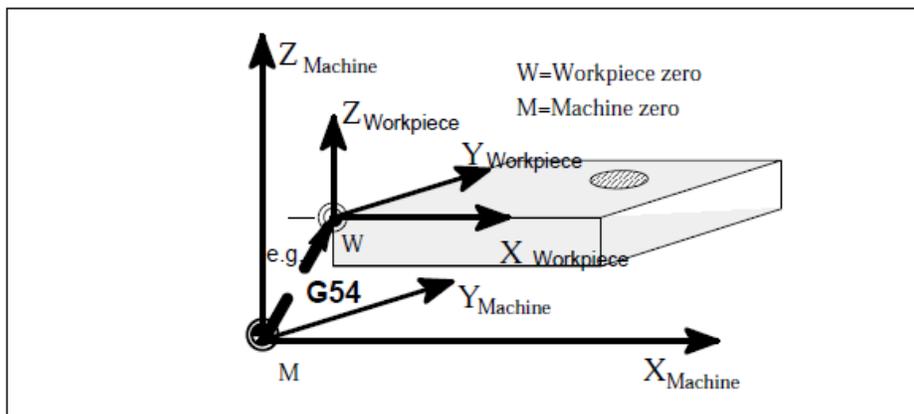


Teknik Pemesinan CNC

(Mesin Frais CNC, Mesin Bubut CNC, dan Mastercam)



Oleh :
Tim Teknik Pemesinan
Jurusan Pendidikan Teknik Mesin

Fakultas Teknik
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

STANDAR KOMPETENSI

A. Kedudukan Modul pada SKKD

<p>15. Mengeset mesin dan program mesin NC/CNC (dasar)</p>	<p>15.1 Mendeskripsikan instruksi kerja 15.2 Memasang <i>fixture</i>/perlengkapan/ alat pemegang 15.3 Melakukan pemeriksaan awal 15.4 Melakukan pengaturan mesin NC/CNC (<i>numerical control/ computer numerical control</i>) 15.5 Menginstruksi operator mesin 15.6 Mengganti <i>tooling</i> yang rusak</p>
<p>16. Memprogram mesin NC/CNC (dasar)</p>	<p>16.1 Mengenal bagian-bagian program mesin NC/CNC 16.2 Menulis program mesin NC/CNC 16.3 Melaksanakan lembar penulisan operasi NC/CNC 16.4 Menguji coba program</p>
<p>17. Mengoperasikan mesin NC/CNC (Dasar)</p>	<p>17.1 Mendeskripsikan instruksi kerja 17.2 Melakukan pemeriksaan awal 17.3 Mengoperasikan mesin CNC/NC 17.4 Mengawasi kerja mesin/proses CNC/NC.</p>

Modul Ini mendukung Kompetensi Kejuruan Teknik Pemesinan (014), Standar Kompetensi no. 15, 16 dan 17 .

B. Indikator Unjuk Kerja (IUK) untuk Standar Kompetensi Pemesinan Frais CNC untuk siswa SMK

Indikator Unjuk Kerja berikut bisa digunakan sebagai panduan kemajuan belajar siswa atau panduan bagi guru dalam menyampaikan materi dan mengobservasi kegiatan belajar siswa. Selain itu IUK bisa digunakan sebagai penilaian mandiri siswa dan pedoman penilaian/observasi oleh guru selama pelaksanaan pembelajaran pemesinan frais CNC. Indikator Unjuk Kerja dijabarkan dari Kompetensi Dasar sebagai Kriteria Unjuk Kerja, kemudian disusun berdasarkan urutan pengoperasian mesin frais CNC. Sebagai buku referensi penyusunan IUK ini adalah buku *Operation and Programming 08/2003 Sinumerik 802 S/C base line Milling* yang disusun oleh Siemens (2003). Daftar Indikator Unjuk Kerja tersebut adalah :

- (1) Menjelaskan bagian-bagian utama mesin frais CNC
- (2) Menjelaskan prinsip kerja mesin frais CNC
- (3) Menjelaskan bagian-bagian panel kontrol CNC
- (4) Menjelaskan fungsi tombol-tombol yang ada di panel kontrol CNC
- (5) Menjelaskan mengenai informasi yang diperoleh dari layar di panel kontrol
- (6) Menjelaskan sistem koordinat yang digunakan pada mesin frais CNC
- (7) Menjelaskan posisi titik nol mesin M
- (8) Menjelaskan titik nol benda kerja W
- (9) Melaksanakan pemeriksaan awal kondisi mesin frais CNC
- (10) Menjelaskan prosedur keselamatan kerja
- (11) Melaksanakan prosedur keselamatan kerja
- (12) Menjelaskan langkah-langkah menghidupkan mesin frais CNC
- (13) Menjelaskan fungsi *softkey* pada panel kontrol
- (14) Mengaktifkan mode operasi manual (*Jog*) pada mesin frais CNC
- (15) Menjelaskan simbol-simbol yang ada di layar kontrol panel mesin frais CNC pada mode operasi manual (*Jog*)
- (16) Menjelaskan pengoperasian mesin frais CNC pada mode operasi manual (*Jog*)
- (17) Mengaktifkan titik referensi mesin frais CNC
- (18) Menggerakkan alat potong pada arah sumbu X, sumbu Y, dan sumbu Z di mode operasi manual (*Jog*) dengan gerak cepat (*rapid*)

- (19) Menggerakkan alat potong pada arah sumbu X, sumbu Y, dan sumbu Z di mode operasi manual (Jog) dengan gerak pemotongan (*feed*)
- (20) Mengaktifkan putaran spindel pada rpm tertentu menggunakan mode operasi MDI
- (21) Menyiapkan mesin frais CNC untuk dipasang pencekam benda kerja
- (22) Memilih pencekam benda kerja yang sesuai dengan bentuk benda kerja yang akan dikerjakan
- (23) Memasang pencekam benda kerja di meja mesin frais CNC
- (24) Memasang benda kerja pada pencekam
- (25) Mengidentifikasi dimensi alat potong atau beberapa alat potong yang digunakan untuk pengerjaan benda kerja sesuai gambar kerja
- (26) Memilih bentuk alat potong atau beberapa alat potong yang sesuai untuk benda kerja yang akan dibuat sesuai gambar kerja
- (27) Menyiapkan mesin frais CNC untuk dipasang alat potong
- (28) Memasang alat potong pada pemegang alat potong
- (29) Memasang alat potong pada spindel mesin frais CNC
- (30) Mengedit data kompensasi alat potong (*tool compensation*)
- (31) Memeriksa kebenaran data alat potong (diameter dan panjang)
- (32) Mengidentifikasi titik referensi mesin frais CNC
- (33) Mengaktifkan area operasi mesin
- (34) Menjelaskan simbol-simbol di layar panel kontrol pada area operasi mesin
- (35) Melakukan seting pergeseran titik nol arah sumbu X dari titik nol mesin (M) ke titik nol benda kerja/*zero point offset* (G54 atau *settable zero offset* yang lain) dengan menggunakan menu *zero offset*
- (36) Melakukan seting pergeseran titik nol arah sumbu Y dari titik nol mesin (M) ke titik nol benda kerja/*zero point offset* (G54 atau *settable zero offset* yang lain) dengan menggunakan menu *zero offset*
- (37) Melakukan seting pergeseran titik nol arah sumbu Z dari titik nol mesin (M) ke titik nol benda kerja/*zero point offset* (G54 atau *settable zero offset* yang lain) dengan menggunakan menu *zero offset*

- (38) Melakukan seting pergeseran titik nol arah sumbu X dari titik nol mesin ke titik nol benda kerja/*zero point offset* (G54 atau *settable zero offset* yang lain) dengan menggunakan perhitungan manual
- (39) Melakukan seting pergeseran titik nol arah sumbu Y dari titik nol mesin ke titik nol benda kerja/*zero point offset* (G54 atau *settable zero offset* yang lain) dengan menggunakan perhitungan manual
- (40) Melakukan seting pergeseran titik nol arah sumbu Z dari titik nol mesin ke titik nol benda kerja/*zero point offset* (G54 atau *settable zero offset* yang lain) dengan menggunakan perhitungan manual
- (41) Mengedit pergeseran titik nol (*settable zero offset*) melalui panel kontrol CNC
- (42) Memeriksa kebenaran pergeseran titik nol (G54, G55, G56, atau G57)
- (43) Memeriksa kebenaran data seting mesin
- (44) Menjelaskan struktur program CNC untuk mesin frais CNC
- (45) Menjelaskan cara memberi nama program CNC untuk mesin frais CNC
- (46) Menjelaskan arti kode G54 yang digunakan untuk pemrograman pada mesin frais CNC
- (47) Menjelaskan prinsip pengukuran absolut dan *incremental*
- (48) Menjelaskan kode pemrograman absolut G90 dan *incremental* G91
- (49) Menjelaskan arti kode T yang digunakan untuk pemrograman pada mesin frais CNC
- (50) Menjelaskan arti kode D yang digunakan untuk pemrograman pada mesin frais CNC
- (51) Menjelaskan arti kode S yang digunakan untuk pemrograman pada mesin frais CNC
- (52) Menjelaskan arti kode F yang digunakan untuk pemrograman pada mesin frais CNC
- (53) Menjelaskan kode M2 yang digunakan untuk pemrograman pada mesin frais CNC
- (54) Menjelaskan kode M3 yang digunakan untuk pemrograman pada mesin frais CNC
- (55) Menjelaskan kode M4 yang digunakan untuk pemrograman pada mesin frais CNC

- (56) Menjelaskan kode M5 yang digunakan untuk pemrograman pada mesin frais CNC
- (57) Menjelaskan kode M6 yang digunakan untuk pemrograman pada mesin frais CNC
- (58) Menjelaskan kode M8 yang digunakan untuk pemrograman pada mesin frais CNC
- (59) Menjelaskan kode M9 yang digunakan untuk pemrograman pada mesin frais CNC
- (60) Menjelaskan kode program G0 yang digunakan untuk pemrograman pada mesin frais CNC
- (61) Menjelaskan kode program G1 yang digunakan untuk pemrograman pada mesin frais CNC
- (62) Menjelaskan kode program G2 yang digunakan untuk pemrograman pada mesin frais CNC
- (63) Menjelaskan kode program G3 yang digunakan untuk pemrograman pada mesin frais CNC
- (64) Menjelaskan arti kode kompensasi alat potong kiri dan kanan program G41/G42/G40 yang digunakan untuk pemrograman pada mesin frais CNC
- (65) Membuat program CNC untuk bentuk kontur lurus
- (66) Membuat program CNC untuk bentuk kontur melengkung
- (67) Membuka program CNC yang ada di dalam memori mesin frais CNC
- (68) Menutup program CNC yang telah dibuka
- (69) Menulis program CNC yang baru di mesin frais CNC
- (70) Menentukan harga gerak makan F sesuai dengan tabel F
- (71) Menentukan harga putaran spindel S dengan tabel S
- (72) Menentukan koordinat untuk gambar kerja yang ada di *Job sheet* untuk pembuatan program CNC
- (73) Membuat langkah kerja untuk gambar kerja yang ada di *Job sheet*
- (74) Menjelaskan fungsi mode operasi *Automatic* pada mesin frais CNC
- (75) Menjelaskan simbol-simbol yang ada di layar kontrol panel mesin frais CNC pada mode operasi *Automatic*

- (76) Memeriksa kebenaran program CNC dengan menjalankan program secara simulasi
- (77) Memeriksa kebenaran program CNC dengan menjalankan program tanpa penyayatan benda kerja (*Dry run*) dengan *Single Block* pada mode operasi *Automatic*
- (78) Memeriksa kebenaran program CNC dengan menjalankan program tanpa penyayatan benda kerja (*Dry run*) secara menerus pada mode operasi *Automatic*
- (79) Memeriksa kebenaran program CNC dengan menjalankan program *Single block* pada mode operasi *Automatic* dengan benda kerja terpasang di pengecam (benda kerja pertama)
- (80) Membatalkan/menghentikan mesin frais CNC yang sedang beroperasi bila terjadi kesalahan (*cycle stop*, atau *reset*)
- (81) Memeriksa ukuran hasil proses pemesinan dengan alat ukur yang sesuai
- (82) Menganalisis kesalahan proses pemotongan benda kerja
- (83) Mengedit program CNC bila terjadi kesalahan pada program CNC
- (84) Mengedit *zero point offset* bila terjadi kesalahan penulisan *zero point offset*
- (85) Membuat produk dengan menjalankan program CNC pada mode operasi *Automatic* untuk membuat benda kerja sesuai spesifikasi di gambar kerja
- (86) Membersihkan mesin frais CNC yang setelah selesai digunakan
- (87) Mencatat kondisi mesin frais CNC setelah digunakan
- (88) Menjelaskan kode pemrograman untuk siklus pembuatan kantong (LCYC75)
- (89) Menjelaskan kode pemrograman untuk siklus pembuatan lubang bor dengan mata bor (LCYC82 dan LCYC83)
- (90) Menjelaskan kode pemrograman untuk siklus jajaran lubang bor (LCYC60 dan LCYC61)

