biru di bawah tulisan parameter pada layar)



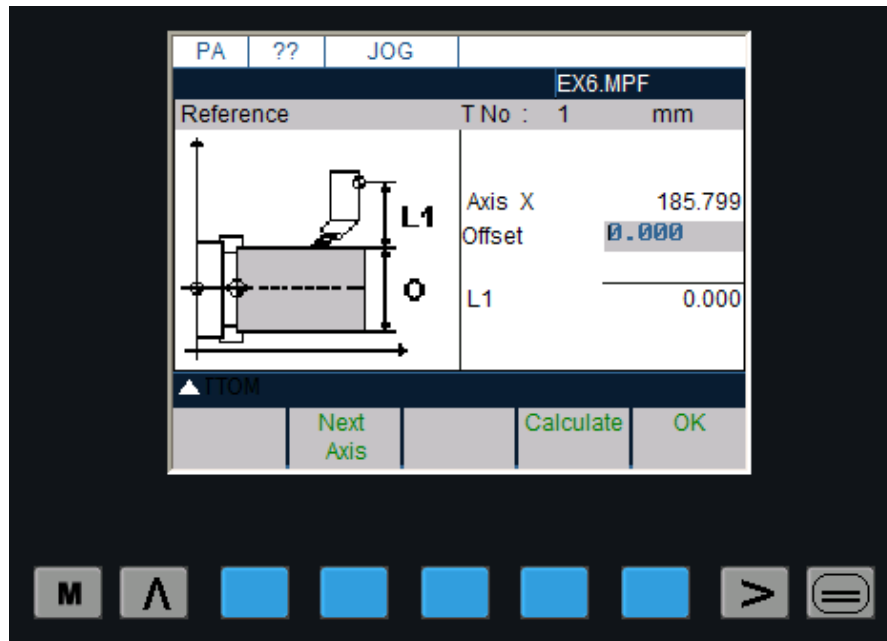
3) Tekan *Tool corr*



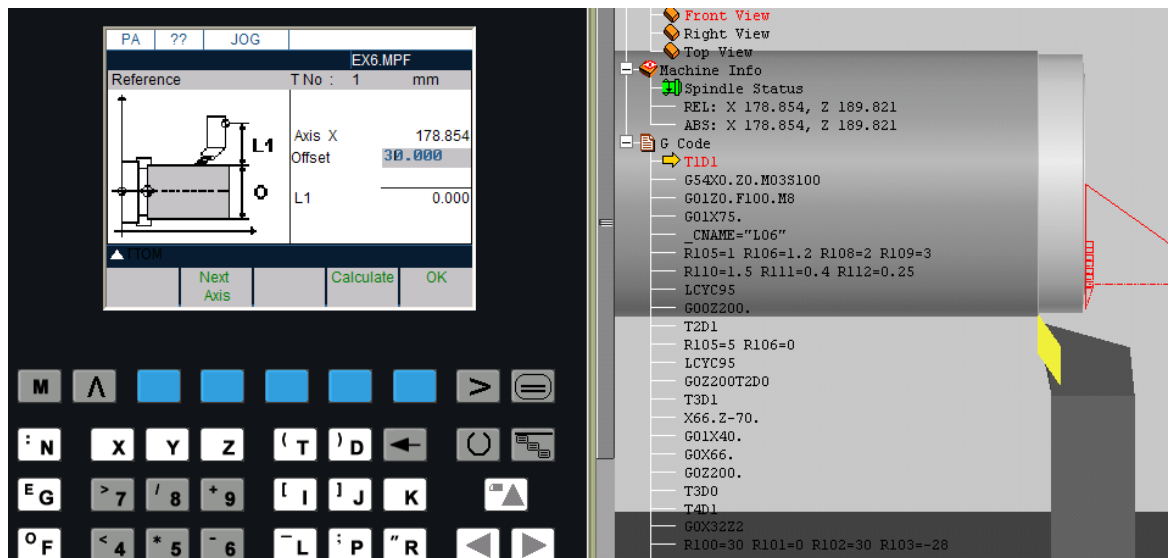
4) Tekan >



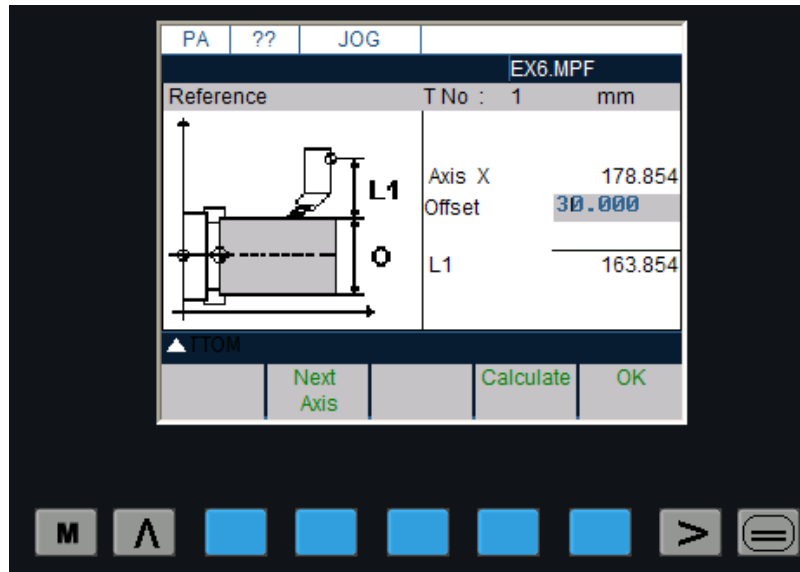
5) Tekan *Get Comp.*



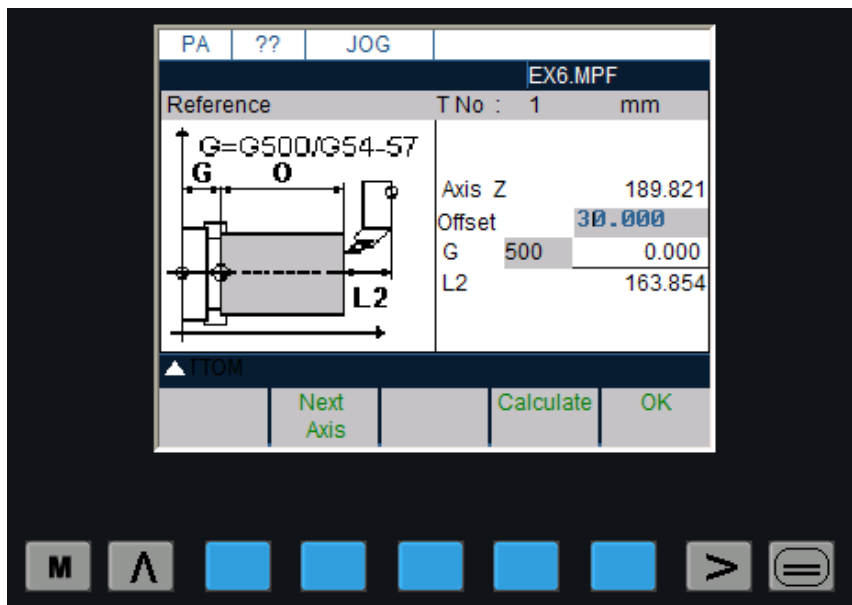
- 6) Putar spindel, lalu sentuhkan pahat pada benda kerja seperti pada gambar (pada diameter benda kerja yang sudah diketahui diameternya/ telah diukur dulu). Apabila pahat dari depan maka posisinya adalah seperti gambar di bawah).
- 7) Masukkan diameter benda kerja, Misal kalau diameter benda kerja yang disentuh oleh pahat adalah 40 mm, maka pada offset ditulis 40.



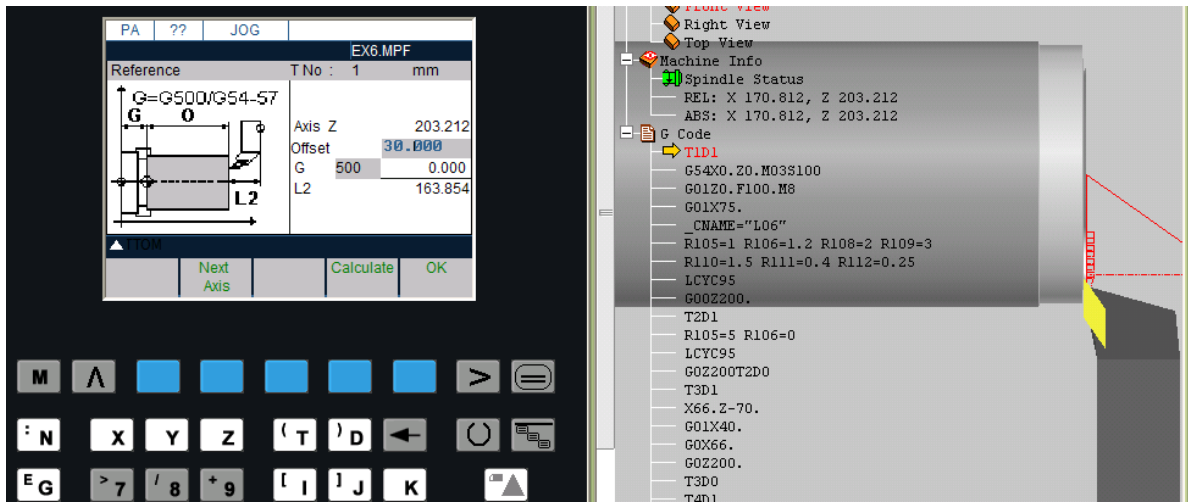
8) Tekan *calculate*, kemudian tekan *OK*



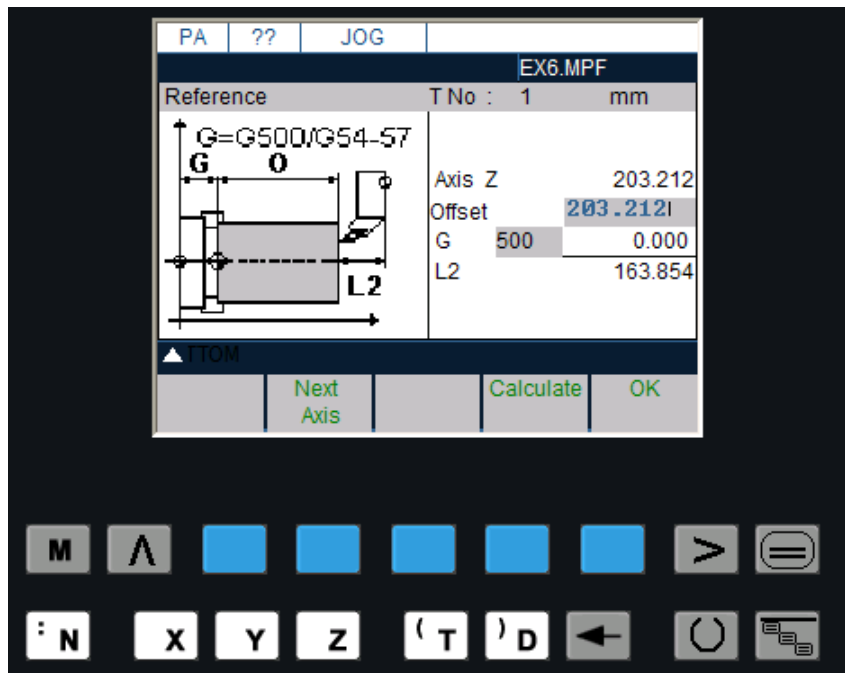
9) Tekan *next axis* untuk setting pahat pada sumbu Z, sehingga pada layar seperti gambar di bawah



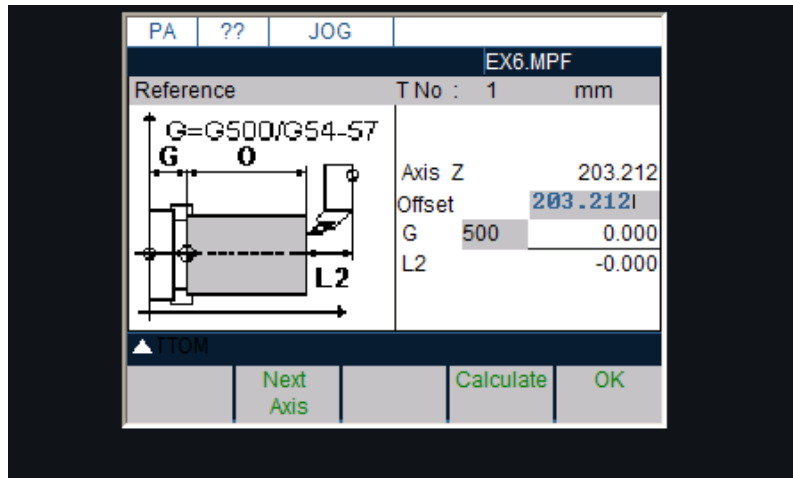
10) Sentuhkan pahat pada permukaan benda kerja



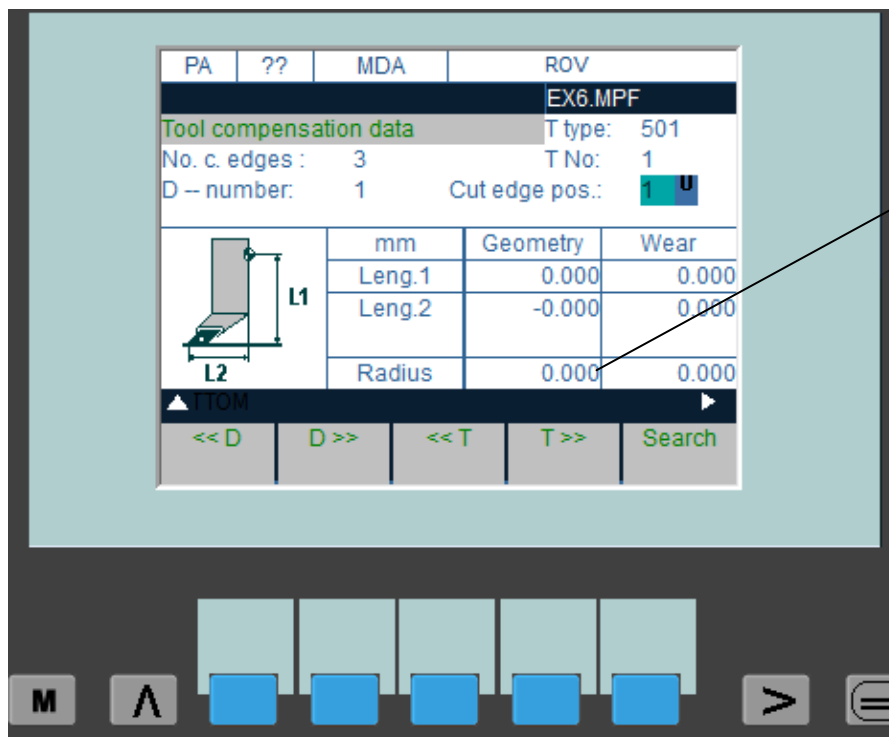
11) Masukkan data Z yang tertulis ke offset



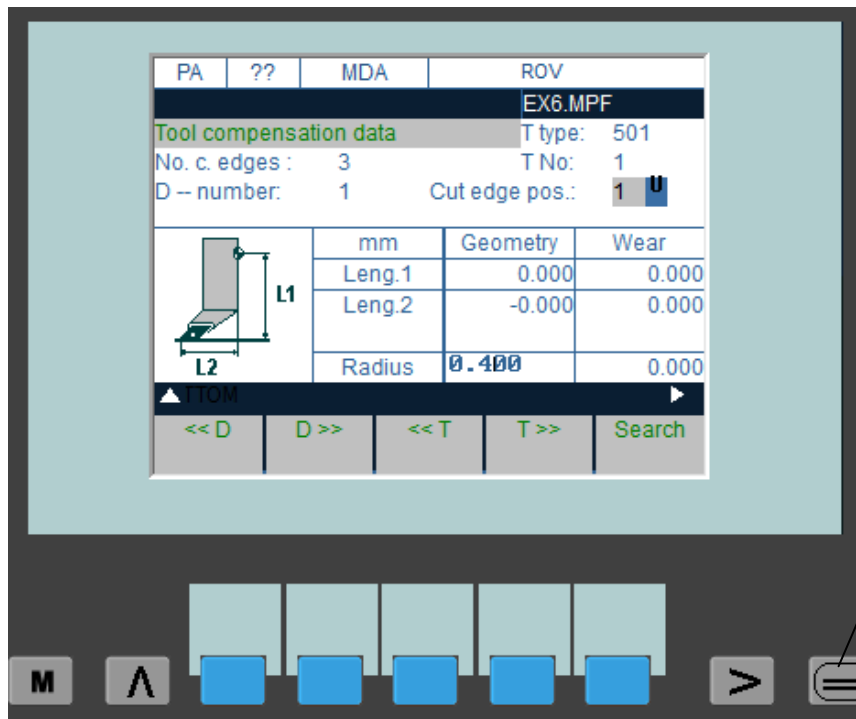
12) Tekan *calculate*



- 13) Tekan OK
- 14) Tekan pemindahan area mesin (=)
- 15) Tekan *parameter*
- 16) Tekan *tool corr*, kemudian ganti harga radius pahat dengan radius ujung pahar yang digunakan.



Diganti radius ujung pahat, misalnya 0.4



Tombol pemindahan area operasi

17) Tekan pemindahan area operasi (=)

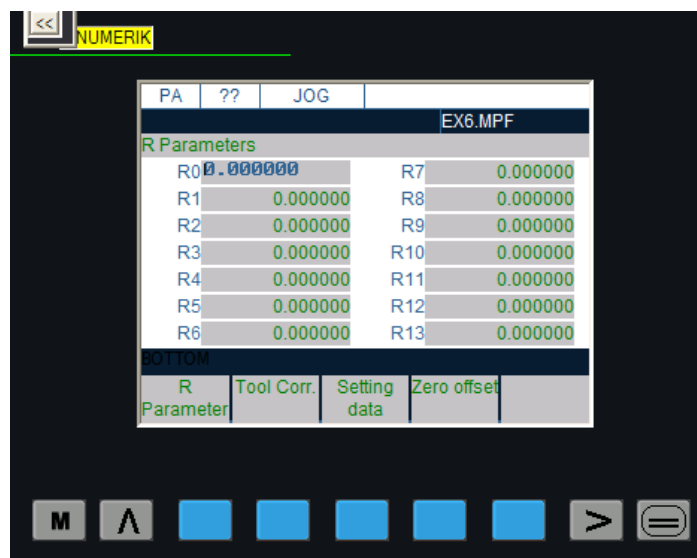
## b. Langkah-langkah Menentukan Zero Offset

Langkah- langkah penentuan pergeseran titik nol (*Zero Offset*) adalah sebagai berikut (pada setiap tampilan gambar layar, angka yang tertera tidak sama dengan yang di mesin sesungguhnya, angka selalu berbeda setiap melakukan seting) :

