

CAD/CAM untuk Mesin Bubut dan Frais CNC

Menggunakan *Mastercam* 9 dan X3

Dr. Bernardus Sentot Wijanarka, MT.



CADCAM
untuk Mesin Bubut dan Frais CNC
Menggunakan Mastercam 9 dan X3

UU No 19 Tahun 2002 Tentang Hak Cipta

Fungsi dan Sifat hak Cipta Pasal 2

1. Hak Cipta merupakan hak eksklusif bagi pencipta atau pemegang Hak Cipta untuk mengumumkan atau memperbanyak ciptaannya, yang timbul secara otomatis setelah suatu ciptaan dilahirkan tanpa mengurangi pembatasan menurut peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Hak Terkait Pasal 49

1. Pelaku memiliki hak eksklusif untuk memberikan izin atau melarang pihak lain yang tanpa persetujuannya membuat, memperbanyak, atau menyiarkan rekaman suara dan/atau gambar pertunjukannya.

Sanksi Pelanggaran Pasal 72

1. Barangsiapa dengan sengaja dan tanpa hak melakukan perbuatan sebagaimana dimaksud dalam pasal 2 ayat (1) atau pasal 49 ayat (2) dipidana dengan pidana penjara masing-masing paling singkat 1 (satu) bulan dan/atau denda paling sedikit Rp 1.000.000,00 (satu juta rupiah), atau pidana penjara paling lama 7 (tujuh) tahun dan/atau denda paling banyak Rp 5.000.000.000,00 (lima miliar rupiah).
2. Barangsiapa dengan sengaja menyiarkan, memamerkan, mengedarkan, atau menjual kepada umum suatu ciptaan atau barang hasil pelanggaran Hak Cipta sebagaimana dimaksud dalam ayat (1), dipidana dengan pidana penjara paling lama 5 (lima) tahun dan/atau denda paling banyak Rp 500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah)

CAD/CAM

untuk Mesin Bubut dan Frais CNC

Menggunakan Mastercam 9 dan X3

Dr. Bernardus Sentot Wijanarka, MT.





deepublish | publisher

Jl. Elang 3, No 3, Drono, Sardonoharjo, Ngaglik, Sleman
Jl.Kaliurang Km.9,3 – Yogyakarta 55581
Telp/Faks: (0274) 4533427
Hotline: 0838-2316-8088
Website: www.deepublish.co.id
e-mail: deepublish@gmail.com

Katalog Dalam Terbitan (KDT)

WIJARNAKA, Bernardus Sentot

CADCAM untuk Mesin Bubut dan Frais CNC Menggunakan Mastercam 9 dan X3/
oleh Bernardus Sentot Wijarnaka.--Ed.1, Cet. 1--Yogyakarta: Deepublish, September 2013.

viii, 188 hlm.; 23 cm

ISBN 978-602-280-049-1

1. Mesin Bubut

I. Judul

621.94

Desain cover : Herlambang Rahmadhani
Penata letak : Ika Fatria Iriyanti

PENERBIT DEEPUBLISH
(Grup Penerbitan CV BUDI UTAMA)
Anggota IKAPI (076/DIY/2012)

Isi diluar tanggungjawab percetakan

Hak cipta dilindungi undang-undang
Dilarang keras menerjemahkan, memfotokopi, atau
memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini
tanpa izin tertulis dari Penerbit.

KATA PENGANTAR

Perangkat lunak CadCam sebagai alat untuk membuat program CNC pada saat ini selalu digunakan di industri manufaktur modern. Perangkat lunak CadCam yang beredar di pasaran sangat beragam dari yang mudah sampai dengan yang kompleks pengoperasiannya. Perangkat lunak CadCam tersebut biasanya harganya sangat mahal, sehingga untuk mempelajarinya tidak semua orang memiliki kesempatan. Pada saat ini perangkat lunak Mastercam merupakan perangkat lunak CadCam yang paling banyak digunakan di industri pemesinan di Indonesia.

Buku ini disusun untuk memenuhi kebutuhan akan buku panduan praktis pengoperasian perangkat lunak CadCam untuk para mahasiswa teknik mesin, pengajar, dan praktisi teknik pemesinan CNC. Buku ini sengaja disusun mulai yang paling sederhana yaitu membuat gambar sederhana dengan MasterCam sampai dengan membuat simulasi pemesinan untuk mesin bubut CNC dan mesin frais CNC. Benda kerja yang dibuat di buku ini sengaja untuk benda yang tidak rumit, sehingga mudah dan cepat dipelajari. Benda kerja yang dibuat khususnya benda kerja dua dimensi. Materi pembahasan dalam buku ini meliputi MasterCam 9 dan ditambah Mastercam X3.

Semoga buku ini dapat menambah pengetahuan dan keterampilan para pembaca. Penulis berharap ada masukan dari para pembaca untuk menyempurnakan buku ini.

Yogyakarta, 1 Juni 2013
Penulis,

Bernardus Sentot W

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	v	
DAFTAR ISI	vii	
BAB I	PENGENALAN PERANGKAT LUNAK CAD/CAM DAN MASTERCAM VERSI 9	1
BAB II	MESIN PERKAKAS CNC.....	7
A.	Mesin Bubut CNC.....	7
B.	Kode pemrograman untuk mesin bubut CNC.....	9
C.	Mesin Frais CNC	23
D.	Kode pemrograman untuk mesin Frais CNC.....	27
E.	Sistem kontrol CNC dan kode G yang digunakan	39
BAB III	MENGGAMBAR BENDA KERJA DENGAN MASTERCAM DESIGN 9.....	47
A.	Menu pada Mastercam 9.....	47
B.	Seting awal program mastercam Design 9	49
C.	Menggambar garis (<i>line</i>) 2D.....	50
D.	Menggambar bentuk lengkung (<i>arc</i>)	54
E.	Menggambar segi banyak.....	55
F.	Mengedit gambar dua dimensi dengan <i>fillet</i> , <i>chamfer</i> , <i>trim</i> dan <i>mirror</i>	57
G.	Menggambar dimensi (ukuran) benda kerja	64
H.	Soal latihan	70
BAB IV	PAHAT BUBUT DAN PISAU FRAIS.....	73
A.	Pahat Bubut.....	73
B.	Pahat bubut pada Mastercam Lathe 9.....	78
C.	Pisau Frais.....	83
D.	Pisau frais pada Mastercam Mill 9	86

E.	Peralatan dan asesoris untuk memegang pisau frais	87
BAB V	MASTERCAM LATHE 9 UNTUK MESIN BUBUT CNC.....	89
A.	Menganalisis gambar kerja untuk proses pembuatan program CNC dengan Mastercam Lathe 9	89
B.	Langkah membuat program CNC untuk mesin bubut CNC dengan Mastercam Lathe 9	92
C.	Soal Latihan dan tugas.....	103
D.	Pembuatan benda kerja poros beralur dan ulir dengan Mastercam Lathe 9	104
E.	Melakukan setting penyayatan/pemotongan untuk simulasi	105
BAB VI	MASTERCAM MILL 9 UNTUK MESIN FRAIS CNC	125
A.	Pengaturan awal/ seting	125
B.	Menggambar benda kerja	127
C.	Membuat simulasi penyayatan/pemotongan benda kerja.....	129
D.	Soal latihan	138
E.	Membuat kantong (<i>pocket</i>) dan lubang dengan proses <i>drilling</i>	139
F.	Membuat kantong (<i>pocket</i>) dengan pulau (<i>island</i>).....	155
G.	Soal Latihan.....	161
BAB VII	MASTERCAM X	163
A.	<i>Interface</i> Mastercam X	163
B.	Membuat simulasi proses pemesinan bubut CNC.....	164
C.	Membuat simulasi proses pemesinan frais CNC	174
D.	Soal latihan	186
DAFTAR PUSTAKA	188

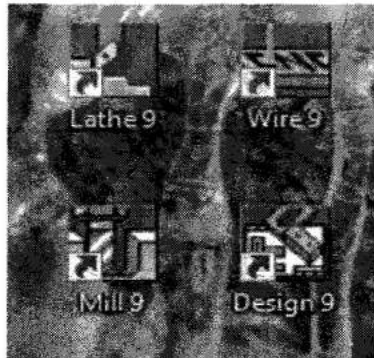
BAB I

PENGENALAN PERANGKAT LUNAK CAD/CAM DAN MASTERCAM VERSI 9

CAD/CAM adalah singkatan dari *Computer- Aided Design and Computer- Aided Manufacturing*. Aplikasi CAD/CAM digunakan untuk mendesain suatu bagian mesin dan membuat program CNC untuk proses pemesinannya (MasterCam, 2008:1). Terdapat banyak perangkat lunak CAD/CAM yang beredar di pasaran, antara lain: Emcodraft CadCam, MasterCam, BobCam, DelCam, dan SolidCam. Pada buku ini akan dibahas penggunaan perangkat lunak Mastercam dan pembuatan program CNC untuk mesin bubut CNC dan mesin frais CNC.

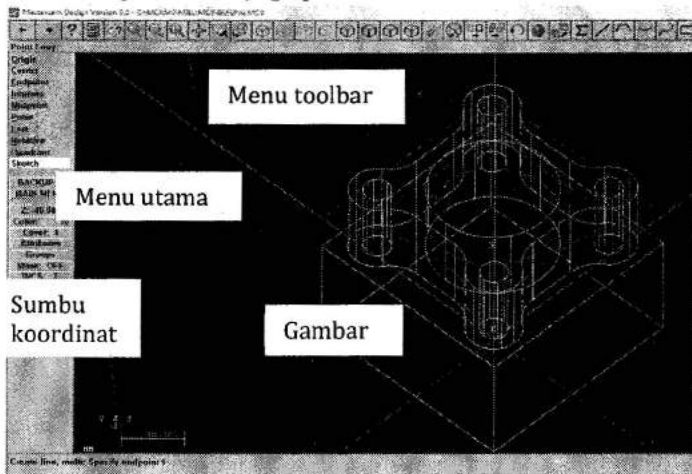
Perangkat lunak Mastercam adalah perangkat lunak yang dikembangkan oleh *CNC Software, Inc* dari Amerika Serikat. Mastercam adalah perangkat lunak yang digunakan untuk menggambar (*design*) dan membuat program CNC. Program CNC yang dibuat digunakan untuk memprogram mesin bubut (*lathe*), mesin frais (*mill*) dan mesin *wire cutting*. Mastercam versi 9 terdiri dari empat buah program tersebut. Perangkat lunak mastercam memungkinkan pengerjaan mendesain, kemudian merencanakan proses pembuatannya melalui simulasi baik untuk mesin bubut, frais, maupun *wire cutting* dilaksanakan secara berurutan atau simultan.

Proses menggambar benda kerja pada Mastercam 9 dapat dilakukan pada program mastercam *design* atau pada *Lathe 9*, *Mill 9*, atau *Wire 9*. Tampilan ikon program (*shortcut*) Mastercam dibuat tersendiri untuk keperluan menggambar (*design*), proses bubut (*lathe*), proses frais (*mill*) dan proses *wire cutting* seperti Gambar 1.1. Eksekusi program dilakukan dengan cara klik dua kali pada gambar ikon program yang akan dijalankan.



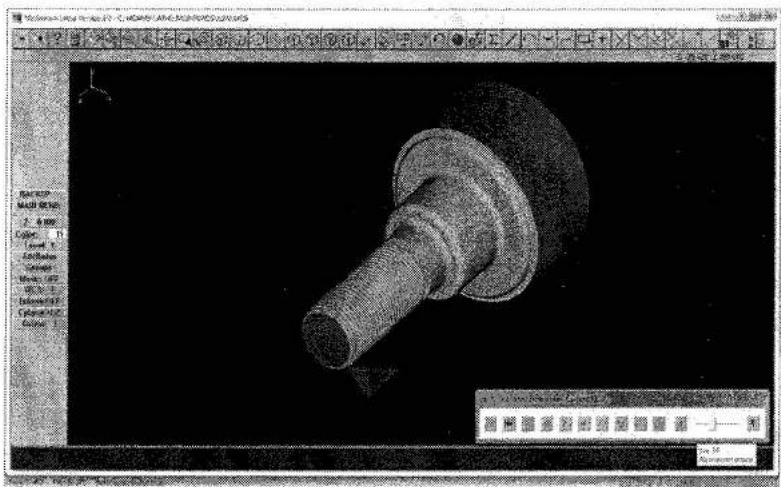
Gambar 1.1. Program Mastercam untuk *Design 9*, *Lathe 9*, *Mill 9* dan *Wire 9*

Program *Design 9* digunakan untuk membuat gambar rancangan atau gambar kerja beserta dimensi- dimensi benda kerjanya. Contoh gambar yang dihasilkan dari proses menggambar pada program *design* dapat dilihat pada Gambar 1.2. Nama-nama bagian-bagian menu utama dapat dilihat juga pada Gambar 1.2 tersebut.

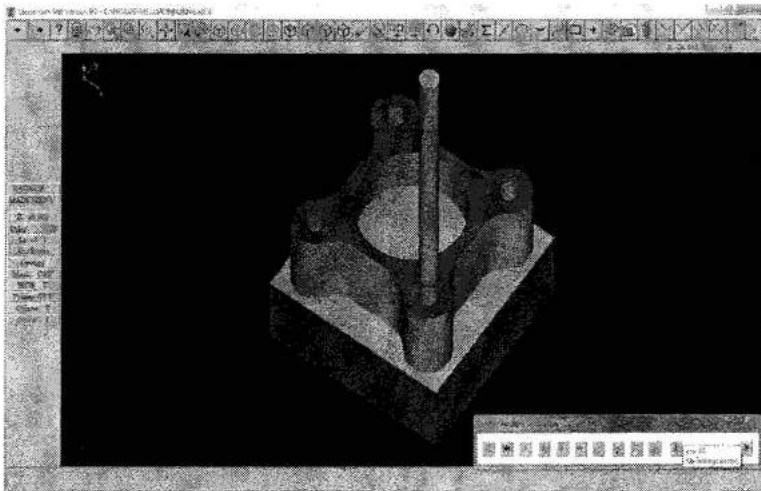


Gambar 1.2. Menu utama mastercam Design9 dengan gambar yang dihasilkan

Program *Lathe 9* digunakan untuk menggambar kontur benda kerja bubut, dan merencanakan proses pemesinannya melalui simulasi di layar komputer serta membuat program CNC (kode G) dengan *post processor*. Tampilan program *Lathe 9* dan hasilnya dapat dilihat pada Gambar 1.3. Program mastercam *Mill 9* digunakan untuk menggambar benda kerja yang akan dikerjakan dengan mesin frais, dan merencanakan proses pemesinannya melalui simulasi di layar komputer serta membuat program CNC (kode G) dengan *post processor*. Tampilan program *Mill 9* dan hasilnya dapat dilihat pada Gambar 1.4.

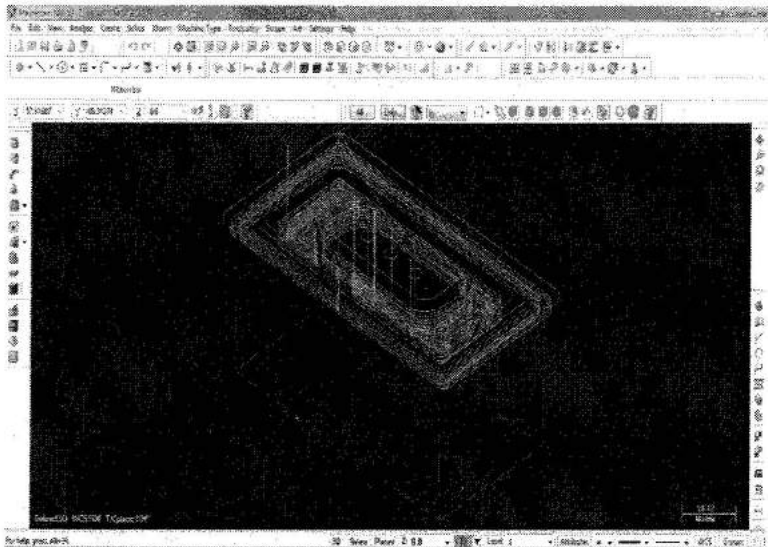


Gambar 1.3. Program mastercam *Lathe 9* dan hasil simulasi program proses bubut



Gambar 1.4. Program mastercam *Mill 9* dan hasil simulasi program proses frais

Selain mastercam versi 9, pada buku ini juga dibahas program mastercam versi X. Mastercam versi X ini adalah versi sesudah versi 9. Ada beberapa perubahan yang dilakukan oleh pihak pembuat perangkat lunak mastercam untuk versi X ini, antara lain: tampilan menu menyesuaikan dengan tampilan menu versi windows, program menggambar dan simulasi pemesinan bubut, frais dan *wire* dijadikan satu, perbaikan pada tampilan *toolbar*, dan perbaikan pada beberapa proses pemesinan bubut maupun frais. Selain itu mastercam X bisa juga digunakan untuk *router*, *5 axis*, dan *art*. Walaupun demikian, cara mengoperasikan mastercam 9 dan mastercam X dapat dikatakan 80% sama, artinya seseorang yang telah menguasai mastercam 9 akan dengan mudah belajar mengoperasikan mastercam versi X. Selain dari itu, *file* gambar maupun program CNC yang dibuat dengan menggunakan mastercam 9 dapat dijalankan di mastercam X. Tampilan antar muka mastercam X dapat dilihat pada Gambar 1.5 di bawah.