B. 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 utama mesin frais CNC		
2.	Saya dapat menjelaskan sistem koordinat pada mesin frais CNC		
3.	Saya dapat menjelaskan prinsip kerja mesin frais CNC		
4.	Saya dapat melakukan pengaturan <i>zero point offset</i> (pemindahan titik nol mesin ke titik nol benda kerja)		
5.	Saya dapat menjelaskan bagian-bagian dari program CNC		
6.	Saya dapat melakukan penyetingan ragam di mesin frais CNC		
7.	Saya dapat melakukan pemasangan alat potong pada mesin frais CNC		
8.	Saya dapat membuat program CNC untuk mesin frais CNC		
9.	Saya dapat menulis program CNC di mesin frais CNC		
10.	Saya bisa mengoperasikan mesin frais CNC untuk membuat produk		

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

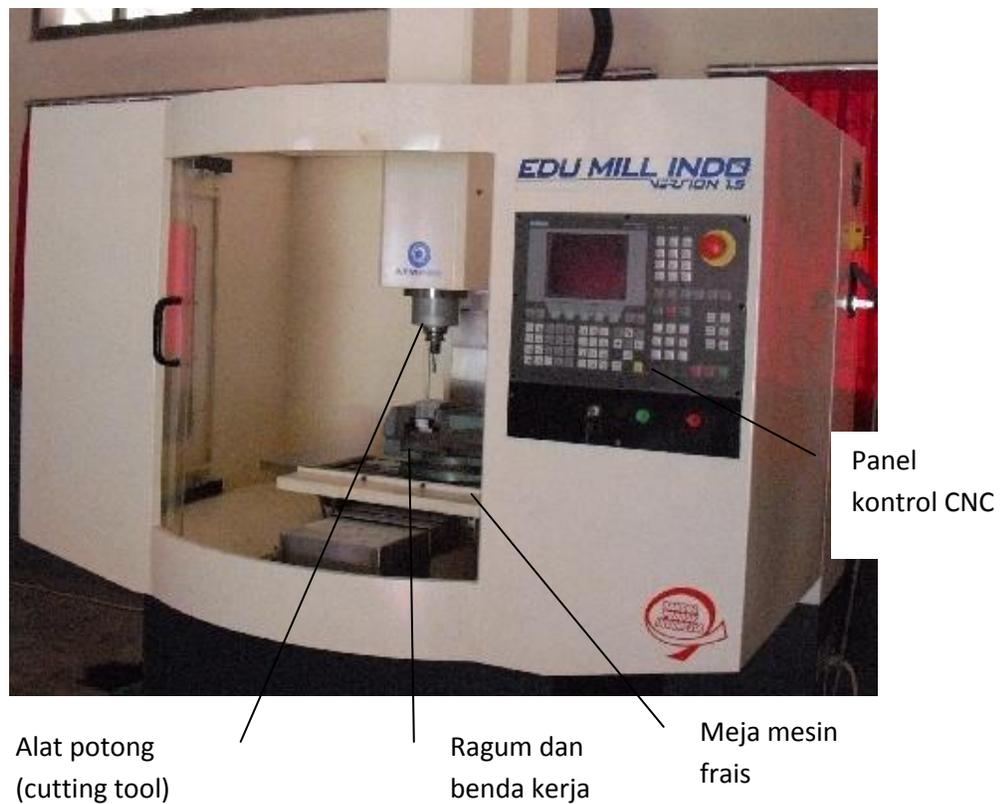
Materi 1

Mengenal Bagian-bagian Utama Mesin Frais CNC, Panel Kontrol Sinumerik 802 S/C *base line*, dan Tata nama Sumbu koordinat

Tujuan

Setelah mempelajari Materi 1 ini siswa memiliki kompetensi dapat:

- Menjelaskan bagian-bagian utama dari mesin frais CNC
- Menjelaskan bagian- bagian panel kontrol Sinumerik 802 S/C *base line* pada Mesin Frais CNC
- Menjelaskan tata nama sumbu koordinat pada mesin frais CNC.

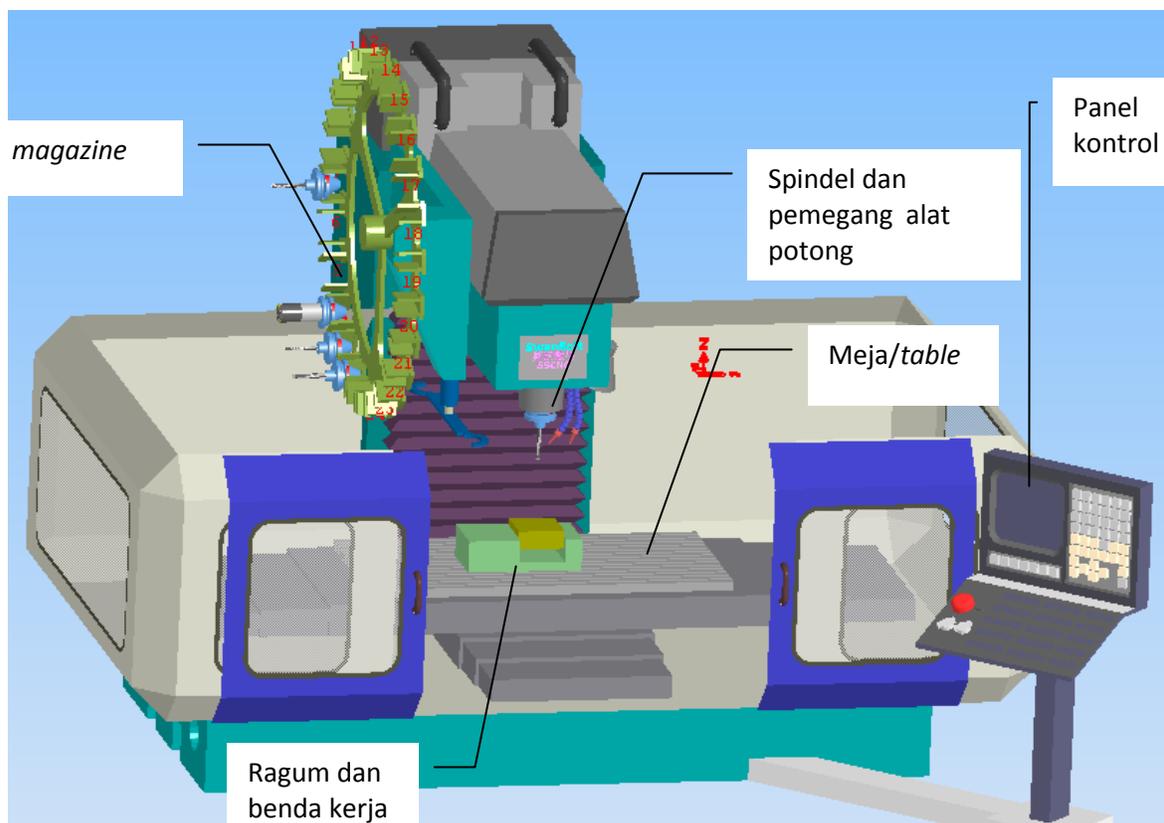


A. Deskripsi Materi 1

Mesin Frais CNC yang digunakan dalam Modul ini adalah Mesin Frais CNC yang menggunakan Sistem Kontrol Sinumerik 802S atau 802C *base line*. Bagian-bagian utama mesin frais CNC, panel kontrol mesin CNC dan tata nama sumbu koordinat dijelaskan pada deskripsi materi di bawah ini.

1. Bagian-bagian Utama Mesin Frais CNC

Mesin Frais CNC pada dasarnya memiliki bagian-bagian utama yang sama dengan mesin frais konvensional (manual). Bagian utama mesin frais adalah meja mesin untuk menempatkan pemegang benda kerja, spindel, pemegang alat potong, dan panel kontrol. Gambar skematis mesin frais CNC adalah seperti Gambar 1.1 berikut.



Gambar 1.1. Gambar skematis mesin frais CNC dan nama bagian-bagian utamanya

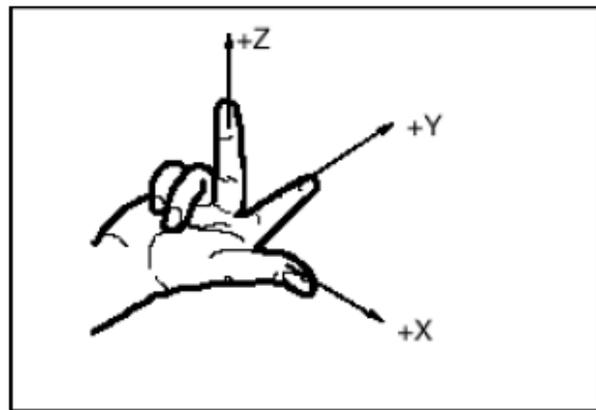
Meja mesin frais berfungsi untuk meletakkan pemegang benda kerja. Spindel adalah sumbu utama mesin frais yang digunakan untuk menempatkan pemegang alat potong. Panel kontrol berfungsi sebagai pusat pengontrolan gerakan alat potong mesin frais, gerakan meja mesin frais, serta pengaturan arah dan jumlah putaran spindel. Mesin frais CNC memungkinkan penggunaan alat potong lebih dari satu buah dan penggantian alat potong secara otomatis, sehingga alat potong yang akan digunakan ditempatkan di *magazine*. Beberapa Mesin frais CNC tidak dilengkapi dengan *magazine*, sehingga penggantian alat potong dilakukan dengan manual. Beberapa mesin frais CNC dilengkapi dengan *hand wheel* yang digunakan untuk menggerakkan alat potong pada mode manual. Gambar mesin frais CNC tanpa *magazine* dapat dilihat pada Gambar 1.2.



Gambar 1.2. Mesin frais CNC tanpa *magazine*, untuk penggantian alat potong dilakukan secara manual.

2. Tata Nama Sumbu Koordinat pada Mesin Frais CNC

Mesin perkakas CNC adalah mesin perkakas yang dalam pengoperasian proses pemotongan benda kerja oleh alat potong dibantu dengan kontrol numerik berbasis komputer atau CNC (*Computerized Numerical Control*). Untuk menggerakkan alat potong pada mesin perkakas CNC digunakan sistem koordinat. Sistem koordinat yang digunakan pada mesin perkakas CNC adalah sistem koordinat segi empat (*rectangular coordinate systems*) dengan aturan tangan kanan seperti terlihat pada Gambar 1.9. Sistem koordinat ini berfungsi untuk mendeskripsikan gerakan pada mesin sebagai gerakan relatif antara benda kerja dan alat potong.

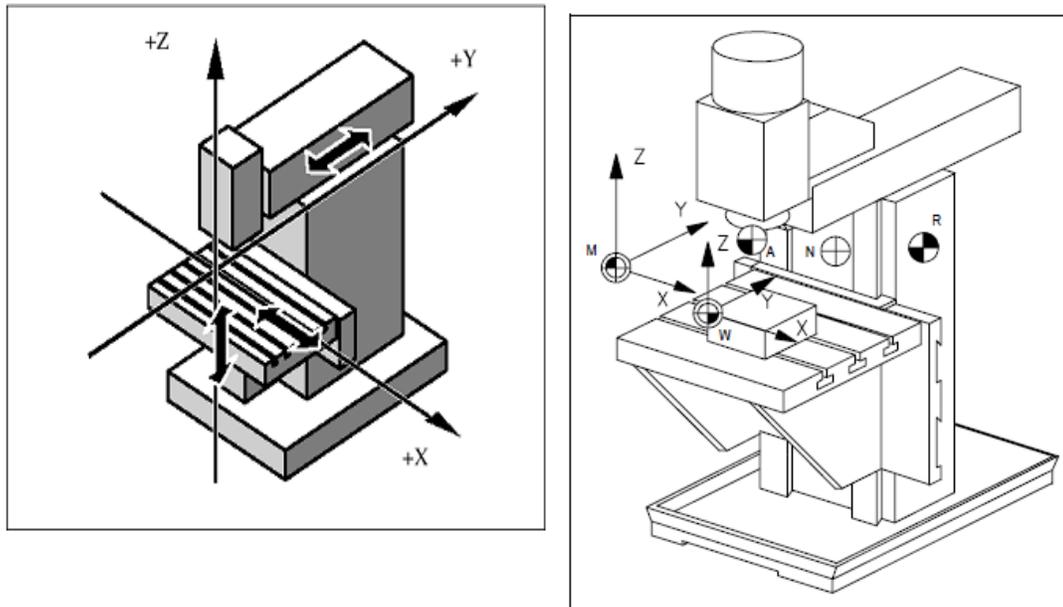


Gambar 1.9. Tata nama sumbu koordinat dan arah sumbu koordinat

Pada mesin frais CNC sistem koordinat tersebut diterapkan untuk sistem koordinat mesin (MCS= *Machine Coordinate System*) dan sistem koordinat benda kerja (WCS= *Workpiece Coordinate System*). Sistem koordinat mesin yang diberi simbol M adalah orientasi dari sistem koordinat pada mesin frais CNC. Titik nol (0,0,0) dari sistem koordinat ini dinamakan titik nol mesin (M). Titik nol mesin digunakan sebagai titik referensi, sehingga semua sumbu koordinat titik nolnya di sini. Sistem koordinat tersebut bisa dipindah-pindah titik nolnya untuk kepentingan pelaksanaan seting, pembuatan program CNC dan gerakan alat potong.