- 1) Pindah ke area operasi manual dengan menekan JOG
- 2) Tekan Main menu



- 3) Tekan *Parameter*



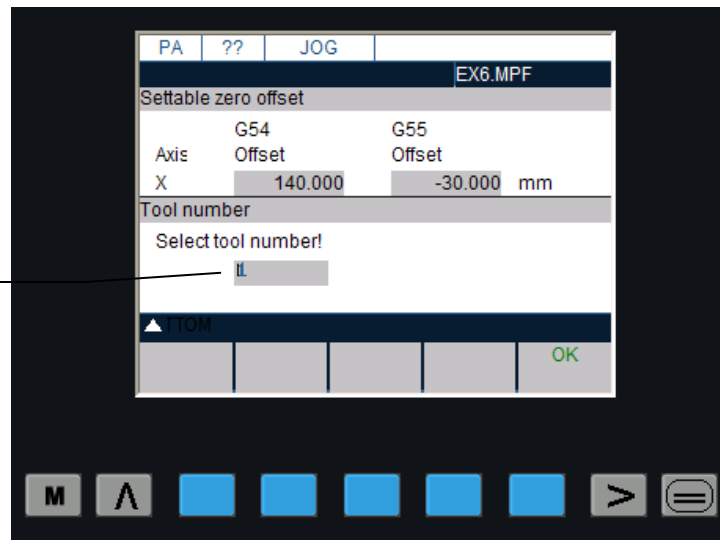


- 4) Tekan ^
- 5) Tekan *Zero offset*

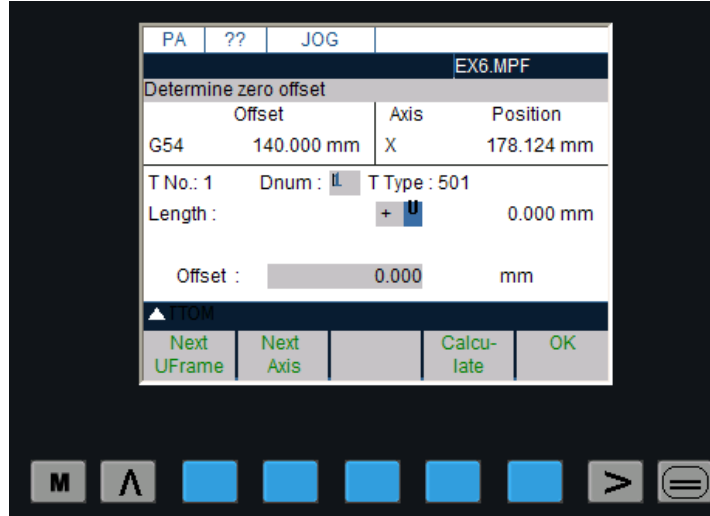


- 6) Pilih G54
- 7) Tekan *Determine*

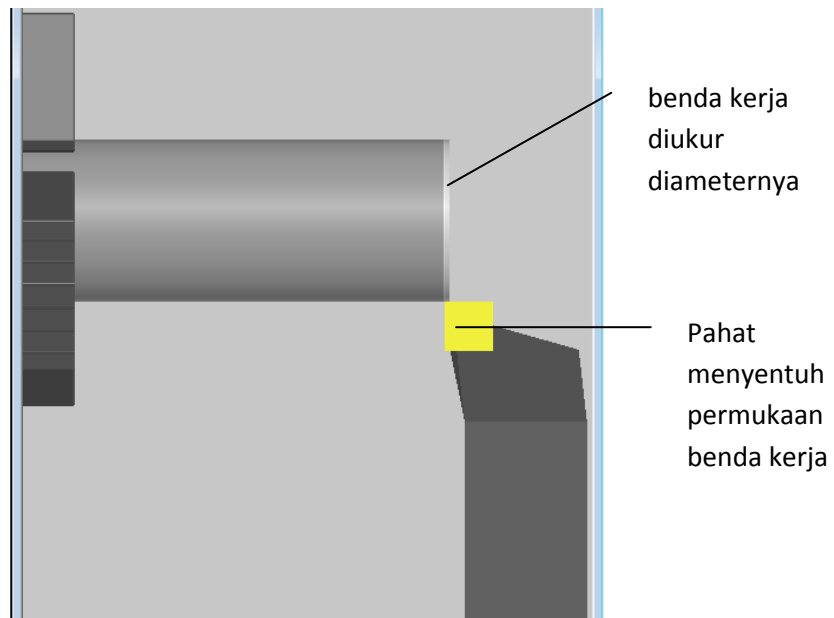
Tulis di sini  
nomer pahat,  
misal 1



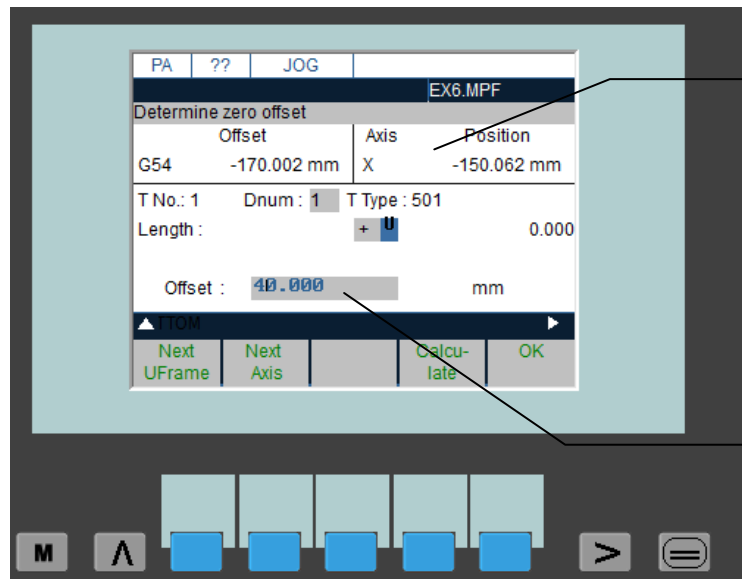
- 8) Tulis nomer Tool (misalnya : 1)
- 9) Tekan OK



- 10) Sentuhkan pahat di permukaan benda kerja bagian diameter yang sudah diketahui ukurannya atau pada sumbu X



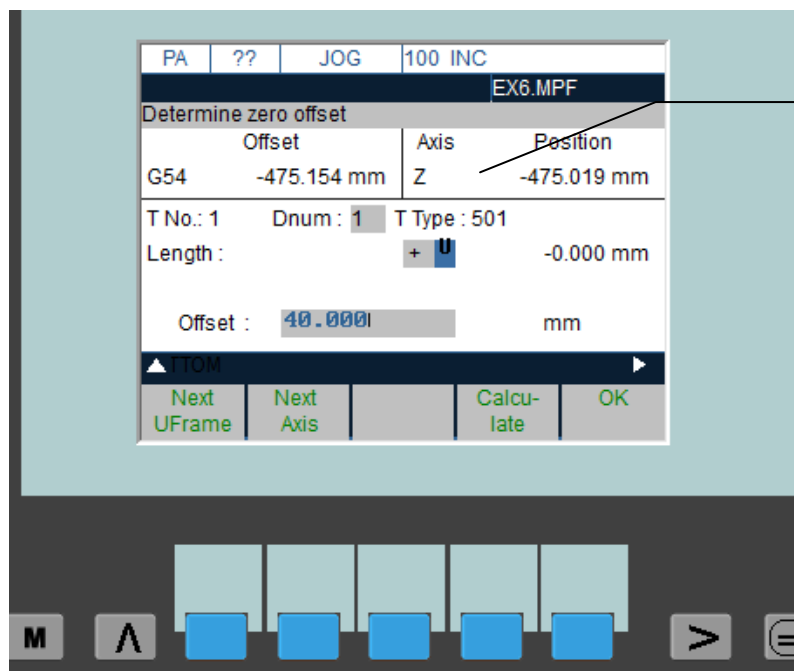
- 11) Tulis diameter benda kerja pada *offset*



Sumbu X yang sedang aktif

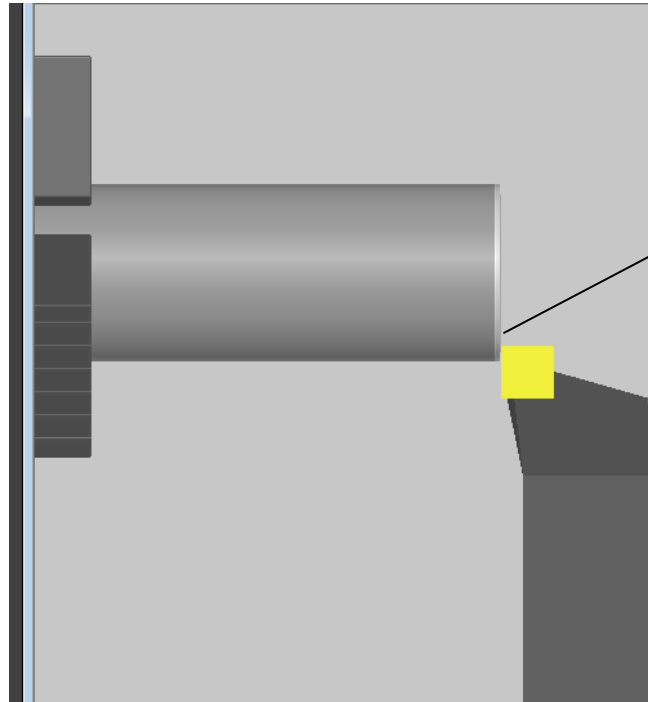
Diameter benda kerja yang disentuh

- 12) Tekan *Calculate*
- 13) Tekan *Next Axis*



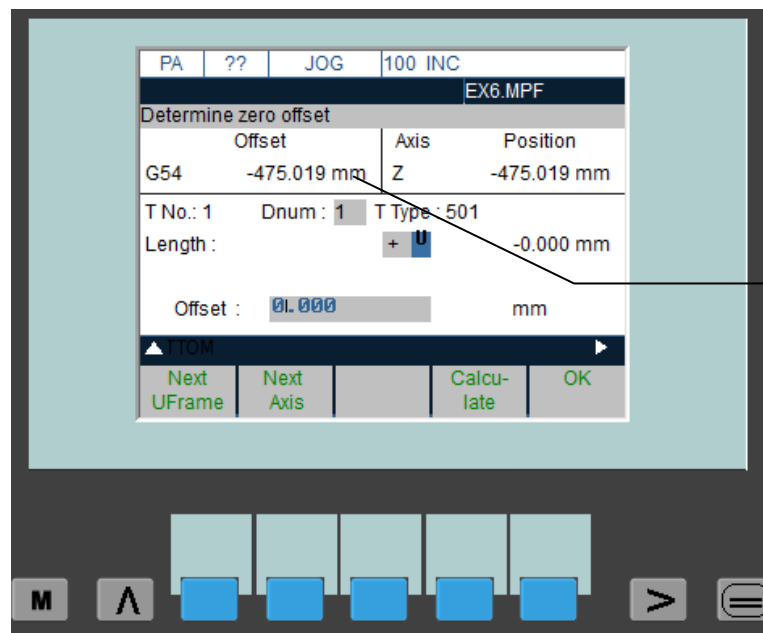
Sumbu Z yang sedang aktif

- 14) Gerakkan pahat ke arah sumbu Z, sehingga menyentuh permukaan rata di samping benda kerja



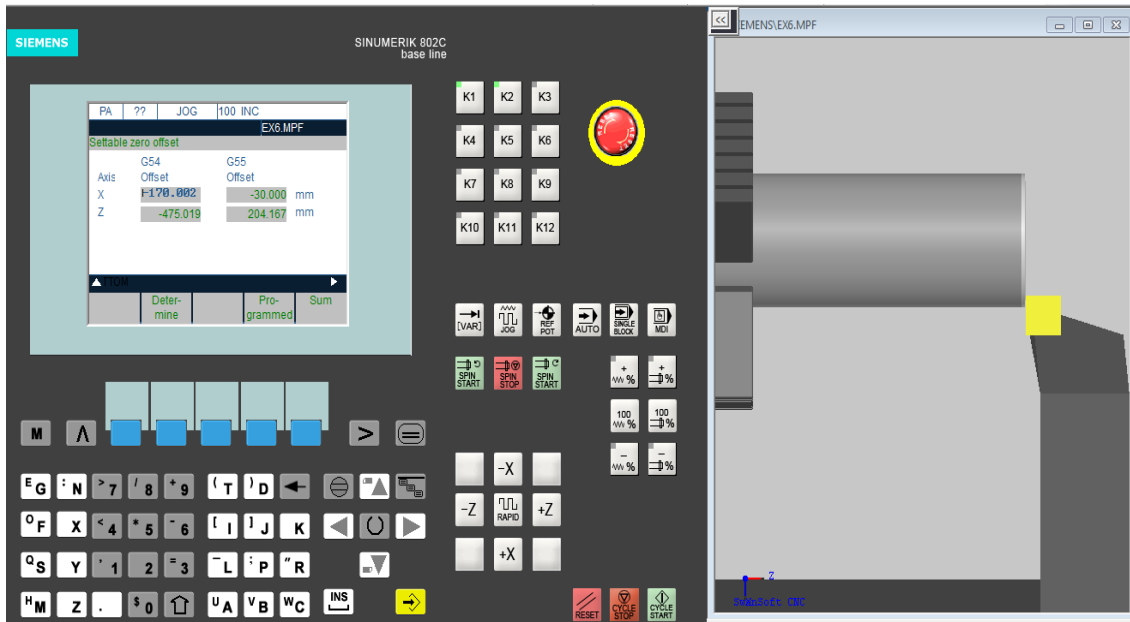
Pahat menyentuh bidang permukaan rata dari benda kerja di sini

- 15) Tulis 0 (nol) pada offset  
16) Tekan Calculate



Angka pada G54 berubah

17) Tekan OK, kemudian matikan putaran spindel.



18) seting zero offset (G54) sudah selesai.

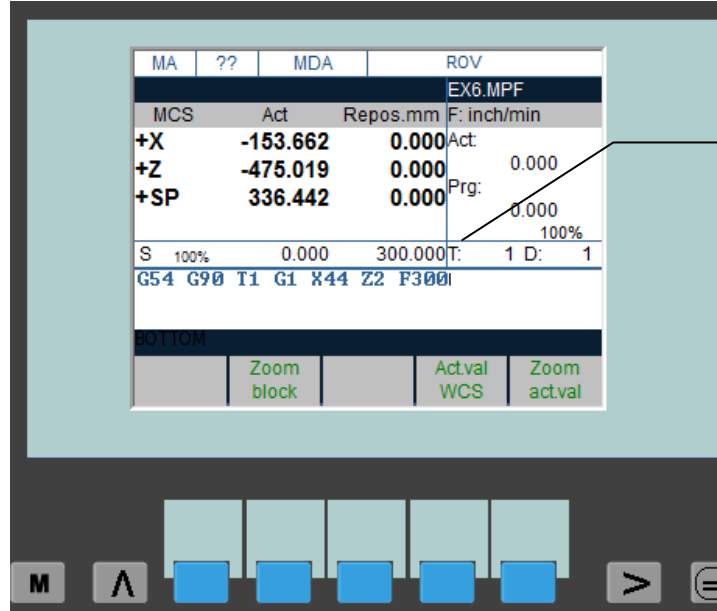
19) Matikan putaran spindel dan mundurkan pahat.

20) Selanjutnya akan dicoba/diuji apakah seting tersebut benar.

### c. Menguji data alat potong (*tool offset*) dan zero offset

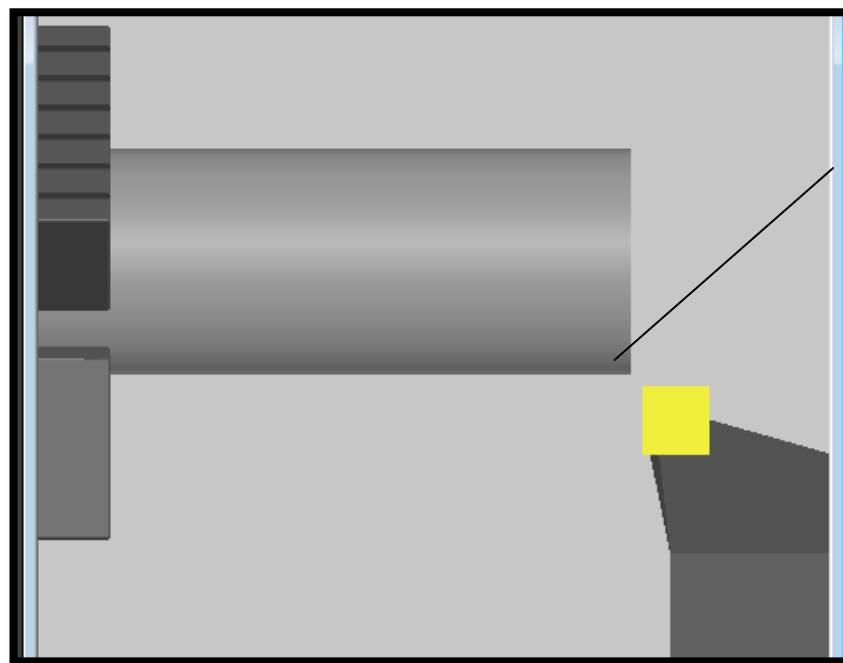
Untuk mengetahui apakah data alat potong dan *zero offset* yang kita telah lakukan benar, maka kita membuat program singkat ( 1 baris). Program tersebut berisi memanggil G54 dengan pahat T1, dan pahat bergerak ke arah diameter dan jarak yang diketahui. Pada contoh ini benda kerja yang dihunakan adalah diameter 40 mm panjang 120 mm, maka pahat diarahkan untuk bergerak menuju diameter(X) 44 mm jarak 2 mm dari permukaan kanan benda kerja (Z),

1) Tekan M, Tekan MDI, kemudian tulis satu baris program seperti terlihat pada gambar



Program ini ditulis

- 2) Sesudah ditulis program singkat tersebut, kemudian tekan *cycle start* (posisi *feed rate* jangan pada posisi 0%, tapi putar sampai sekitar 50%), apabila pahat bergerak ke diameter dan jarak Z yang ditentukan, maka seting yang sudah dilakukan benar. Jika tidak benar, maka proses seting diulangi lagi.



Pahat pada posisi diameter 44 mm dan 2 mm dari permukaan kanan benda kerja

### **B. Ringkasan Materi 3**

Tujuan seting pahat, benda kerja, dan mesin bubut CNC adalah menentukan posisi titik nol benda kerja (W) terhadap titik nol mesin (M) dengan bantuan pahat dan benda kerja yang telah dipasang di mesin. Seting pahat dilakukan untuk menentukan posisi pahat (ujung pahat) terhadap koordinat mesin CNC dan untuk kepentingan pengukuran kompensasi jarak pahat.

Langkah- langkah seting *zero offset* dilakukan untuk memindah titik nol mesin (M) ke titik nol benda kerja (W) . Langkah-langkahnya secara garis besar adalah :

- (1) Menghidupkan mesin
- (2) Memasang pencekam benda kerja
- (3) Memasang benda kerja
- (4) Memasang pahat
- (5) Menseting harga kompensasi pahat (*tool correction*)
- (6) Melakukan pemindahan titik nol arah sumbu X
- (7) Melakukan pemindahan titik nol arah sumbu Z
- (8) Melihat hasil/ mengedit hasil seting yang diperoleh di G54
- (9) Memeriksa kebenaran proses seting
- (10) Membetulkan kesalahan seting.

### **C. Soal Latihan**

**Petunjuk : Kerjakan soal di bawah ini bersama dengan kelompok praktikum anda (3 – 4 orang)**

- 1) Periksa posisi cekam dan pahat yang telah terpasang di mesin bubut CNC yang ada di laboratorium CNC di sekolah anda!
- 2) Pasanglah benda kerja di cekam, hidupkan mesin CNC dan lakukan seting pahat (*tool offset*) !

- 3) Setelah mengerjakan no. 2 lakukan seting pergeseran titik nol arah sumbu X !
- 4) Lakukan seting pergeseran titik nol arah sumbu Z, dengan cara bergantian diantara anggota kelompok praktikum !
- 5) Catat harga G54 yang diperoleh !
- 6) Apakah hasil seting pergeseran titik nol yang anda lakukan sudah benar? Jelaskan !

#### **D. Tugas**

##### **Petunjuk :**

Lakukan tugas berikut secara perorangan. Tugas ini bisa anda kerjakan di sekolah atau di rumah dengan menggunakan program mesin frais CNC *virtual* SSCNC

- 1) Dengan menggunakan mesin frais CNC *virtual* SSCNC lakukan pemasangan pahat, pemasangan cekam, dan pemasangan benda kerja! (lihat di materi tambahan untuk mengerjakannya !)
- 2) Catat harga G54 yang anda peroleh !
- 3) Periksa hasil seting anda !
- 4) Apabila masih ada kesalahan, lakukan seting lagi sampai diperoleh harga G54 yang benar!

##### **Catatan untuk Penilaian diri :**

- Lingkarilah angka pada IUK pada halaman 19-23 yang anda anggap sudah anda kuasai setelah menyelesaikan Materi 3.
- Apabila ada bagian yang belum jelas atau ada keraguan, diskusikan dengan teman anda atau bertanyalah pada guru.

Setelah bisa melakukan seting, maka berikutnya silahkan mempelajari cara menulis dan mengedit program CNC (Materi 4).



## Materi 4

### Menulis Program di Mesin Bubut CNC (membuka, menulis, dan mengedit program CNC)

#### Tujuan

Setelah mempelajari materi 4 ini mahasiswa memiliki kompetensi :

- Memahami dasar-dasar program CNC untuk mesin bubut CNC
- Dapat menulis (membuka, menulis, dan mengedit) program CNC di mesin bubut CNC



## A. Deskripsi Materi 4

Agar dapat menulis program CNC dan memahami apa yang ditulis, maka berikut ini dipaparkan mengenai dasar- dasar pemrograman CNC dan kode-kode instruksi pemrograman CNC. Hal ini harus dipahami lebih dahulu sebagai dasar pemahaman penulisan program CNC.

### 1. Struktur program

Program CNC terdiri dari blok (*block*) yang berurutan. Setiap blok merupakan langkah pemesinan. Perintah/Instruksi ditulis dalam satu blok dalam bentuk kata-kata (*words*). Blok terakhir dari urutan tersebut berisi kata khusus untuk mengakhiri program yaitu M2.