Gambar 1.5. Antar muka (*interface*) mastercam X3

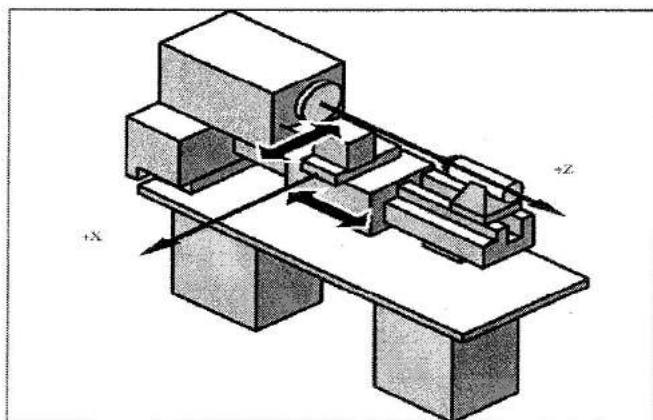
Pengetahuan atau kemampuan yang harus dikuasai untuk dapat menggunakan perangkat lunak mastercam ini adalah: (1) kemampuan mengoperasikan komputer dengan sistem operasi *windows*, (2) kemampuan membaca gambar kerja, (3) menguasai teori dan praktik proses pemesinan bubut CNC dan frais CNC, dan (4) kemampuan melakukan pengukuran menggunakan alat ukur presisi. Pada Bab II akan dibahas mengenai mesin CNC dan pemrogramannya yang dapat menjadi dasar pengetahuan untuk mengoperasikan perangkat lunak mastercam. Pembahasan secara mendetail mengenai pengoperasian program mastercam *Lathe* dan *Mill* akan dibahas mulai Bab III sampai Bab V.

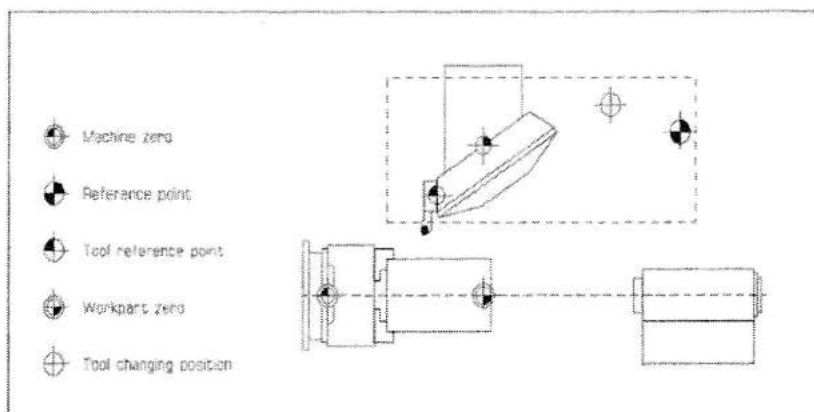
BAB II

MESIN PERKAKAS CNC

A. Mesin Bubut CNC

Mesin perkakas CNC (*Computer Numerical Controlled*) adalah mesin perkakas yang dalam pengoperasian proses pemotongan (*cutting*) benda kerja oleh pahat/alat potong dibantu dengan kontrol numerik dengan menggunakan komputer. Arah gerakan pahat pada mesin perkakas CNC disepakati menggunakan sistem koordinat. Sistem koordinat pada mesin bubut CNC (Gambar 2.1) adalah sistem koordinat kartesian dengan dua sumbu yaitu sumbu X, dan sumbu Z. Sistem koordinat mesin (MCS=*Machine Coordinate System*) 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).

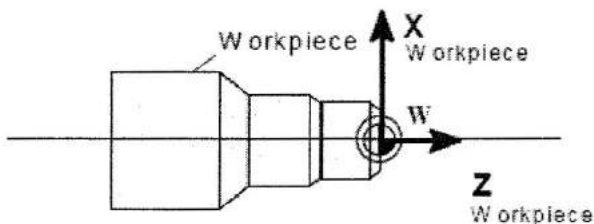




Gambar 2.1. Sistem koordinat pada mesin bubut CNC (MCS), dan titik nol yang ada di mesin bubut CNC (Siemens,2003 ; MTS.,1999)

Sumbu X didefinisikan sebagai sumbu yang tegak lurus terhadap sumbu spindel mesin bubut. Arah positif sumbu X adalah arah yang menjauhi sumbu spindel. Sumbu Z adalah sumbu yang sejajar dengan sumbu spindel dan arah positif adalah arah yang menjauhi kepala tetap mesin bubut. Untuk kepentingan pembuatan program CNC digunakan sistem kordinat benda kerja (*Workpiece Coordinate System= WCS*)

Pemrograman dapat dilakukan menggunakan sistem koordinat absolut dengan nama sumbu (X,Z) atau sistem koordinat inkremental dengan nama sumbu (U,W), atau campuran antara absolut dan inkremental (X/U, U/Z). Pada waktu membuat program dengan sistem koordinat absolut harap diingat bahwa sumbu X adalah harga diameter.



W- workpiece zero

B. Kode pemrograman untuk mesin bubut CNC

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

Ketentuan tersebut berlaku untuk mesin CNC dengan sistem kontrol sinumerik, sedangkan untuk mesin CNC dengan sistem kontrol yang lain disesuaikan dengan karakteristik masing- masing.

3) Struktur kata dan address adalah seperti Gambar di bawah

Satu kata terdiri dari address dan harga (value). Address berupa huruf kapital dan harga berupa angka (lihat Gambar 2.2).

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 2.2. Struktur kata

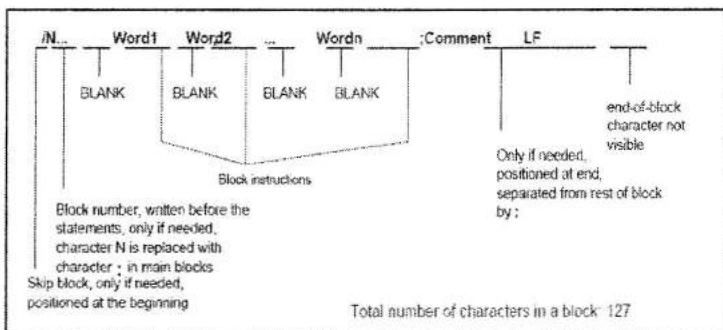
4) Jumlah karakter pada address

Satu kata boleh berisi beberapa huruf *address*. Akan tetapi dalam kasus ini, tanda sama dengan "=" harus disisipkan untuk menunjukkan harga dari angkanya terhadap huruf *address* 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 2.3. 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) Komentor/ catatan (*comment/remark*)

Catatan dapat digunakan untuk menjelaskan pernyataan dari blok program . Komentor 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

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) untuk sistem kontrol sinumerik. Ringkasan Instruksi yang digunakan secara ringkas dijelaskan di bawah.

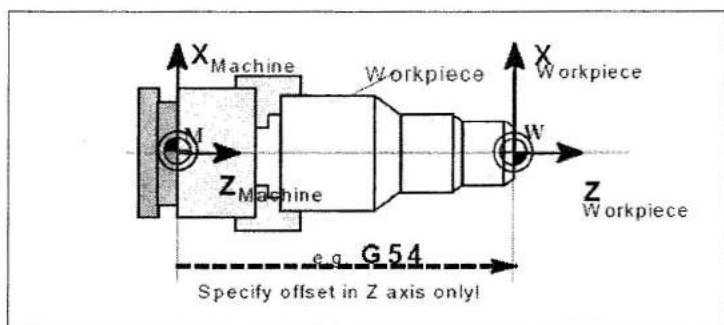
1) G54, pencekaman benda kerja dan pergeseran titik nol mesin ke titik nol benda kerja.

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.

Format :

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

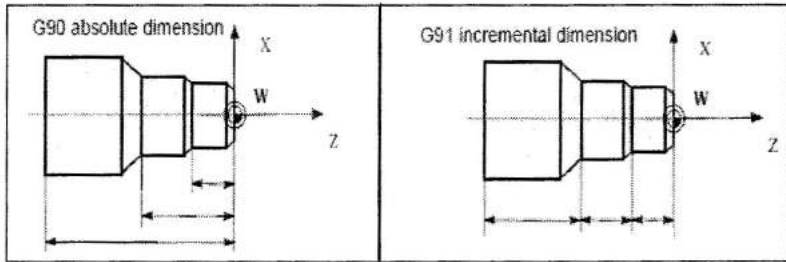
N...



Gambar 2.4. Pemindahan titik nol dari M ke W

2) 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 2.5. 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).

3) 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...

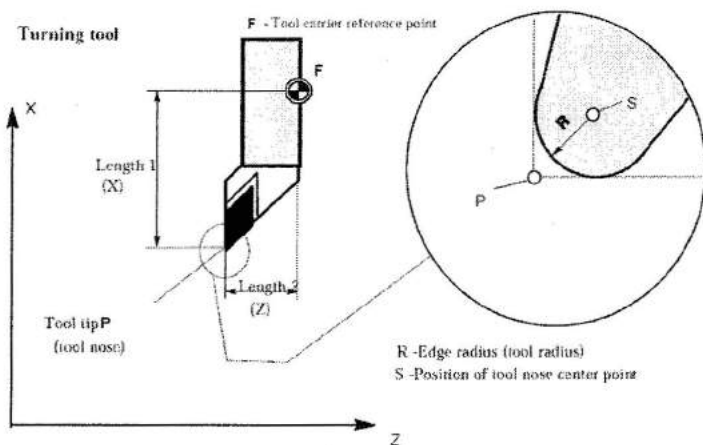
N... T1; berarti pahat 1 diaktifkan

N...

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

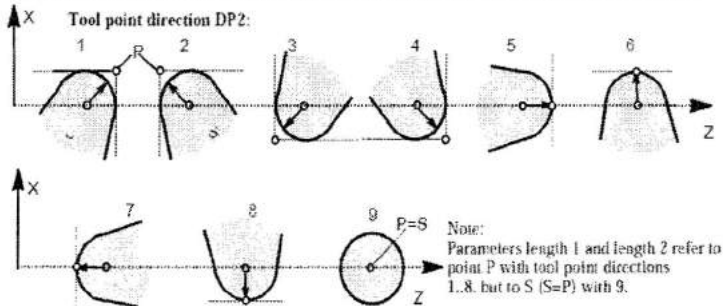
4) D, mengaktifkan kompensasi pahat

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 2.6. 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 2.7. 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.

5) 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 spindle. Apabila menggunakan G96 harus diprogram harga putaran maksimal, karena untuk G96 putaran spindle akan bertambah cepat ketika diameter mengecil dan menjadi tidak terhingga ketika diameternya 0 (misalnya pada proses *facing*). Harga F yang digunakan akan ikut terpengaruh apabila menggunakan G95 dengan satuan mm/putaran. Untuk mengaktifkan jumlah putaran spindle mesin frais CNC digunakan S diikuti dengan harga kecepatan potong dalam satuan meter/menit. Arah putaran spindle mengikuti perintah kode M, yaitu M3 putaran searah jarum jam, dan M4 putaran berlawanan arah jarum jam. Sedangkan perintah M5 putaran spindle berhenti.

Format :

N... M3

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

N...

6) 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 pada nomer blok berikutnya 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 spindle berputar.

Format :

N....

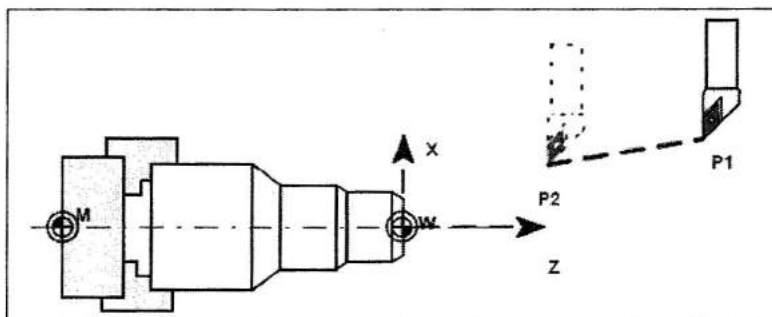
N... G94 F100; berarti harga gerak makan 100 mm/menit

N... M3 S1000

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

7) 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 2.8. Gerak cepat dengan G0

Format :

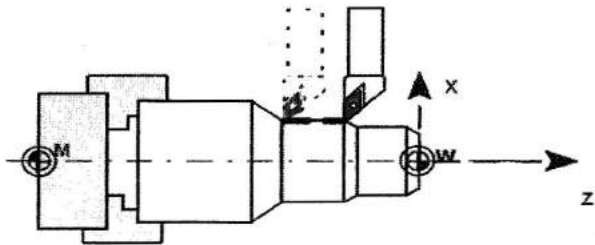
N...

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

N...

8) 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 (modal) sebelum dibatalkan oleh perintah dari kelompok yang sama (G0, G2, G3).



Gambar 2.9. 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...

9) 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.

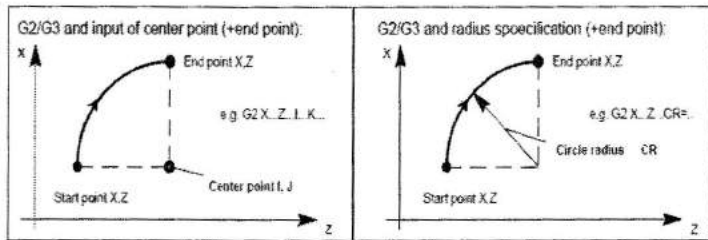
Format :

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

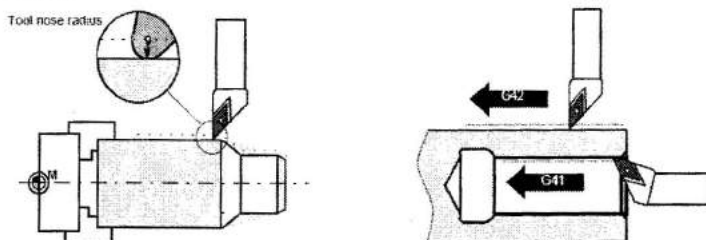
N...



Gambar 2.10. Gerak interpolasi melingkar G2 dan G3

10) 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 2.11. 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

11) 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

12) G33, pembuatan ulir dengan kisar konstan

Fungsi dari G33 adalah membuat 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)

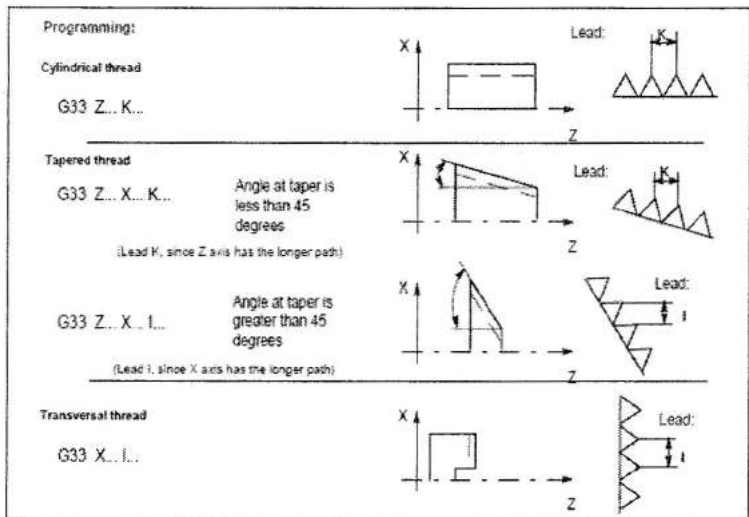
Fungsi pembuatan ulir ini memerlukan spindel dengan sistem pengukuran posisi. G33 tetap aktif sampai dibatalkan oleh instruksi dari kelompok yang sama yaitu G0, G1, G2, dan G3. Jenis ulir kanan atau kiri bisa dibuat dengan G33, proses tersebut diatur dengan arah putaran spindel yaitu M3 untuk ulir kanan dan M4 untuk ulir kiri. Jumlah putaran spindel diatur dengan kode S. Pada waktu membuat

ulir harus diperhatikan bahwa titik awal penyayatan dan titik akhir penyayatan pada titik yang sama.

Format :

- Untuk ulir silindris
N... G0 X... Z...
N... G33 Z... K...
N...
- Untuk ulir tirus (sudut tirus kurang dari 45°)
N... G0 X... Z...
N... G33 Z... X... K... ;
N...
- Untuk ulir tirus (sudut tirus lebih dari 45°)
N... G0 X... Z...
N... G33 Z... X... L... ;
N...
- Untuk ulir melintang
N... G0 X... Z...
N... G33 ... X... L... ;
N...

Penjelasan untuk pembuatan ulir tersebut dapat dilihat pada Gambar 2.12. Harap diperhatikan bahwa G33 bukan siklus pembuatan ulir, tetapi gerakan pemotongan ulir sekali jalan dengan kisar konstan.