Sistem koordinat benda kerja diberi simbol W, adalah sistem koordinat yang digunakan untuk mendeskripsikan geometri dari benda kerja. Titik nol benda kerja dapat secara bebas dipindahkan oleh pembuat program CNC. Pembuat program CNC menggunakan

sistem koordinat benda kerja untuk memerintah gerakan alat potong. Arah gerakan alat potong dibuat pada program CNC dengan asumsi bahwa pada waktu proses pemotongan alat potong yang bergerak, bukan benda kerjanya. Posisi M dan W dapat dilihat pada Gambar 1.10.



Gambar 1.10. Sistem koordinat pada mesin frais CNC, dan titik nol yang ada di mesin frais CNC (Siemens,2003 ; MTS.,1999)

B. Ringkasan Materi 1

Mesin frais CNC terdiri dari bagian mesin perkakas dan bagian kontrol CNC. Mesin perkakas terdiri dari bagian alat potong dan pencekamannya, meja mesin frais, dan bagian pemegang/pencekam benda kerja. Bagian kontrol atau panel kontrol CNC terdiri dari (1) papan ketik CNC, (2) panel kontrol mesin, dan (3) layar. Papan ketik CNC digunakan untuk menulis, mengubah dan memanggil program CNC. Panel kontrol mesin (*Machine Control Panel*=MCP) 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 spindle.

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

Mesin frais CNC untuk pengoperasiannya menggunakan sistem koordinat kartesian dan sistem koordinat polar. Sistem koordinat ini mendiskripsikan gerakan pada mesin sebagai gerakan relatif antara alat potong dan benda kerja. Sistem koordinat ini adalah sistem kordinat dengan tiga sumbu yaitu sumbu X, sumbu Y, dan sumbu Z.

C. Soal Latihan

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

- 1) Sebutkan bagian- bagian utama mesin frais CNC!
- 2) Sebutkan bagian- bagian panel kontrol mesin frais CNC!
- 3) Apa saja informasi yang kita peroleh dari layar di panel kontrol CNC?
- 4) Apa sajakah area operasi yang ada pada mesin frais CNC?
- 5) Jelaskan mengenai sistem koordinat mesin dan sistem koordinat benda kerja pada mesin frais CNC!

D. Tugas

- 1) Buatlah gambar sket sebuah mesin frais CNC yang ada di laboratorium CNC dengan nama- nama bagian-bagiannya, dan sistem koordinatnya !
- 2) Buatlah gambar sket panel kontrol mesin CNC yang ada di laboratorium CNC !

Materi 2

Dasar-dasar Pemrograman CNC di Mesin Frais CNC

Tujuan

Setelah mempelajari materi 4 ini siswa memiliki kompetensi :

- Menjelaskan dasar-dasar program CNC untuk mesin frais CNC
- Menulis (membuka, menulis, dan mengedit) program CNC di mesin frais CNC



A. Deskripsi Materi 2

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 2.1. 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.

Catatan:

Setiap sistem kontrol CNC memiliki aturan sendiri untuk pemberian nama program CNC, misalnya untuk mesin Emco, nama program dengan menggunakan angka, misal: 01, 02, dan seterusnya, atau O0001.Mil, O0005.LAT.

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 2.1. Struktur kata

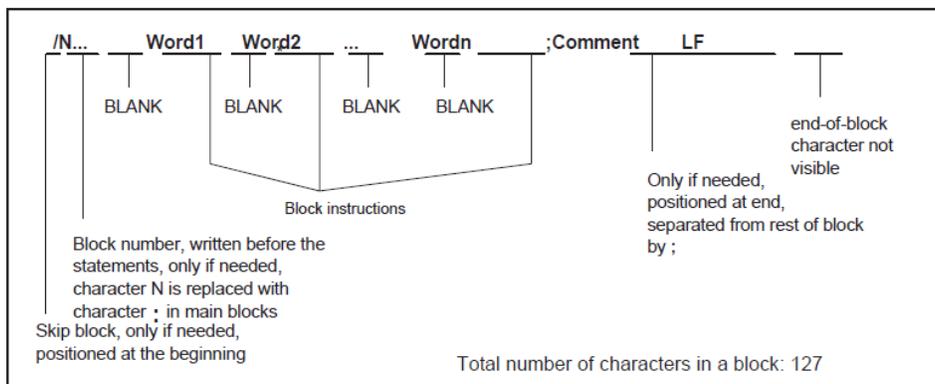
4. Jumlah karakter pada *adres*

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 2.2. 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... Y... 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 dilewati (*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, program yang dikerjakan adalah pada blok selanjutnya yang tidak ada tanda /.

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 :