Tabel 4.1. Struktur program

	Word	Word	Word	...	; Comment
Block	N10	G0	X20	...	; 1st block
Block	N20	G2	Z37	...	; 2nd block
Block	N30	G91	...	...	; ...
Block	N40	...	...	...	
Block	N50	M2			; End of program

### 2. Setiap program memiliki nama sendiri.

Ketika membuat suatu program CNC, nama program bisa ditentukan sendiri oleh pembuat dengan ketentuan sebagai berikut :

- Dua karakter pertama harus merupakan huruf, selanjutnya huruf, angka-angka, atau *underscore* boleh dipakai
- Jangan menggunakan lebih dari 8 karakter
- Jangan menggunakan tanda pisah (-)

Contoh nama program : FRAME521

### 3. Struktur kata dan adres adalah seperti Gambar di bawah

Satu kata terdiri dari adres dan harga (value). Adres berupa huruf kapital dan harga berupa angka (lihat Gambar 4.1).

Word	Word	Word
Address   Value	Address   Value	Address   Value
G1	X-20.1	F300
Traverse with linear interpolation	Path or end position for X axis: -20.1 mm	Feed: 300 mm/min

Gambar 4.1. Struktur kata

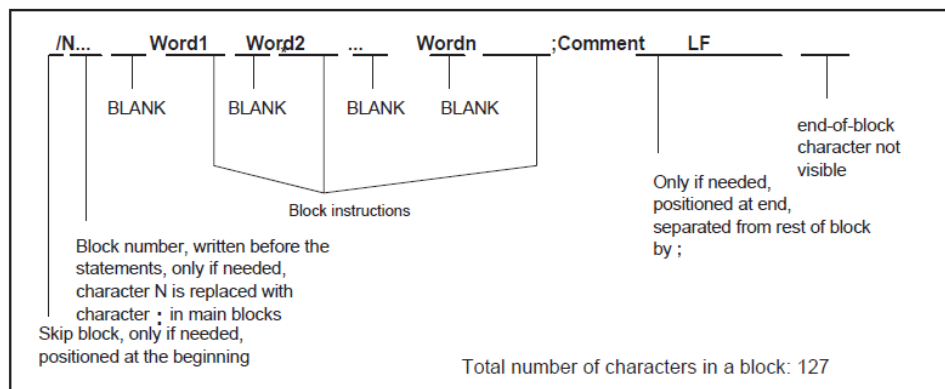
#### 4. Jumlah karakter pada *adres*

Satu kata boleh berisi beberapa huruf *adres*. Akan tetapi dalam kasus ini, tanda sama dengan “=” harus disisipkan untuk menunjukkan harga dari angkanya terhadap huruf *adres* yang dimaksud.

Contoh : CR=5.23

#### 5. Struktur blok

Suatu blok instruksi (*block instructions*) sebaiknya berisi semua data yang diperlukan untuk melaksanakan satu langkah pemesinan. Blok biasanya terdiri dari beberapa kata dan selalu diakhiri dengan *the end-of-block character* “LF” (*line feed*). Karakter tersebut akan muncul dengan sendirinya ketika tombol *return* atau *input* ditekan ketika kita menulis program. Dalam satu blok jumlah karakter maksimal 127 buah.



Gambar 4.2. Diagram struktur blok/baris program

Pada kontrol CNC Sinumerik 802 S/C nomer program tidak harus ada, akan tetapi sebaiknya kita menulis nomer program agar mudah mengeditnya.

## 6. Urut- urutan kata

Ketika satu blok terdiri dari lebih dari satu pernyataan, kata-kata dalam satu blok harus diatur dengan urutan sebagai berikut :

N... G... X... Z... F... S... T... D... M...

Pilihlah nomer blok dengan langkah 5 atau 10. Dengan demikian kita masih memiliki tempat untuk menyisipkan beberapa blok lagi, jika nantinya ada kesalahan atau blok program kurang.

## 7. Blok diabaikan (*Block skipping*)

Blok program yang tidak dikerjakan ketika menjalankan program CNC ditandai dengan tanda garis miring “ / ” di depan nomer blok.

Sewaktu program dikerjakan oleh mesin, maka blok yang diawali dengan tanda “ / ” dilewati atau diabaikan, program yang dikerjakan adalah pada blok selanjutnya.

## 8. Komentar/ catatan (*comment/remark*)

Catatan dapat digunakan untuk menjelaskan pernyataan dari blok program . Komentar ditampilkan bersama dengan isi program yang lain dari satu blok yang sedang tampil.

Contoh Program :

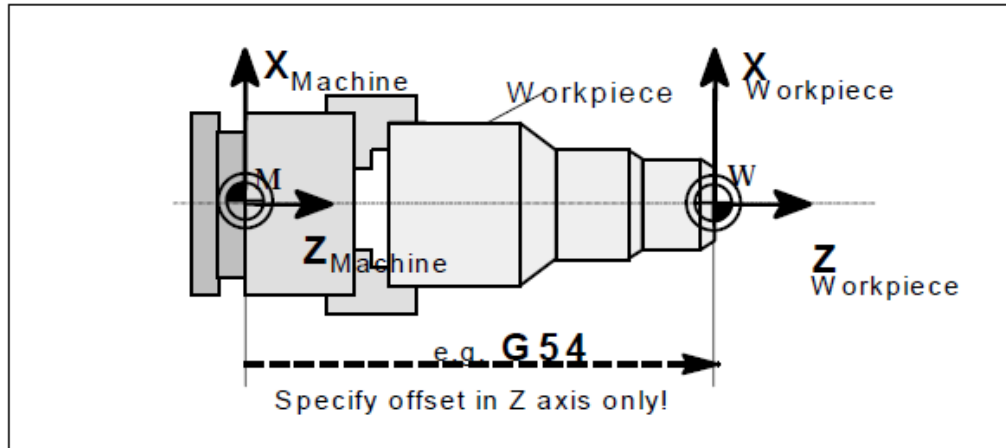
```
N10 ; G&S Order No. 12A71
N20 ; Pump part 17, Drawing No.: 123 677
N30 ; Program created by Mr. Adam Dept. TV 4
N50 G17 G54 G94 F470 S20 T1 D0 M3 ; Blok Utama
N60 G0 G90 X100 Z2
N70 G0 X98
N80 G1 Z-50
/N90 X102 ;Blok yang diabaikan
N100 X104
N110 G0 Z2
N120 X145 Z5
N130 M5
N140 M2 ;Program berakhir
```

## 9. Ringkasan kode intruksi program CNC

Kode-kode instruksi untuk pembuatan program CNC (Kode G, M, F, T, D, S, LCYC) yang sering digunakan di sini akan dijelaskan sesuai urutan penggunaan kode yang digunakan dalam suatu program CNC. Penjelasan dan gambar yang digunakan diambil dari buku Referensi yang dibuat oleh perusahaan Siemens (2003). Ringkasan Instruksi yang digunakan secara ringkas dijelaskan di bawah.

### a. G54, pencekaman benda kerja dan pergeseran titik nol mesin ke titik nol benda kerja.

Pergeseran titik nol memberitahukan secara pasti titik nol benda kerja dari titik nol mesin. Pergeseran ini dihitung setelah benda kerja dicekam pada pencekam di mesin dan harus diisikan pada parameter titik nol (*zero offset*). Pergeseran titik nol diaktifkan melalui program CNC dengan menuliskan G54 (lihat gambar di bawah), atau pergeseran titik nol yang lain, misalnya G55, G56, atau G57.



Gambar 4.3. Pemindahan titik nol dari M ke W

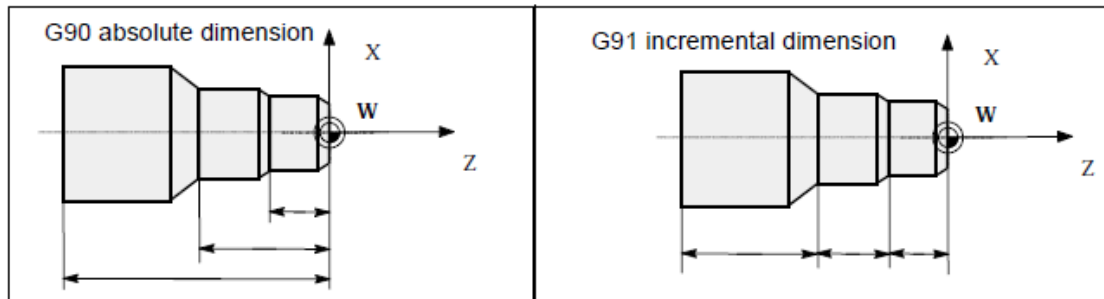
#### Format :

N... G54; berarti titik nol benda kerja diaktifkan

N...

### b. G90 , pemrograman menggunakan koordinat absolut

Apabila di awal program CNC ditulis G90, maka pemosisian pahat yang diperintahkan menggunakan koordinat absolut dari titik nol benda kerja. Titik nol benda kerja adalah sebagai titik nol absolut atau (0,0,0). Lihat gambar di bawah untuk memahami hal tersebut.



Gambar 4.4. Pengukuran absolut dan incremental

#### Format :

N.. G90 ; berarti sistem pengukuran absolut diaktifkan

N...

N... G91 ; berarti sistem kordinat yang digunakan adalah *incremental*.

Kode G91 berarti sistem pengukuran yang digunakan menggunakan koordinat relatif atau *incremental*. Pergeseran pahat diprogram dari tempat pahat berada ke posisi berikutnya. Titik nol (0,0,0) berada di ujung sumbu pahat. G91 biasanya digunakan di awal sub rutin (sub program).

### c. T, pemanggilan pahat

Pahat yang digunakan dipilih dengan menuliskan kata T diikuti nomer pahat, misalnya T1, T2, T3. Nomer pahat bisa dari angka bulat 1 sampai 32000. Di sistem kontrol maksimum 15 pahat yang bisa disimpan pada waktu yang sama. Apabila akan mengganti pahat, maka pada program CNC ditulis T diikuti angka nomer pahat yang dimaksud.

**Format :**

N....

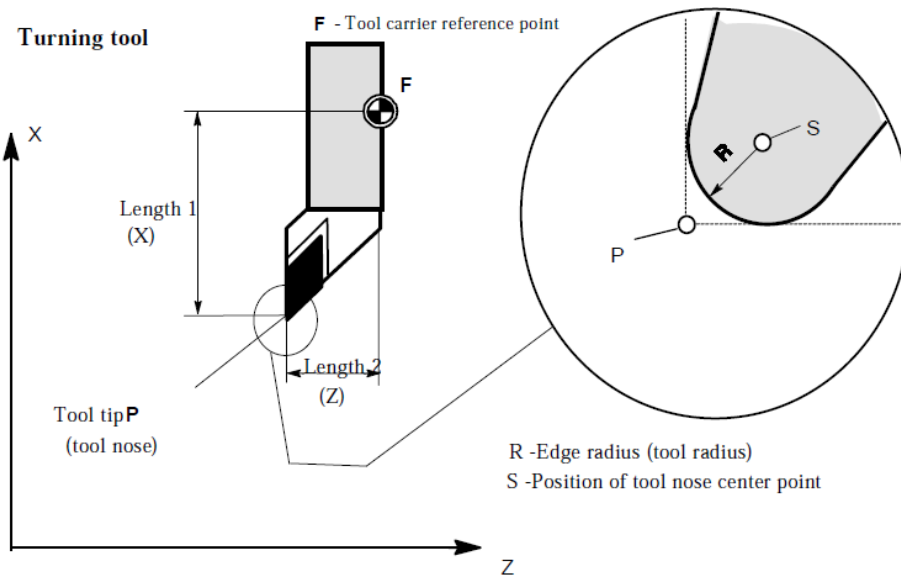
N... T1; berarti pahat 1 diaktifkan

N...

N... T4 ; berarti pahat diganti dengan pahat 4.

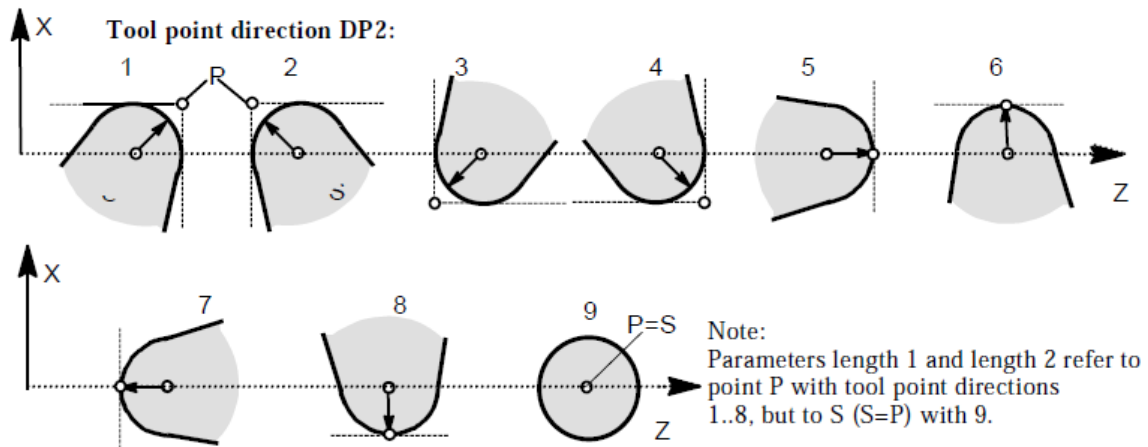
**d. D, mengaktifkan kompensasi pahat**

Beberapa pahat memiliki panjang dan diameter yang berbeda. Untuk mengaktifkan perbedaan tersebut, maka sesudah menulis nomer pahat (misalnya T1), kemudian diikuti D dengan nomer kompensasi yang dimaksud. Harga kompensasi pahat disimpan pada parameter *tool correction* (lihat gambar di bawah). Harga D adalah antara 1 sampai 9 tergantung bentuk pahat yang digunakan. Pada program CNC. apabila D tidak diprogram, maka harga D yang digunakan adalah D1, apabila D0 berarti pergeseran harga pahat tidak aktif.



Gambar 4.5. Pergeseran posisi pahat (*tool offset*) yang diperlukan

The tool parameter DP2 specifies the tool point direction. Direction value 1 to 9 can be programmed:



Gambar 4.6. Harga *tool offset* juga memerlukan data mengenai arah penyayatan ujung pahat. Harga arah penyayatan adalah 1 sampai 9.

**Format :**

N....

N... T1 D2; berarti pahat 1 dengan kompensasi 2

N...

N... T5 D8; berarti pahat 5 dengan kompensasi 8.

**Catatan:** penjelasan lebih detail mengenai kompensasi pahat dapat dilihat di Buku Referensi “*Operation and Programming Sinumerik*” (2003) halaman 8-39 sampai 8-51



#### e. G96 , G97 dan S, kecepatan potong konstan

Fungsi G96 adalah untuk mengatur kecepatan potong. Apabila G96 ditulis kemudian diikuti S, berarti satuan untuk S adalah m/menit, sehingga selama proses pembubutan menggunakan kecepatan potong konstan. G97 berarti pengaturan kecepatan potong konstan OFF, sehingga satuan S menjadi putaran spindel konstan dengan satuan putaran per menit (rpm).

Format :

N... G96 S120 LIMS=... F... ; kecepatan potong konstan 120 m/menit

N...

N... G97 ; kecepatan potong konstan OFF

#### Catatan :

LIMS berarti batas atas putaran spindel. Apabila menggunakan G96 harus diprogram harga putaran maksimal, karena untuk G96 putaran spindel akan bertambah cepat ketika diameter mengecil dan menjadi tidak terhingga ketika diameter 0 (misalnya pada proses *facing*). Harga F yang digunakan akan ikut terpengaruh apabila menggunakan G95 dengan satuan mm/putaran.

Untuk mengaktifkan jumlah putaran spindel mesin frais CNC digunakan S diikuti dengan jumlah putaran per menit. Arah putaran spindel mengikuti perintah kode M, yaitu M3 putaran searah jarum jam, dan M4 putaran berlawanan arah jarum jam. Sedangkan perintah M5 putaran spindel berhenti.

#### Format :

N... M3

N... G97 S1500; berarti putaran spindel searah jarum jam 1500 rpm.

N...

#### f. F, gerak makan

Gerak makan F adalah kecepatan pergerakan pahat yang berupa harga absolut . Harga gerak makan ini berhubungan dengan gerakan interpolasi G1, G2, atau G3 dan tetap aktif sampai harga F baru diaktifkan di program CNC. Satuan untuk F ada dua yaitu mm/menit apabila sebelum harga F ditulis G94, dan mm/putaran apabila ditulis G95 sebelum harga F. Satuan mm/putaran hanya dapat berlaku apabila spindel berputar.

#### Format :

N....

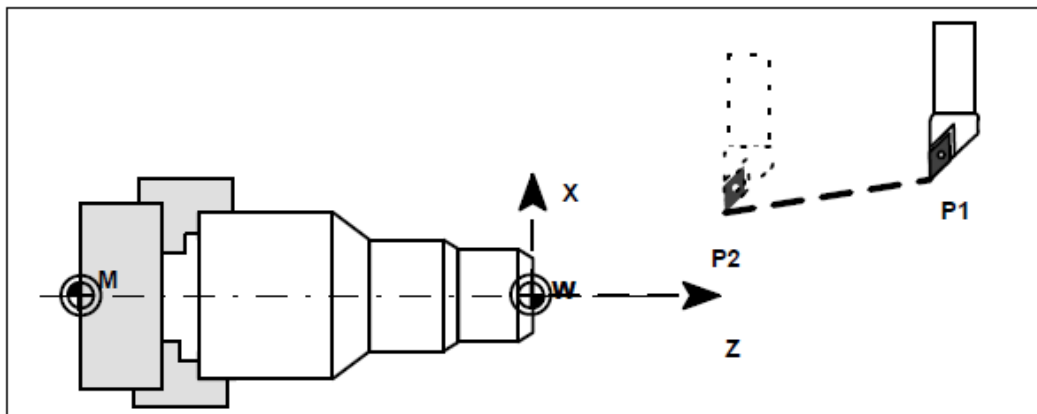
N... G94 F100; berarti harga gerak makan 100 mm/menit

N... M3 S1000

N... G95 F2; berarti gerak makan 2 mm/putaran

#### g. G0, gerak cepat lurus

G0 berfungsi untuk menempatkan (memposisikan) pahat secara cepat dan tidak menyayat benda kerja. Semua sumbu bisa bergerak secara simultan sehingga menghasilkan jalur lurus (lihat gambar di samping). Perintah G0 akan selalu aktif sebelum dibatalkan oleh perintah dari kelompok yang sama, misalnya G1, G2, atau G3.



Gambar 4.7. Gerak cepat dengan G0

**Format :**

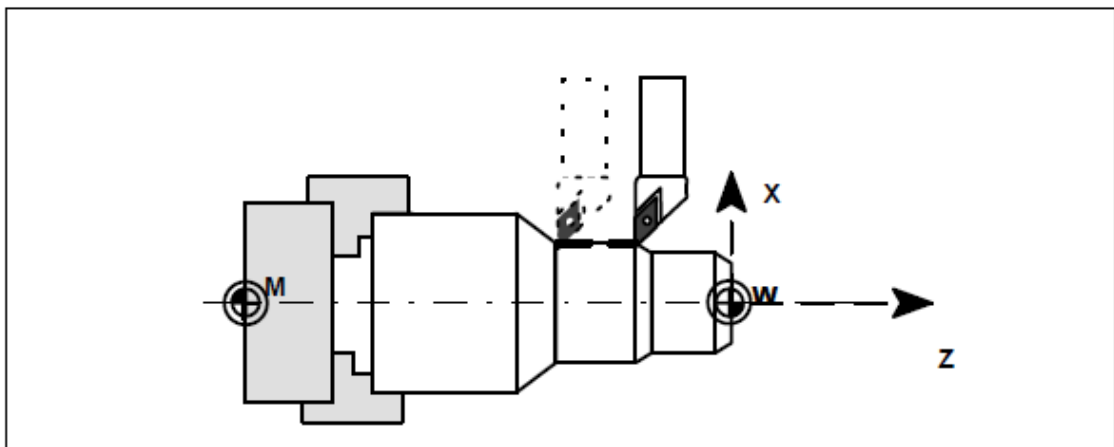
N...

N... G0 X40 Z25; gerak cepat aktif menuju koordinat yg ditulis

N...

**h. G1, interpolasi lurus dengan gerak makan tertentu**

Fungsi dari perintah G1 adalah menggerakkan pahat dari titik awal menuju titik akhir dengan gerakan lurus. Kecepatan gerak makan ditentukan dengan F. Semua sumbu dapat bergerak bersama (lihat gambar di bawah). Perintah G1 tetap aktif sebelum dibatalkan oleh perintah dari kelompok yang sama (G0, G2, G3).