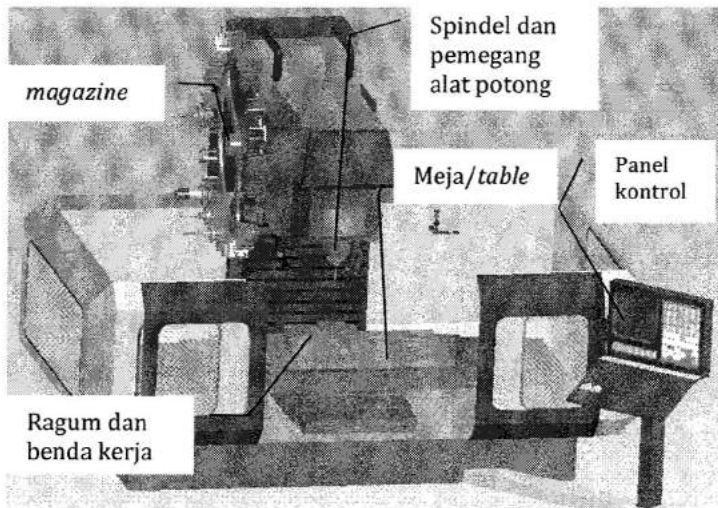
Gambar 2.12. Pemrograman pembuatan ulir dengan G33

C. Mesin Frais CNC

Mesin Frais CNC yang digunakan dalam bahasan 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 2.13 berikut.

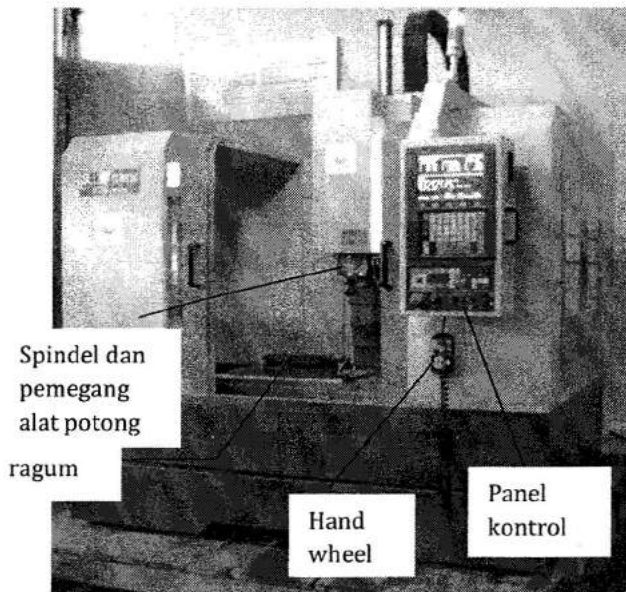


Gambar 2.13. Gambar skematis mesin frais CNC dan nama bagian-bagian utamanya

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 2.14.

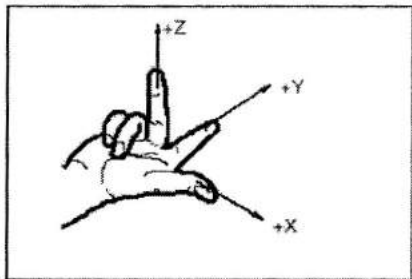
2) Tata Nama Sumbu Koordinat pada Mesin Frais CNC

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 2.15. Sumbu koordinat yang digunakan ialah sumbu X, sumbu Y dan sumbu Z. Sistem koordinat ini berfungsi untuk mendeskripsikan gerakan pada mesin sebagai gerakan relatif antara benda kerja dan alat potong.



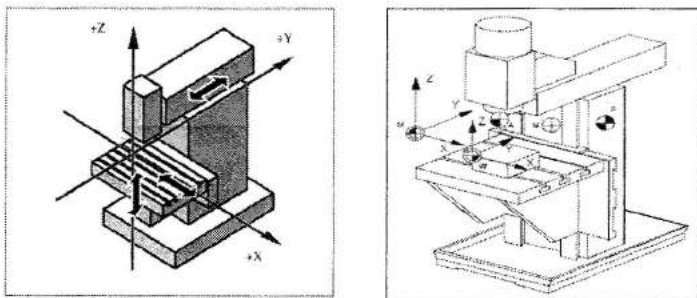
Gambar 2.14. Mesin frais CNC GSK tanpa *magazine*, untuk penggantian alat potong dilakukan secara manual.

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.



Gambar 2.15. Tata nama sumbu koordinat dan arah sumbu koordinat

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 2.16.



Gambar 2.16. Sistem koordinat pada mesin frais CNC, dan titik nol yang ada di mesin frais CNC (Siemens,2003 ; MTS.,1999)

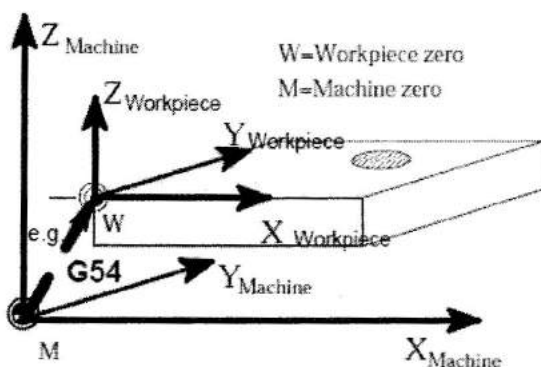
D. Kode pemrograman untuk mesin Frais CNC

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. Struktur program CNC untuk mesin frais sama dengan struktur program mesin bubut CNC pada sub bab sebelumnya.

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 pada mesin frais 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 berikutnya. Penjelasan dan gambar yang digunakan diambil dari buku Referensi yang dibuat oleh perusahaan Siemens (2003). Ringkasan Instruksi yang digunakan secara ringkas dijelaskan di bawah.

1) G54, G55, G56, dan G57, 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 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.



Gambar 2.17. Pergeseran titik nol mesin (M) ke titik nol benda kerja (W)

Format :

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

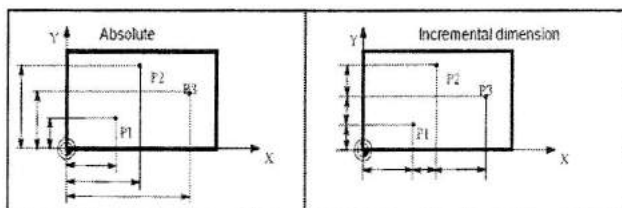
2) G90 pemrograman menggunakan koordinat absolut dan G91 pemrograman menggunakan koordinat *incremental*

Apabila di awal program CNC ditulis G90, maka pemosisian alat potong yang diperintah 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).

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.

G90 :Absolute dimensioning
G91 :Incremental dimensioning



Gambar 2.18. Pengukuran dengan sistem koordinat absolut dan inkremental

Format :

N.. G90 ; berarti sistem pengukuran absolut diaktifkan

N...

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

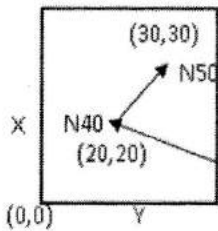
Contoh program 1, menggunakan sistem koordinat absolut:

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.

Posisi awal alat potong

Contoh program 2, menggunakan sistem koordinat *incremental*:

N30 G91

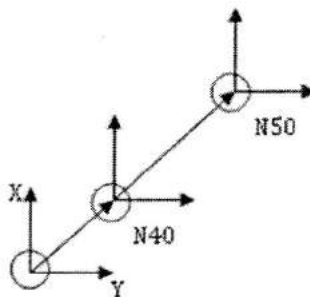
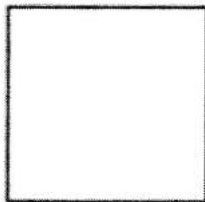
N40 G0 X20 Y20 ; berarti perintah bergerak menuju koordinat (20,20) dari posisi

; awal alat potong

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

.....

Gambaran gerakan alat potong adalah seperti gambar di bawa.



Posisi awal alat potong

3) 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.

4) 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).

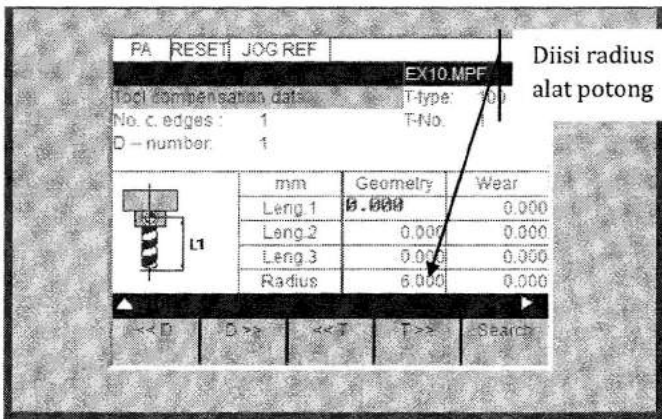
Format :

N....

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

N...

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



Gambar 2.19. Menu pengaturan kompensasi alat potong

5) 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	S (rpm) untuk alat potong HSS dengan diameter				
	6 mm	12 mm	25 mm	40 mm	50 mm
<i>Low-Carbon Steel</i>	1600	800	400	267	200
<i>High-Carbon Steel</i>	960	480	240	160	120
<i>Aluminum</i>	4000	2000	1000	667	500
<i>Brass & Bronze</i>	3200	1600	800	533	400

6) 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
<i>Plain Carbon Steels</i>	0,0012-0,025	0,050-0,075	0,075-0,1	0,025-0,050	0,050-0,1
<i>High Carbon Steel</i>	.0003-0,025	0,025-0,075	0,050-0,1	.0003-0,025	0,025-0,1
<i>Tool Steel</i>	0,0012-0,025	0,025-0,075	0,050-0,1	0,025-0,050	0,075-0,1
<i>Cast Aluminum Alloy</i>	0,050	0,075	0,125	0,075	0,2
<i>Cast Aluminum - Hard</i>	0,025	0,075	0,125	0,075	0,150
<i>Brasses & Bronzes</i>	0,0012-0,025	0,075-0,1	0,1-0,150	0,050-0,075	0,1-0,150
<i>Plastics</i>	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

7) G0, gerak cepat lurus

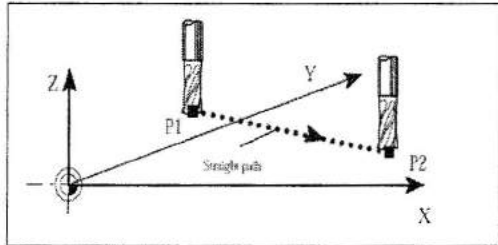
G0 berfungsi untuk menempatkan (memposisikan) alat potong secara cepat dan tidak menyayat benda kerja. Semua sumbu bisa bergerak secara bersama (simultan), sehingga menghasilkan jalur lurus (lihat gambar di samping). Perintah G0 akan selalu aktif sebelum dibatalkan oleh perintah dari kelompok yang sama,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

Format :

N...

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

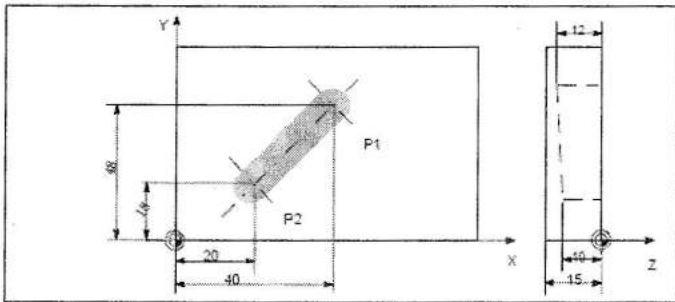
N...



Gambar 2.20. Gerak cepat lurus G0

8) 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).



Gambar 2.21. Gerak interpolasi lurus

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...

9) 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.

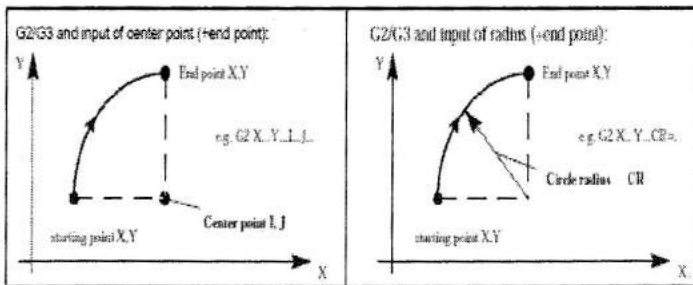
Format :

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

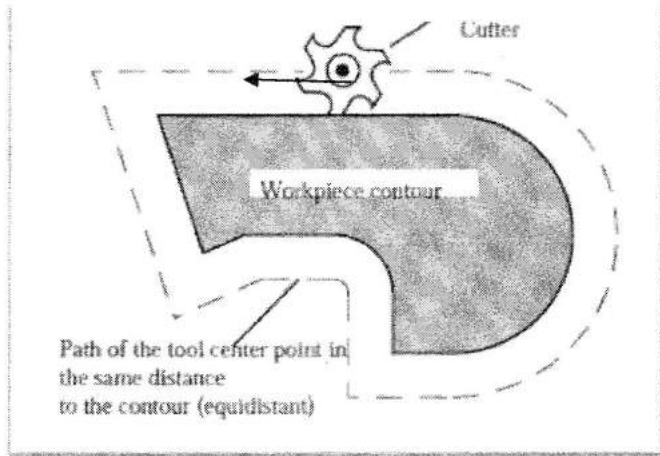
N... G2 X... Y...CR=10; bergerak melingkar ke (X,Y) dengan radius 10

N...



Gambar 2.22. Gerak interpolasi melingkar

10) G41, G42, G40, kompensasi alat potong kiri dan kanan



Gambar 2.23. Kompensasi radius alat potong

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

11) 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

M30= program selesai.

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

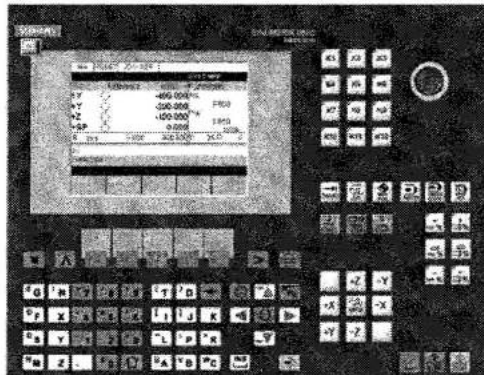
Catatan:

Kode program G0, G01, G02, dan G03 berlaku untuk semua sistem kontrol mesin perkakas CNC. Demikian juga kode M2, M3, M4, M5, M8, M9, M30 juga berlaku untuk sebagian besar mesin perkakas CNC. Program siklus diatur tersendiri oleh produsen sistem kontrol sesuai dengan jenis sistem kontrol yang digunakan. Pada pembuatan program CNC dengan menggunakan perangkat lunak Cadcam (misal Mastercam) kode program yang dihasilkan adalah kode G dan kode M yang berlaku untuk semua mesin perkakas CNC. Sub bab berikut dipaparkan mengenai panel kontrol dan kode G yang digunakan oleh sinumerik, Fanuc dan GSK.

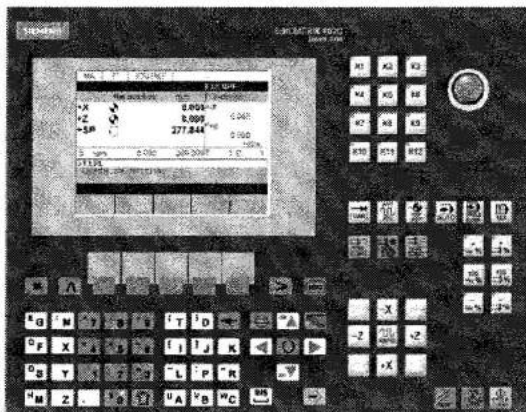
E. Sistem kontrol CNC dan kode G yang digunakan

Pemrograman dengan menggunakan kode G pada sub bab di atas adalah untuk mesin dengan sistem kontrol Sinumerik 802 S/C. Panel kontrol untuk mesin dengan sistem kontrol sinumerik 802 S/C adalah sebagai berikut.

1) Panel kontrol mesin frais CNC Sinumerik 802 S/C



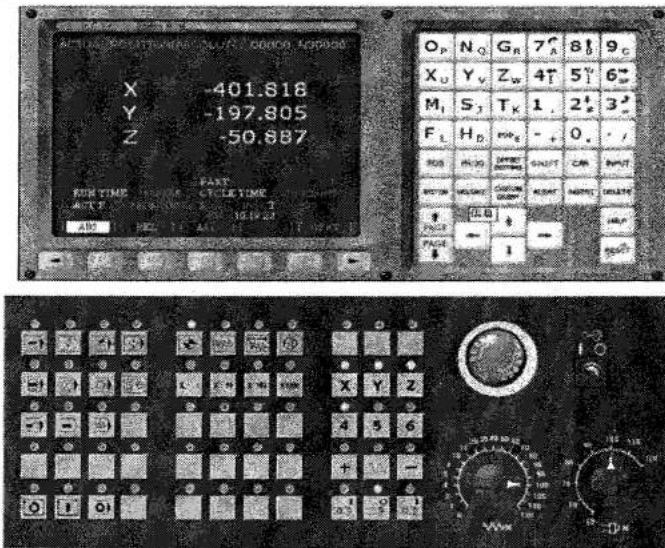
Gambar 2.24. Panel kontrol CNC Sinumerik 802 S/C base line untuk mesin frais



Gambar 2.25. Panel kontrol CNC Sinumerik 802 S/C base line untuk mesin bubut

2) Panel kontrol mesin frais CNC Fanuc OiM

Pada dasarnya kontrol panel pada sistem kontrol Fanuc OiM ini sama dengan sistem kontrol pada mesin CNC yang lain yaitu terdiri dari kelompok tombol pengoperasian CNC dan pengoperasian mesin.