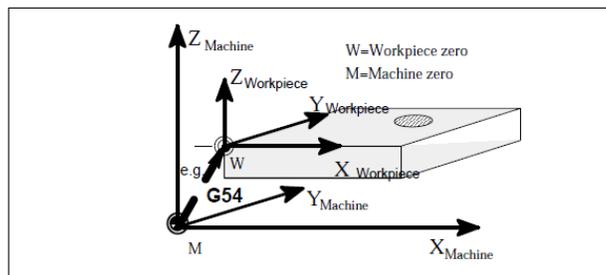
```
N10 ; G&S Order No. 12A71
N20 ; Pump part 17, Drawing No.: 123 677
N30 ; Program created by Mr. Adam Dept. TV 4
N50 G17 G54 G94 F470 S20 D0 M3 ; Blok Utama
N60 G0 G90 X100 Y200
N70 G1 Y185.6
N80 X112
/N90 X118 Y180 ;Blok yang diabaikan
N100 X118 Y120
N110 X135 Y70
N120 X145 Y50
N130 G0 G90 X200
N140 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. Kode program atau instruksi untuk pemrograman CNC dibagi dalam dua kelompok yaitu modal dan non modal. Kode program modal berarti kode program tersebut tetap aktif sampai dengan dibatalkan oleh kode program dari kelompok yang sama, misalnya G0 tetap aktif sampai blok program berikutnya dan akan dibatalkan oleh G1,G2, atau G3 di blok program berikut. 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, G55, G56, dan G57, pencetakan 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 ragum di mesin dan harus diisikan pada parameter titik nol (*zero point 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.



Format :

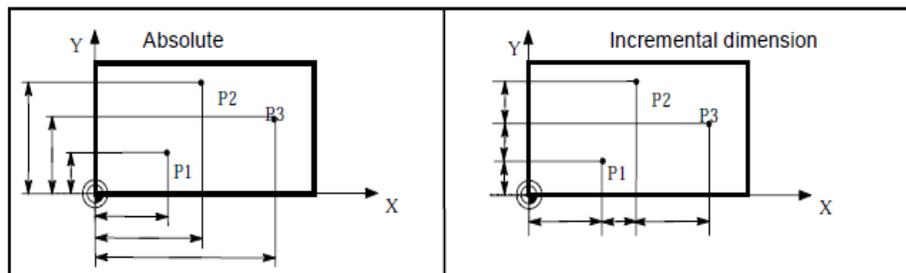
N... G54; berarti titik nol benda kerja diaktifkan

N...

b. G90/ G91, pemrograman menggunakan koordinat absolut/*incremental*

Apabila di awal program CNC ditulis G90, maka pemosisian alat potong 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. Apabila menggunakan sistem koordinat absolut, berarti semua perintah gerakan alat potong menuju koordinat tertentu dihitung dari koordinat (0,0,0), sehingga perintah bergerak menuju X10 Y20 Z30 berarti menuju koordinat (10,20,30).

G90 ;Absolute dimensioning
 G91 ;Incremental dimensioning



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 alat potong diprogram dari tempat alat potong berada ke posisi berikutnya. Titik nol (0,0,0) berada di ujung sumbu alat potong. Perintah bergerak lurus ke X10, berarti alat potong bergerak 10 mm dari posisi alat potong sebelumnya.

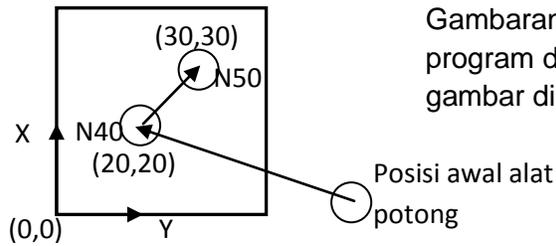
Contoh program 1, menggunakan sistem koordinat absolut:

N30 G90

N40 G0 X20 Y20 ; berarti perintah bergerak menuju koordinat (20,20)

N50 X30 Y30 ; berarti perintah bergerak menuju koordinat (30,30)

.....



Gambaran gerakan alat potong program di atas adalah seperti gambar di samping.

Contoh program 2, menggunakan sistem koordinat *incremental*:

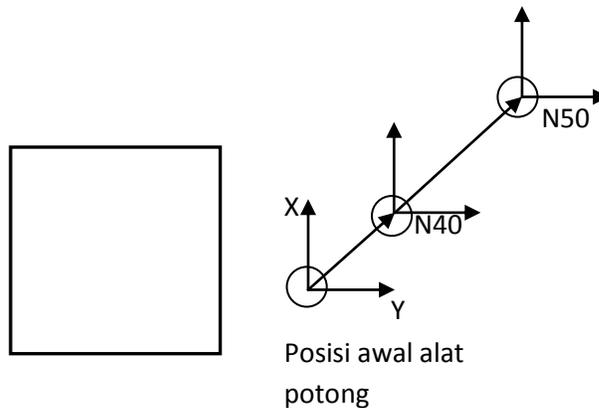
N30 G91

N40 G0 X20 Y20 ; berarti perintah bergerak menuju koordinat (20,20) dari posisi ; awal alat potong

N50 X30 Y30 ; berarti perintah bergerak menuju koordinat (30,30) dari N40.

.....

Gambaran gerakan alat potong adalah seperti gambar di bawah.



c. T, pemanggilan alat potong

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

Format :

N....

N... T1; berarti alat potong 1 diaktifkan

N...

N... T4 ; berarti alat potong diganti dengan alat potong 4.

d. D, mengaktifkan kompensasi alat potong

Beberapa alat potong memiliki panjang dan diameter yang berbeda. Untuk mengaktifkan perbedaan tersebut, maka sesudah menulis nomer alat potong (misalnya T1), kemudian diikuti D dengan nomer kompensasi yang dimaksud. Harga kompensasi alat potong disimpan pada parameter *tool correction/ tool compensation data* (lihat gambar di bawah).

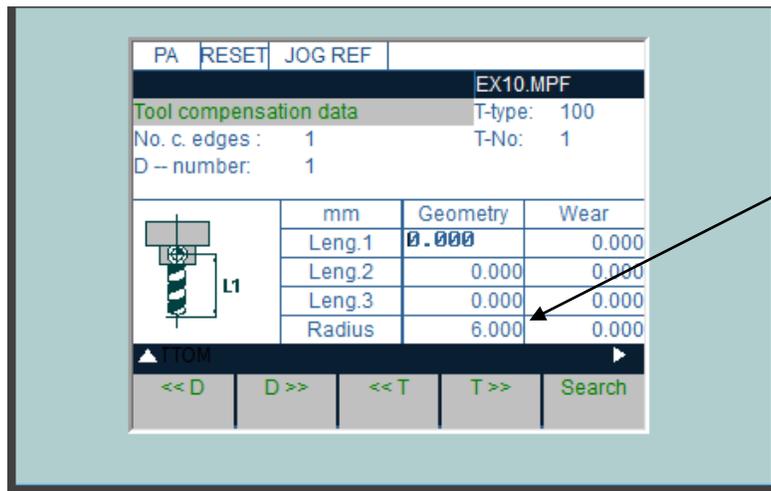
Format :

N....

N... T1 D1; berarti alat potong 1 dengan kompensasi 1

N...

N... T5 D8; berarti alat potong 5 dengan kompensasi 8



Diisi radius
alat potong

e. S, putaran spindel

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

N...

Penentuan harga putaran spindel adalah berdasarkan kecepatan potong benda kerja. Kecepatan potong benda kerja dipengaruhi oleh material alat potong dan material benda kerja. Berikut diberikan contoh putaran spindel untuk alat potong dari HSS dengan berbagai bahan benda kerja yang sering digunakan.

(sumber: <http://www.southbaymachine.com/setups/cuttingspeeds.htm>).

Tabel 2.1. Jumlah putaran spindel dalam Rpm untuk alat potong dari HSS

Material Benda kerja	Alat potong HSS dengan diameter				
	6 mm	12 mm	25 mm	40 mm	50 mm
Low-Carbon Steel	1600	800	400	267	200
High-Carbon Steel	960	480	240	160	120
Aluminum	4000	2000	1000	667	500
Brass & Bronze	3200	1600	800	533	400

f. F, gerak makan

Gerak makan F adalah kecepatan pergerakan alat potong 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. Harga satuan F secara *default* yang aktif adalah mm/menit.

Format :

N....

N... G94 F300; berarti harga gerak makan 300 mm/menit

N... M3 S1000

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

Harga gerak makan (F) dipengaruhi oleh banyak faktor antara lain: material benda kerja, material alat potong, kedalaman potong, kehalusan permukaan akhir, bentuk alat potong, dan kondisi pemotongan yang digunakan. Berikut disampaikan tabel gerak makan (F) sebagai harga pendekatan gerak makan.

Tabel 2.2. Gerak makan (F) untuk berbagai kedalaman potong dan material benda kerja untuk beberapa diameter alat potong (*End Mill*)

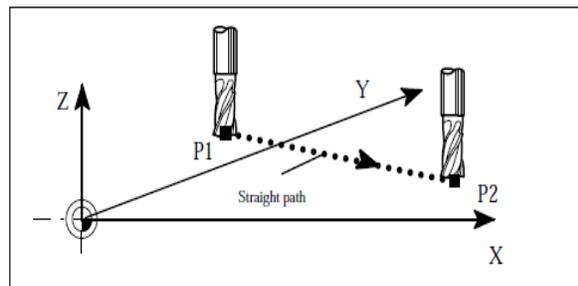
Material Benda kerja	Kedalaman potong 0,05” (1,25 mm)			Kedalaman potong 0,25” (6 mm)	
	Diameter alat potong				
	3 mm	10 mm	12,5 mm	10 mm	18 mm
Plain Carbon Steels	0,0012-0,025	0,050-0,075	0,075-0,1	0,025-0,050	0,050-0,1
High Carbon Steel	.0003-0,025	0,025-0,075	0,050-0,1	.0003-0,025	0,025-0,1
Tool Steel	0,0012-0,025	0,025-0,075	0,050-0,1	0,025-0,050	0,075-0,1
Cast Aluminum Alloy	0,050	0,075	0,125	0,075	0,2
Cast Aluminum - Hard	0,025	0,075	0,125	0,075	0,150
Brasses & Bronzes	0,0012-0,025	0,075-0,1	0,1-0,150	0,050-0,075	0,1-0,150
Plastics	0,050	0,1	0,125	0,075	0,2

Catatan: harga gerak makan adalah mm/gigi, sehingga harga gerak makan untuk alat potong harus dikalikan jumlah sisi potong (gigi).

Harga F = harga F tabel x jumlah sisi potong x S

g. G0, gerak cepat lurus

G0 berfungsi untuk menempatkan (memposisikan) alat potong secara cepat dan tidak menyayat benda kerja. Semua sumbu bisa bergerak secara bersama (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.

Format :

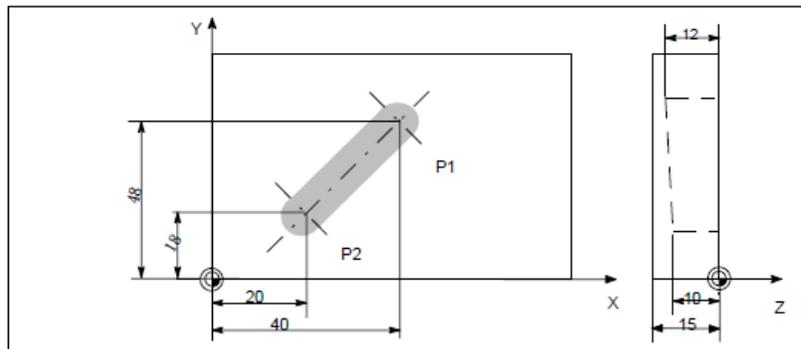
N...

N... G0 X-15 Y-15 Z15; gerak cepat aktif menuju koordinat yg ditulis

N...

h. G1, gerak interpolasi lurus dengan gerak makan tertentu

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



Format :

N... G0 X20 Y40 Z2

N... G1 Z-10 F20 ; berarti alat potong bergerak lurus menuju Z-10

N... G1 X40 Y48 Z-12 ; berarti alat potong bergerak lurus menuju (40,48,-12)

N...

i. G2 dan G3, gerak interpolasi melingkar

Perintah G2 atau G3 berfungsi untuk menggerakkan alat potong 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 alat potong menurut F yang diprogram pada baris sebelumnya.

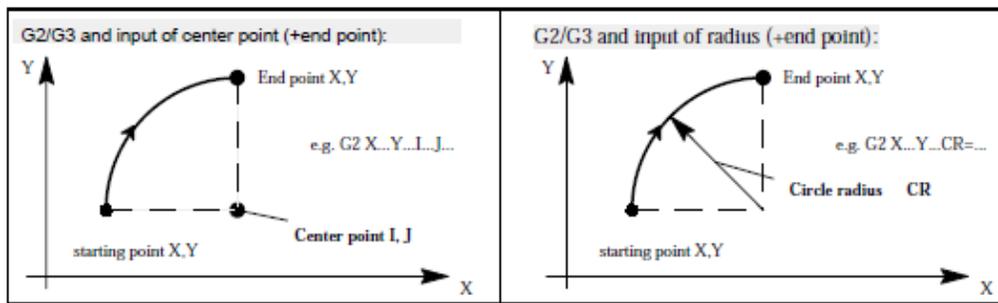
Format :

N...

N... G2 X... Y... I5 J-1; bergerak melingkar ke (X,Y) dengan titik pusat di (5,-1) dari titik awal gerak alat potong

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

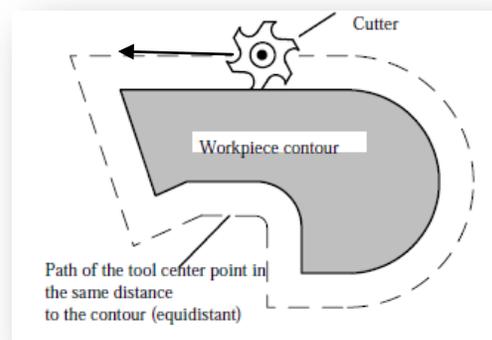
N...



j. G41, G42, G40, kompensasi alat potong kiri dan kanan

Kompensasi radius alat potong 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.

Kompensasi radius kanan adalah apabila alat potong bergeser ke bagian kanan garis kontur yang dipotong sejauh radius alat potong (lihat gambar di samping). Untuk mengidentifikasi arah kompensasi, maka pandangan kita searah dengan arah pemotongan. Kompensasi radius kiri adalah apabila alat potong bergeser ke bagian kiri garis kontur yang dipotong sejauh radius alat potong.



Format :

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

N... G42 ; berarti kompensasi radius alat potong kanan diaktifkan

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

N...

N... G40 ; berarti kompensasi dibatalkan

k. M2, M3, M4, M5, M6, 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

M6 = ganti alat potong

M8 = coolant ON

M9 = coolant OFF.

Format :

N... G54 T1 S2000 F100

N... M3 ; berarti spindel putar arah kanan

N...

N... T2

N... M6 ; berarti ganti alat potong menjadi T2

N... M5 ; berarti spindel OFF

N... M2 ; program berakhir

Catatan:

Kode program G00, G01, G02, dan G03 berlaku untuk semua sistem kontrol mesin CNC. Program siklus diatur tersendiri oleh produsen sistem kontrol sesuai

dengan jenis sistem kontrol yang digunakan. Berikut ini dipaparka kode siklus untuk sistem kontrol Sinumerik 802S/C.

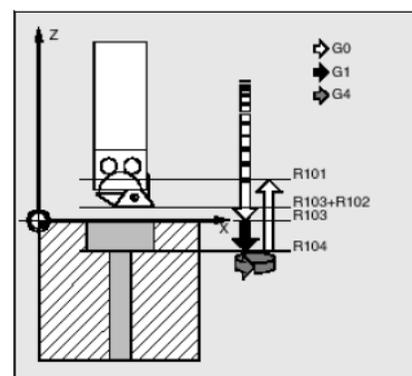
Kode Pemrograman siklus

I. 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. Alat potong yang dibutuhkan dengan harga kompensasi alat potong sudah diisikan datanya sebelum siklus ini dipanggil.



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

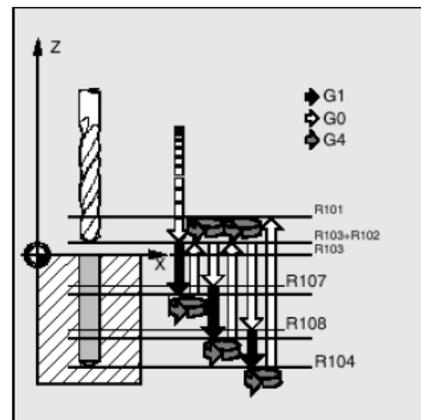
R104=-6.000 R105=10.000 ; harga parameter

N... LCYC82 ; pemanggilan siklus

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

m. 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 parameternya. 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 samping).



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)

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

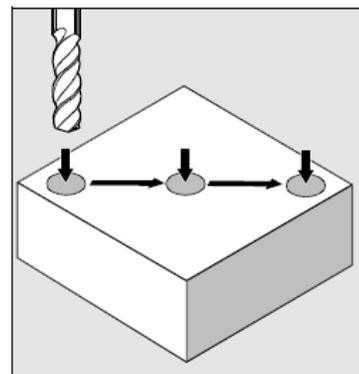
N... LCYC83

;pemanggilan siklus

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

n. LCYC60, jajaran lubang bor

Siklus ini dapat digunakan untuk membuat beberapa lubang atau ulir dengan geometri tertentu secara berjajar (lihat gambar di samping), siklus pemboran yang telah ada sebelumnya tetap digunakan. Sebelum siklus ini dipanggil, parameter siklus pemboran harus diberikan terlebih dahulu.



Parameter yang digunakan :

- R115 : nomer dari siklus pemboran yang digunakan, misalnya 82 atau 83
- R116 : Absis dari titik referensi
- R117 : ordinat dari titik referensi
- R118 : jarak lubang pertama dengan titik referensi
- R119 : banyaknya lubang bor

- R120 : sudut dari barisan lubang bor
- R121 : jarak antar lubang

Format/ contoh :

N...

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 ;parameter pemboran

N... R115=83.000 R116=10.000 R117=10.000

R118=5.000 R119=4.000 R120=0.000

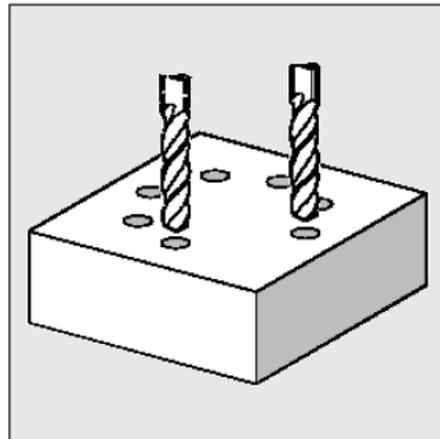
R121=10.000 ;parameter jajaran lubang

N... LCYC60 ;pemanggilan siklus

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

o. LCYC61, jajaran lubang bor dalam bentuk melingkar

Siklus ini dapat digunakan untuk menghasilkan jajaran lubang bor dalam bentuk melingkar (lihat gambar di samping). Parameter siklus pemboran harus diberikan terlebih dahulu.



Parameter yang digunakan :

- R115 : nomer siklus pemboran
- R116 : absis titik pusat lingkaran (absolut)
- R117 : ordinat titik pusat lingkaran (absolut)
- R118 : radius lingkaran
- R119 : banyaknya lubang
- R120 : sudut awal, jangkauan harga $180 < R120 < 180$
- R121 : sudut antar pusat lubang bor.

Format/ contoh :

N...

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 ;parameter pemboran

N... R115=83.000 R116=25.000 R117=25.000

R118=17.000 R119=8.000 R120=0.000

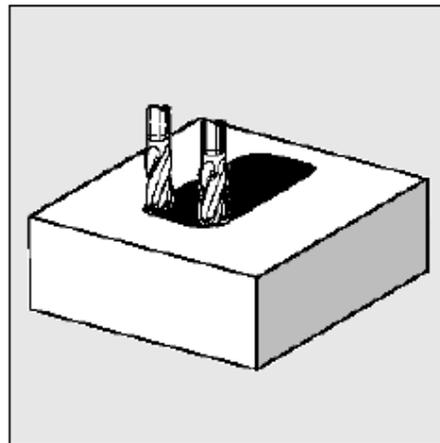
R121=45.000 ;parameter jajaran lubang

N... LCYC61 ;pemanggilan siklus

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

p. LCYC75 , membuat kantong persegi, lingkaran, dan alur

Siklus LCYC75 apabila diberikan data parameter yang sesuai, dapat digunakan untuk membuat bentuk kantong persegi panjang, lingkaran atau alur (lihat gambar di bawah). Siklus dapat dilaksanakan untuk proses pengasaran dan finishing. Apabila parameter panjang kantong, lebar kantong dan radius pojok= panjang kantong/2, maka akan dibuat kantong melingkar.



Apabila radius pojok kantong= lebar kantong/2, maka akan dibuat alur (slot).

Proses pemotongan selalu dikerjakan oleh sumbu ke tiga, dan proses turunnya alat potong ke benda kerja (*infeed*) di tengah kantong. Apabila *end mill* yang digunakan tidak bisa menyayat ke bawah, maka di pusat kantong harus diberi lubang dulu dengan siklus pembuatan lubang (*drilling*).

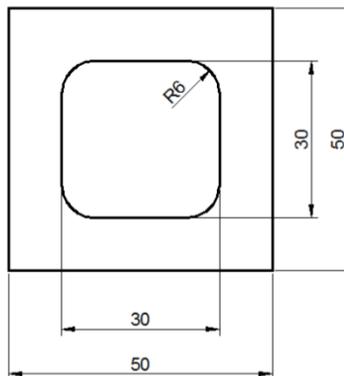
Parameter yang digunakan :

- R101 : bidang pengembalian (absolut)

- R102 : jarak aman posisi alat potong
- R103 : bidang referensi (absolut)
- R104 : kedalaman akhir kantong (absolut)
- R116 : absis (X) dari pusat kantong
- R117 : ordinat (Y) dari pusat kantong
- R118 : panjang kantong
- R119 : lebar kantong
- R120 : radius pojok kantong
- R121 : kedalaman gerak makan masuk (*infeed*) maksimal
- R122 : gerak makan untuk *infeed*
- R123 : gerak makan untuk gerakan menyamping dalam bidang
- R124 : sisa untuk pemotongan akhir arah bidang
- R125 : sisa untuk pemotongan akhir arah kedalaman
- R126 : arah pemotongan (G2 atau G3), harga= 2 (G2) dan 3 (G3)
- R127 : jenis pemesinan, 1 untuk *roughing* dan 2 untuk *finishing*.

Contoh :

Dibuat kantong persegi seperti gambar di bawah. Diameter endmill yang digunakan 10 mm, kedalaman kantong 5 mm. Pusat kantong di (25,25).



Format program :

N10 G54 G90

N20 M3 S2000 F100 T1 D1

N30 G0 X25 Y25 Z5 ;posisi awal alat potong

N40 R101=5.000 R102=3.000 R103=0.000

R104=-5.000 R116=25.000 R117=25.000

R118=30.000 R119=30.000 R120=6.000

R121=20.000 R122=20.000 R123=50.000

R124=2.000 R125=0.500 R126=2.000

R127=2.000 ;penentuan parameter

N50 LCYC75 ;pemanggilan siklus

N60 G0 X0 Y0 Z15

N70 M5 M2

Catatan : sebelum menjalankan program untuk membuat kantong, pada parameter *tool correction*, radius alat potong harus diisi sesuai dengan radius alat potong yang digunakan.

Penjelasan kode-kode program secara lengkap dapat dilihat pada Buku Referensi sesuai dengan sistem kontrol CNC yang digunakan.

SMK INDUSTRIES

Job Sheet

Nama Pekerjaan : Kotak dengan alur tepi
 Nomer Benda kerja : KTK1
 Jumlah : 1 buah
 Bahan : 08F Low Carbon Steel
 Ukuran bahan dasa : 50 mm x 50 mm x 40 mm
 Titik datum : Pojok kiri atas benda kerja

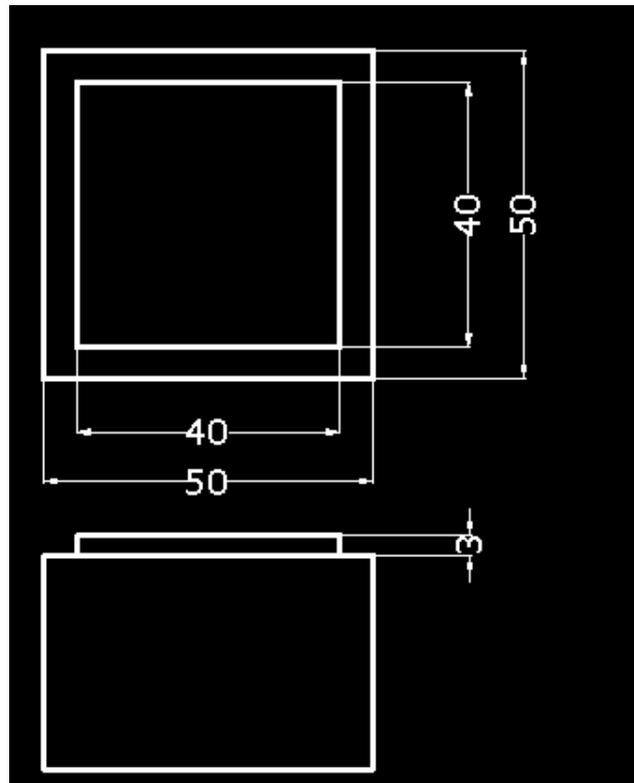
Daftar Alat potong

Tool Number	Tool Description	Height Offset Number (D)	Radial Offset Number (D)
1	End Mill 12 mm	1	6

Nama Program : KTK1.MPF