Gambar 4.8. Gerak interpolasi lurus G1

**Format :**

N... G0 X20 Z-40

N... G1 X30 Z-60 F20 ; berarti pahat bergerak lurus menuju

N... G1 Z-72 ; berarti pahat bergerak lurus menuju

N...

### i. G2 dan G3, gerakan interpolasi melingkar

Perintah G2 atau G3 berfungsi untuk menggerakkan pahat dari titik awal ke titik akhir mengikuti gerakan melingkar. Arah gerakan ada dua macam yaitu G2 untuk gerakan searah jarum jam, dan G3 untuk berlawanan arah jarum jam (lihat gambar di bawah). Gerak makan pahat menurut F yang diprogram pada baris sebelumnya.

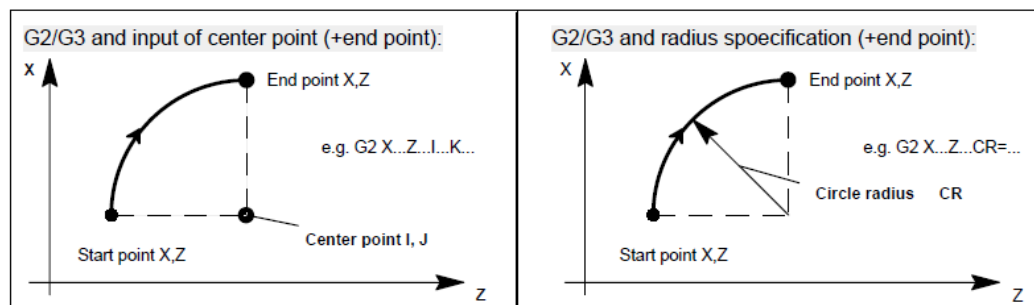
#### Format :

N...

N... G2 X... Z... I5 K-1; bergerak melingkar ke (X,Z) dengan titik pusat di (5,-1) dari titik awal gerak pahat

N... G2 X... Z...CR=10; bergerak melingkar ke (X,Z) dengan radius 10

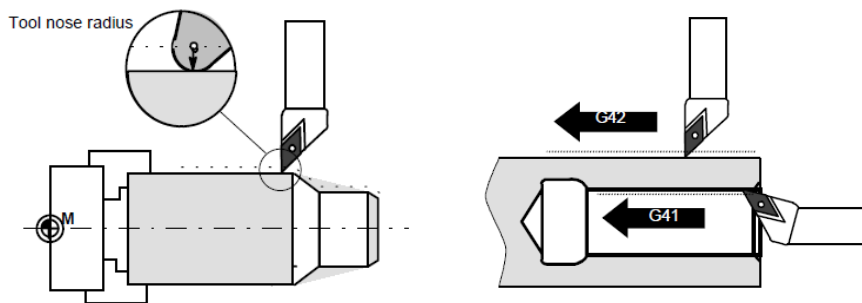
N...



Gambar 4.9. Gerak interpolasi melingkar G2 dan G3

### j. G41, G42, G40, kompensasi pahat

Kompensasi radius pahat akan aktif apabila ditulis G41/G42. G41 adalah kompensasi radius kiri, sedangkan G42 adalah kompensasi radius kanan. G40 adalah membatalkan kompensasi radius atau tanpa kompensasi.



Gambar 4.10. Kompensasi pahat G40 G41

**Format :**

N... G0 X... Y... Z...

N... G42 ; berarti kompensasi radius pahat kanan diaktifkan

N... G1 X... Y...

N...

N... G40 ; berarti kompensasi dibatalkan

**k. M2, M3, M4, M5, M8, M9, fungsi tambahan**

Kode M ini adalah kode untuk fungsi tambahan. Arti beberapa kode M tersebut adalah :

M2 = program berakhir

M3 = spindel ON dengan putaran searah jarum jam

M4 = spindel ON dengan putaran berlawanan arah jarum jam

M5 = spindel OFF

M8 = coolant ON

M9 = coolant OFF.

**Format :**

N...

N... M3 ; berarti spindel putar arah kanan

N...

N... M5 ; berarti spindel OFF

N... M2 ; program berakhir

## I. G33, penyayatan ulir dengan kisar konstan

Fungsi dari G33 adalah menyayat beberapa jenis ulir dengan kisar konstan berikut :

- Ulir pada benda silindris
- Ulir pada benda berbentuk tirus
- Ulir luar dan ulir dalam
- Ulir dengan titik awal tunggal maupun ganda
- Ulir Multi-blok (ulir yang bersambung)

Fungsi pembuatan ulir ini memerlukan spindel dengan sistem pengukuran posisi. G33 tetap aktif sampai dibatalkan oleh instruksi dari kelompok yang sama yaitu G0, G1, G2, dan G3.

Jenis ulir kanan atau kiri bisa dibuat dengan G33, proses tersebut diatur dengan arah putaran spindel yaitu M3 untuk ulir kanan dan M4 untuk ulir kiri. Jumlah putaran spindel diatur dengan kode S.

Pada waktu membuat ulir harus diperhatikan titik awal penyayatan dan titik akhir penyayatan.

### **Format :**

- Untuk ulir silindris

N... G0 X... Z...

N... G33 Z.... K...

N....

- Untuk ulir tirus (sudut tirus kurang dari  $45^0$ )

N... G0 X... Z...

N... G33 Z.... X.... K... ;

N....

- Untuk ulir tirus (sudut tirus lebih dari  $45^0$ )

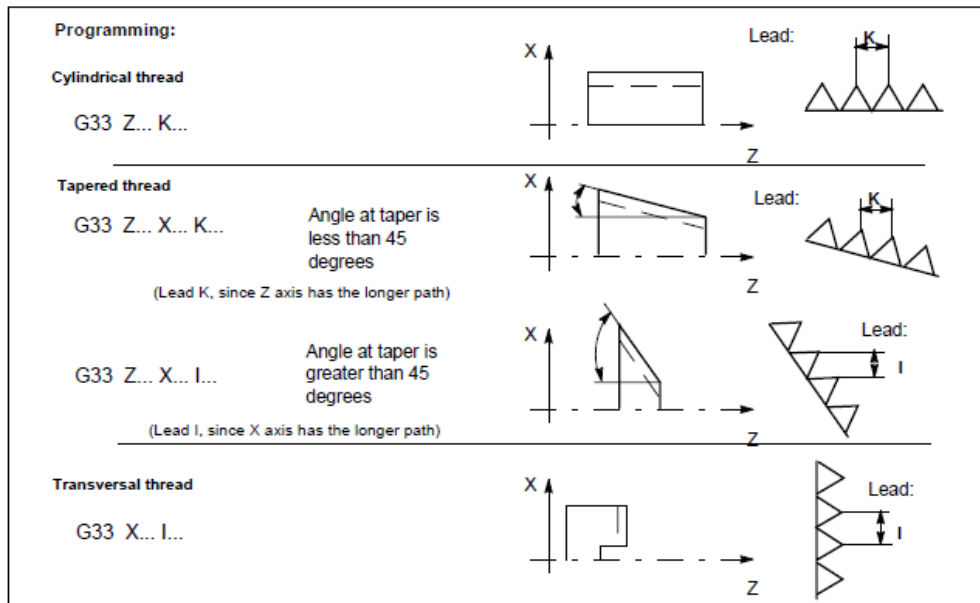
N... G0 X... Z...

N... G33 Z.... X.... I... ;

N....

- Untuk ulir melintang  
N... G0 X... Z...  
N... G33 ... X... I... ;  
N....

Penjelasan lihat gambar di bawah.

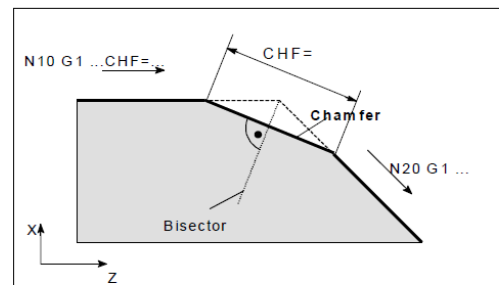


Gambar 4.11. Pemrograman ulir dengan G33

Harap diperhatikan bahwa G33 bukan siklus pembuatan ulir, tetapi gerakan pemotongan ulir sekali jalan dengan kisar konstan.

### m. CHF/ RND, Champher/ radius fillet

Kita dapat menambahkan elemen champher dan radius pada pojok kontur. Instruksinya adalah `CHF=....` atau `RND=....` diprogram pada blok sebelumnya.



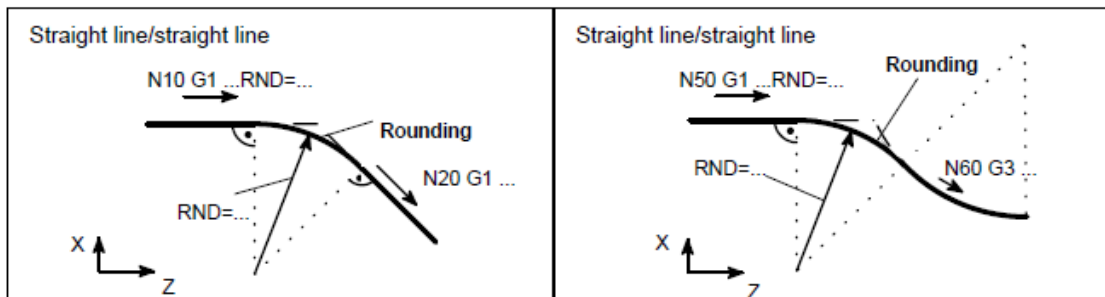
Gambar 4.12. Pembuatan champher

Format :

N.....

N.... G1 Z50 CHF=1

N.... X .... Z...



Gambar 4.13. Pembuatan fillet (radius pojok)

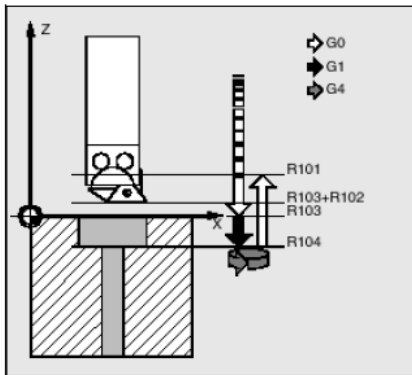
**n. LCYC82, pembuatan lubang dengan mata bor (*drilling*) untuk lubang dangkal (*spot facing*)**

Siklus adalah bagian program yang berisi proses yang saling bersambung yang mendukung beberapa proses pemesinan, misalnya pembuatan lubang dengan mata bor, membuang bagian benda kerja yang tidak diperlukan atau pemotongan ulir. Suatu siklus dapat berjalan setelah diberi beberapa data parameter. Siklus standar untuk pembuatan lubang dan aplikasi pemotongan tertentu telah ada dalam sistem. Pemberian harga parameter dari R100 sampai dengan R149 digunakan sebagai isian parameter dari suatu siklus.

Pada siklus LCYC82 ini mata bor dengan jumlah putaran dan gerak makan yang terprogram masuk ke benda kerja sampai dengan kedalaman akhir tertentu. Apabila kedalaman akhir telah dicapai maka gerakan turun mata bor akan berhenti sebentar (*dwell*) sesuai dengan harga yang telah diprogramkan di parameter. Setelah itu mata bor akan kembali dengan cepat ke bidang pengembalian (lihat gambar di samping).

Syarat penggunaan siklus LCYC82 ini adalah putaran spindle dan arah putarannya demikian juga harga gerak makan sudah diprogram di baris program





sebelumnya. Posisi koordinat pemboran sudah dilakukan sebelum memanggil siklus ini. Pahat yang dibutuhkan dengan harga kompensasi pahat sudah diisi data sebelumnya sebelum siklus ini dipanggil.

Gambar 4.14. Gambaran pembuatan lubang dengan LCYV82

Parameter yang digunakan pada siklus ini :

- R101 : posisi bidang pengembalian (absolut) yaitu posisi dari mata bor pada akhir siklus.
- R102 : jarak aman posisi mata bor yang berfungsi sebagai bidang referensi
- R103 : bidang referensi (absolut)
- R104 : kedalaman akhir (absolut)
- R105 : waktu berhenti yang digunakan untuk memutus beram (detik)

**Format :**

```
N... G0 X40 Y40 Z5
N... R101=5.000 R102 =3.000 R103=0.000
      R104=-6.000 R105=10.000           ; harga parameter
N... LCYC82                             ; pemanggilan siklus
N... G0 X... Y...
```

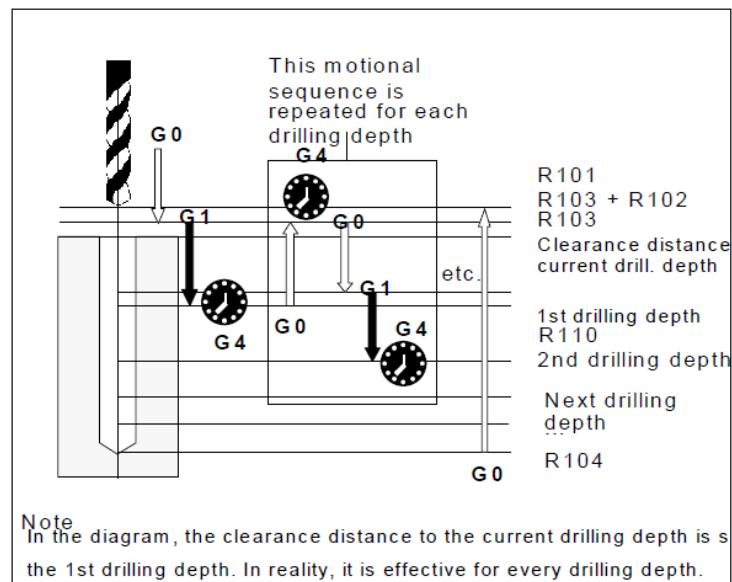
#### **o. LCYC83, siklus pembuatan lubang dalam**

Fungsi dari siklus ini adalah membuat lubang dalam dengan suatu siklus yang berulang, tahap demi tahap mata bor masuk ke benda kerja yang jumlah gerakan masuknya bisa diprogram pada parameteranya. Mata bor bisa kembali ke bidang

referensi untuk membuang beram sesudah masuk ke benda kerja atau kembali 1 mm pada setiap masuk untuk mematahkan beram (lihat gambar di bawah).

Parameter yang digunakan pada siklus ini :

- R101 : bidang pengembalian (absolut)
- R102 : jarak aman posisi mata bor (tanpa tanda)
- R103 : bidang referensi (absolut)
- R104 : kedalaman akhir (absolut)
- R105 : waktu tinggal diam (*dwell*)
- R107 : gerak makan untuk proses pemboran
- R108 : gerak makan untuk pemboran pertama
- R109 : waktu berhenti untuk titik awal atau untuk membuang beram
- R110 : kedalaman pemboran pertama (absolut)
- R111 : pengurangan pemakanan untuk kedalaman berikutnya (%)
- R127 : jenis pemesinan (0 = beram dipatahkan, 1 = beram dikeluarkan)



Gambar 4.15. Gambaran pembuatan lubang dengan LCYC83

**Format/ contoh :**

N... G0 X... Y... Z5

N... R101 =5.000 R102=3.000 R103=0.000

R104=-15.000 R105= 5.000 R107=30.000

R108=40.000 R109=10 R110=-5.000

R111=20.000 R127=1.000

;harga parameter

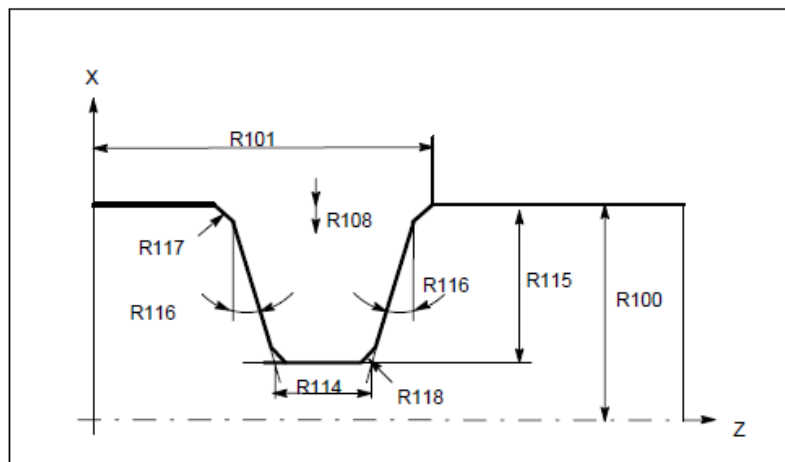
N... LCYC83

;pemanggilan siklus

N... G0 X... Y... Z...

**p. LCYC93, siklus pembuatan alur**

Siklus pembuatan alur dirancang untuk membuat alur simetris pada bidang silindris dan permukaan melintang. Siklus ini bisa digunakan untuk pembuatan alur pada pembubutan luar maupun pembubutan dalam.



Gambar 4.16. Parameter yang digunakan pada pembuatan alur

**Parameter yang digunakan :**

R100 : diameter alur di titik awal

R101 : titik awal alur pada arah sumbu Z (pada posisi sebelah kiri)

R105 : metode pemesinan (jangkauan harga 1 sampai 8)

R106 : sisa untuk proses finishing (tanpa tanda)

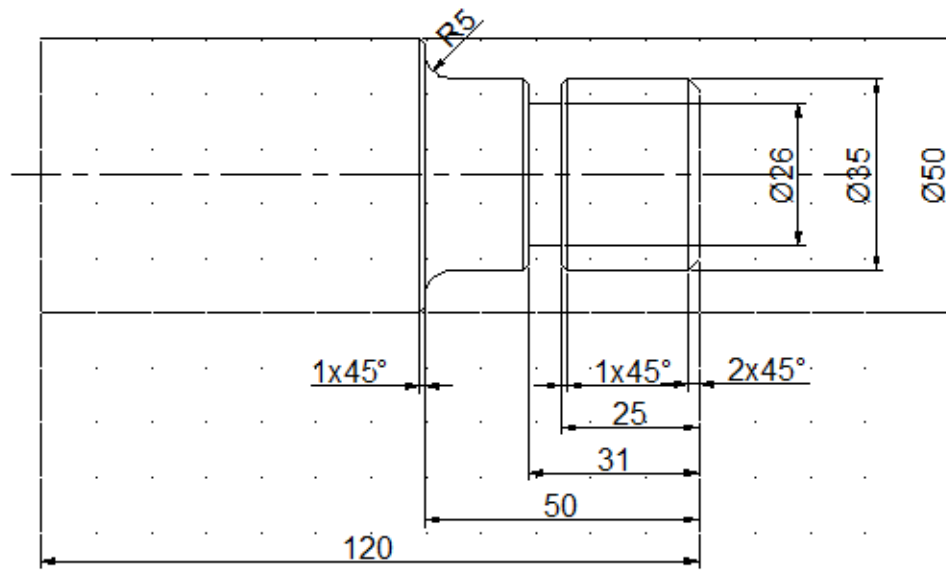
- R107 : lebar pahat (tanpa tanda)
- R108 : kedalaman pemakanan (tanpa tanda)
- R114 : lebar alur (tanpa tanda)
- R115 : dalam alur (tanpa tanda)
- R116 : sudut alur, harga antara  $0 \leq R116 \leq 89.999$  derajat
- R117 : champher di awal alur (lihat gambar)
- R118 : champher di dasar alur (lihat gambar)
- R119 : waktu tinggal diam di dasar alur.

Tabel 4.2. Variasi pembuatan alur (Harga R105)

Value	Longitudinal/Facing	External/Internal	Starting Point Position
1	L	A	Left
2	P	A	Left
3	L	I	Left
4	P	I	Left
5	L	A	Right
6	P	A	Right
7	L	I	Right
8	P	I	Right

**Contoh :**

Dibuat alur dengan ukuran seperti gambar :

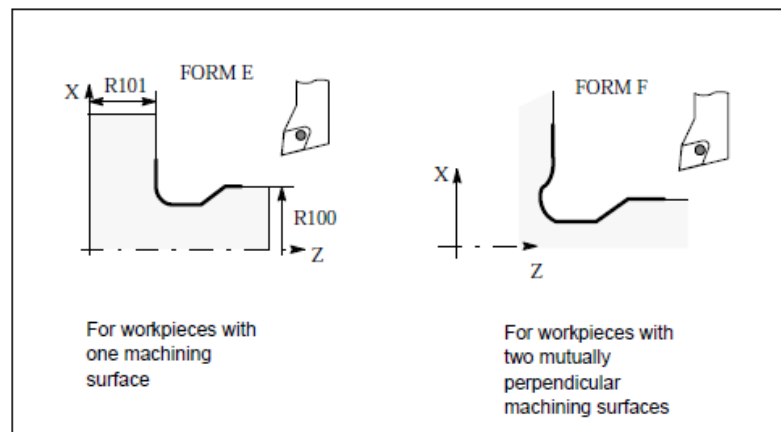


Program bagian alur adalah :

```
G54 G90 G97 S1200 M3
G0 X60 Z30
T3 G95 F0.2
G0 X39 Z-25
R100=35.000 R101=-25.000
R105=5.000 R106=0.300
R107=3.000 R108=1.000
R114=6.000 R115=4.500
R116=0.000 R117=1.000
R118=0.000 R119=5.000
LCYC93
G0 X80 Z20
M5 M2
```

**q. LCYC94, siklus *undercut***

LCYC94 adalah siklus pemesinan *undercut* bentuk E dan F (sesuai dengan DIN 509). *Tool offset* harus diaktifkan sebelum siklus digunakan. Pada siklus ini harga X adalah harga diameter.