Gambar 2.26. Panel kontrol mesin Frais CNC Fanuc OiM

Kode G mesin frais CNC yang digunakan untuk pembuatan program CNC dengan menggunakan Fanuc OiM adalah sebagai berikut.

Tabel 2.3. Kode G untuk mesin frais CNC dengan sistem kontrol Fanuc OiM

Kode G	Fungsi
G00	Gerak cepat (pemosisian)
G01	Interpolasi lurus
G02	Interpolasi melingkar searah jarum jam
G03	Interpolasi melingkar berlawanan arah jarum jam

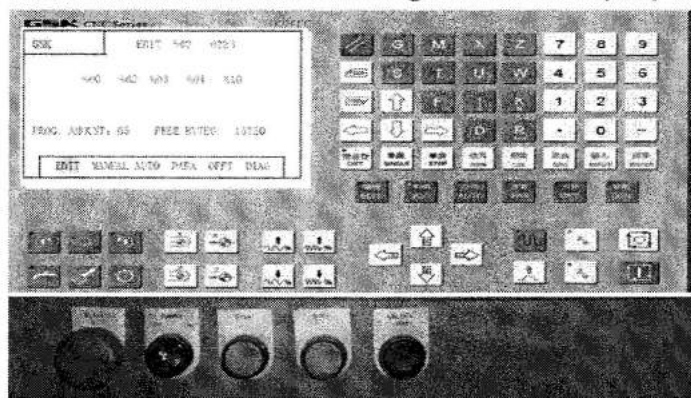
Kode G	Fungsi
G04	Berhenti sementara (dwell)
G15/G16	Perintah koordinat polar
G17	Penentuan bidang kerja Xp Yp
G18	Penentuan bidang kerja Zp Xp
G19	Penentuan bidang kerja Yp Zp
G28	Kembali ke titik referensi
G40	Kompensasi radius alat potong batal
G41	Kompensasi alat potong arah kiri
G42	Kompensasi alat potong arah kanan
G53	Sistem Koordinat Mesin (MCS)
G54	Sistem koordinat benda kerja ke satu
G55	Sistem koordinat benda kerja ke dua
G56	Sistem koordinat benda kerja ke tiga
G57	Sistem koordinat benda kerja ke empat
G58	Sistem koordinat benda kerja ke lima
G59	Sistem koordinat benda kerja ke enam
G73	<i>Peck drilling cycle</i>
G74	<i>Left-spiral cutting cycle</i>
G76	<i>Fine Boring Cycle</i>
G80	Pembatalan program siklus
G81	Siklus drilling, siklus spot boring
G82	Siklus drilling atau siklus conuter boring
G83	<i>Peck drilling cycle</i>
G84	Siklus pengetapan (pembuatan ulir dengan tap)
G85	Siklus boring
G86	Siklus boring
G87	Siklus <i>back boring</i>
G88	Siklus boring
G89	Siklus boring
G90	Perintah sistem kordinat absolut (<i>default</i>)
G91	Perintah sistem koordinat inkremental
G92	Pengaturan sisitem koordinat benda kerja (WCS)
G98	Kembali ke posisi awal untuk suatu siklus
G99	Kembali ke titik referensi (R)
G50, G51	Perintah skala
G68, G69	Pemutaran koordinat/ konversi koordinat tiga dimensi

Tabel 2.4. Kode G untuk mesin bubut CNC dengan sistem kontrol Fanuc OiM

Kode G	Fungsi
G00	Gerak cepat (pemosisian)
G01	Interpolasi lurus
G02	Interpolasi melingkar searah jarum jam
G03	Interpolasi melingkar berlawanan arah jarum jam
G04	Berhenti sementara (dwell)
G09	Berhenti (<i>exact stop</i>)
G20	Satuan inci
G21	Satuan mm
G22	
G23	
G27	Cek posisi titik referensi
G28	Kembali ke titik referensi
G29	Kembali dari titik referensi
G30	Kembali ke titik referensi ke dua
G32	Penyayatan ulir
G40	Pembatalan kompensasi panjang pahat
G41	Kompensasi pahat arah kiri
G42	Kompensasi pahat arah kanan
G50, G51	Perintah skala
G52	Seting koordinat inkremental
G53	Sistem koordinat mesin
G70	Siklus pemesinan finishing
G71	Siklus penyayatan pengasaran diameter luar/dalam
G72	<i>Step rough cutting cycle</i>
G73	<i>Pattern repeating</i>
G74	<i>Peck drilling cycle sumbu Z</i>
G75	Siklus pengaluran pada sumbu X
G76	Siklus penguliran
G80	Pembatalan siklus
G83	<i>Peck drilling cycle</i>
G84	Siklus pengetapan
G85	Siklus boring
G87	<i>Back boring cycle</i>
G88	<i>Back tapping cycle</i>
G89	<i>Back boring cycle</i>

Kode G	Fungsi
G90	Siklus penyayatan A
G92	Siklus pembuatan ulir
G94	Siklus penyayatan B
G96	Kecepatan potong konstan
G97	Pembatalan kecepatan potong konstan/ putaran spindle konstan
G98	Gerak makan per menit
G98	Gerak makan per putaran

3) Panel kontrol mesin bubut dengan GSK 928 TE/TC/TEII



Gambar 2.27. Panel kontrol mesin Frais CNC GSK 928 TE

Tabel 2.5. Kode G, fungsi, dan format program

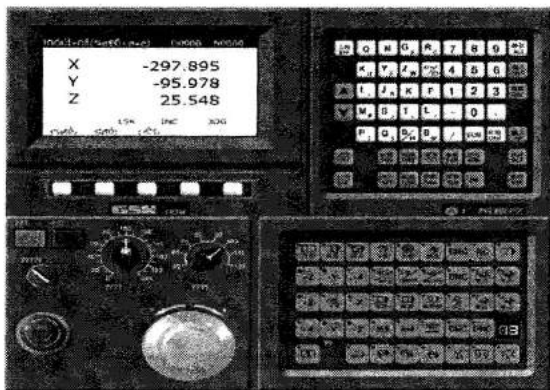
Kode	Fungsi	Modal	format program	Catatan
G00	Gerak cepat	Status awal	G00 X(U)Z(W)	
G01	Interpolasi (gerak) lurus	*	G01 X(U) Z(W) F	F:5-6000 mm /min
G02	Interpolasi melingkar searah jarum jam (CW)	*	G02 X(U) Z(W) R F G02 X(U) Z(W) I K F	F:5-3000 mm /min
G03	Interpolasi melingkar	*	G03 X(U) Z(W) R F G03 X(U) Z(W) I K F	F:5-3000 mm /min

Kode	Fungsi	Modal	format program	Catatan
	berlawanan arah jarum jam (CCW)			
G33	Penyayatan ulir	*	G33 X(U) Z(W) P(E) I K	
G32	Siklus pengetapan		G32 Z P(E)	
G90	Siklus pembubutan muka	*	G90 X(U) Z(W) R F	
G92	Siklus penguliran	*	G92 X(U) Z(W) P(E) L I K R	
G94	Siklus pembubutan muka tirus	*	G94 X(U) Z(W) R F	
G74	Siklus pembuatan lubang dalam		G74 X(U) Z(W) I K E F	
G75	Siklus pengaluran		G75 X(U) Z(W) I K E F	
G71	Siklus pembubutan pengasaran (<i>roughing</i>) luar		G71 X I K F L	
G72	Siklus pembubutan muka pengasaran (<i>roughing</i>)		G72 Z I K F L	
G22	Part cycle start		G22 L	
G80	Part cycle end		G80	
G50	Sistem koordinat benda kerja absolut		G50 X Z	
G26	Gerak menuju titik referensi pada arah X,Z		G26	Bergerak dengan G00
G27	Gerak menuju titik referensi pada arah X		G27	Bergerak dengan G00

Kode	Fungsi	Modal	format program	Catatan
G29	Gerak menuju titik referensi pada arah Z		G29	Bergerak dengan G00
G04	Berhenti sebentar		G04 D	
G93	System offset			
G98	Gerak makan per menit	*	G98 F	
G99	Gerak makan per putaran		G99 F	

4) Panel kontrol mesin frais CNC GSK 983

Kode G yang digunakan oleh sistem kontrol ini sama dengan yang digunakan pada mesin frais CNC dengan sistem kontrol Fanuc OiM.



Gambar 2.28. Panel kontrol mesin frais CNC dengan sistem kontrol GSK 983

BAB III

MENGGAMBAR BENDA KERJA DENGAN MASTERCAM DESIGN 9

Menggambar benda kerja dua dimensi maupun tiga dimensi dalam bentuk garis lurus dan garis lengkung dapat dilakukan di mastercam, baik untuk mesin frais (*Mill*), mesin bubut (*Lathe*), atau *Design*. Pada Bab ini akan dijelaskan secara ringkas langkah-langkah menggambar garis, menggambar bentuk lengkung (*arc*), dan menggambar segi banyak untuk gambar dua dimensi (2D). Proses menggambar yang dipaparkan di bawah ini menggunakan *Mastercam Design 9*. Pada menu program mastercam terdapat menu utama (di sebelah kiri atas layar) dan *toolbar* di sebelah atas layar. Pada menu utama terdapat perintah untuk melakukan: *analyze, create, file, modify, Xform, delete, screen dan solids*. Fungsi masing-masing menu tersebut akan dijelaskan secara ringkas melalui pengerjaan pembuatan gambar di bab selanjutnya dengan contoh langsung.

A. Menu pada Mastercam 9

Menu utama pada mastercam 9 meliputi: *analyze, create, file, modify, Xform, delete, screen, solids, toolpath, NC utils*. Menu *analyze* digunakan untuk menganalisis geometri. Menu *create* terdiri dari menu untuk membuat titik, garis, lengkung, persegi, kurva, *surface, fillet, camper, huruf, poligon*, dan sebagainya. Gambar yang dibuat bisa dalam bentuk gambar sederhana dua dimensi sampai dengan gambar tiga dimensi yang kompleks.

Analyze:**Point****Contour****Only****Between pts****Angle****Dynamic****Area/volume****Number****Chain****Surfaces**

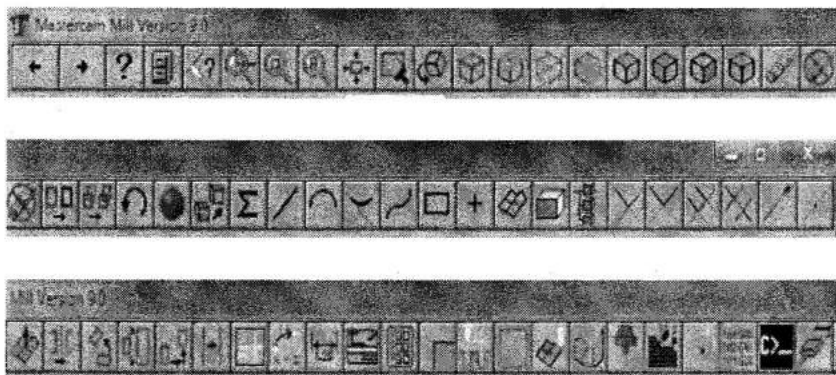
Menu *Analyze* berisi mengenai analisis geometri gambar yang dibuat. Analisis yang biasa digunakan antara lain meliputi: koordinat suatu titik, kontur, jarak antara titik, sudut, luas dan volume, angka, rangkaian garis (*chain*), dan permukaan. Menu *create* digunakan untuk perintah membuat garis, kotak, lingkaran, titik, permukaan, dan sebagainya. Menu *file* digunakan untuk perintah pengelolaan *file*, misalnya membuat gambar baru (*new*), membuka/mengambil gambar yang tersimpan (*get*), menyimpan gambar, membuka daftar gambar yang ada, *browser*, mencetak gambar (*hardcopy*), dan sebagainya.

Create:**Point****Line****Arc****Fillet****Spline****Curve****Surface****Rectangle****Drafting****Next menu****Arc:****Polar****Endpoints****3 points****Tangent****Circ 2 pts****Circ 3 pts****Circ pt+rad****Circ pt+dia****Circ pt+edg**

Menu *modify* (modifikasi) terdiri dari sub menu antara lain: membuat *fillet*, memotong (*trim*), menggantung garis, menyambung garis (*join*). Menu ini biasanya digunakan untuk mengedit gambar awal yang dibuat dengan menu *create*. Menu lain yang sangat penting adalah menu *Xform*, menu ini dimaksudkan untuk perintah pengerjaan lantu terhadap gambar yang dibuat antara lain: memutar

(*rotate*), kaca (*mirror*), menggeser, skala, dan menggeser geometri (*offset*).

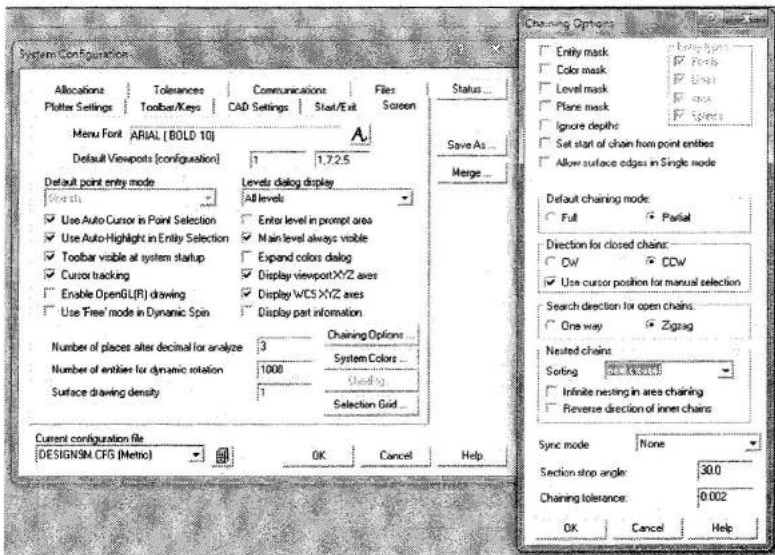
Penggunaan menu tertulis tersebut bila dirasa kurang praktis, perintah dapat dilakukan melalui *toolbar* yang tersedia di bagian atas antar muka mastercam. *Toolbar* tersebut pada mastercam tidak tersedia untuk semua menu, tetapi menu atau sub menu yang sering digunakan disediakan, misalnya menu *view*, *create*, *modify*, dan sub menu CAM. Arti setiap *toolbar* tersebut akan muncul ketika kursor diarahkan ke *toolbar* tersebut. Contoh *toolbar* tersebut dapat dilihat pada gambar di bawah.



Gambar 3.1. Beberapa *toolbar* yang tersedia di mastercam 9

B. Seting awal program mastercam Design 9

Sebelum program *design 9* digunakan untuk menggambar diperlukan pengaturan terlebih dahulu mengenai posisi titik nol, satuan yang digunakan (inchi atau metris), warna yang digunakan dan sebagainya. Secara ringkas pengaturan dilakukan dengan cara, pada main menu klik *screen>configure>screen*.

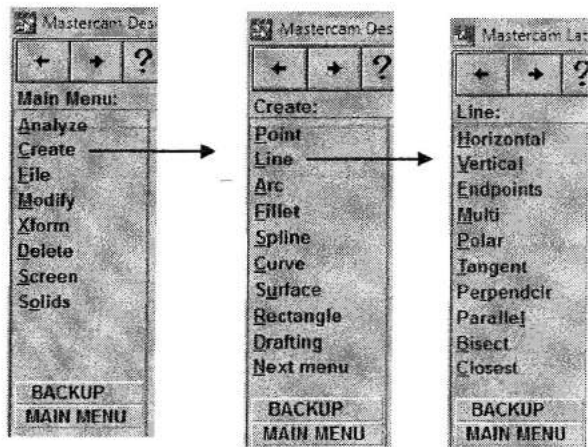


Gambar 3.1. Pengaturan awal mastercam design 9

Kemudian beri centang pada *display WCS* dan pilih satuan *metric*. Setelah itu klik *chaining options* klik bagian yang diseting sesuai dengan Gambar 3.1. Penyimpanan proses seting dilakukan dengan klik OK pada kotak dialog dan simpan dengan menjawab *Yes*.