```

N10 G54
N20 G90 M3 S1700 F125 T1
N30 G0 X-10. Y0. Z2.
N40 Z-3.
N50 G1 X-1. Y-1.
N60 X51.
N70 Y51.
N80 X-1.
N90 Y-10.
N100 G0 Z10.
N120 M5 M2
    
```



Catatan Langkah penulisan program CNC adalah :

1. Buka program simulator (hidupkan mesin frais CNC).
2. Aktifkan referensi mesin frais CNC .
3. Tulis program CNC.

SMK INDUSTRIES

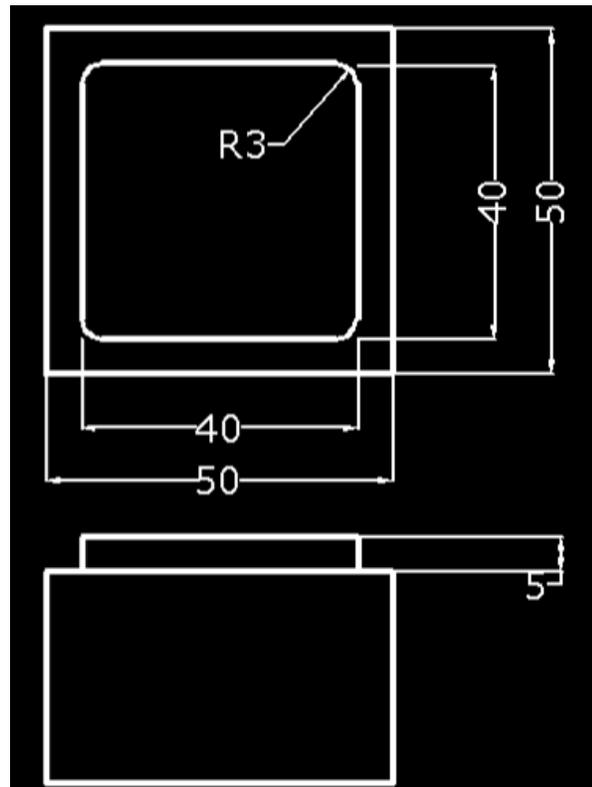
Job Sheet

Nama Pekerjaan : Kotak dengan alur tepi 2
 Nomer Benda kerja : KTK2
 Jumlah : 1 buah
 Bahan : 08 Low Carbon Steel
 Ukuran bahan dasar : 50 mm x 50 mm x 40 mm
 Titik datum : Pojok kiri atas benda kerja

Daftar Alat potong

Tool Number	Tool Description	Height Offset Number (D)	Radial Offset Number (D)
1	End Mill 12 mm	1	6

Nama Program : KTK2.MPF
 N10 G54
 N20 G90 M3 S1700 F125 T1
 N30 G0 X-10. Y0. Z2.
 N40 Z-5.
 N50 G1 X-1. Y-1.
 N60 X42.
 N70 G3 X51. Y8. I0. J9.
 N80 G1 Y42.
 N90 G3 X42. Y51. I-9. J0.
 N100 G1 X8.
 N120 G3 X-1. Y42. I0. J-9.
 N130 G1 Y8.
 N140 G3 X8. Y-1. I9. J0.
 N150 G0 Z10.
 N160 M5 M2



SMK INDUSTRIES

Job Sheet

Nama Pekerjaan : Kotak dengan alur tengah
 Nomer Benda kerja : KTK3
 Jumlah : 1 buah
 Bahan : 08 F Low Carbon Steel
 Ukuran bahan dasar : 50 mm x 50 mm x 40 mm
 Titik datum : Pojok kiri atas benda kerja

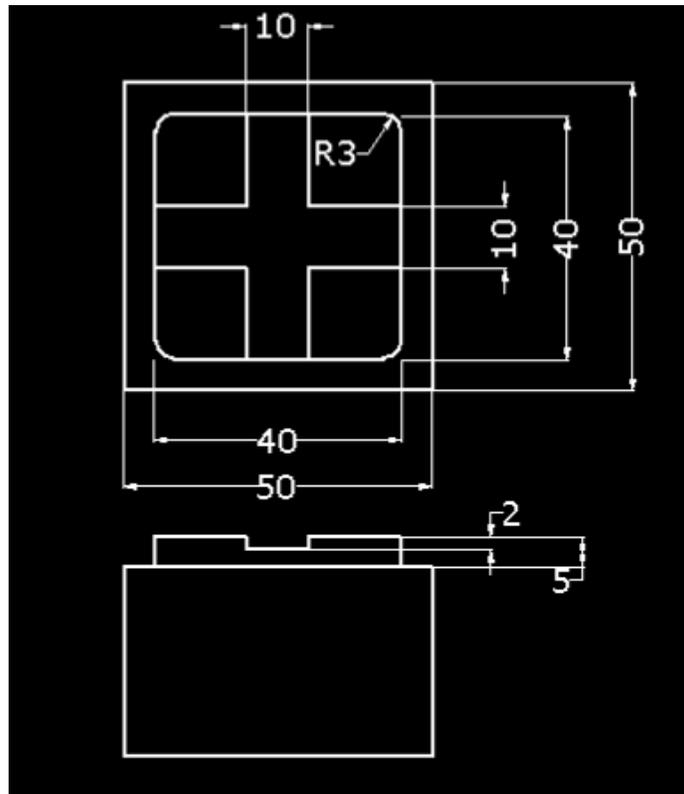
Daftar Alat potong

Tool Number	Tool Description	Height Offset Number (D)	Radial Offset Number (D)
1	End Mill 10 mm	1	5

Nama Program : KTK3.MPF

```

N10 G54
N20 G90 M3 S1700 F125 T1
N30 G0 X-10. Y0. Z2.
N40 Z-5.
N50 G1 X0. Y0.
N60 X42.
N70 G3 X50. Y8. I0. J8.
N80 G1 Y42.
N90 G3 X42. Y50. I-8. J0.
N100 G1 X8.
N120 G3 X0. Y42. I0. J-8.
N130 G1 Y8.
N140 G3 X8. Y0. I8. J0.
N150 G0 Z-2.
N160 X25. Y-2.
N170 G1 Y52.
N180 G0 X-2.
N190 Y25.
N200 G1 X52.
N210 G0 Z10.
N220 M5 M2
    