Gambar 4.17. Bentuk *undercut* E dan F menurut DIN 509

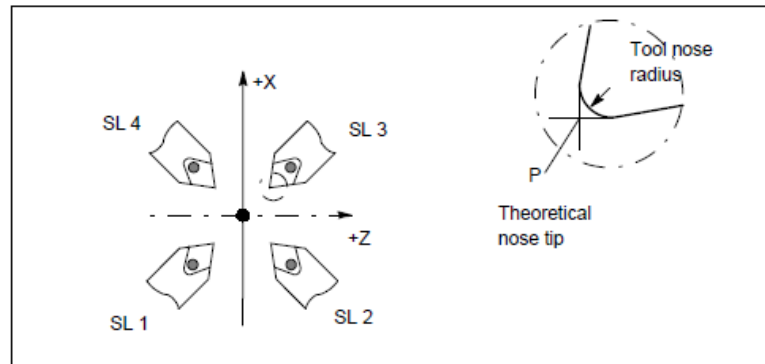
**Parameter :**

R100 : diameter ulir di titik awal, tanpa tanda

R101 : titik awal ulir pada arah sumbu Z

R105 : definisi dari bentuk, untuk bentuk E=55 dan F=56

R107 : definisi dari arah pemotongan, harga R107 dapat dilihat di tabel

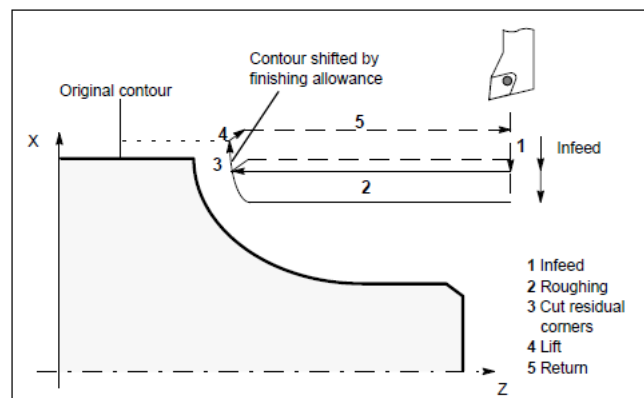


Gambar 4.18. Harga R107

**r. LCYC95, siklus pembubutan memanjang**

Siklus ini dapat menyayat bentuk kontur yang telah diprogramkan di sub program, pada arah memanjang maupun melintang (*facing*), untuk bubut luar maupun bubut dalam.

Proses pengasaran, finishing atau pemesinan penuh dapat dipilih melalui parameter. Harga *tool offset* (D) harus aktif pada siklus ini.



Gambar 4.19. Urutan gerakan pada siklus LCYC95

Parameter :

R105 : tipe pemesinan (memiliki harga 1 sampai 12), tipe pemesinan dibagi dalam 3 kelompok yaitu :

- Memanjang/facing

- Bubut dalam/bubut luar
- Pengasaran/finishing/pemesinan lengkap  
lihat pada tabel di bawah

R106 : sisa untuk proses finishing

R108 : jarak pembagian penyayatan, tanpa tanda

R109 : sudut masuk pahat untuk pengasaran, berharga 0 untuk proses facing

R110 : sisa penyayatan untuk kontur pada proses pengasaran

R111 : gerak makan untuk proses pengasaran.

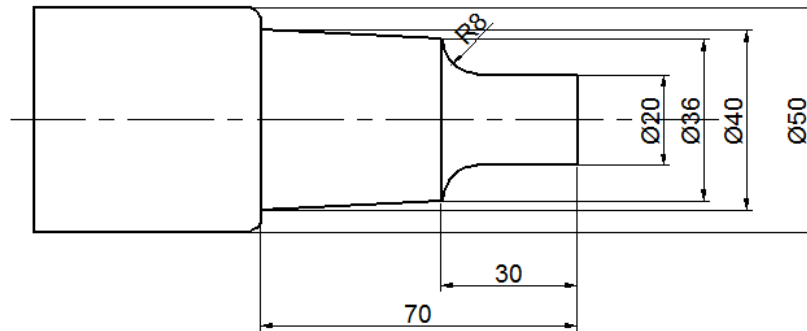
R112 : gerak makan untuk proses finishing.

Tabel 4.3. Variasi untuk siklus pembubutan memanjang untuk R105

Value	Longitudinal/Facing (P)	External/Internal (A/I)	Roughing/Finishing/Complete Machining
1	L	A	Roughing
2	P	A	Roughing
3	L	I	Roughing
4	P	I	Roughing
5	L	A	Finishing
6	P	A	Finishing
7	L	I	Finishing
8	P	I	Finishing
9	L	A	Complete
10	P	A	Complete
11	L	I	Complete
12	P	I	Complete

Mesin CNC dapat mengerjakan siklus ini kalau bentuk kontur sudah didefinisikan. Definisi bentuk kontur dengan nama program tersendiri. Nama program bentuk kontur diakhiri dengan ekstensi SPF, misalnya L15.SPF.

Contoh program :



Nama Program L15.SPF

```
G1 X20 Z0
Z-22
G2 X38 Z-30 CR=8
G1 X40 Z-70
X46
G3 X50 Z-72 CR=2
M17
```

Nama program untuk siklus : BBT4

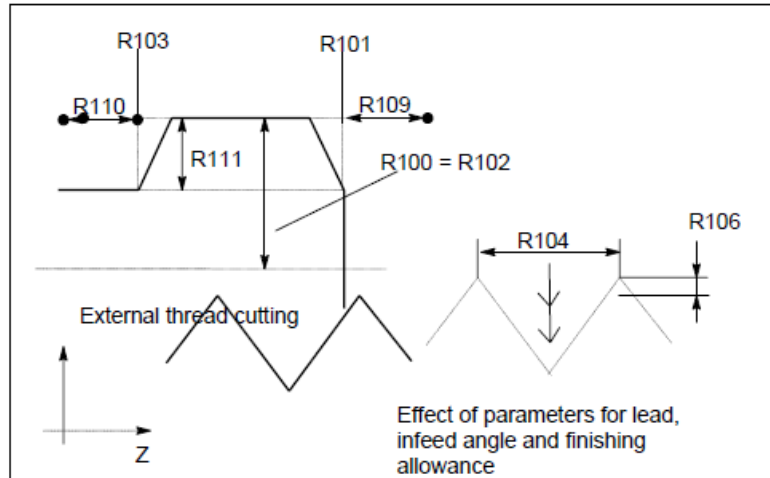
```
G54
G90 T1 D1 S1500 F100 M3
G0 X50 Z2
_CNAME="L15"
R105=1.000 R106=0.500
R108=1.000 R109=0.000
R110=0.500 R111=100.000
R112=80.000
LCYC95
G0 X60 Z20
M5 M2
```

#### s. **LCYC97, siklus pembubutan Ulir**

Siklus pembubutan ulir bisa digunakan untuk membuat ulir luar atau ulir dalam, ulir tunggal atau ulir ganda. Pembuatan ulir bisa pada benda yang silindris atau benda tirus, serta bisa digunakan untuk membuat ulir di permukaan melintang.



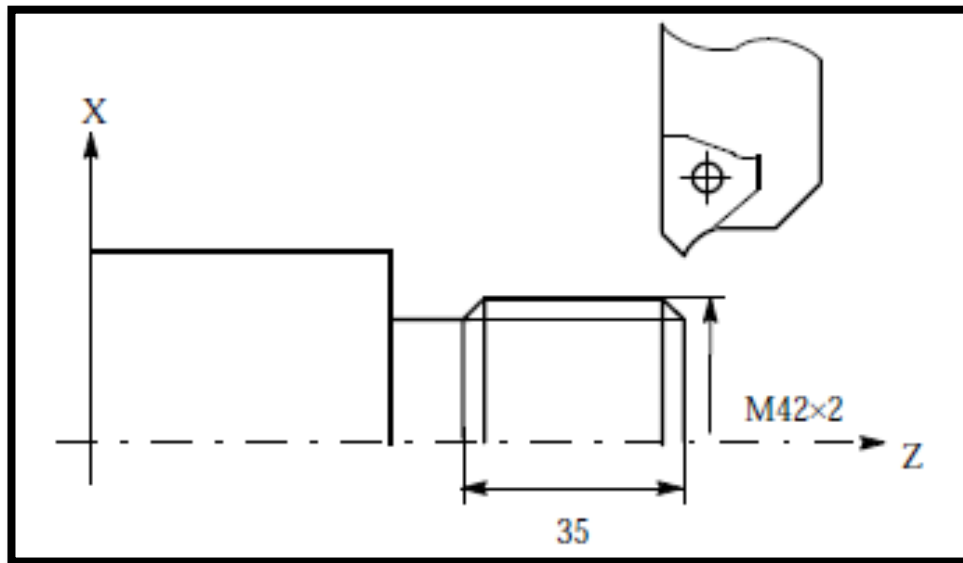
Parameter dan penjelasannya yang digunakan untuk siklus penguliran dijelaskan pada gambar di bawah.



Gambar 4.20. Diagram skematik parameter penyayatan ulir

**Parameter yang digunakan :**

- R100 : diameter ulir di titik awal
- R101 : titik awal ulir pada arah sumbu Z
- R102 : diameter pada di titik akhir
- R103 : titik akhir ulir pada arah Z
- R104 : kisar ulir (tanpa tanda)
- R105 : definisi metode penyayatan ulir (ulir luar=1, ulir dalam=2)
- R106 : sisa untuk proses finishing (tanpa tanda)
- R109 : jarak untuk awalan penyayatan (tanpa tanda)
- R110 : jarak untuk jalan keluar (tanpa tanda)
- R111 : kedalaman ulir (tanpa tanda)
- R112 : pergeseran sudut untuk titik awal pembuatan ulir (tanpa tanda)
- R113 : jumlah pemotongan pengasaran (tanpa tanda)
- R114 : ulir tunggal =1 atau jenis ulir ganda=2.



Contoh : Akan dibuat ulir M42x2, ulir luar kanan kisar 2

N10 G54 G90

N20 T2 D2 G95 F0.3 S1000 M3

N30 G0 X60 Z15

R100=42.000 R101=50.000 R102=42.000

R103=-35 R104=2.000 R105=1.000 R106=0.6000

R109=10.000 R110=3.000 R111=1.400

R112=0.000 R113=5.000 R114=1.000

N40 LCYC97

N50 G0 X60 Z20

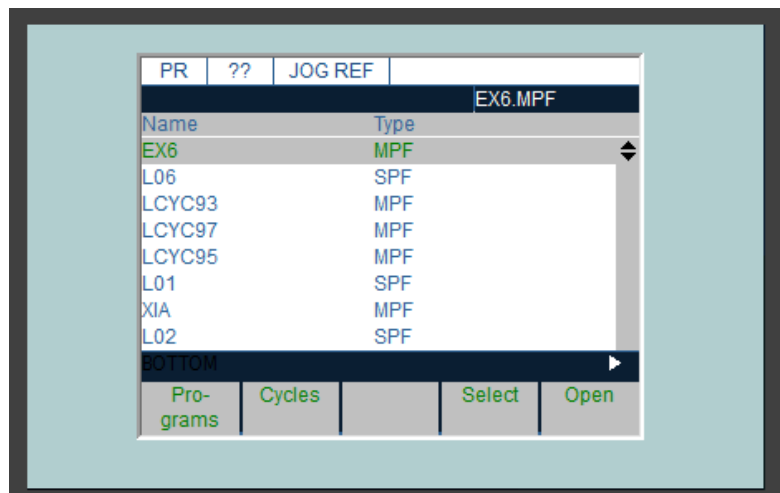
N60 M5 M2

**Penjelasan kode-kode program secara lengkap dapat dilihat pada Buku Referensi “*Operation and Programming Milling* untuk mesin dengan kontrol CNC Sinumerik 802 S/C “**

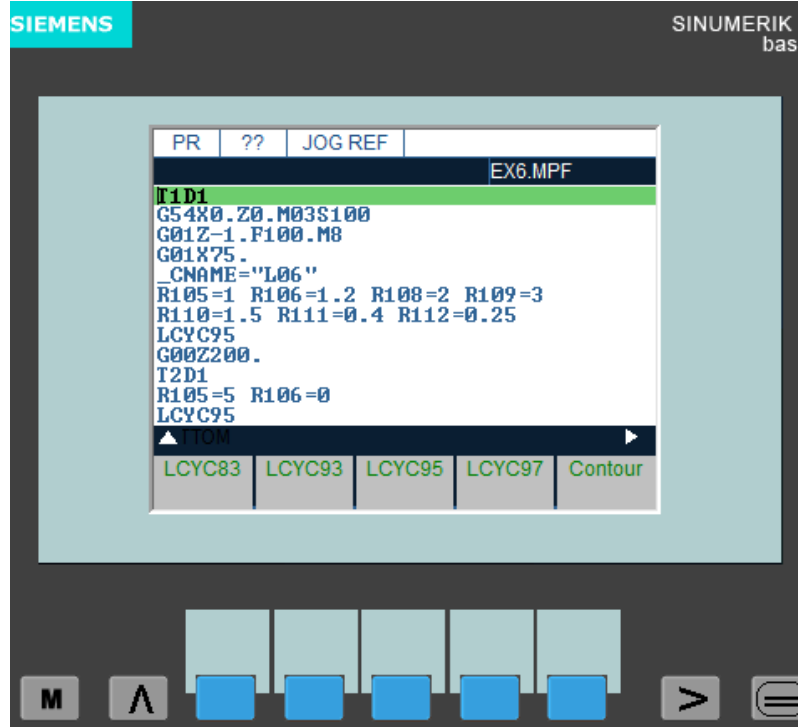
## 10. Membuka Program CNC yang sudah ada di dalam memori mesin

Beberapa program CNC yang pernah ditulis di mesin, tersimpan dalam memori mesin. Program tersebut dapat dibuka/dipanggil pada waktu berikutnya. Cara membuka program yang ada di dalam memori mesin adalah :

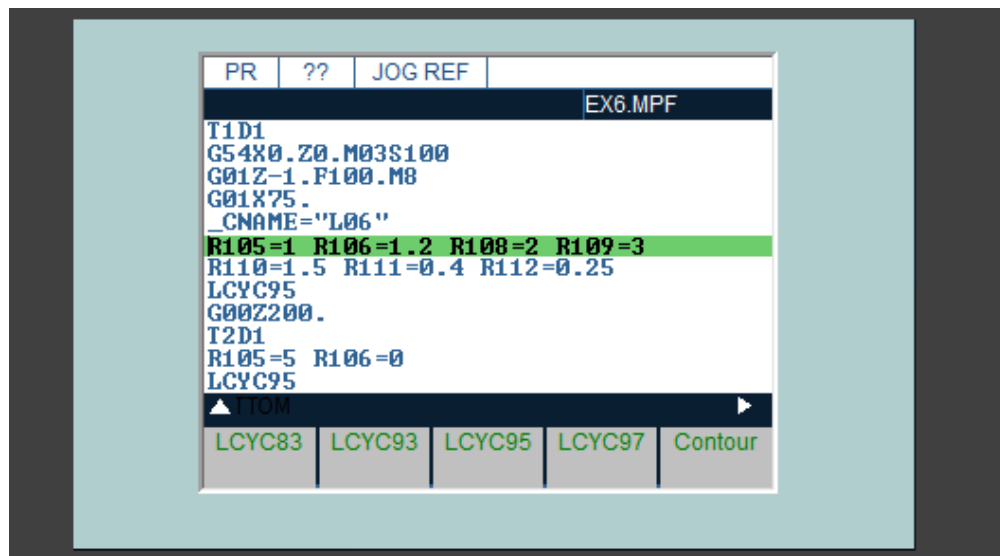
- a. Dari menu awal, tekan tombol *area switch over*
- b. Tekan *sof tkey* Program
- c. Setelah itu di monitor, akan muncul nama-nama program CNC yang sudah pernah diisikan di dalam mesin frais CNC



- d. Untuk memilih program CNC dari daftar yang ada untuk dibuka, maka tempatkan tanda kursor turun atau naik dengan menekan tombol panah naik ▲ atau turun ▼, sehingga nama program yang akan dibuka diblok dengan warna kelabu (warna jadi lebih gelap)
- e. Misalnya akan dibuka program CNC dengan nama EX6.MPF, maka tanda abu-abu kursor kita tempatkan di nama program tersebut, kemudian tekan *sof tkey* Open
- f. Di layar akan muncul isi dari program CNC dengan nama EX6.MPF



- g. Untuk melihat blok program selanjutnya ditekan tombol panah ke bawah ▼.



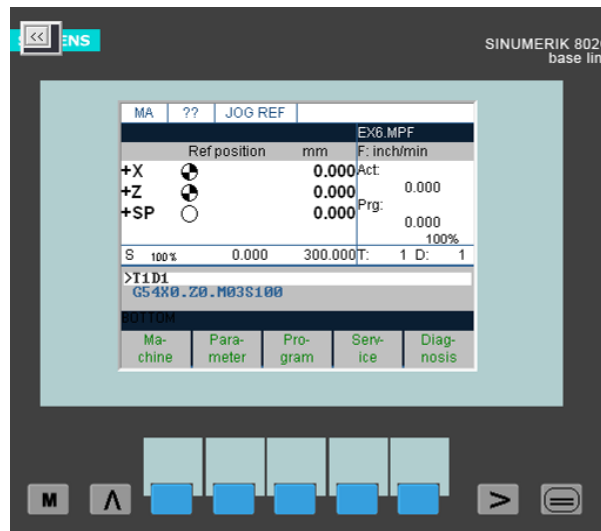
Dengan mengikuti langkah tersebut di atas, maka kita sudah bisa membuka program CNC yang tersimpan dalam memori mesin frais CNC.

## 11. Berlatih menulis program CNC di Mesin Frais CNC

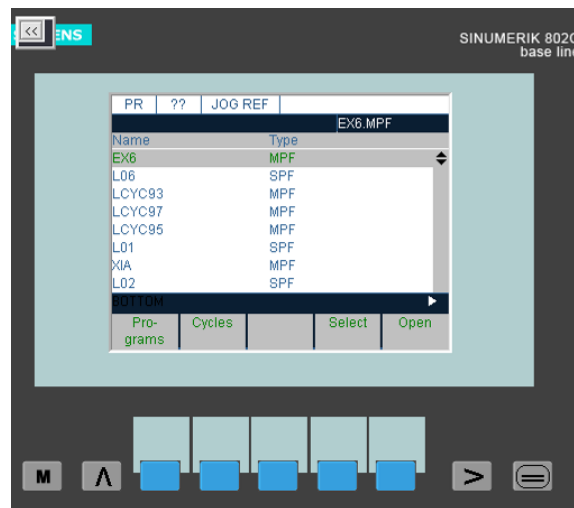
Untuk memasukkan/menulis/mengetik program CNC pada Mesin Frais CNC, maka mesin frais CNC terlebih dahulu dihidupkan, dan referensi mesin telah diaktifkan. Untuk menulis program anda berada pada menu utama. Langkah tersebut akan dijelaskan dengan rinci sebagai berikut.