C. Menggambar garis (*line*) 2D

Menggambar garis dilakukan dengan perintah: *create>line*, setelah itu dipilih garis atau cara menggambar garis apa yang akan digunakan. Pada perintah *line* terdapat perintah berikut:

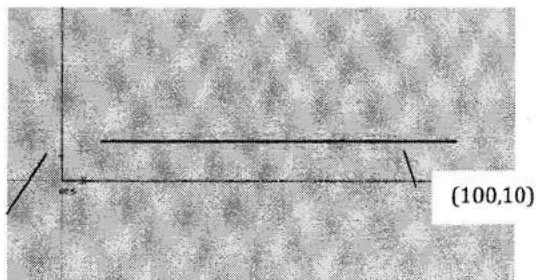


Gambar 3.2. Urutan perintah untuk menggambar garis

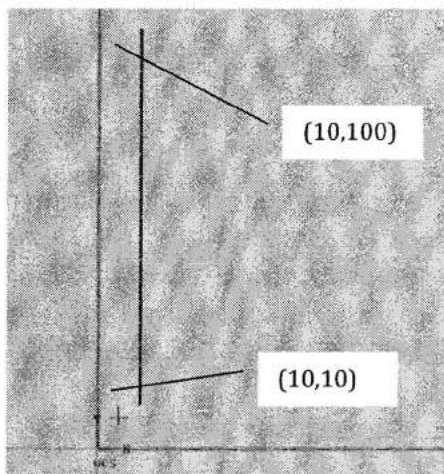
- membuat garis horisontal
- membuat garis vertikal
- membuat garis dengan dua titik, yaitu titik awal (*start point*) dan titik akhir (*end point*)
- membuat garis multi (membuat beberapa penggal garis sekaligus dengan menuliskan koordinat yang dituju)
- membuat garis dengan koordinat polar
- membuat garis singgung
- membuat garis tegak lurus
- membuat garis paralel

Membuat garis horisontal dilakukan dengan cara memilih: *main menu>create>line>horizontal*, kemudian ketik koordinat awal dan akhir garis. Misal dibuat garis horisontal dari koordinat (10,10) ke koordinat (100,10).

(10,10)



Pembuatan garis vertikal identik dengan membuat garis vertikal tersebut di atas. Misal dibuat garis vertikal dari koordinat (10,10) ke koordinat (10,100), maka gambar garis tersebut adalah seperti gambar berikut.

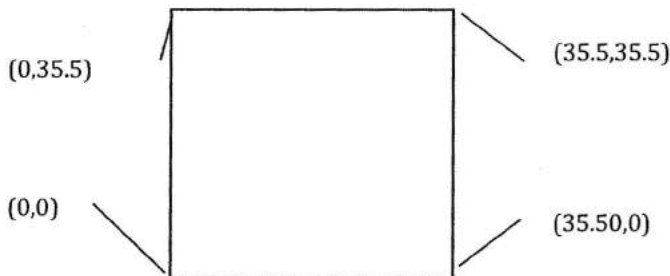


Garis bisa juga dibuat dengan menggunakan dua titik (*endpoints*), yaitu titik awal dan titik akhir seperti pada membuat garis horisontal dan vertikal di atas. Garis yang dibuat dengan sub menu ini bisa garis horisontal, vertikal, menyudut (miring). Perintah yang digunakan adalah *main menu>create>line>endpoints*, kemudian tulis koordinat titik awal dan titik akhir. Contoh gambar membuat garis horisontal dan vertikal di atas bisa juga dibuat dengan perintah ini.

Diantara beberapa menu pembuatan garis tersebut yang sering digunakan adalah membuat garis *multi*, karena bisa digunakan untuk menggambar bentuk benda kerja dua dimensi dengan koorninat yang pasti. Misal akan dibuat bentuk persegi dengan panjang sisi 35,5 mm dengan menu membuat garis, maka perintahnya adalah:

- *Create>Line>Multi*
- Tulis 0,0 enter
- Tulis 35.5,0 enter
- Tulis 35.5,35.5 enter
- Tulis 0,35.5
- Tulis 0,0 enter
- *Esc*

Gambar yang dihasilkan dan koorninat yang diisikan seperti Gambar 3.2 di bawah :



Gambar 3.2. Gambar persegi yang dibuat dengan mastercam design 9 atau mill 9.

Gambar yang dihasilkan dari mastercam *Design 9* dan *Mill 9* sama, sedangkan untuk mastercam *lathe 9* berbeda karena untuk mesin bubut sumbu koordinat yang digunakan adalah (D,Z), sedangkan untuk mesin frais sumbu koordinat yang digunakan adalah (X,Y, Z).

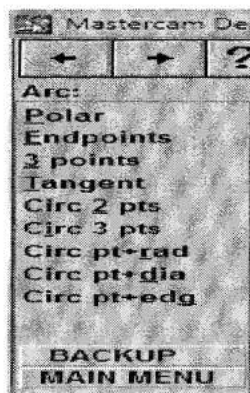
Proses menggambar garis dengan sub menu *horizontal*, *vertical*, *endpoints*, *multi*, *polar*, *tangen*, *perpendicular*, dan *parallel* lebih jauh,

silahkan dicoba sendiri dengan cara mengeksplorasi menu menggambar garis yang tersedia untuk membuat gambar yang sama dengan Gambar 3.2. Menggambar garis horisontal atau vertikal dilakukan dengan cara mengisikan koordinat garis horisontal tersebut atau mengisikan panjang garis. Membuat garis dengan *endpoints*, yaitu membuat satu penggal garis dimulai dari *endpoint 1* (titik awal garis) dan *endpoint 2* (titik akhir garis).

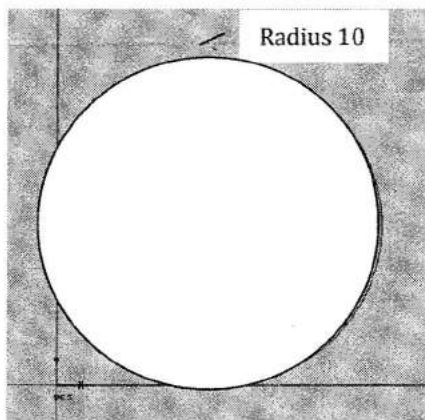
D. Menggambar bentuk lengkung (*arc*)

Menggambar bentuk lengkung (*arc*) di mastercam terdiri dari membuat busur lingkaran dan membuat lingkaran (*circle*). Langkah membuka menu dengan cara: klik main menu, create, arc, maka akan muncul pilihan menggambar arc sebagai berikut :

- Menggambar lengkung dengan koordinat polar (radius, sudut)
- Menggambar lengkung melalui beberapa titik
- Menggambar lengkung dengan 3 titik
- Menggambar lengkung dengan titik singgung
- Menggambar lingkaran dengan 2 titik dan 3 titik
- Menggambar lingkaran dengan titik pusat + radius
- Menggambar lingkaran dengan titik pusat + diameter
- Menggambar lingkaran dengan titik pusat dan sisi lingkaran.



Contoh menggambar lingkaran dengan radius 10 mm, pusat lingkaran di (10,10)



Gambar 3.3. Gambar lingkaran radius 10, pusat lingkaran di (10,10)

Langkah menggambar:

- *main menu> create>arc>circ> pt+rad*
- Tulis harga radius =10
- Enter
- Tulis : 10,10
- Enter
- esc

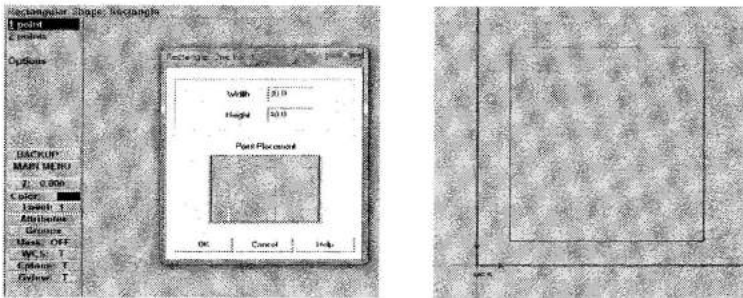
Untuk menu yang lain silahkan anda mencoba sendiri.

E. Menggambar segi banyak

- **Menggambar persegi (*rectangle*)**

Menggambar bentuk persegi (*rectangle*) dilakukan dengan memilih menu: *create>rectangle*. Membuat persegi dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu: dengan satu titik dan dua titik. Apabila menggunakan satu titik maka data yang diperlukan adalah letak titik pojok atau letak titik tengah dan ukuran segi empat. Contoh dibuat

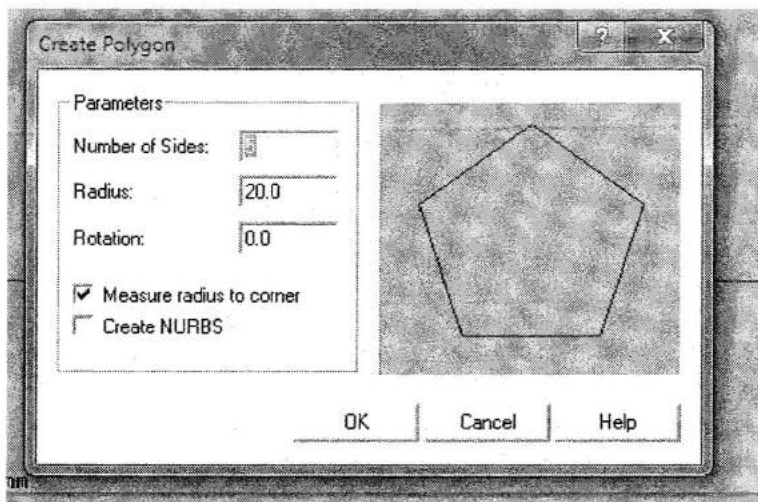
segi empat dengan letak titik pojok kiri bawah di (5,5) panjang sisi 30 dan 40. Langkah membuat gambar adalah :



Gambar 3.4. Menu *rectangle* dan persegi ukuran lebar 30 tinggi 40

- Klik main menu>create>rectangle>1 point
- Isi *width* = 30 dan *height*= 40
- Klik gambar kotak *point placement* yang kiri bawah
- OK
- Tulis 5,5
- Enter
- Esc

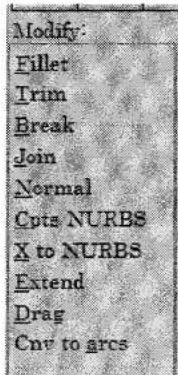
Menggambar segi banyak yang lain digunakan menu *polygon*. Menu *polygon* terletak pada: *create>next menu>polygon*. Menu untuk mengisi data poligon yang dibuat adalah seperti Gambar 3.5 di bawah. Data yang diperlukan untuk membuat poligon adalah: jumlah sisi, radius, dan rotasi. Setelah data diisi maka bentuk poligon yang dibuat akan mengikut kursor, sehingga ketika diklik, gambar yang dibuat akan muncul.



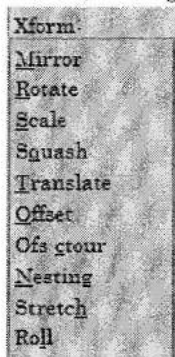
Gambar 3.5. Kotak menu untuk mengisi parameter poligon

F. Mengedit gambar dua dimensi dengan *fillet*, *chamfer*, *trim* dan *mirror*

Mengedit gambar awal (*draft*) yang telah dibuat biasanya selalu dilakukan oleh pembuat gambar. Hal tersebut karena pada awal menggambar terdapat beberapa garis yang berpotongan, garis berbentuk sudut, atau pertemuan antara garis dan lengkung pada bagian tertentu harus dibuang atau dihilangkan sebagian. Menu untuk modifikasi dalam rangka mengedit gambar terdapat pada kelompok menu *modify* yang terdiri dari: *fillet*, *trim*, *break*, *join*, *normal*, *cpts* *NURBS*, *X to NURBS*, *extend*, *drag*, dan *cnv to arc*.



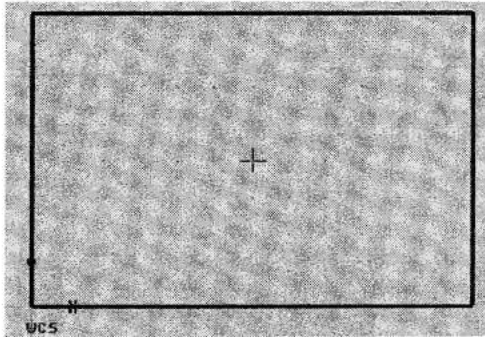
Selain pada menu *modify*, proses mengedit gambar juga terdapat pada menu *create* untuk membuat *chamfer*. (*create>next menu>chamfer*) dan menu *Xform* untuk proses: *mirror*, *rotate*, *scale*, *squash*, *translate*, *offset*, *ofs contour*, *nesting*, *stretch*, dan *roll*.



Pada pembahasan berikut akan dijelaskan langkah-langkah mengedit gambar yang sangat sering digunakan yaitu *fillet*, *chamfer*, *trim*, dan *mirror*. Proses edit gambar yang lain pada dasarnya sama dengan proses-proses tersebut. Bentuk *champher* dan *fillet* banyak ditemui pada benda kerja hasil pemesinan. Pada dasarnya pertemuan antara dua bidang untuk benda kerja hasil proses pemesinan bubut atau frais harus di-*champher* (bevel/pinggul) atau di-*fillet* (radius). Contoh berikut sekaligus sebagai langkah mengedit gambar. Akan

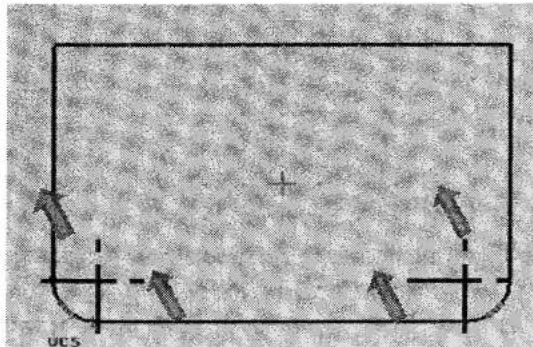
dibuat gambar persegi dengan ukuran panjang 60 dan lebar 40 mm. Masing masing pojok persegi dibuat dua buah *fillet* dengan radius 6 mm dan dua buah *champer* 4 x 45°. Langkah pembuatannya sebagai berikut :

- Langkah1 : membuat persegi dengan perintah *rectangle* atau membuat garis *multi*.



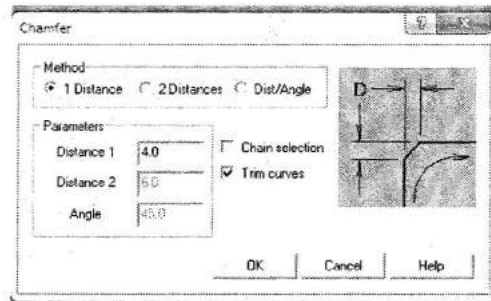
Gambar 3.6. Gambar persegi panjang 60 mm, lebar 40 mm

- Langkah 2: *main menu>modify>fillet>radius>6 enter*. Klik dua garis yang akan dibuat radius. Setelah bentuk radius terlihat, kemudian tekan *esc*. Pada langkah ke 2 ini proses membuat *fillet* sudah selesai.

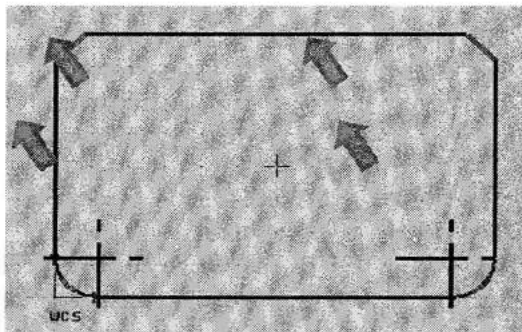


Gambar 3.7. Persegi yang telah dibuat fillet radius 6

- Langkah 3: membuat *chamfer* 4x45° dengan cara: *main menu>create>next menu>chamfer*. Setelah itu dipilih metode pembuatan *chamfer* yang digunakan. Metode 1 *distance* digunakan untuk pembuatan *chamfer* dengan sudut 45°, karena jarak yang diperlukan untuk *chamfer* sama, sehingga hanya mengisi *Distance 1=4*, kemudian klik OK.



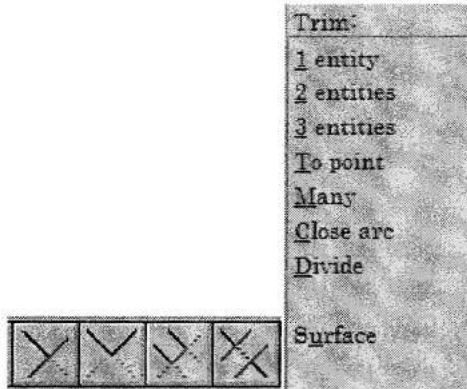
Gambar 3.7. Menu *chamfer* yang berisi metode dan parameter. Setelah itu klik dua garis yang akan dibuat *chamfer*, maka pertemuan dua garis tersebut akan dibuat *chamfer*. Setelah *chamfer* terbentuk tekan *esc*.



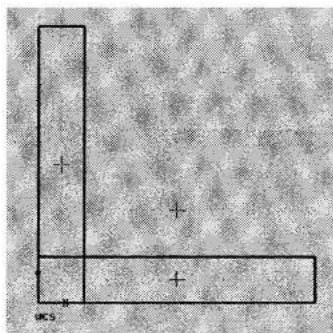
Gambar 3.8. Persegi yang telah dimodifikasi dengan *fillet* dan *chamfer*

Gambar di atas adalah gambar setelah sebuah persegi dibuat *fillet* dan *chamfer* pada setiap pojoknya. Proses menggambar bentuk tersebut bisa juga dilakukan dengan perintah membuat garis multi dan membuar arc, akan tetapi akan memerlukan waktu lebih lama dari pada menggunakan fasilitas modifikasi gambar.