```



Catatan :

Contoh program yang lain akan diberikan oleh Guru, sesudah anda lancar menulis program di panel kontrol mesin CNC.

Asesmen Akhir

Evaluasi Pengetahuan (*kognitif*)

1. Sebutkan bagian-bagian utama mesin frais CNC!
2. Jelaskan sistem koordinat yang digunakan pada mesin frais CNC!
3. Jelaskan yang dimaksud dengan program CNC!
4. Bagaimanakah proses pergeseran titik nol mesin ke titik nol benda kerja di mesin frais CNC?
5. Jelaskan beberapa kode G dan kode M yang sering digunakan dalam pembuatan program CNC!
6. Buatlah program CNC untuk benda kerja pada Job Sheet latihan CNC 5!
Untuk G2 atau G3 gunakan parameter CR.

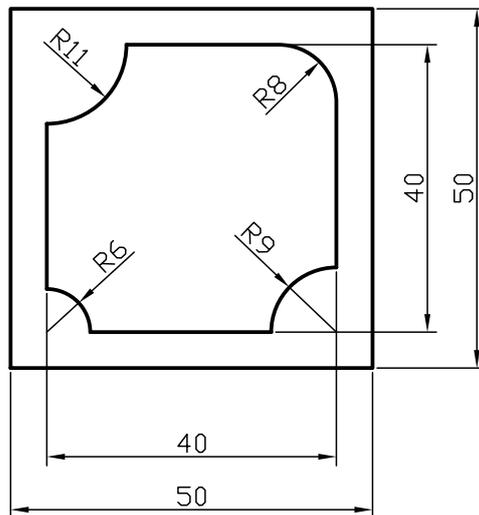
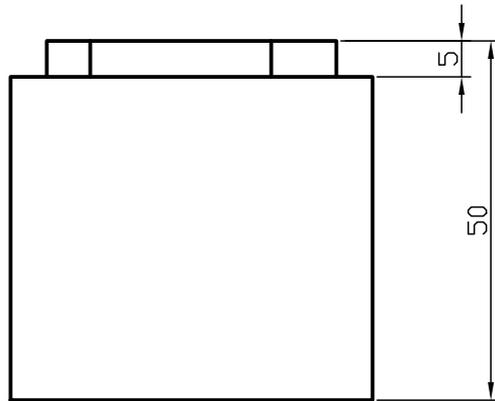
Evaluasi Kinerja (*Psikomotor/ skill*)

1. Pasanglah benda kerja ukuran 50 mm x 50 mm x 50 mm dan alat potong (*end mill*) diameter 12 mm. Lakukan pergeseran titik nol (*zero point offset*)!
2. Tulislah program CNC yang telah anda buat pada soal no.6 di atas!
3. Simulasikan/buatlah benda kerja berdasarkan program CNC yang telah anda buat!

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

Selamat belajar

RevNo	Revision note	Date	Signature	Checked
-------	---------------	------	-----------	---------

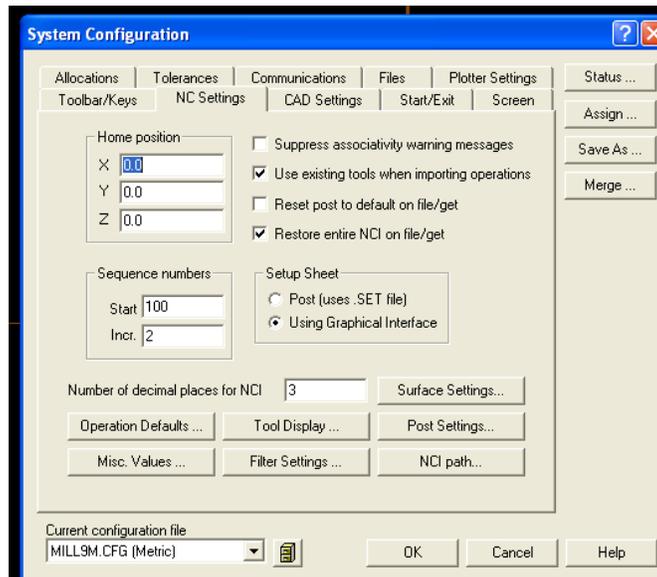


Tol. 0.1	Quant_1	Material : Al 50x50x50	Article No./Reference		
Designed by B.SENTOT	Checked by .	Approved by - date .	File name JOBSHEETCNC5	Date 28/2/2011	Scale 1:1
PEMESINAN_CNC_FREIS			LATIHAN_PEMESINAN_CNC		
			LATIHAN_CNC_NO.5	Edition ED_1	Sheet 5/14

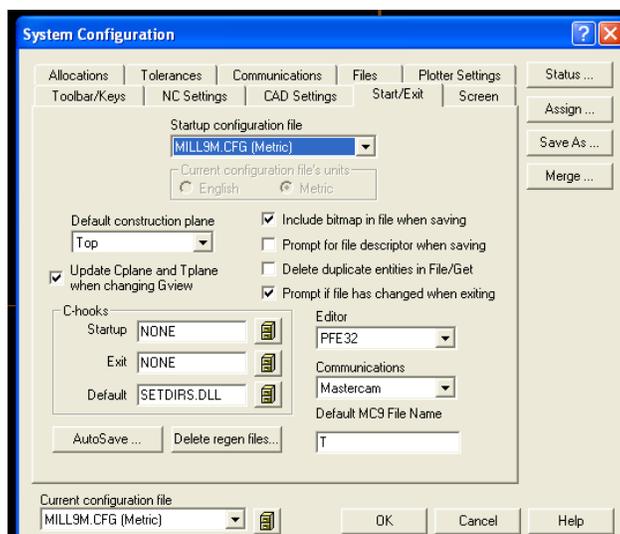
Materi 3 Tutorial Mastercam Milling 9 membuat program CNC 2 Dimensi untuk pemula

A. Pengaturan awal

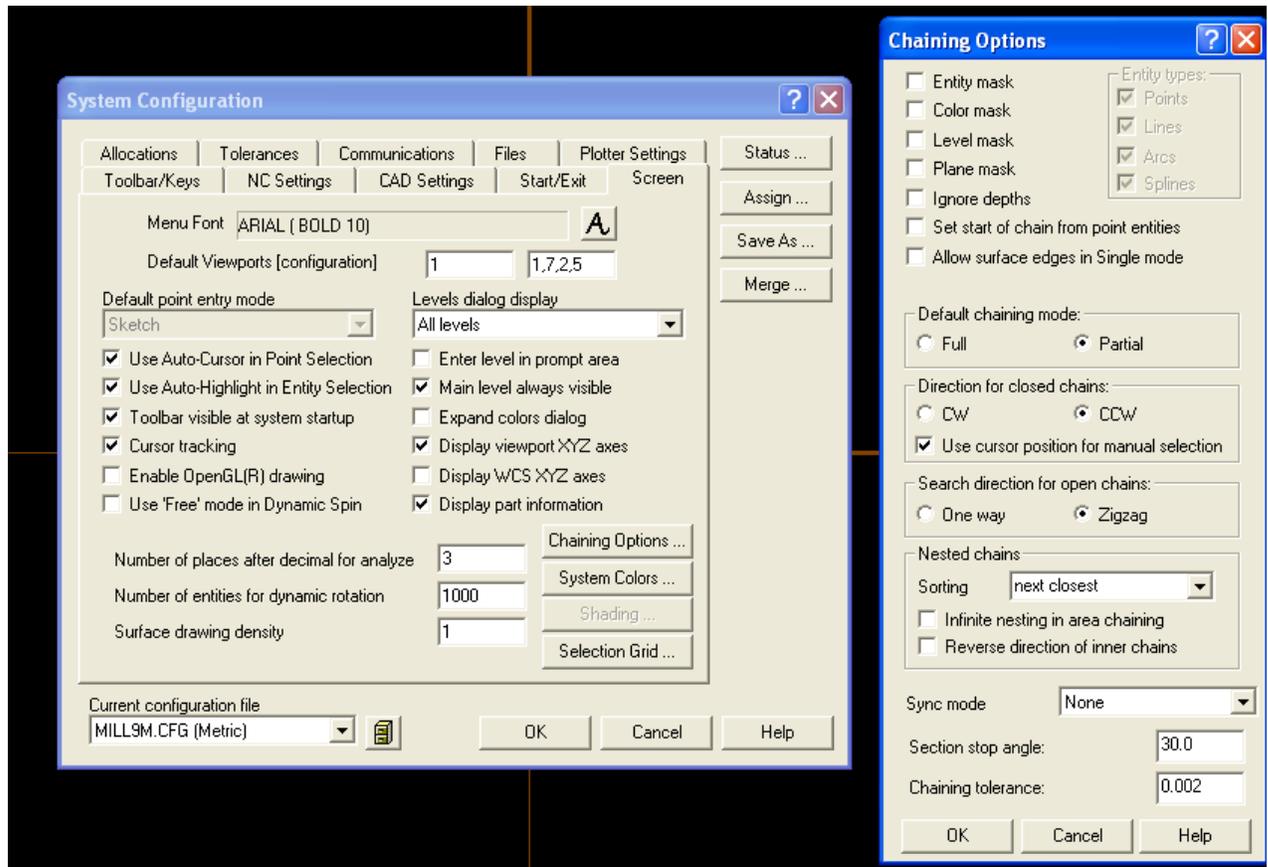
1. Buka program Mill9
2. Screen, Configure, NC Setting. Pastikan configuration file pada ukuran Metric, number decimal places NCI=3



3. Klik Start and exit. Pilih startup conf pada Metric, default construction plan Top



4. Pilih Screen. Atur seperti gambar di bawah, nonaktifkan enable open GL, kemudian pada chaining options pilih mode chaining partial. Klik OK pada chaining options. Setelah selesai klik OK pada menu system configuration.

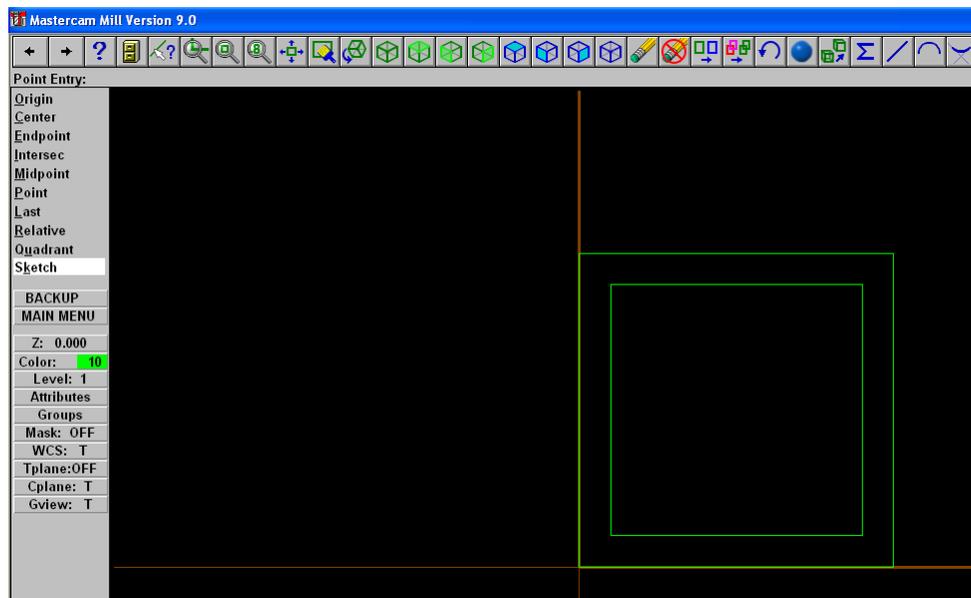


B. Menggambar benda kerja

1. Benda kerja yang akan dibuat adalah persegi dengan ukuran 40 mm x 40 mm dengan radius pojok 5 mm dengan ketebalan 5 mm. Bahan ukuran 50 mm x 50 mm x 50 mm.
2. Langkah menggambar :
 - a. Klik Main menu
 - b. Klik create
 - c. Klik rectangle
 - d. Klik 2 point
 - e. Klik origin
 - f. Ketik 50,50 enter

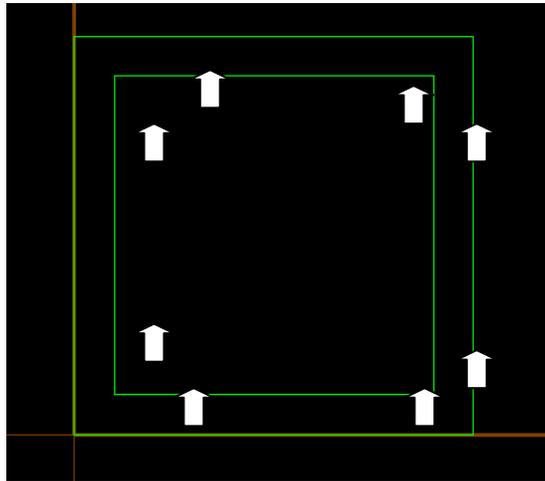


- g. Tulis 5,5 enter
- h. Tulis 45,45 enter

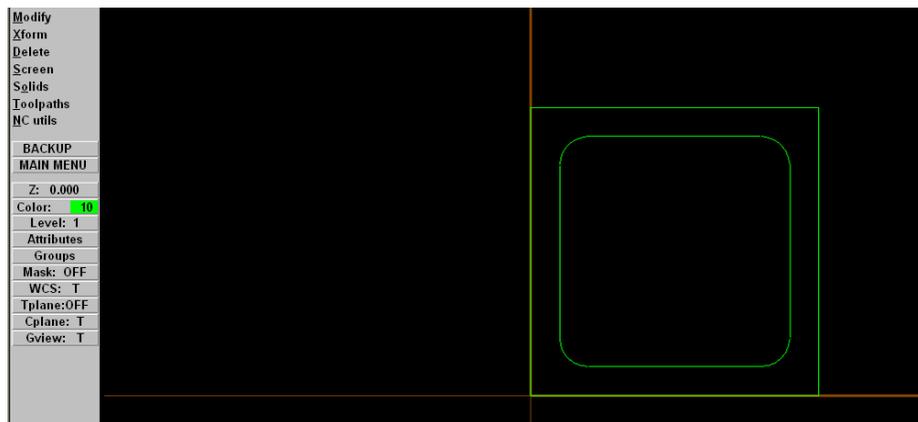


- i. Klik Main menu
- j. Klik Modify
- k. Klik fillet
- l. Klik Radius
- m. Ketik 5

- n. Pilih garis dengan kursor. Bagian yang akan difillet