Misalnya Menulis Program dengan nama : PRG1.MPF

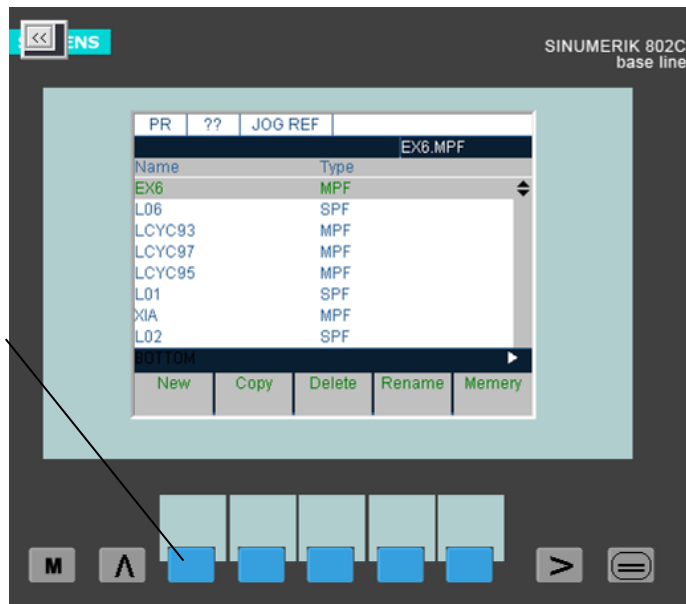
- a. Tekan area operasi mesin (=)



- b. Tekan *softkey* Program, maka di layar akan tampil



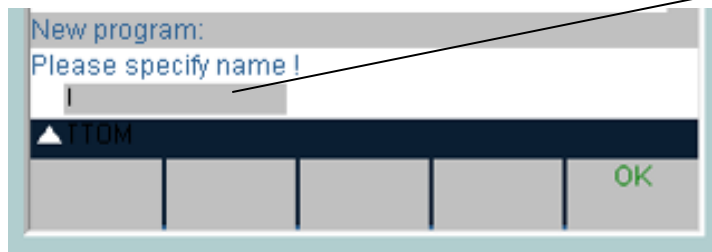
- c. Tekan >, sehingga muncul



d. Tekan *softkey* New



Setelah itu jendela dialog akan muncul, sehingga anda dapat menulis nama program CNC yang akan anda tulis.

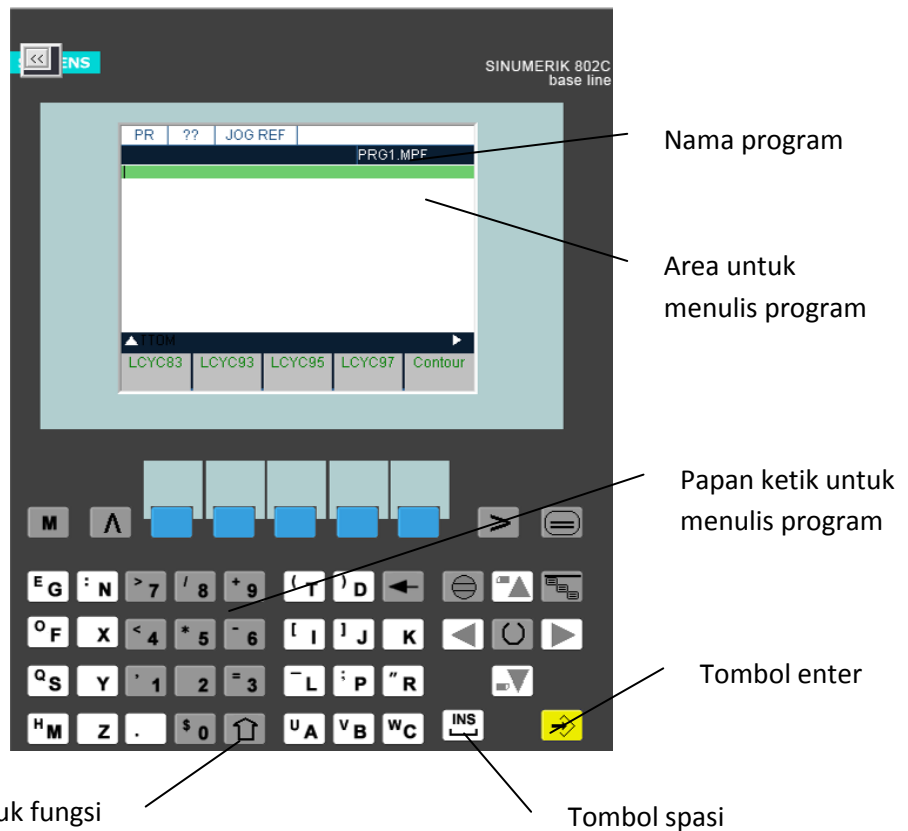


Nama program ditulis di sini

- e. Tulis nama program pada kotak di bawah tulisan “Please specify name !” di layar . Misal anda tulis PRG1, maka melalui panel kontrol yang terdiri dari huruf dan angka anda dapat menuliskan nama itu.



- f. Tekan *softkey* OK, sehingga muncul di area editor untuk menulis program di layar untuk menulis program



Tombol shift untuk fungsi huruf atau simbol pada papan ketik

Tombol spasi

Kemudian tulislah program berikut dengan menggunakan papan ketik di bawah monitor . Setelah selesai menulis satu blok tekan tombol



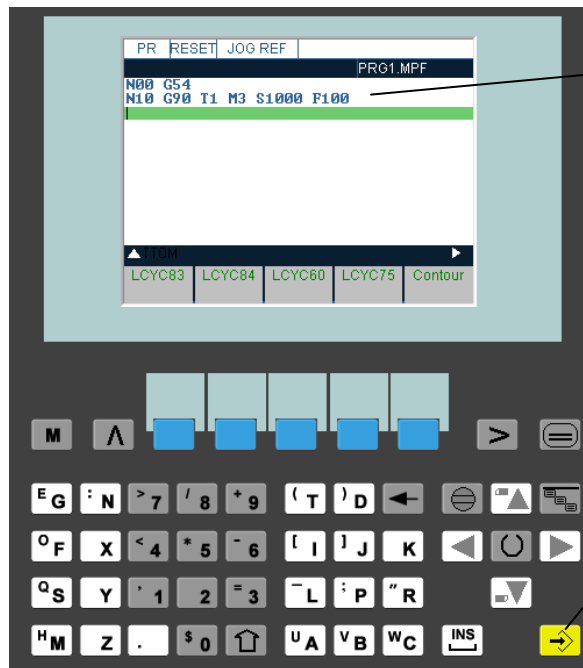
untuk menulis blok program berikutnya :

```

N00 G54
N10 G90 T01 M03 S1000 F100
N20 G0 X44 Z2
N30 G0 X38
N40 G1 Z-50
N50 G1 X44
N60 G0 Z2
N70 X50
N80 M5 M2

```

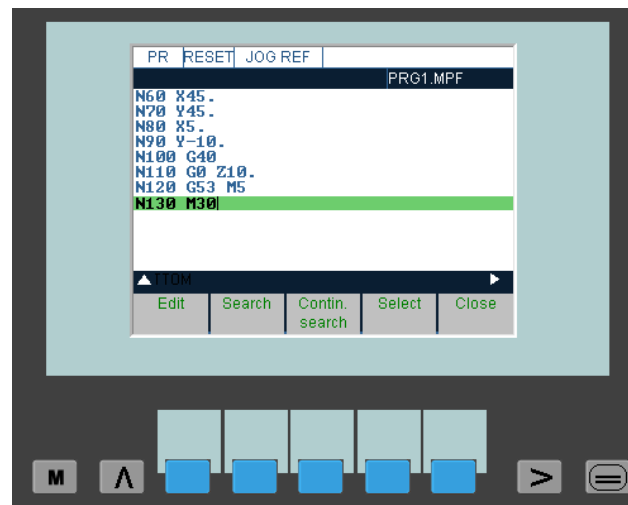




Blok program yang sudah ditulis

Setelah selesai satu baris, untuk berpindah ke blok program berikutnya tekan tombol ini

g. Setelah selesai menulis semua baris program program, tekan >



h. Tekan *softkey* Close, untuk menyimpan program yang sudah ditulis.



Nama program yang sudah ditulis ada di sini

Untuk melihat nama-nama program yang ada tekan tombol panah turun atau tombol panah ke atas

- i. Untuk melihat daftar program yang sudah ada di mesin, maka ditekan tombol anak panah ke bawah atau ke atas , maka program yang ditulis tadi sudah ada dalam daftar program tersimpan dengan nama PRG1.MPF.

Dengan demikian anda sudah berlatih menulis program PRG1.MPF di dalam mesin CNC.

Cobalah menulis lagi program tersebut di atas dengan nama yang berbeda misalnya PRG2, dengan isi program yang sama, sehingga anda lancar menulis program.

## B. Ringkasan Materi 4

Agar dapat menulis program CNC dan memahami apa yang ditulis, maka harus dipelajari lebih dahulu tentang dasar-dasar pemrograman CNC. Program CNC terdiri dari beberapa blok (*blocks*) yang berurutan. Setiap blok merupakan langkah pemesinan. Perintah/Instruksi ditulis dalam satu blok dalam bentuk kata-kata (*words*). Blok terakhir dari urutan tersebut berisi kata khusus untuk mengakhiri program yaitu M2.

Ketika membuat suatu program CNC, nama program bisa ditentukan sendiri oleh pembuat dengan ketentuan sebagai berikut: dua karakter pertama harus merupakan huruf, selanjutnya huruf, angka-angka, atau *underscore* boleh dipakai, jangan menggunakan lebih dari 8 karakter, dan jangan menggunakan tanda pisah (-).

Pada panel kontrol mesin CNC bisa dilakukan penulisan program CNC dengan menggunakan tombol-tombol yang ada di sebelah kiri. Program CNC yang telah ditulis bisa disimpan dan dipanggil lagi di waktu yang akan datang.

## C. Soal Latihan

1. Tulislah program CNC di bawah, beri nama program tersebut sesuai dengan aturan pemberian nama program.

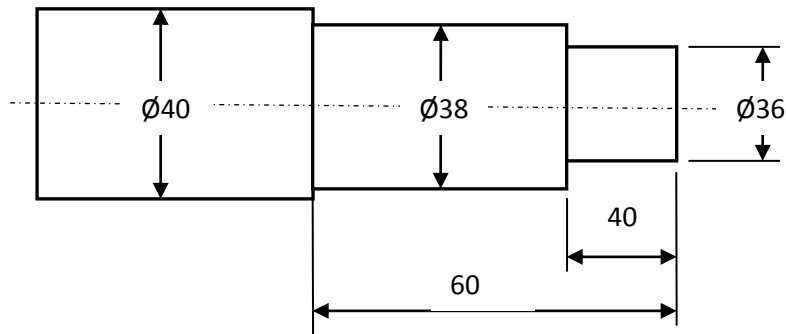
Contoh Program :

```
N10 G54 G90 T1 M3 S1500 F100
N15 G0 X44 Z2
N20 X39
N30 G1 Z-60
N40 X42
N50 G0 Z2
N60 X37
N70 G1 Z-40
N80 X42
N90 G0 Z2
N100 X36
N110 G1 Z-40
N120 X38
N130 Z-60
```

N140 X44  
N150 G0 Z5  
N160 X50  
N170 M5  
N180 M2

(Program tersebut untuk benda kerja diameter 40, panjang 100 mm)

Gambar benda kerja jadi sebagai berikut :



#### D. Tugas

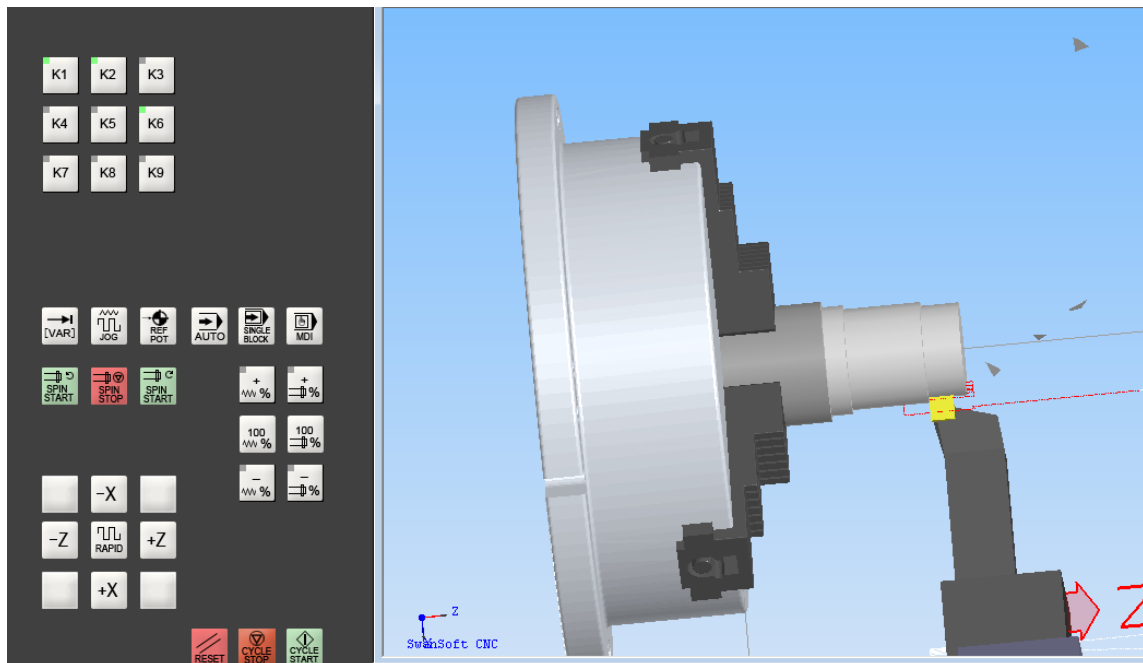
Cobalah menulis program CNC untuk contoh program CNC di atas (tuliskan program tersebut berulang-ulang dengan mengganti namanya, sehingga anda menguasai cara menulis dan mengedit program). Anda boleh juga menulis program CNC contoh yang ada di buku referensi Sinumerik 802 C.

## Materi 5

### Mengoperasikan mesin bubut CNC untuk membuat benda kerja

#### Tujuan :

Setelah mempelajari materi 5 ini mahamahasiswa memiliki kompetensi membuat benda kerja (produk) sesuai dengan gambar kerja dengan menggunakan mesin bubut CNC.



## **A. Deskripsi Materi 5**

Agar dapat membuat benda kerja jadi sesuai dengan ukuran atau spesifikasi di gambar kerja, anda harus menguasai materi 1 sampai dengan materi 4. Materi 5 ini adalah kelanjutannya. Sesudah anda menguasai materi 5 ini, anda boleh berkreasi sendiri dengan mesin CNC *virtual* anda, sehingga kompetensi anda meningkat. Langkah-langkah menjalankan program CNC sehingga menghasilkan benda kerja jadi adalah sebagai berikut.

- 1) Menghidupkan mesin bubut CNC
- 2) Menseting mesin CNC (pencekam, benda kerja, dan pahat)
- 3) Mengisi program
- 4) Memasang pahat dan benda kerja yang diperlukan
- 5) Mensimulasikan program CNC yang telah ditulis
- 6) Membuat produk contoh di mesin bubut CNC
- 7) Memeriksa hasil proses pemesinan dan membetulkan program atau seting mesin
- 8) Langkah ke 6 dan ke 7 diulang lagi sampai dihasilkan benda kerja yang dimensinya sesuai dengan gambar kerja.

Langkah no. 1 sampai dengan nomer 4 telah dipelajari pada materi sebelumnya, sehingga materi 5 ini menjelaskan mengenai langkah no.5 dan no. 6.

Untuk mempelajari materi ini mahasiswa harus sudah menguasai materi 1 sampai dengan materi 4.

### **1. Menulis program CNC di mesin**

Benda kerja yang akan dibuat adalah seperti yang telah ditulis programnya pada latihan menulis program pada Materi 4. Tulis lagi program CNC di bawah di mesin CNC virtual anda.

## YSU INDUSTRIES

### Job Sheet

Nama Pekerjaan : Kotak dengan alur tepi  
Nomer Benda kerja : LRS1  
Jumlah : 1 buah  
Bahan : Alluminium  
Ukuran bahan dasar : diameter 50 mm x100 mm  
Titik datum : Pojok kiri atas benda kerja

### Daftar Pahat

Tool Number	Tool Description	Height Offset Number (D)	Radial Offset Number (D)
1	Pahat Rata kanan	1	0,4

Nama Program : LRS1.MPF

N10 G54 G90 T1 M3 S1500 F100

N15 G0 X44 Z2

N20 X39

N30 G1 Z-60

N40 X42

N50 G0 Z2

N60 X37

N70 G1 Z-40

N80 X42

N90 G0 Z2

N100 X36

N110 G1 Z-40

N120 X38

N130 Z-60

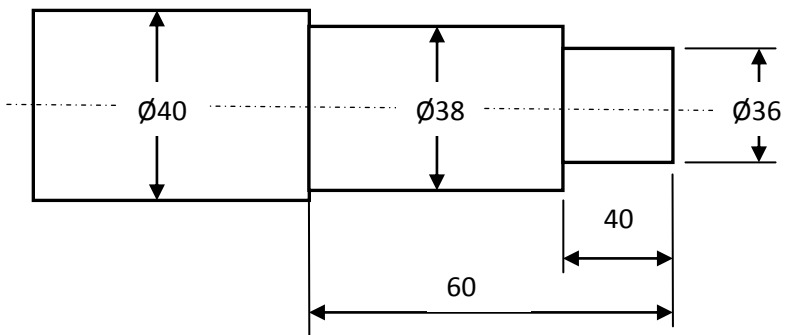
N140 X44

N150 G0 Z5

N160 X50

N170 M5

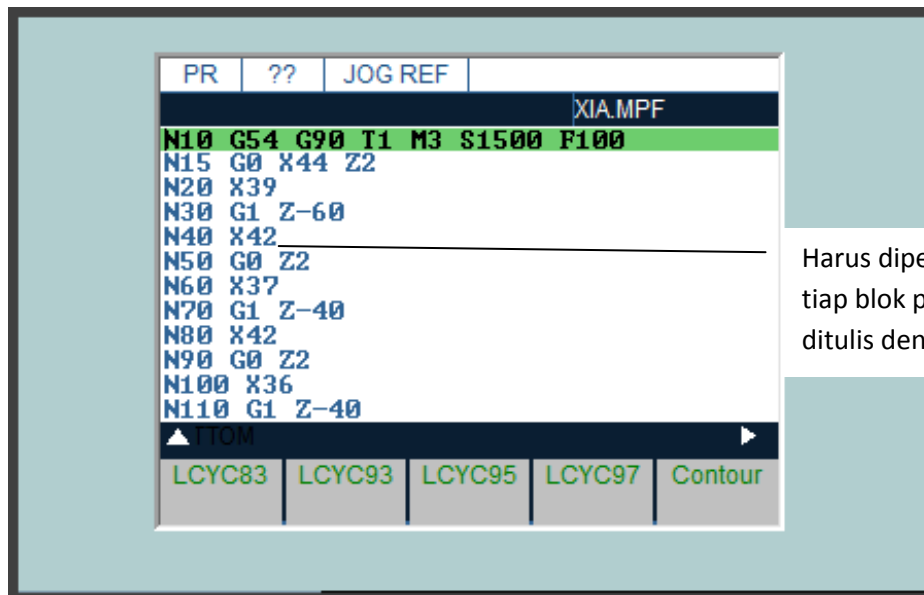
N180 M2



Sesudah program ditulis dan disimpan di mesin bubut CNC, maka langkah untuk memeriksa program dan menjalankannya adalah sebagai berikut .

## 2. Memeriksa program CNC yang telah ditulis

Periksa apakah ada kesalahan penulisan pada setiap blok program. Kalau ada yang salah dibetulkan dahulu (Biasanya kalau ada program yang salah akan ada peringatan/alarm dari sistem kontrol mesin CNC).



Harus diperiksa apakah tiap blok program sudah ditulis dengan benar

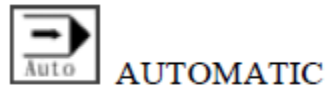
Kalau sudah yakin bahwa program sudah benar, maka dilanjutkan dengan menjalankan program (eksekusi program) tanpa menggunakan benda kerja.



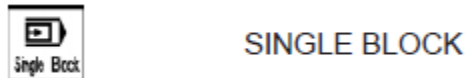
### 3. Menjalankan program tanpa benda kerja per blok

Untuk memeriksa jalannya pahat yang sedang melaksanakan tiap blok program, maka diperiksa dahulu jalannya program tanpa memasang benda kerja. Dalam hal ini perlu diperiksa apakah jalannya pahat atau program CNC sudah benar. Langkahnya adalah :

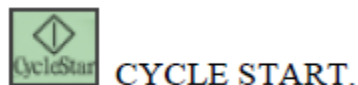
1. Naikkan posisi pahat dengan menekan tombol +Z pada mode *Jog*, sehingga posisi pahat relatif jauh di atas ragum.
2. Pastikan program yang akan dicoba sudah ada di area monitor
3. Tekan tombol *auto*



4. Tekan tombol *single block*



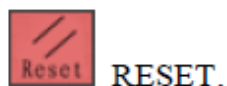
5. Tekan tombol *Cycle start*



Jika menjalankan program CNC tiap blok, maka untuk tiap blok tombol *cycle start* ditekan.