Proses mengedit yang dibahas berikutnya adalah proses memotong garis dengan menu **trim**. Perintah *trim* terdapat pada kelompok menu *modify*, sedangkan pada *toolbar* simbol menu *trim* adalah seperti gambar di bawah. Simbol pada *toolbar* tersebut melambangkan: *trim 1 entity*, *2 entities*, *3 entities*, dan *trim divide*.



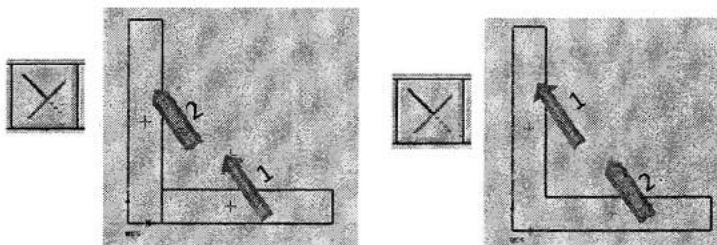
Misal akan dibuat gambar persegi ukuran 60 mm x 10 mm bersilangan sehingga membentuk huruf L. Garis pada bagian tengahnya akan dihilangkan sehingga membentuk kontur. Berdasarkan menu yang ada, maka proses trim yang digunakan adalah *trim 1 entity*.



Gambar 3.9. Gambar yang akan dimodifikasi

Langkahnya adalah:

- *Main menu>modify>trim>1 entity* atau klik *toolbar trim 1 entity*.
- Klik dua garis yang digunakan , maka satu potong garis yang tidak digunakan akan hilang. Untuk *menghilangkan* satu potong garis yang lain dilakukan dengan cara yang sama, maka akan diperoleh hasil gambar berikutnya.



Gambar 3.10. Langkah *trim 1 entity*

Langkah membuat gambar akhir tersebut, bisa juga dilakukan dengan *trim 2 entities*. Langkahnya adalah klik toolbar *trim 2 entities*, kemudian klik dua garis yang digunakan (klik 1 dan klik 2) seperti langkah di atas (Gambar 3.10). Coba anda lakukan

proses tersebut untuk gambar dengan ukuran yang anda buat sendiri. Coba juga anda eksplorasi semua menu *trim* yang lain.

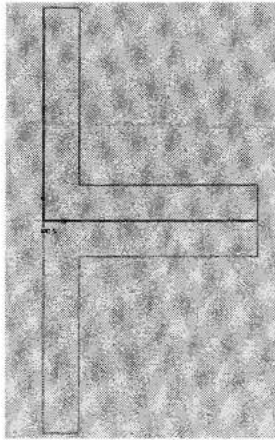
Membuat bayangan gambar atau **mirror** sering dilakukan ketika membuat gambar benda kerja baik untuk proses bubut maupun frais. Gambar contoh di atas akan dibuat bayangannya pada arah sumbu X dan arah sumbu Y. Langkahnya adalah sebagai berikut:

- Langkah 1: *main menu>Xform>mirror*
- Langkah 2: pilih gambar yang akan dibuat bayangannya dengan pilihan: *chain* (rantai gambar), *window*, *area*, *only*, *all*, *group*, *resut*, *duplicate*, dan *undelete*.



Pada contoh ini digunakan *chain*, sehingga semua garis di klik berurutan (6 buah garis tersebut), kemudian klik *done>x axis*, pilih *copy>OK*. Maka gambar tersebut akan di buat bayangannya pada arah sumbu x seperti pada Gambar 3.11.

Hasil proses *mirror* tersebut bisa dipilih : gambar asli diikutkan (*copy*), gambar asli tidak diikutkan (*move*), atau gambar asli dan gambar bayangan digabung (*join*). Pilihan tersebut tergantung hasil gambar yang diinginkan.

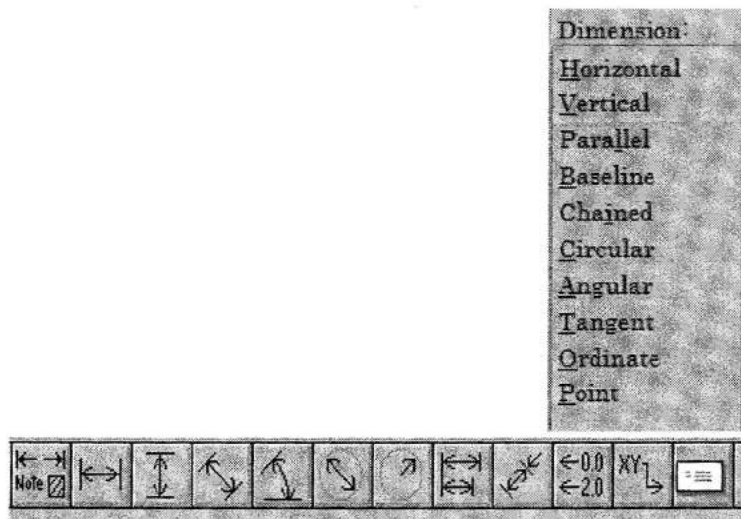


Gambar 3.11. Gambar hasil proses *mirror*

Proses memutar gambar (***rotate***) digunakan langkah yang hampir sama dengan *mirror*. Pada proses *rotate* langkah sesudah memilih geometri yang akan diputar adalah menentukan titik pusat putaran. Silahkan mencoba proses *rotate* untuk gambar yang sama, gambar diputar 4 kali dengan sudut 90° .

G. Menggambar dimensi (ukuran) benda kerja

Dimensi pada gambar kerja harus dicantumkan sesuai dengan standar pemberian dimensi untuk gambar teknik (khususnya teknik mesin), misal ukuran panjang dilambangkan dengan garis dengan ujungnya berupa segitiga tertutup yang diisi (*filled*) atau dihitamkan. Pemberian dimensi pada mastercam ada pada menu *dimension*. Menu *dimension* berada di *main menu>create>drafting>dimension*, sedangkan *toolbar* yang digunakan adalah seperti Gambar 3.12

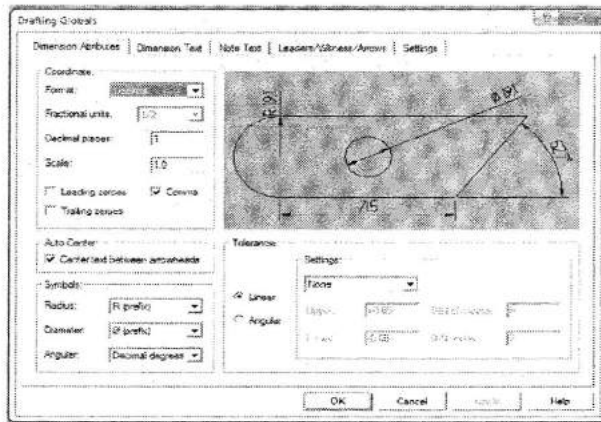


Gambar 3.12. Menu dimension dan toolbar yang digunakan

Sebelum memberikan ukuran pada gambar yang dibuat, terlebih dahulu diatur bentuk garis ukuran, jenis dan besar huruf, toleransi, letak huruf, ukuran panah, dan sebagainya. Pengaturan tersebut dilakukan dengan cara sebagai berikut.

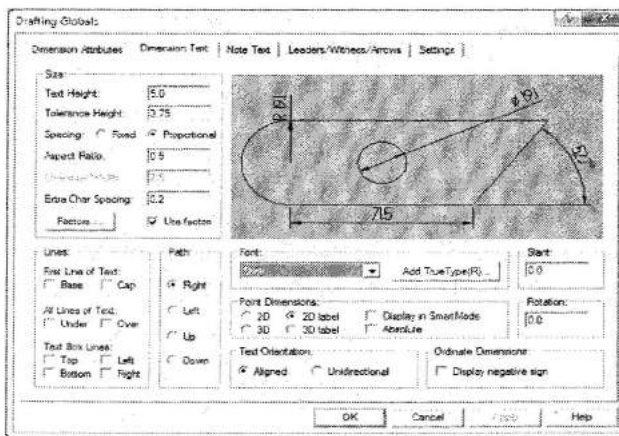
- Langkah 1. Klik *main menu>screen>configure>CAD setting>globals*
- Langkah 2 : Isi data sesuai dengan tabel yang disediakan meliputi: *Dimension attributes, dimension text, note text, leaders/witness/arrows/setting*. Isian data seperti gambar-gambar berikut ini.

Setelah data diisi, di sebelah kanan tabel isian terdapat gambar preview hasil dari gambar dimensi yang akan diperoleh. Gambar preview tersebut membantu apabila terdapat kesalahan dalam mengisi, sehingga ketika membuat ukuran bisa diperoleh gambar yang benar (Gambar 3.13).



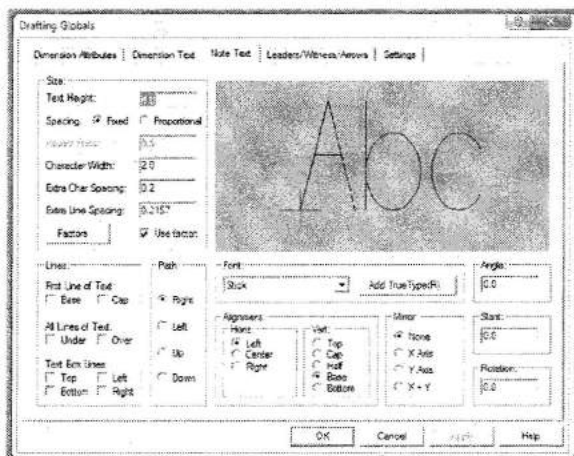
Gambar 3.13. Pengaturan atribut ukuran atau dimensi yang akan digambar

Pengaturan berikutnya adalah pengaturan teks yang digunakan. Tinggi teks ukuran harus disesuaikan dengan gambar yang dibuat. Pengaturan ini meliputi tinggi teks, toleransi tinggi, spasi antar teks, posisi teks terhadap garis ukuran, font, dan orientasinya.

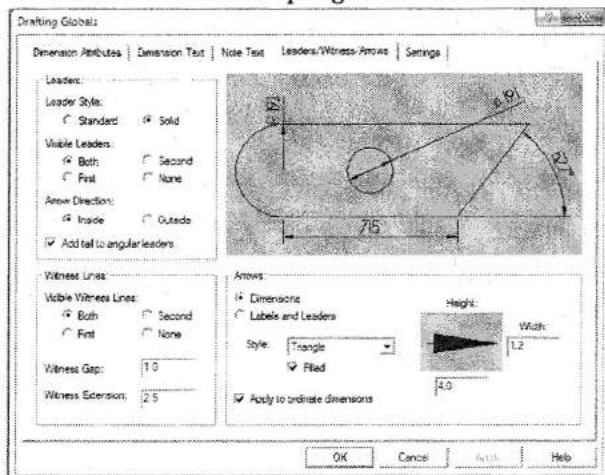


Gambar 3.14. Pengaturan teks untuk dimensi

Pengaturan berikutnya adalah pengaturan teks catatan. Isi bagian yang diatur adalah: tinggi teks, lebar tiap karakter, spasi, garis, posisi, font, dan orientasi teks catatan. Bagian yang diatur tersebut diisikan pada kotak yang disediakan pada tabel menu Note text seperti Gambar 3. 15.

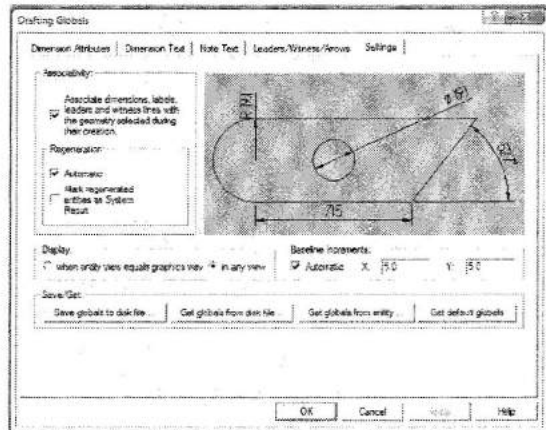


Gambar 3.12. Menu pengaturan teks catatan



Gambar 3.13. Menu pengaturan leaders/witness/arrows

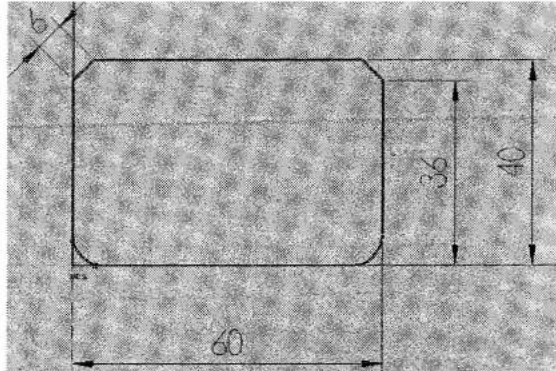
Bentuk dan ukuran leaders dan panah juga harus diatur agar tampilan gambar simbol dimensi pada gambar kerja sesuai dengan standar gambar teknik.



Gambar 3.14. Menu setting pada pengaturan dimensi

Pengaturan yang terakhir adalah pengaturan setting, yang meliputi: *associativity*, *regeneration*, *display*, dan *baseline increments*. Maksud dari pengaturan ini adalah untuk penempatan garis ukuran dan tampilannya.

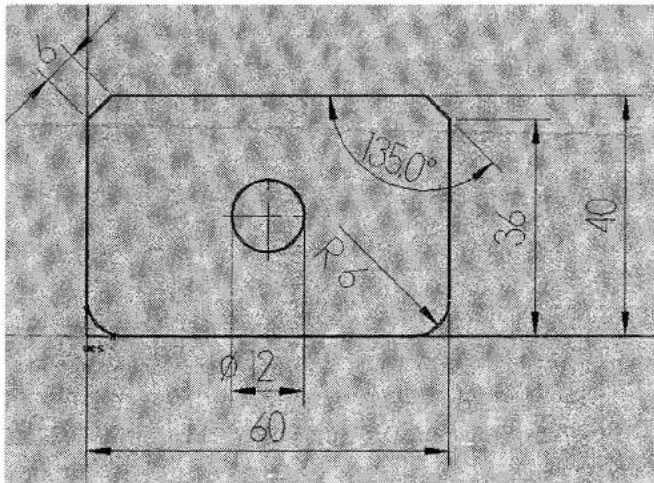
Gambar hasil proses modifikasi di atas akan diberi ukuran sesuai dengan standar gambar teknik. Pemberian ukuran lebih cepat menggunakan toolbar karena posisi menu harus masuk ke beberapa sub menu sehingga proses menjadi lama.



Gambar 3.15. Pemberian dimensi horisontal (panjang 60), vertikal (panjang 40 dan 36), dan parallel (panjang 6)

Pemberian ukuran horisontal, vertikal, dan parallel digunakan untuk memberikan ukuran sesuai dengan benda kerja yang digambar. Setelah toolbar ukuran diklik, kemudian dipilih garis yang akan diberi ukuran pada kedua ujungnya. Contoh ukuran tersebut seperti pada gambar 3.15.

Selain ukuran untuk garis, benda kerja yang memiliki gambar lengkungan (*arc*), lingkaran, dan sudut diberi ukuran radius atau diameter, dan sudut. Awalan ukuran untuk radius adalah R dan diameter \emptyset , sesuai dengan yang telah diatur pada menu pengaturan dimensi. Untuk ukuran sudut bisa menggunakan satuan derajat, derajat/menit/detik, dan radian. Contoh gambar dengan ukuran radius dan diameter dapat dilihat pada Gambar 3.16.