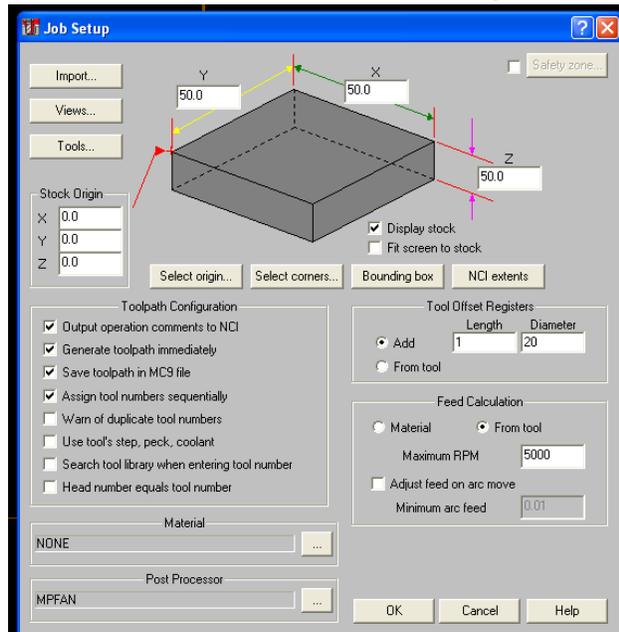
- o. Hasilnya adalah sebagai berikut. Kemudian tekan esc, dan esc lagi untuk kembali ke menu utama



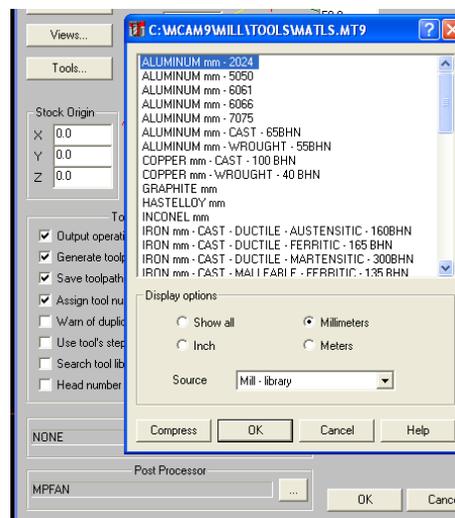
- p. Simpan gambar, dengan cara klik: file, save, beri nama gambar (misal kotak40), save.

C. Membuat simulasi penyayatan/pemotongan benda kerja

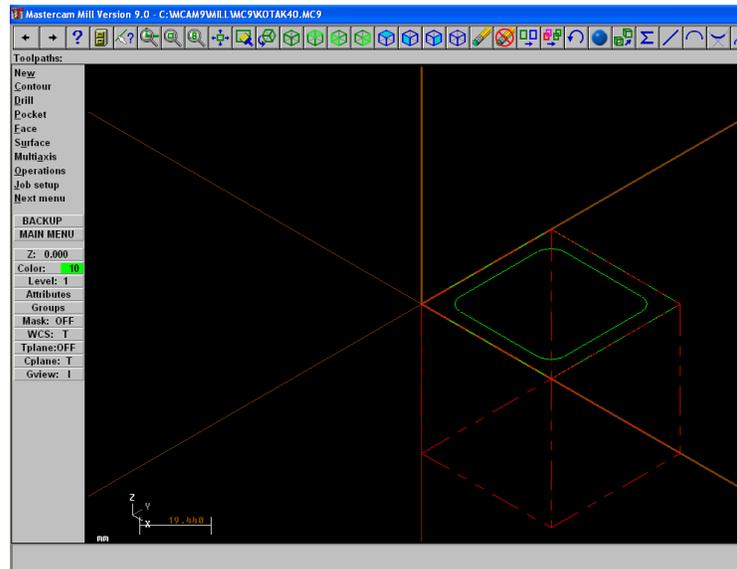
1. Klik toolpath
2. Klik job setup. Pindahkan titik stock origin dari tengah benda kerja ke kiri atas dengan cara drag and drop. Kemudian isi ukuran bahan (stock) benda kerja X 50, Y 50, dan Z 50. Kemudian centang Display stock.



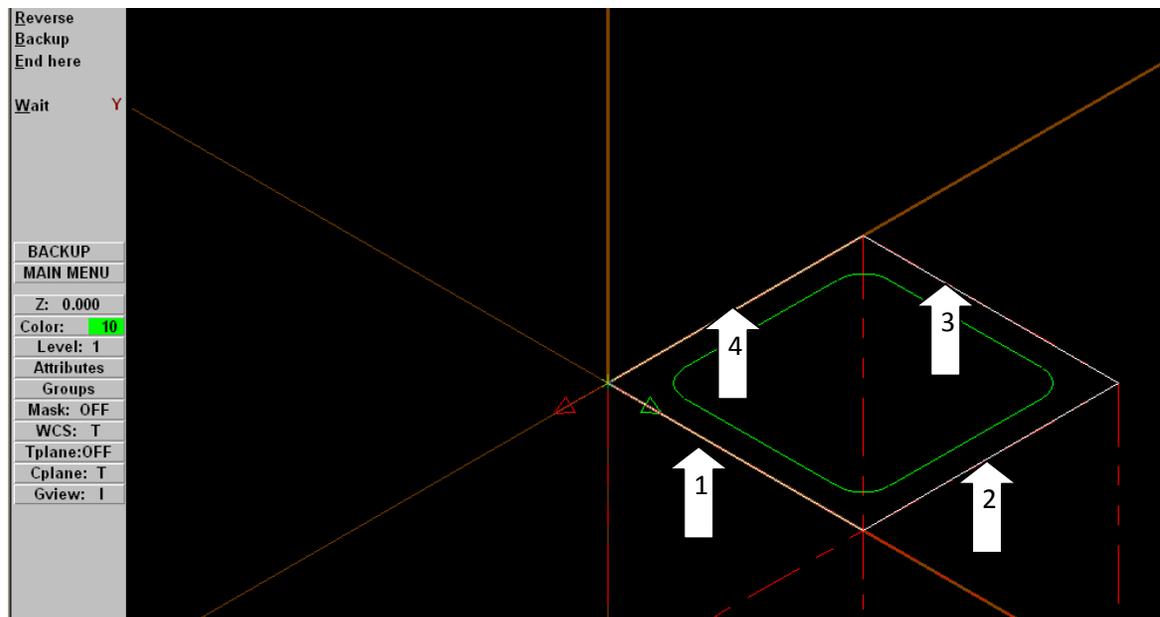
3. Pilih material yang digunakan, dengan cara klik pada kotak cari material (...), dan pilih mill library, pilih bahan Aluminium 2024, OK, OK



4. Klik kanan mouse, kemudian pilih isometric. Bila gambar terlalu besar pilih Unzoom 0.8 beberapa kali. Tampilan gambar dan bahannya adalah sebagai berikut.

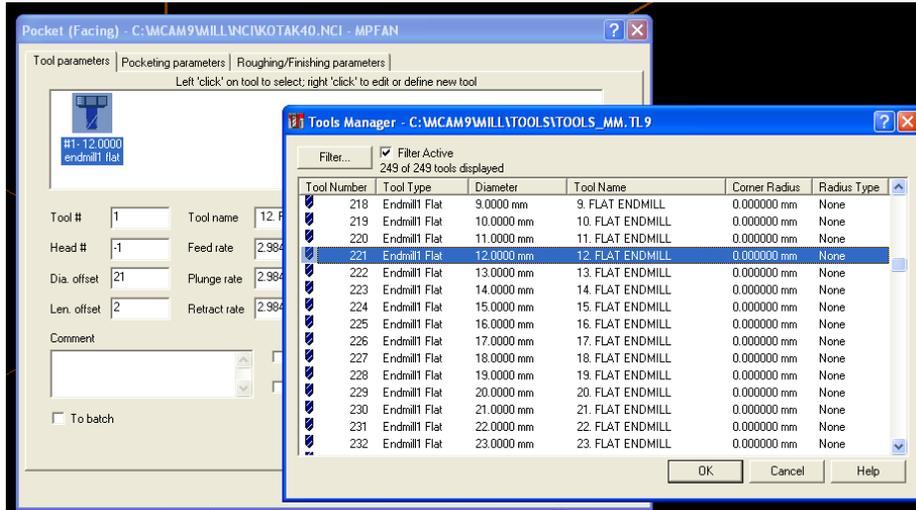


5. Klik main menu, tool path, pocket. Kemudian pilih garis batas untuk membuat proses facing (empat garis pinggir benda kerja) dengan klik satu per satu garis tersebut. Ketika klik garis yang pertama perhatikan menu (pastikan Wait pada Y, kalau belum klik tulisan Wait). Perhatikan arah anak panah, arah klik garis berikutnya ikuti arah panah merah.

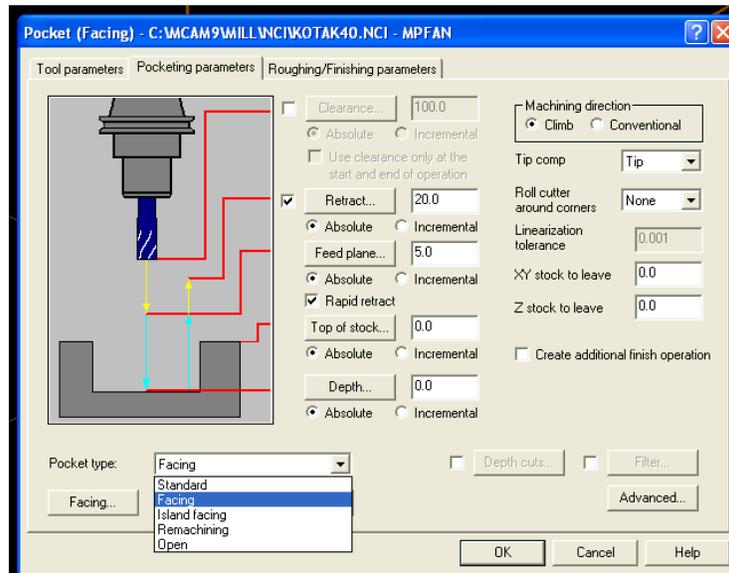


Setelah empat garis dipilih, klik End here, done.

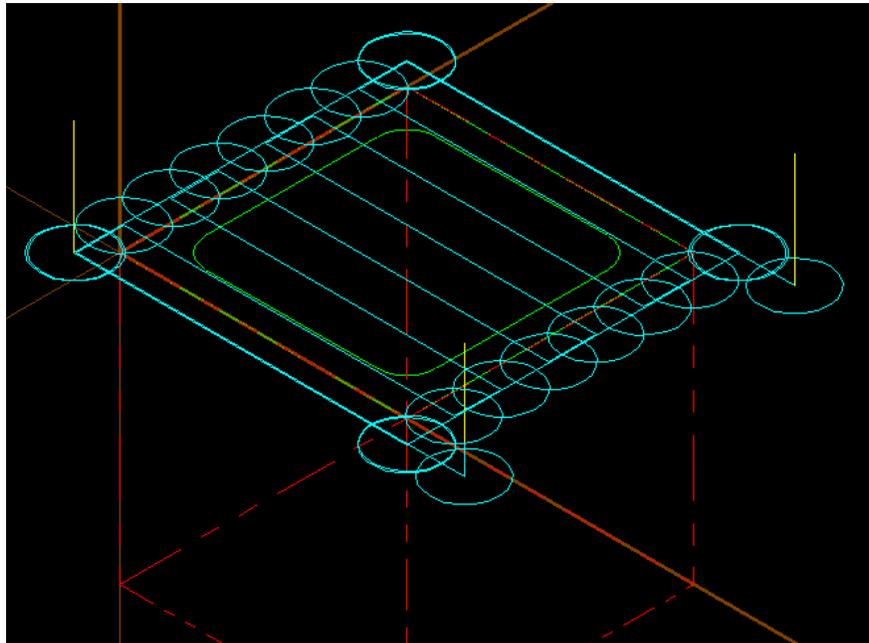
- Setelah proses di atas, akan muncul kotak menu Pocket (Facing). Pada kotak tool, klik kanan, klik get tool from library. Pilih tool yang akan digunakan (misal dipilih Endmill 12 mm flat), klik OK



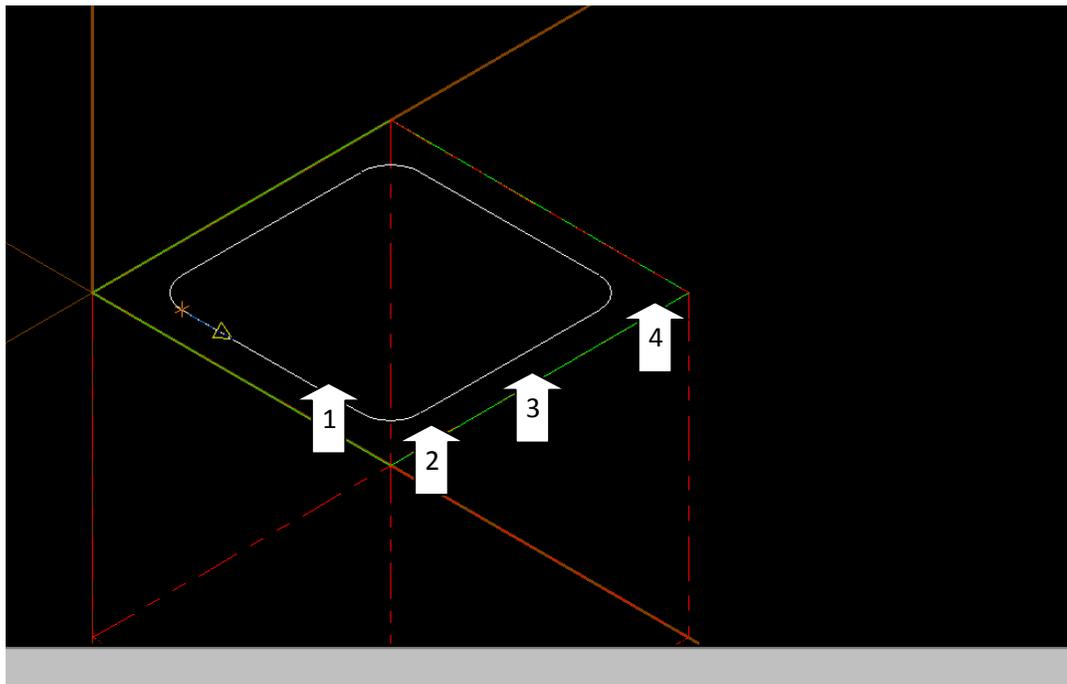
- Pilih pocket parameter. Tentukan (isilah dengan angka) jarak retract, feed plane, top of stock, depth of cut. Pada menu pocket type pilih facing. Klik OK.



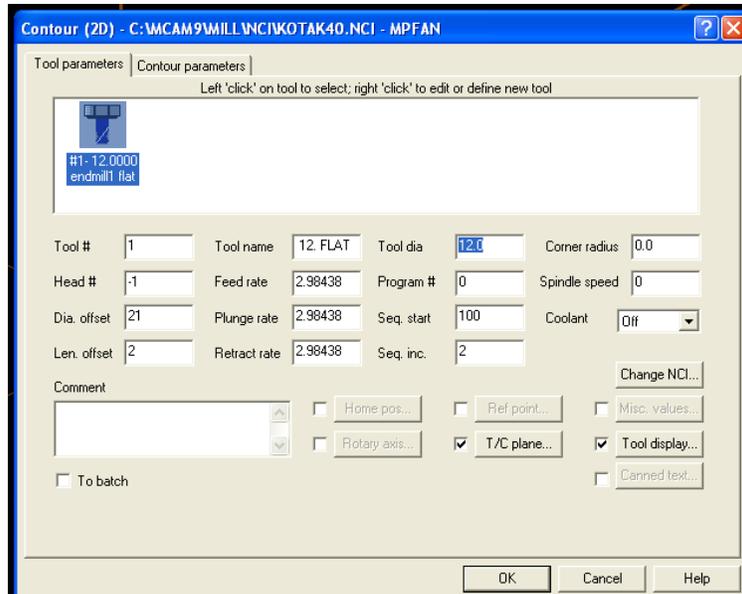
8. Simulasi proses facing tampil sebagai berikut



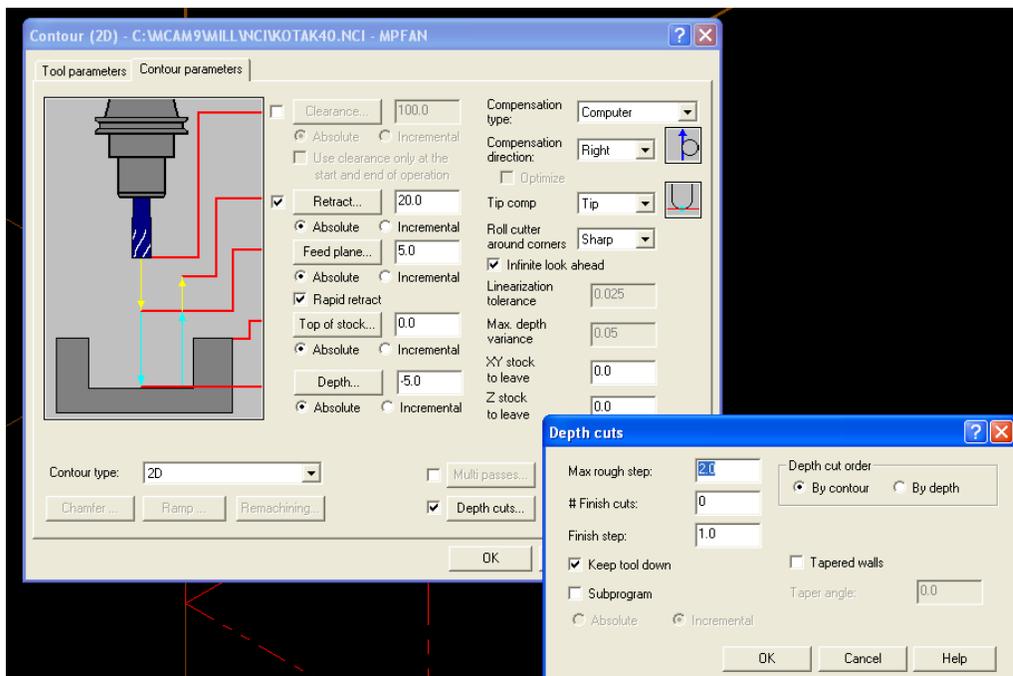
9. Langkah selanjutnya adalah membuat bentuk kotak beradius. Pilih main menu, toolpath, contour. Pilih garis kontur yang akan dibuat dengan urutan seperti gambar berikut (1,2,3,4,dst ... perhatikan arah anak panah merah)



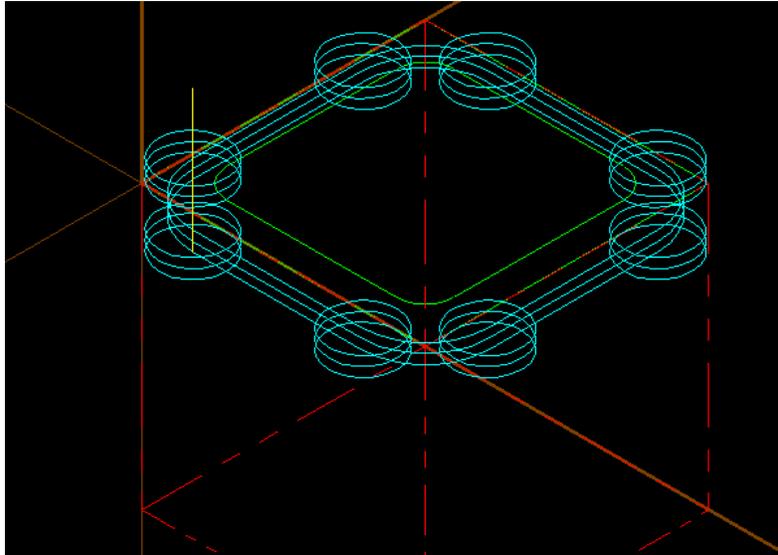
10. Setelah garis kontur dipilih semua (warna garis berubah menjadi merah), klik End here, Done.



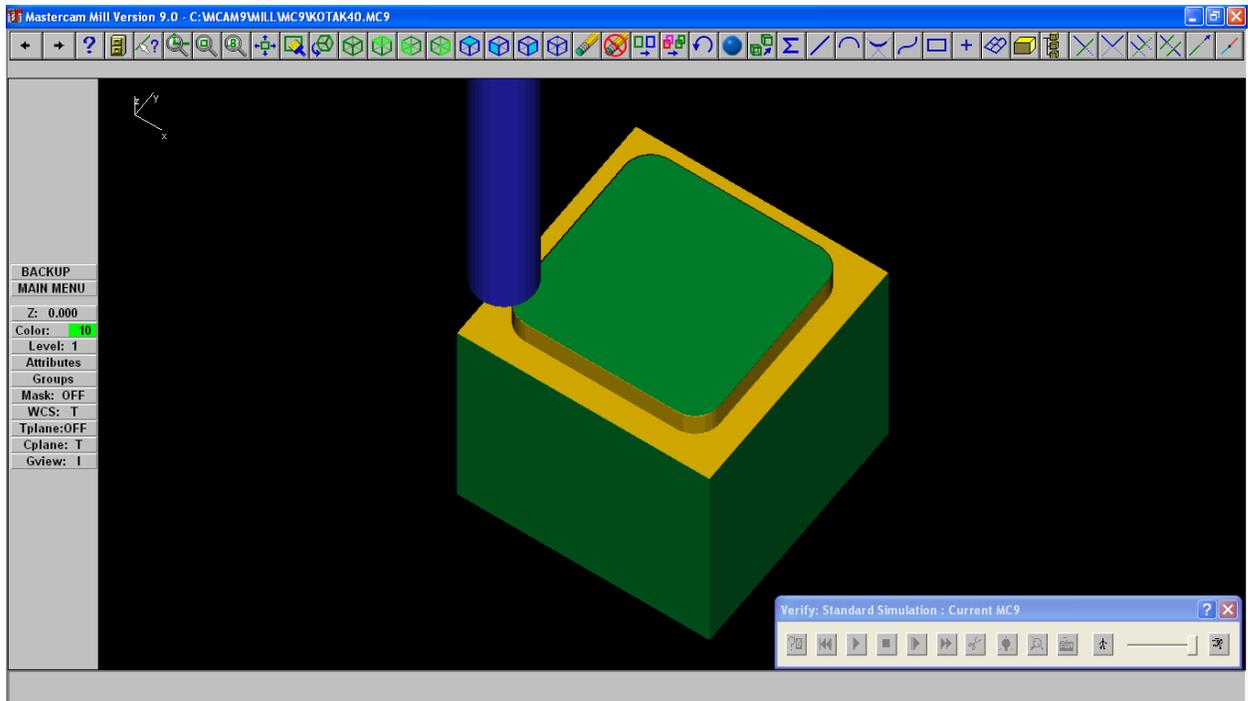
11. Kita gunakan tool yang sama, maka kemudian pilih contour parameter. Isi data seperti gambar. Pilih depth of cut 2 mm. Klik OK, OK



12. Tampilan simulasi



13. Untuk menampilkan simulasi dalam 3 dimensi. Pilih Main menu, NC Utils, verify, dan jalankan program



14. Langkah membuat program CNC sama seperti pada Modul tutorial bubut, yaitu dengan Main menu, NC Utils, Post Proc, Run. Program tersebut seperti berikut :