6. Periksa jalannya pahat, apakah sudah menggambarkan jalannya pahat sesuai dengan program yang dibuat. Ketika menjalankan program di mesin, sebagai operator anda harus cepat bereaksi jika dirasa ada kesalahan. Apabila ada kesalahan segera tekan tombol *reset* atau *cycle stop*.

RESET :



Atau

## CYCLESTOP :



CYCLE STOP.

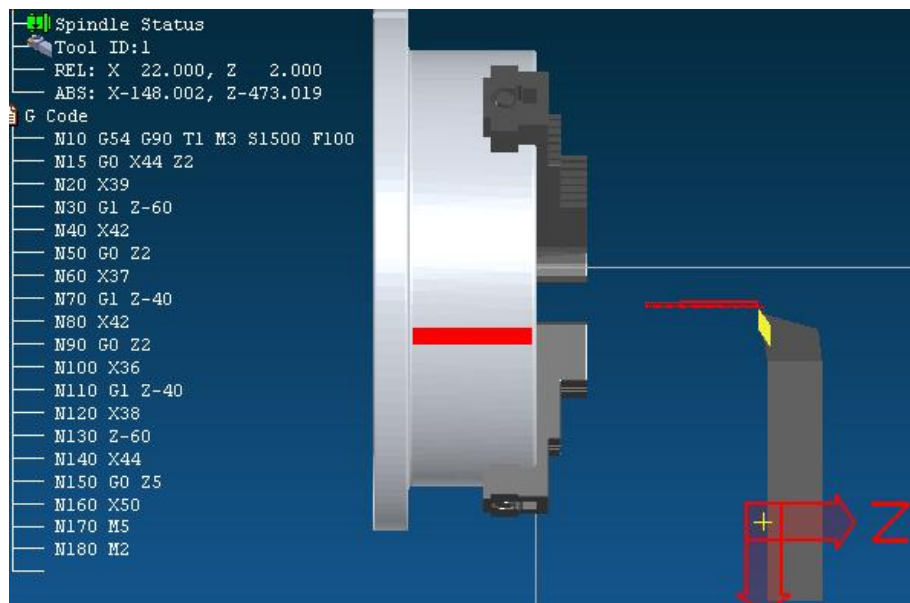
Atau, kalau kondisinya membahayakan tekan tombol *emergency stop*



EMERGENCY STOP.

7. Apabila jalannya pahat benar, maka berarti program yang dibuat/ditulis tidak ada kesalahan yang membahayakan mesin dan operator, maka berikutnya diperiksa dengan menjalankan program secara menerus.
8. Tekan *automatic*, kemudian tekan *cycle start*.

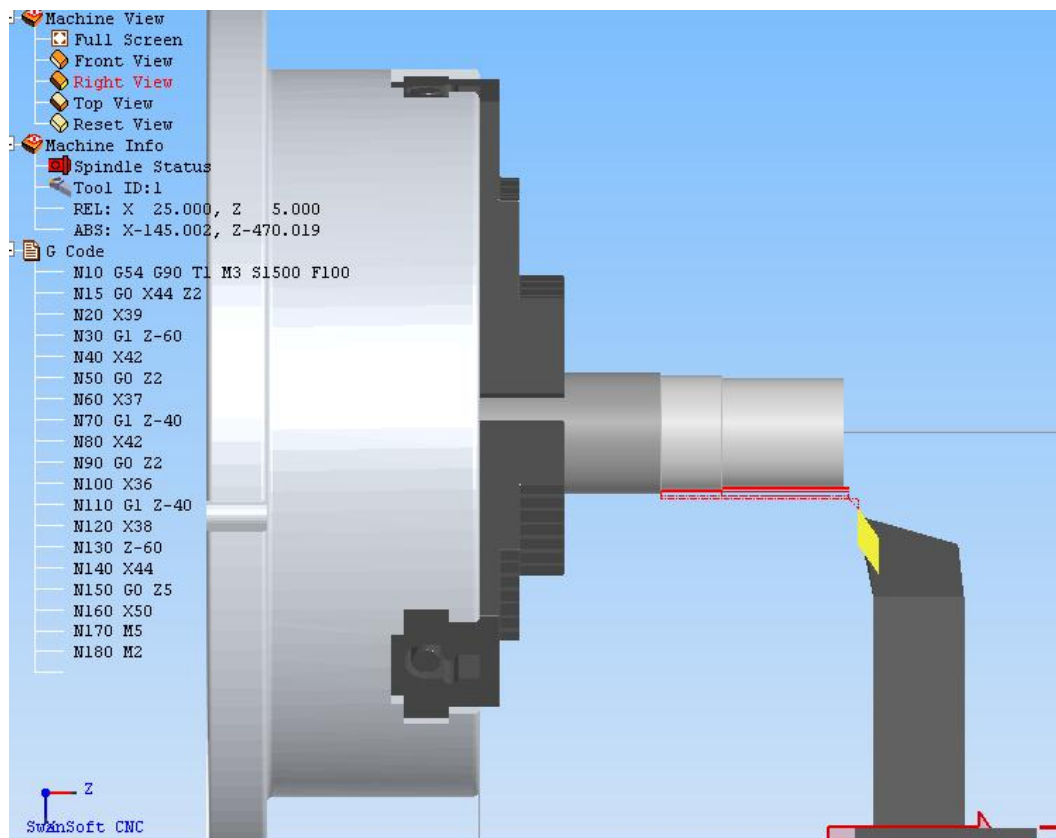
Simulasi jalannya pahat tanpa benda kerja adalah seperti gambar berikut.



#### 4. Menjalankan program untuk membuat benda kerja

1. Pasang benda kerja pada ragum dan Seting titik nol lagi (kalau ragum menggunakan *stopper*, maka tidak usah diseting lagi).
2. Tekan tombol *Automatic*
3. Tekan tombol *cycle start*, sehingga hasilnya sebagai berikut :

Pada mesin CNC *virtual (simulator)*



Setelah benda kerja jadi, kemudian periksa ukuran benda kerja (menggunakan jangka sorong atau mikrometer). Bandingkan ukuran benda kerja dengan yang tertulis pada gambar kerja. Kesalahan ukuran hasil proses pemesinan dengan menggunakan mesin bubut CNC ada beberapa sebab yaitu:

- kesalahan seting titik nol
- kesalahan seting pahat
- kesalahan pencekaman benda kerja
- kesalahan program CNC.

Apabila ada kesalahan ukuran maka empat penyebab kesalahan di atas harus dicek lagi.

## **B. Ringkasan Materi 5**

Langkah-langkah menjalankan program CNC sehingga menghasilkan benda kerja jadi adalah sebagai berikut: menghidupkan mesin bubut CNC, menseting mesin CNC (pencekam, benda kerja, dan pahat), mengisi/menulis program CNC sesuai dengan gambar benda kerja, memasang pahat dan benda kerja yang diperlukan, mensimulasikan program yang telah ditulis, membuat produk contoh pertama di mesin bubut CNC, memeriksa hasil produk contoh, dan membetulkan program CNC atau seting mesin. Proses memeriksa produk contoh dan membetulkan program dan seting mesin dilakukan berulang-ulang sampai diperoleh benda kerja jadi sesuai dengan dimensi pada gambar kerja.

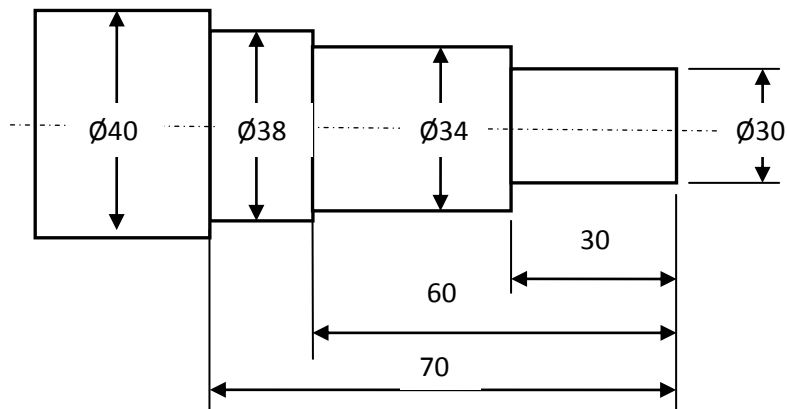
### C. Soal Latihan

#### Petunjuk:

Kerjakan soal berikut dengan berkelompok (3 – 4 orang), dikerjakan pada kertas anda sendiri.

- 1) Buatlah program CNC sederhana untuk membuat benda kerja yang mirip dengan benda kerja LRS1 tetapi diameter bertingkatnya 30 mm sepanjang 30 mm dan 34 sepanjang 30 mm dan 38 mm sepanjang 10 mm!

Beri nama program tersebut LRS2.



- 2) Buatlah program CNC untuk membuat benda kerja seperti LRS2 dengan ketentuan diberi chamfer  $2 \times 45^\circ$  disetiap pojok yang runcing!

Beri nama program tersebut LRS 3.

### D. Tugas

Kerjakanlah tugas-tugas yang ada pada **Job Sheet** Pemesinan Bubut CNC!

#### Catatan untuk Penilaian diri :

Lingkarilah angka pada IUK pada halaman 19-23 yang anda anggap sudah anda kuasai setelah menyelesaikan Materi 5.

## Asesmen Akhir

### Evaluasi Pengetahuan (*kognitif*)

1. Sebutkan bagian-bagian mesin bubut CNC!
2. Jelaskan sistem koordinat yang digunakan pada mesin bubut CNC!
3. Jelaskan yang dimaksud dengan program CNC!
4. Bagaimanakah proses pergeseran titik nol mesin ke titik nol benda kerja di mesin bubut CNC?
5. Jelaskan beberapa kode G dan kode M yang sering digunakan dalam pembuatan program CNC!

### Evaluasi Kinerja (*Psikomotor/ skill*)

1. Pasanglah benda kerja ukuran diameter 50 mm panjang 120 mm dan pahat rata kanan. Lakukan pergeseran titik nol (*zero offset*) !
2. Tulislah program CNC yang telah anda buat (LRS3) di atas di mesin bubut CNC!
3. Simulasikan program CNC yang telah anda buat di mesin bubut CNC!
4. Buatlah benda kerja untuk program LRS3 tersebut!

**Catatan** : soal evaluasi kinerja ini bisa dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak mesin bubut CNC virtual atau pada mesin bubut CNC yang sesungguhnya.

Catatan :

Modul ini bisa digunakan untuk belajar dan berlatih di rumah (apabila anda memiliki komputer), mesin yang digunakan adalah mesin bubut CNC virtual yang bisa anda install sendiri dari CD yang diberikan kepada anda.

Apabila anda tidak memiliki komputer anda bisa menggunakan komputer yang disewakan di rental komputer. Cara menginstal dijelaskan pada materi tambahan.

Selamat belajar

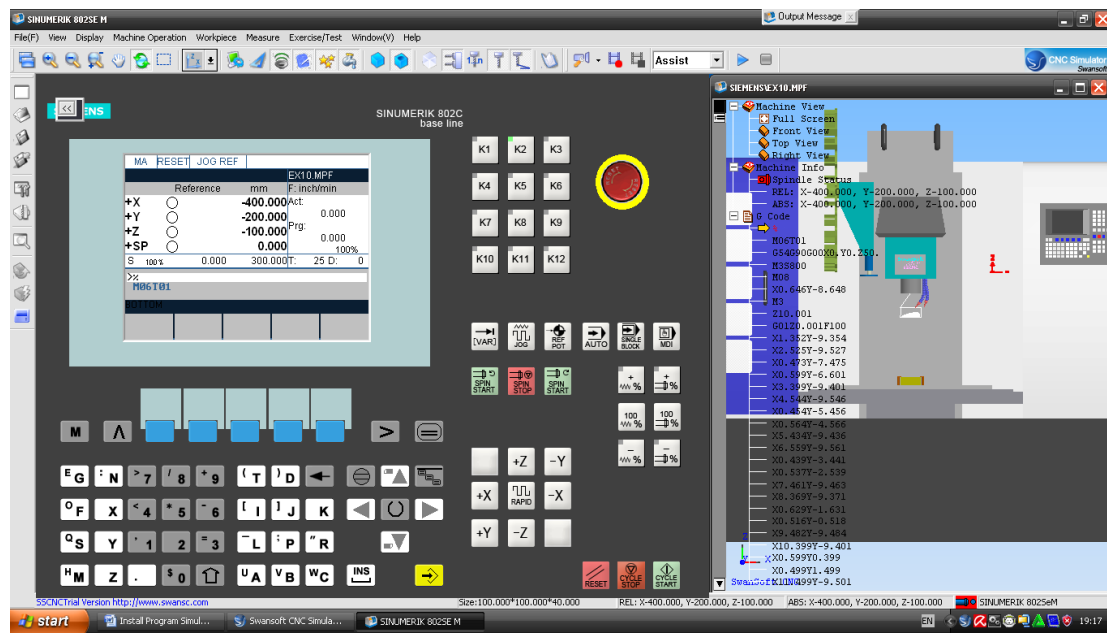
## Materi Tambahan

# Panduan Instalasi Program (*Setup*) Mesin CNC Virtual/Simulator

### Tujuan :

Setelah mempelajari materi tambahan ini mahasiswa memiliki kompetensi :

- Dapat melakukan instalasi program mesin frais CNC virtual SSCNC
- Dapat melakukan setting mesin frais CNC virtual





## Install (Setup) Program Mesin CNC Virtual/ Simulator SSCNC 6.4 (Trial Version)

Program yang akan diinstall ini adalah program trial version (berlaku hanya 6 hari sejak diinstall, kemudian program pada hari ke 7 tidak akan bisa digunakan lagi).

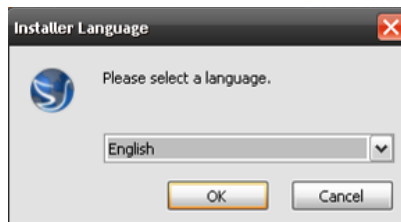
Apabila memiliki program yang ada serial numbernya atau *dongglanya*, maka program tersebut adalah program yang bisa dijalankan selamanya.

### A. Prosedur Install program :

1. Buka folder Simulator pada CD atau flashdisk atau di hardisk
2. Klik dua kali pada file `sscnc_setup_en`



3. Tunggu sampai proses instalasi selesai (100%), kemudian pilih bahasa *English* dengan klik OK



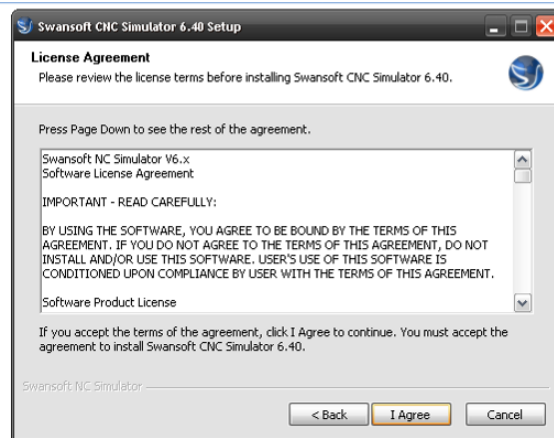
4. Kemudian muncul tampilan sebagai berikut



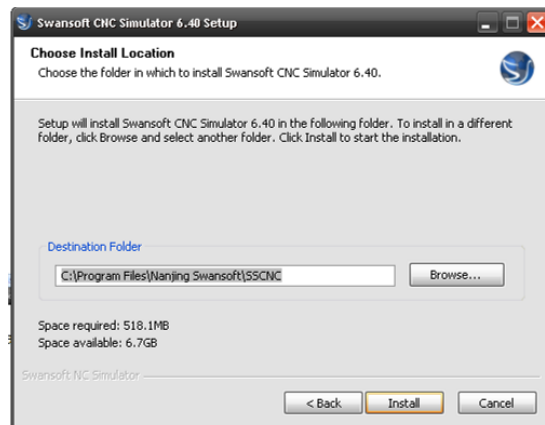
5. Klik *Next*



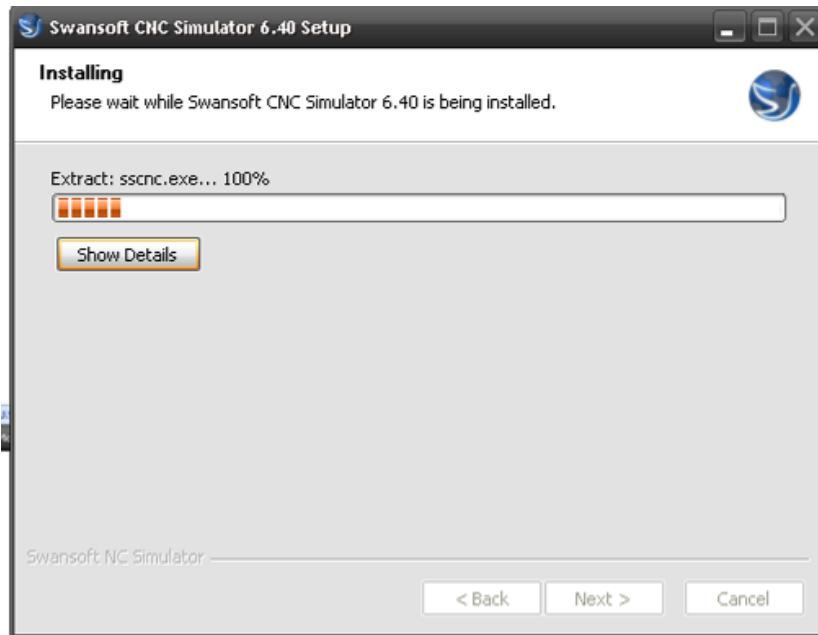
6. Klik *I Agree*



7. Klik *Install*



8. Tunggu sampai instalasi selesai 100 %

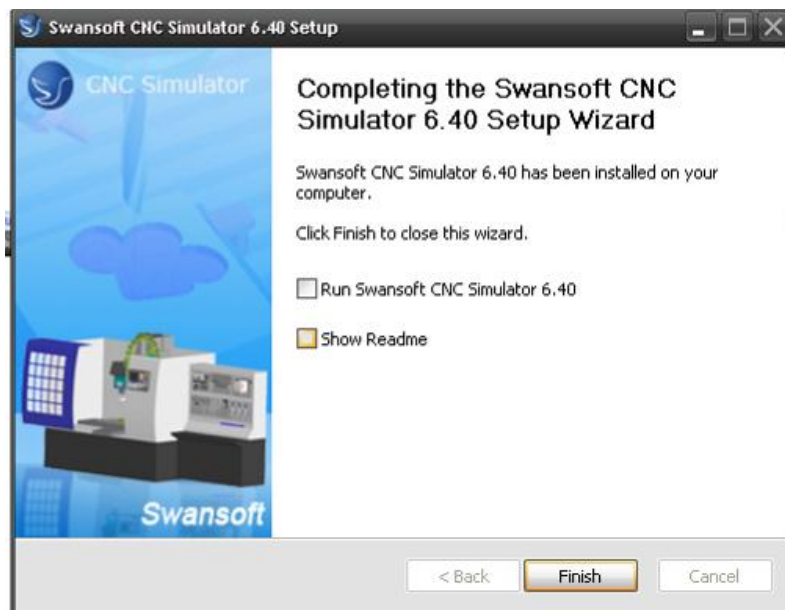


9. Klik *Finish* (Centang pada show *Readme* dihilangkan dulu dengan klik pada kotak di sebelah kirinya)





10. Apabila kedua centang dihilangkan kemudian diklik *finish*, maka proses instalasi sudah selesai.



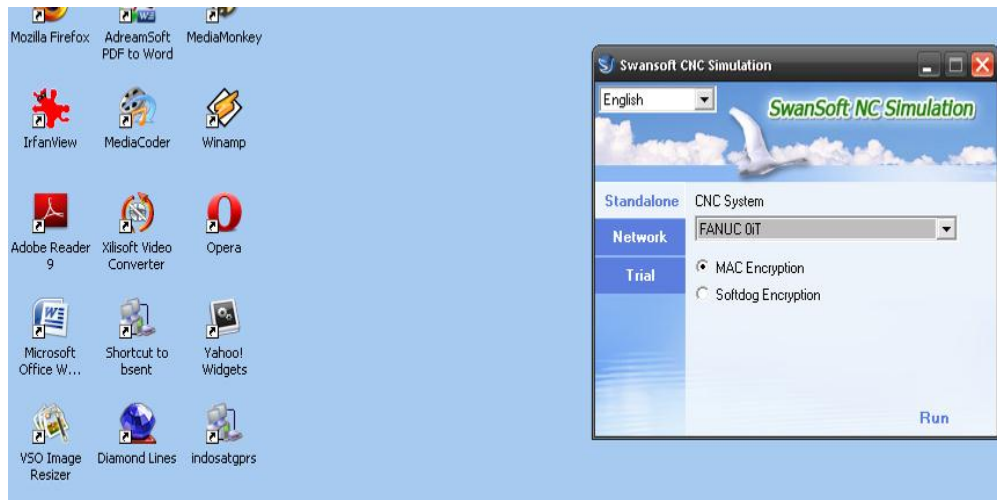
11. Setelah proses *install* selesai, maka akan muncul *shortcut* SSCNC di layar komputer