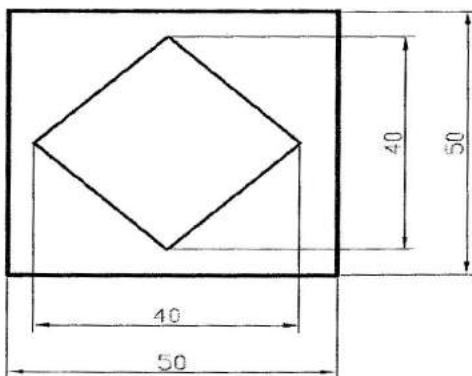


Gambar 3.16. Gambar kerja dengan ukuran linier, radius, diameter, dan sudut

H. Soal latihan

Buatlah gambar kerja berikut dengan menggunakan mastercam design 9 atau mill 9

1)



PETUNJUK :

Menu yang digunakan ialah:

Create

Rectangle

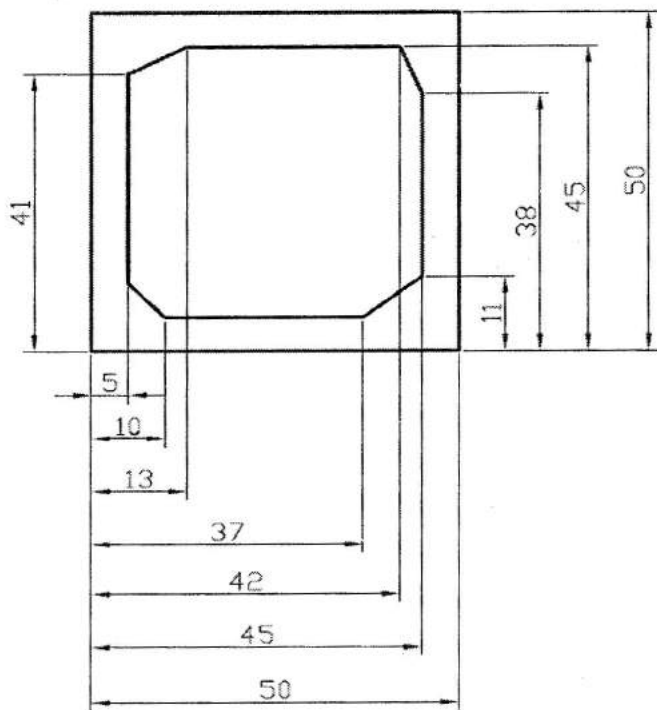
Line

X form

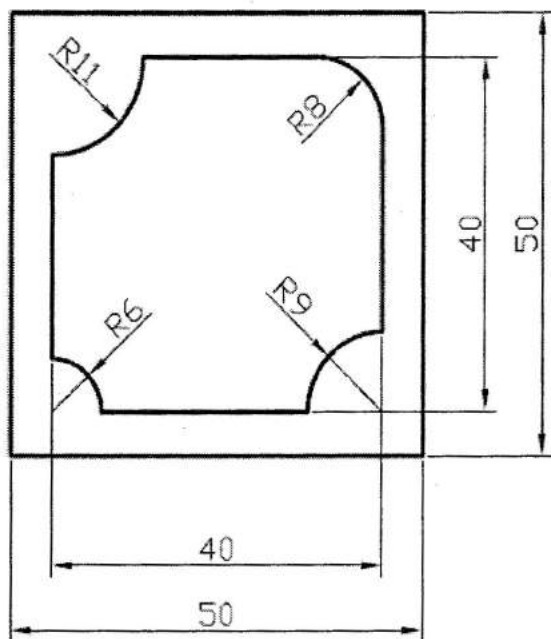
Rotate

Dimension

2)



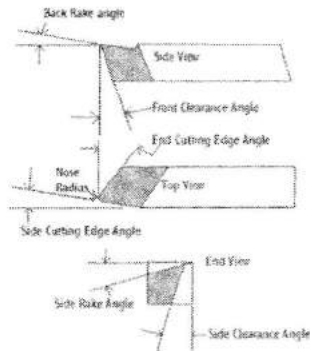
3)



BAB IV PAHAT BUBUT DAN PISAU FRAIS

A. Pahat Bubut

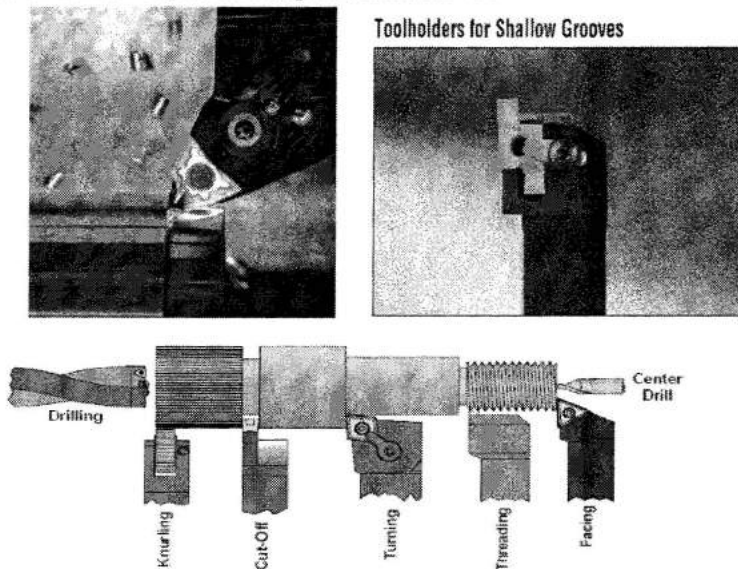
Geometri pahat bubut untuk proses pemesinan (Gambar 4.1) terutama tergantung pada material benda kerja dan material pahat. Untuk pahat bubut bermata potong tunggal yang diasah menggunakan gerinda alat potong, sudut pahat yang paling pokok adalah sudut beram (*rake angle*), sudut bebas (*clearance angle*), dan sudut sisi potong (*cutting edge angle*). Pahat sisipan (*insert*) yang dipasang pada tempat pahatnya, geometri pahat identik dengan pahat bubut yang diasah dengan gerinda alat. Selain geometri pahat tersebut pahat bubut bisa juga diidentifikasi berdasarkan letak sisi potong (*cutting edge*) yaitu pahat tangan kanan (*Right-hand tools*) dan pahat tangan kiri (*Left-hand tools*), lihat Gambar 2.8.



Gambar 4.1. Geometri pahat bubut

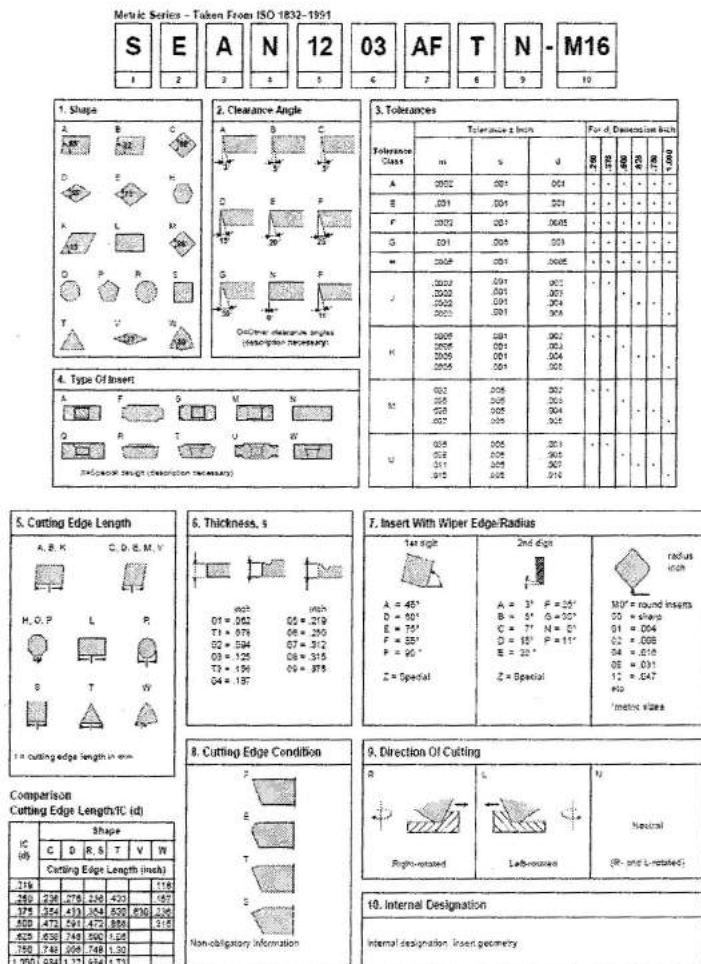
Hampir semua alat potong yang memiliki kinerja tinggi menggunakan pahat berbentuk sisipan (*indexable inserts*). Ada beberapa alasan untuk hal tersebut, yaitu untuk kecepatan potong yang tinggi dan gerak makan yang besar dapat bertahan pada

temperatur tinggi dari pada pahat yang dibrazing. Dipihak lain penggunaan sisipan lebih ekonomis karena sisipan dibuat berbentuk simetris sehingga apabila satu sisi potong tumpul, sisi sebaliknya bisa digunakan juga. Beberapa bentuk sisipan bahkan ada yang dibuat bolak-balik sehingga satu sisipan memiliki 16 ujung potong. Ada beberapa bentuk sisipan yang pada kelompok besarnya dikelompokkan menjadi pahat untuk proses pengasaran (*roughing*) dan proses penghalusan (*finishing*). Beberapa bentuk pahat sisipan juga dalam bentuk pahat ulir dan pahat alur. Kodifikasi sisipan diatur dengan standar ISO, yang meliputi bentuk, bahan, dan geometri pahat. Standar bentuk tersebut juga meliputi standar pemegang pahatnya (*tool holders*). Contoh bentuk sisipan dan pahat sisipan yang telah dipasang pada tool holder dapat dilihat pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2. Pahat sisipan yang dipasang pada pemegang pahat (*tool holders*), dan beberapa operasi pemesinan untuk tujuh macam jenis alat potong

Pahat berbentuk sisipan tersebut harus dipasang pada pemegang pahat yang sesuai agar proses pemesinan dapat terlaksana. Bentuk pahat sisipan sudah distandarkan oleh ISO (lihat Gambar 4.3). Standar ISO untuk pemegang pahat dapat dilihat pada Gambar 4.4.



Gambar 4.3. Standar ISO untuk pahat sisipan

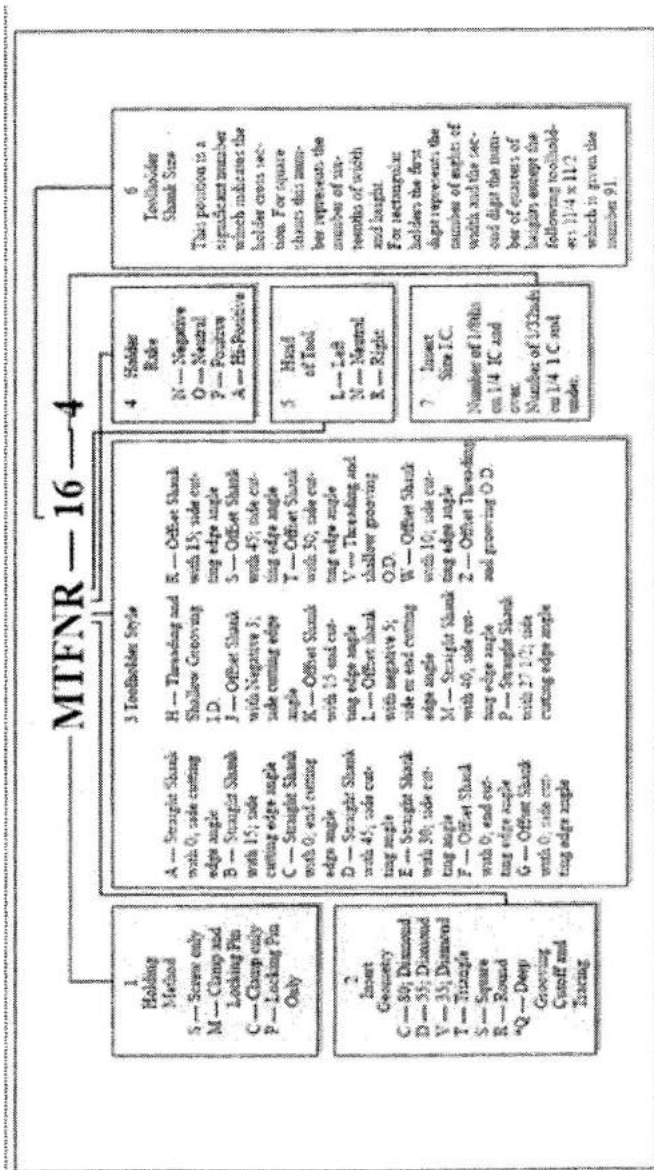


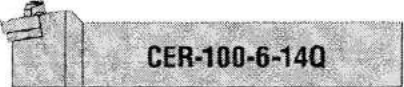
FIGURE 2.35 Standard identification system for turning toolholders. (Courtesy Cemented Carbide Producers Association)

Gambar 4.4. Standar sistem identifikasi pemegang pahat bubut sisipan

Grooving - Code keys







SECO *carbide*

Toolholders



CER-100-6-14Q

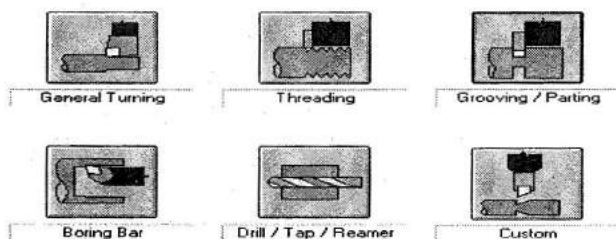
C	E	R		100	6	14	Q
1	2	3	4	5	6	7	8

<p>1. Inset clamping</p> <div style="text-align: center;">  <p>C</p> <p>Clamp</p> </div>	<p>2. External/Internal</p> <p>E = External EA = External axial I = Internal</p>	<p>3. Version</p> <div style="text-align: center;">  <p>L</p>  <p>R</p> <p>X = Special</p> </div>
<p>4. Shank Definition</p> <p>00 = Boring bars = Square shanks</p>	<p>7. Cutting edge length</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p>Cutting edge length = 0,525 mm (.575") Symbol = 09</p>	
<p>5. Shank width/diameter</p> <div style="display: flex; align-items: center;">  <p>For boring bars diameter in inches. For square shanks height in inches 075 = .75" 100 = 1.00" etc.</p> </div>	<p>8. Other Information</p> <p>Q = Quilfed</p>	
<p>6. Tool length</p> <div style="display: flex; align-items: center;">  <p>09: 3 = 3" 4 = 4" 5 = 5" etc.</p> </div>		

Gambar 4.5. Contoh standar ISO untuk pemegang pahat sisipan

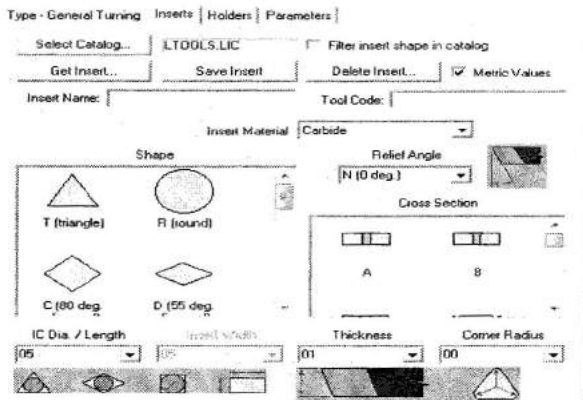
B. Pahat bubut pada Mastercam Lathe 9

Alat potong pada Lathe 9 dikelompokkan menjadi beberapa tipe atau kegunaan pahat yaitu: *general turning*, *threading* (ulir), *grooving/parting*, *boring bar*, *drill/tap/reamer*, dan *custom* (lihat Gambar 4.6 di bawah). Masing-masing tipe pahat berisi mengenai dimensi pahat sisipan sesuai dengan standar ISO, material pahat, dimensi pemegang pahat (holders) dan parameter pahat.



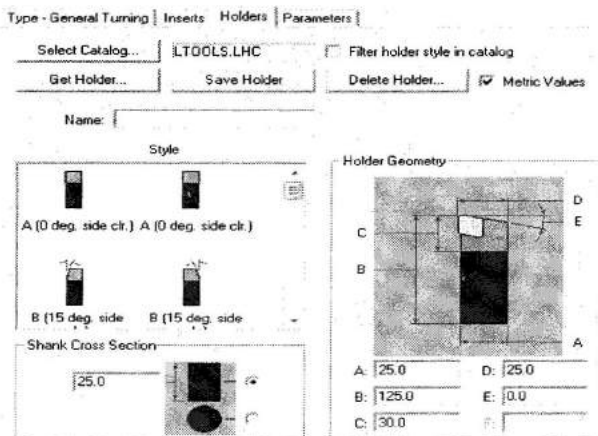
Gambar 4.6. Tipe atau kegunaan pahat bubut CNC di Mastercam Lathe9

Bentuk pahat sisipan untuk pembubutan umum (*general turning*) terdiri dari bentuk dan dimensinya (lihat Gambar 4.7). Bentuk pahat tersebut terdiri dari bentuk segitiga (*triangle*), bulat (*round*), dan bentuk jajaran genjang dengan sudut pahat tertentu (80°, 55°). Data dimensi pahat dapat diisi atau mengikuti harga default. Data dimensi pahat dapat diperoleh dari standar pahat sisipan (*inserts*) dari ISO disesuaikan dengan bentuk benda kerja yang akan dibuat.



Gambar 4.7. Dimensi pahat sisipan (*inserts*) untuk mesin bubut CNC

Pemegang pahat (*holders*) merupakan pasangan pahat sisipan dan dimensinya disesuaikan dengan dimensi dan bentuk pahat sisipan yang digunakan. Standar bentuk pemegang pahat menurut standar ISO telah dibahas pada sub bab sebelumnya. Gambar 4.8 di bawah menunjukkan macam dan ukuran pemegang pahat untuk mesin bubut CNC.