```
%  
(PROGRAM NAME - KOTAK40 )  
(DATE=DD-MM-YY - 22-09-11 TIME=HH:MM - 20:37 )  
N100 G21  
N102 G90 G80 G40 G0  
G15 H-01  
( 12. FLAT ENDMILL TOOL - 1 DIA. OFF. - 21 LEN. - 2 DIA. - 12. )  
N104 G0 G90 X63.75 Y-3.75 A0.  
N106 S0 M5  
N108 G56 H2 Z20.  
N110 Z5.  
N112 G1 Z0. F3.  
N114 X53.75  
N116 X-3.75  
N118 Y4.464  
N120 X53.75  
N122 Y12.679  
N124 X-3.75  
N126 Y20.893  
N128 X53.75  
N130 Y29.107  
N132 X-3.75  
N134 Y37.321  
N136 X53.75  
N138 Y45.536  
N140 X-3.75  
N142 Y53.75  
N144 X53.75  
N146 X63.75  
N148 G0 Z20.  
N150 X-4. Y-4.  
N152 Z5.  
N154 G1 Z0.  
N156 X54.  
N158 Y54.  
N160 X-4.  
N162 Y-4.  
N164 G0 Z20.  
N166 X10. Y-1.  
N168 Z5.  
N170 G1 Z-1.667  
N172 X40.  
N174 G3 X51. Y10. J11.
```

N176 G1 Y40.
N178 G3 X40. Y51. I-11.
N180 G1 X10.
N182 G3 X-1. Y40. J-11.
N184 G1 Y10.
N186 G3 X10. Y-1. I11.
N188 G1 Z-3.333
N190 X40.
N192 G3 X51. Y10. J11.
N194 G1 Y40.
N196 G3 X40. Y51. I-11.
N198 G1 X10.
N200 G3 X-1. Y40. J-11.
N202 G1 Y10.
N204 G3 X10. Y-1. I11.
N206 G1 Z-5.
N208 X40.
N210 G3 X51. Y10. J11.
N212 G1 Y40.
N214 G3 X40. Y51. I-11.
N216 G1 X10.
N218 G3 X-1. Y40. J-11.
N220 G1 Y10.
N222 G3 X10. Y-1. I11.
N224 G0 Z20.
N226 M5
N228 G53 Z0.
N230 G53 X0. Y0. A0.
N232 M30
%

Soal latihan

1. Buatlah gambar identik dengan gambar pada contoh di atas, tetapi diameter pojoknya adalah 5 mm, 8 mm, 10 mm, dan 12 mm. Gunakan tool dengan diameter 14 mm untuk proses penyayatan simulasi dengan mastercam.
2. Buatlah gambar kerja sendiri dengan ukuran bahan 60 mm x 60 mm, kemudian buatlah program CNC dengan mastercam!

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 .
- 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 Milling*. Federal Republic of Germany: Siemens AG .
- Siemens.(2003). *Operation and Programming 08/2003 Edition Sinumerik 802S base line, Sinumerik 802C base line Turning*. Federal Republic of Germany: Siemens AG .
- Siemens. (2009). *Sinutrain*. Diambil pada tanggal 1 Desember 2009, dari (www.cncdesign.com.au/product/training_sinutrain.html) .
- Swansoft. (2007). *Swan NC Simulation Software*. Nanjing: Swan Software Technology Co.Ltd.