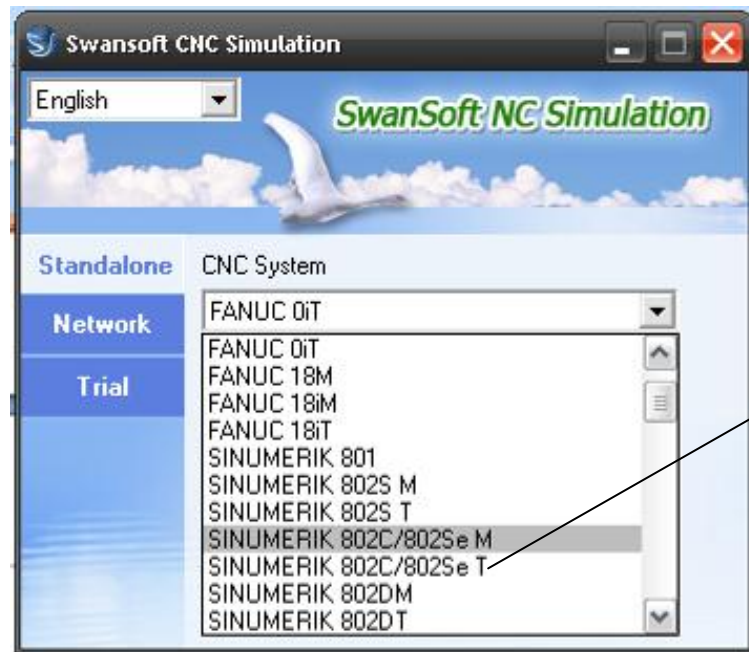
Shortcut SSCNC

## B. Menjalankan program simulator untuk mesin CNC dengan kontrol Sinumerik 802C atau 802S base line untuk mesin Bubut CNC

1. Klik double shortcut SSCNC

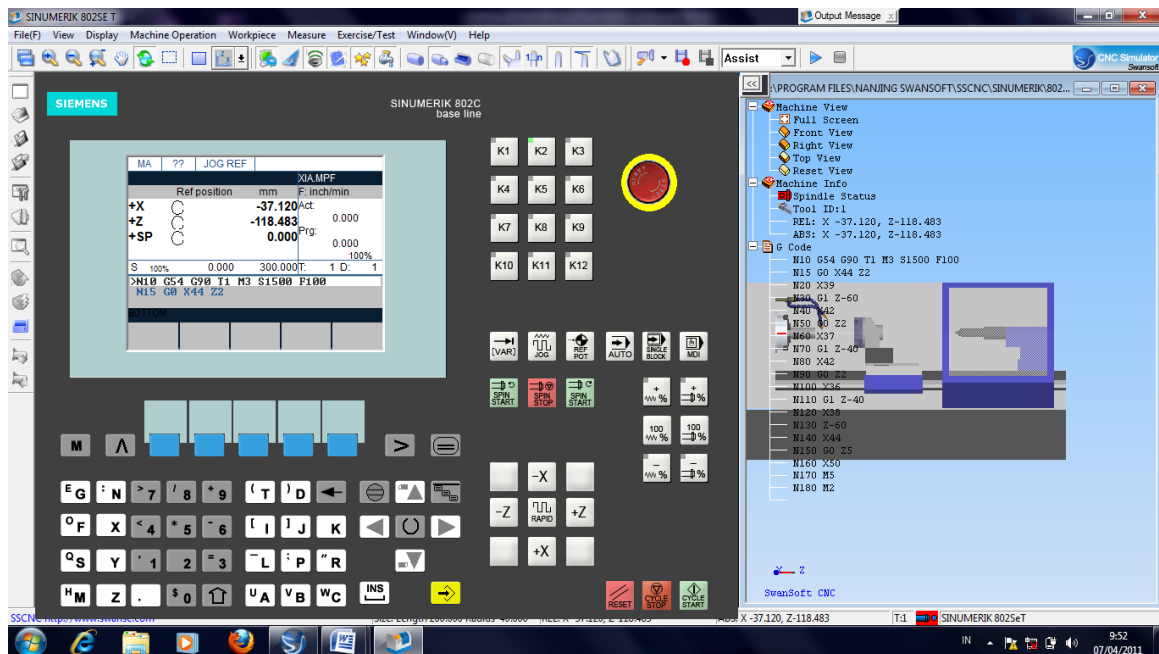


2. Pada pilihan CNC system pilih Sinumerik 802C/ 802SeT

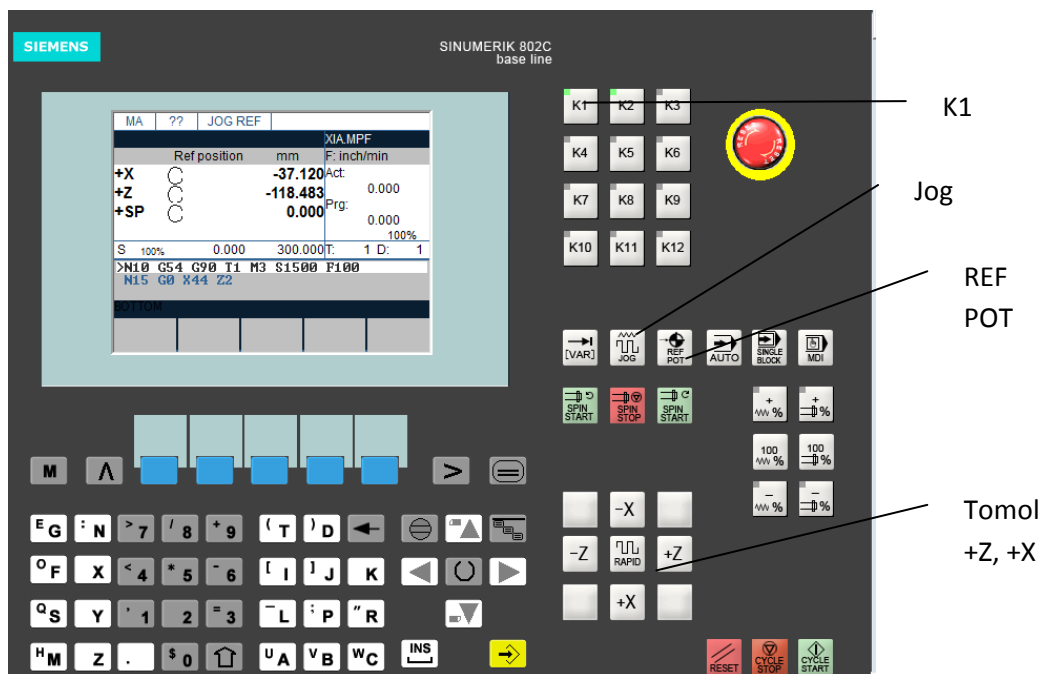


Mesin bubut  
Sinumerik  
802 S/C

3. Klik **Trial**
4. Klik Run, maka anda akan memperoleh **Mesin Bubut CNC dengan sistem kontrol 802C/802 Se** base line sebagai berikut.

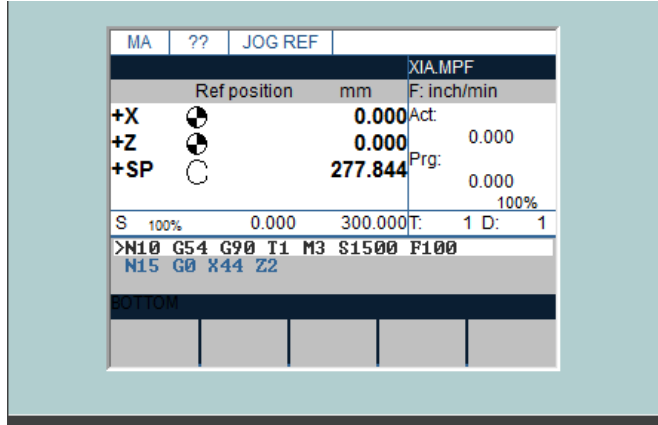


5. Tekan X pada pada kotak kanan atas Tip of the day, kemudian tekan OK pada kotak dialog peringatan.
6. Tampilan simulator mesin bubut CNC adalah seperti gambar berikut. Fungsi-fungsi seperti mesin bubut CNC yang sesungguhnya, semua tombol-tombol di simulator berfungsi sama dengan mesin yang sesungguhnya. Di sebelah kiri adalah tampilan papan kontrol, dan di sebelah kanan adalah tampilan mesin bubut CNC.
7. Untuk mengaktifkan mesin CNC tekan tombol **K1**, maka mesin frais CNC telah siap dioperasikan untuk diaktifkan referensinya.




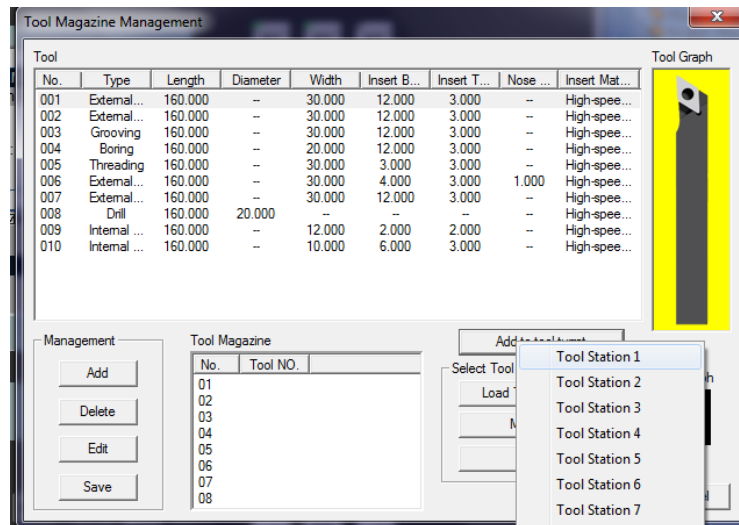
8. Untuk menjalankan referensi mesin CNC pada mesin CNC virtual dilakukan dengan cara sebagai berikut :
  - a. Tekan tombol **Jog**
  - b. Tekan **Ref Pot** (reference point)
  - c. Tekan +Z, +X
  - d. Tekan spindel start kanan, kemudian tekan spindel stop.

(penjelasan secara detail lihat video mengaktifkan referensi mesin CNC sinumerik turning). Setelah diaktifkan referensinya maka tampilan di layar menjadi seperti gambar di bawah.

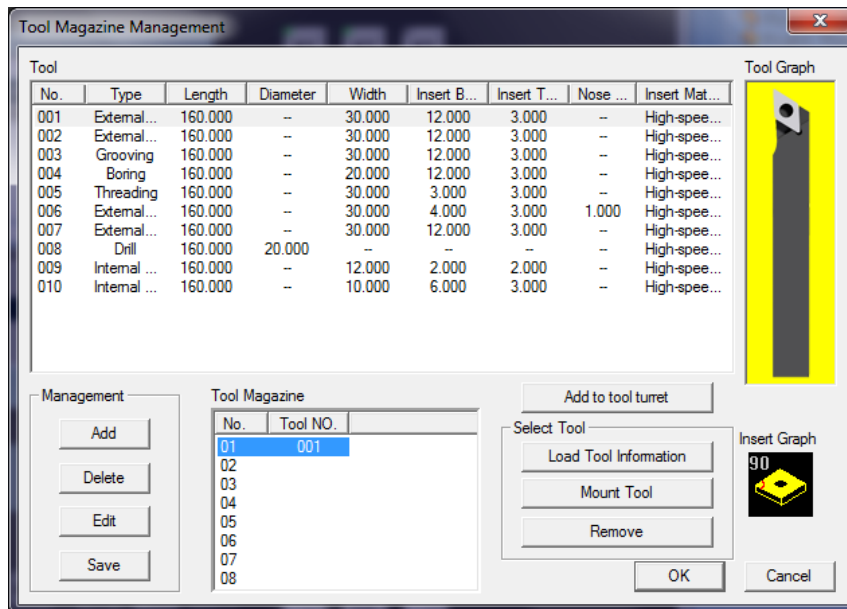


9. Untuk memasang Pahat, ikuti langkah berikut :

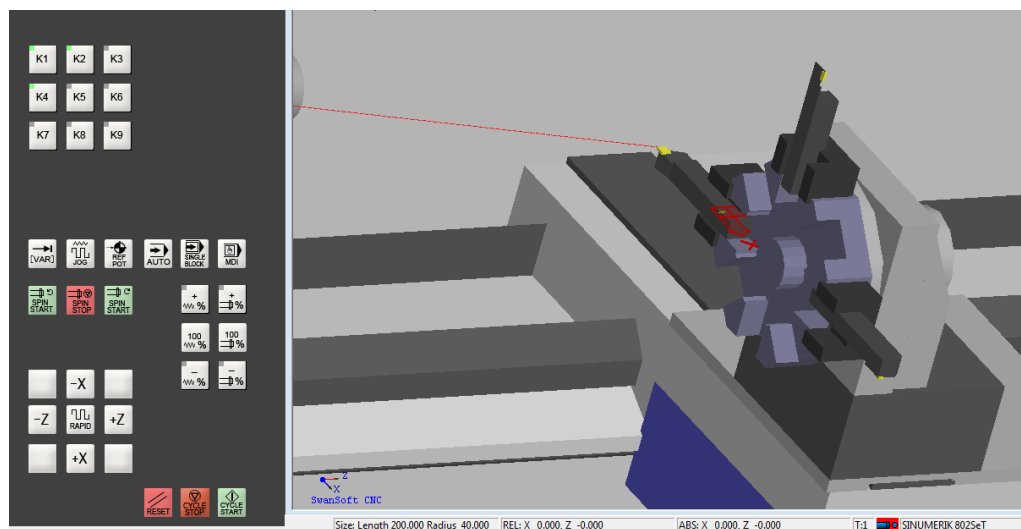
- a. tekan toolbar  Cutter library management
- b. klik nama pahat yang dipilih
- c. klik **Add in to magazine**
- d. Klik **Tool station 1**
- e. klik **T01**
- f. klik **mount tool**, kemudian tunggu sampai pahat terpasang di mesin
- g. untuk pahat ke 2 dan seterusnya ulangi langkah b sampai f
- h. setelah selesai klik OK. Lihat gambar di bawah.





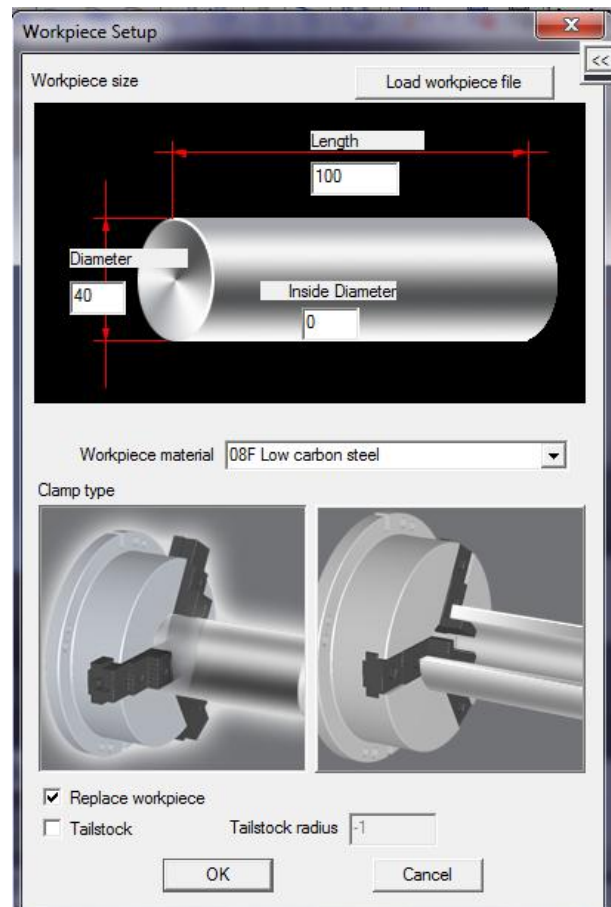


Pahat yang telah terpasang di tempat pahat adalah sebagai berikut. Pada gambar di bawah terlihat 3 buah pahat terpasang yaitu: pahat rata kanan di T1, pahat alur di T3 dan pahat ulir di T5. Untuk memutar rumah pahat/mengganti pahat yang aktif secara manual tekan K4.

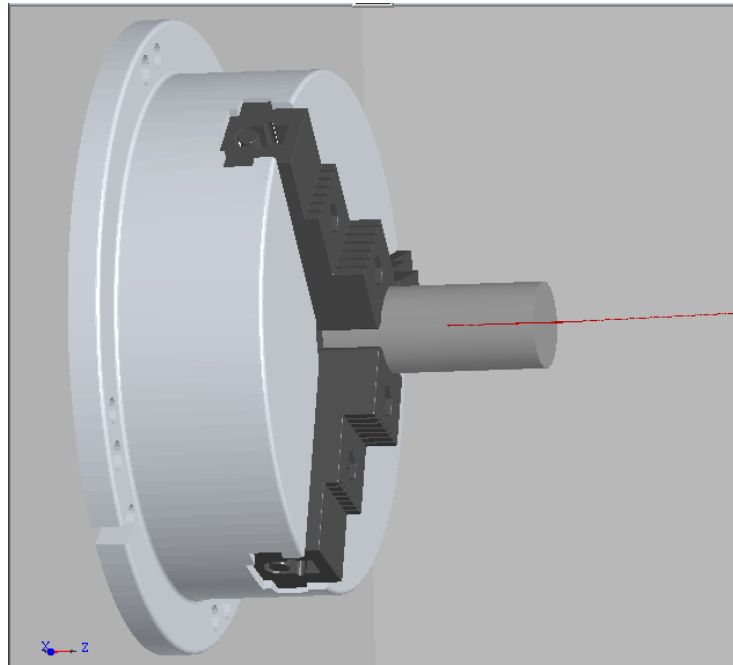


(prosedur lengkap pemasangan pahat dapat dilihat pada tampilan video memasang pahat).

10. Untuk menentukan ukuran benda kerja (lihat tampilan video menyiapkan benda kerja), secara rinci langkahnya adalah :
- Klik toolbar **workpiece**
  - Klik *stock size*
  - Isi ukuran benda kerja yang digunakan dengan mengganti diameter dan panjang benda kerja. Misal kita akan memasang benda kerja diameter 40 panjang 100 mm. Maka kita isikan pada ukuran diameter dan panjang benda kerja.
  - Klik *clamp type*
  - Klik *replace workpiece*
  - Klik OK.



- g. Gambar benda kerja diameter 40 mm dan panjang 100 mm adalah sebagai berikut.



## Daftar Pustaka

- EMCO MAIER & Co.(1988). *Petunjuk Pemrograman-Pelayanan EMCO TU-3A*. Austria: EMCO Maier & Co.
- EMCO MAIER Ges.m.b.H. (2009). *Easy Learning,Easy Machining, Emco Industrial Training Courseware*. Diambil pada tanggal 1 Desember 2009, dari [www.emco-world.com](http://www.emco-world.com) .
- MTS.(1999).*Teachware CNC Technology*. MTS GmbH: Berlin
- Schneider,G.Jr. (2006). *Cutting Tool Applications*. Diambil pada tanggal 5 Juni 2006, dari <http://www.toolingandproduction.com> .
- Siemens.(2003). *Operation and Programming 08/2003 Edition Sinumerik 802S base line, Sinumerik 802C base line Turning*. Federal Republic of Germany: Siemens AG .
- Siemens.(2003). *Operation and Programming 08/2003 Edition Sinumerik 802S base line, Sinumerik 802C base line Milling*. Federal Republic of Germany: Siemens AG .
- Siemens. (2009). *Sinutrain*. Diambil pada tanggal 1 Desember 2009, dari ([www.cncdesign.com.au/product/training\\_sinutrain.html](http://www.cncdesign.com.au/product/training_sinutrain.html)) .
- Swansoft. (2007). *Swan NC Simulation Software*. Nanjing: Swan Software Technology Co.Ltd.