Gambar 4.8. Macam dan ukuran pemegang pahat mesin bubut CNC

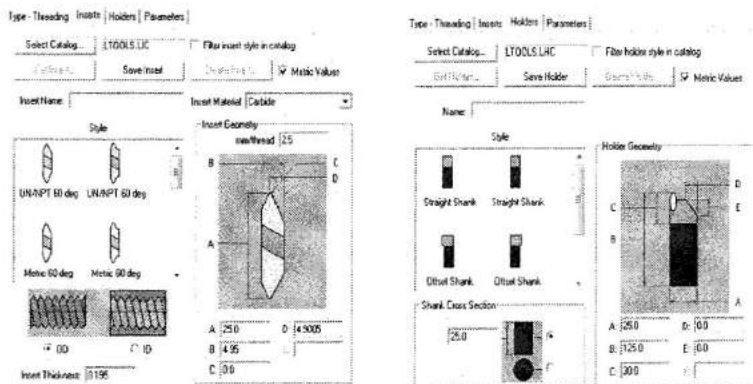
Parameter yang dapat diatur untuk pahat sisipan yang dipilih merupakan menu sesudah memilih pemegang pahat di atas (Gambar 4.9). Harga-harga yang dapat diatur meliputi nomer pahat, parameter pemotongan, parameter jalur pahat (*toolpath*), kompensasi pahat, *tool clearance*, dan penggunaan pendingin (*coolant*). Parameter pemotongan terdiri dari pengaturan harga kecepatan potong (CS), gerak makan (F), dan jumlah putaran spindle (RPM). Pengaturan jalur pahat meliputi harga kedalaman potong dan harga *overlap* pemotongan.

The screenshot displays a CNC control interface with the following sections and parameters:

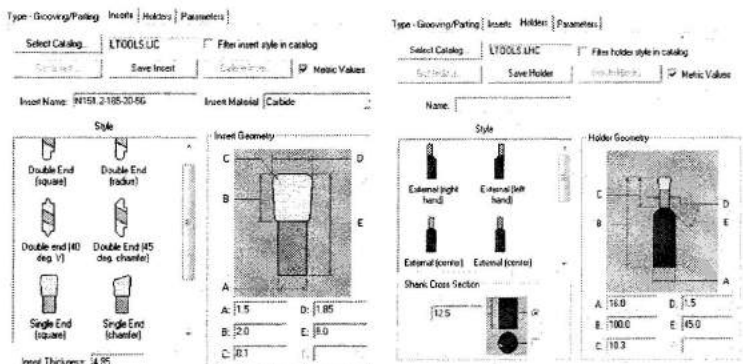
- Program Parameters:**
 - Tool number: 4
 - Tool station number: 4
 - Tool offset number: 4
 - Tool Bank/Tool number: 17
- Default Cutting Parameters:**
 - Feed rate: 0.1 (mm/rev)
 - Plunge rate: 0.1 (mm/rev)
 - % of Material Feed/Rev: 100.0
 - Spindle speed: 115 (CSS)
 - % of Material CS: 100.0
 - Options: Coolant (Off, Flood, Mist, Tool), Compute From Material...
- Toolpath Parameters:**
 - Amount of cut (rough): 2.5
 - Amount of cut (finish): 0.25
 - Overlap amount (rough): 0.25
 - Retraction amount (face): 2.5
 - X overcut amount (face): 0.0
- Compensation:**
 - Tool Clearance: [Icon]
 - Metric values: [Checked]
 - Tool name: OD GROOVE CENTER - NARROW
 - Manufacturer's tool code: [Field]

Gambar 4.9. Harga parameter yang dapat diatur pada lathe 9

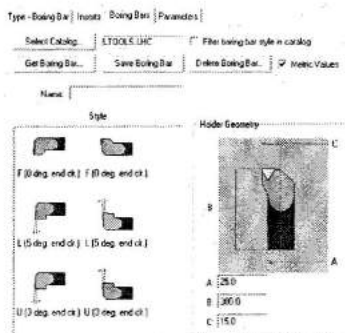
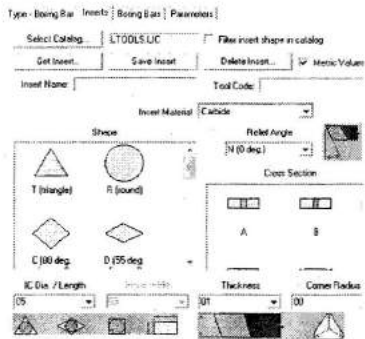
Pahat untuk kegunaan yang lain yaitu pahat ulir, pahat alur, *boring bar*, mata bor/tap/ *reamer* dapat juga diatur atau ditentukan bentuk dan ukurannya seperti pembahasan di atas. Gambar 4.10 sampai dan Gambar 4.11 di bawah menampilkan ukuran dari pahat sisipan, dan pemegang pahat untuk pahat ulir, dan pahat alur. Gambar 4.12 sampai dengan Gambar 4.13 menampilkan hal yang sama untuk pahat bata bor dan mata bor/tap/ *reamer*.



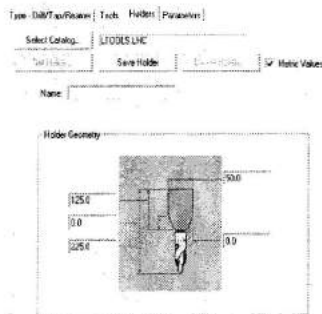
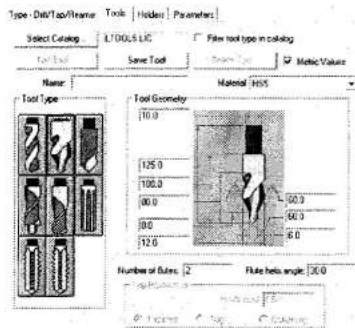
Gambar 4.10. Bentuk dan ukuran pahat ulir dan pemegang pahat ulir



Gambar 4.11. Bentuk dan ukuran pahat alur dan pemegang pahat alur



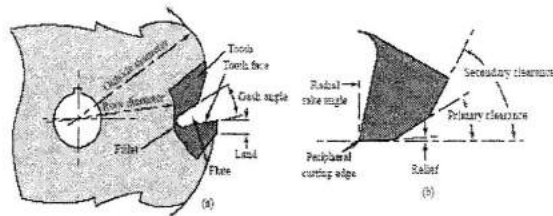
Gambar 4.12. Bentuk dan ukuran batang bor (*boring bar*) dan pemegang pahat untuk batang bor



Gambar 4.13. Bentuk dan ukuran mata bor/tap/reamer dan pemegangnya

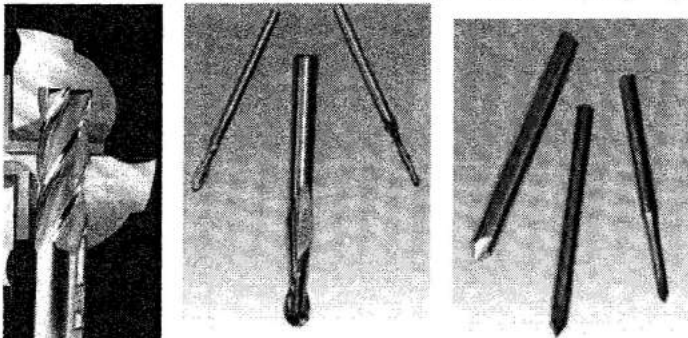
C. Pisau Frais

Pada dasarnya geometri pisau frais adalah identik dengan pahat bubut. Dengan demikian nama sudut atau istilah yang digunakan juga sama dengan pahat bubut. Nama-nama bagian pisau frais rata dan geometri gigi pisau frais rata ditunjukkan pada Gambar 4.14.



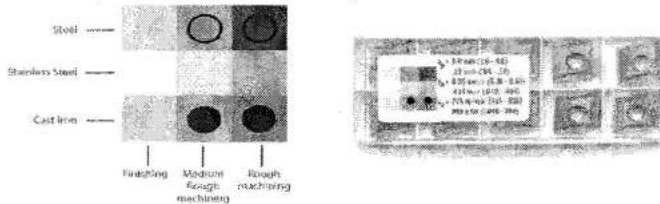
Gambar 4.14. Nama-nama bagian pisau frais rata dan geometri gigi pisau frais rata

Pisau frais memiliki bentuk yang rumit karena terdiri dari banyak gigi potong, sehingga proses pemotongannya adalah proses pemotongan dengan mata potong majemuk (Gambar 4.15). Jumlah gigi minimal adalah dua buah pada pisau frais ujung (*end mill*).



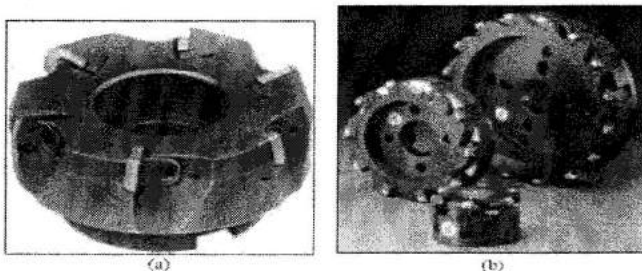
Gambar 4.15. *Endmill* dengan empat sisi potong, *endmill* dengan dua sisi potong berujung radius, dan alat potong untuk membuat champer (*deburring*)

Pisau frais dibuat dari material HSS atau karbida. Material pisau untuk proses frais pada dasarnya sama dengan material pahat untuk pahat bubut. Untuk pahat karbida juga digolongkan dengan kode P (kode warna biru, untuk memotong baja), M (kode warna kuning, untuk memotong *stainless steel*), dan K (kode warna merah, untuk memotong besi tuang). Kode huruf dan warna tersebut tercantum pada kemasan pahat sisipan seperti pada Gambar 4.16.



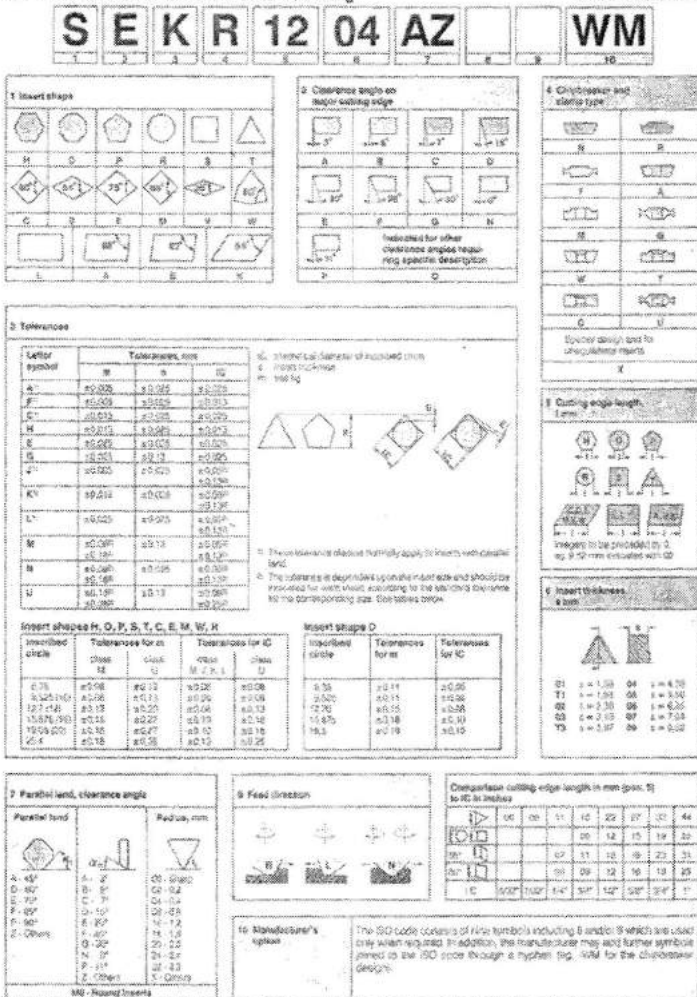
Gambar 4.16. Kemasan pahat sisipan untuk pisau frais dengan kode warna, harga kecepatan potong, dan harga gerak makan

Pisau frais karbida bentuk sisipan dipasang pada tempat pisau sesuai dengan bentuknya (Gambar 4.17). Standar ISO untuk bentuk dan ukuran pahat sisipan dapat dilihat pada Gambar 4.18. Standar tersebut mengatur tentang bentuk sisipan, sudut potong, toleransi bentuk, pemutus tatal (*chipbreaker*), panjang sisi potong, tebal sisipan, sudut bebas, arah pemakanan, dan kode khusus pembuat pahat.



Gambar 4.17. Sisisipan yang dipasang pada pemegang pisau frais

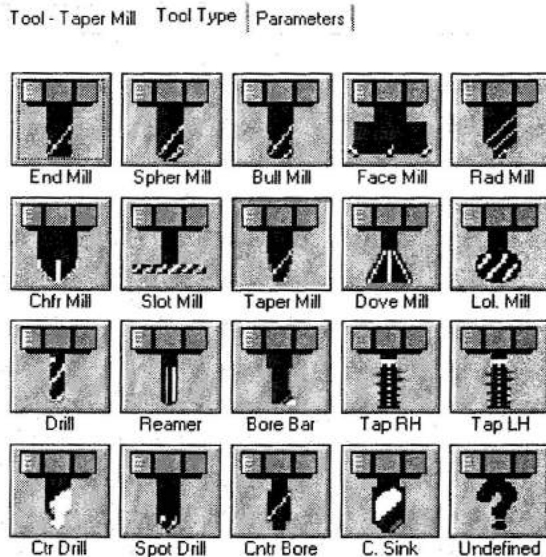
Selain pisau frais dalam bentuk sisipan, pada mesin frais CNC biasanya digunakan juga pisau frais jari (*endmill*).



Gambar 4.18. Standar ISO bentuk pisau sisipan untuk frais (milling)

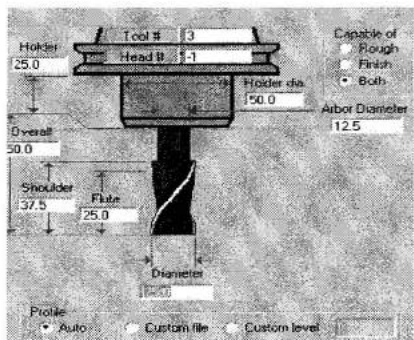
D. Pisau frais pada Mastercam Mill 9

Pisau frais yang digunakan pada mesin frais CNC biasanya berbentuk silindris, misalnya: *end mill*, *mata bor*, *face mill*, *slot mill*, *reamer*, *tap*, *counter sink*, dan *counter bor*. Pisau frais tersebut di[pilih berdasarkan kegunaannya untuk pemotongan pada bentuk benda kerja yang akan dibuat. Pengelompokan pisau frais pada mastercam Mill 9 dapat dilihat pada Gambar 4.19.



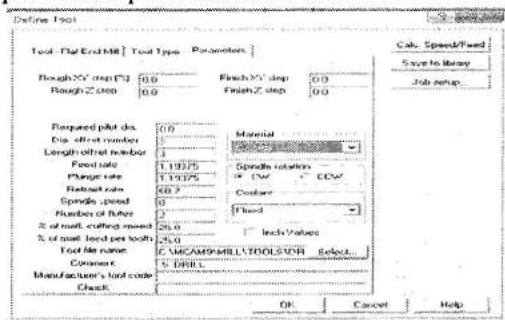
Gambar 4. 19. Jenis pisau frais yang digunakan pada mesin frais CNC

Pada perangkat lunak mastercam Mill 9, dimensi alat potong bisa diatur. Dimensi yang diatur meliputi ukuran pemegang pisau dan ukuran pisau frais (lihat Gambar 4.20). Penentuan ukuran pemegang dan pisau hendaknya menyesuaikan dengan bentuk standar pisau dan pemegang yang sudah ada, agar pengadaan alat potong lebih mudah.



Gambar 4. 20. Dimensi pemegang dan pisau frais pada Mill 9

Selain jenis dan dimensi pisau frais, parameter pemotongan bisa juga diatur seperti pada Lathe 9. Parameter yang dapat diatur adalah langkah proses pemesinan, bahan, gerak makan, jumlah sisi potong, arah putaran, dan penggunaan coolant. Menu pengaturan parameter dapat dilihat pada Gambar 4.21.



Gambar 4. 21 . Menu pengaturan parameter pemesinan pisau frais di Mill 9

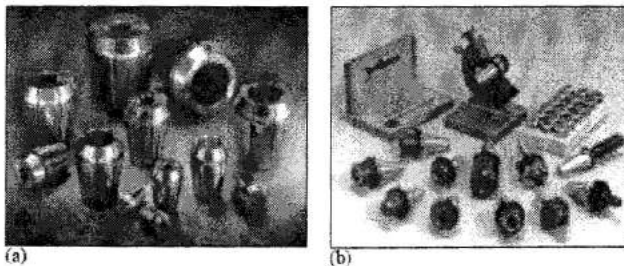
E. Peralatan dan asesoris untuk memegang pisau frais

Proses pemotongan menggunakan mesin frais memerlukan alat bantu untuk memegang pisau dan benda kerja. Pisau harus dicekam cukup kuat sehingga proses penyayatan menjadi efektif, dalam hal ini

pisau tidak mengalami selip pada pemegangnya. Pada mesin frais konvensional horisontal pemegang pisau adalah arbor dan poros arbor. Arbor ini pada porosnya diberi alur untuk menempatkan pasak sesuai dengan ukuran alur pasak pada pisau frais. Pasak yang dipasang mencegah terjadinya selip ketika pisau menahan gaya potong yang relatif besar dan tidak kontinyu ketika gigi-gigi pisau melakukan penyayatan benda kerja.

Pemegang pisau untuk mesin frais vertikal yaitu kolet/ *collet* (Gambar 4.22). Kolet ini berfungsi mencekam bagian pemegang (*shank*) pisau. Bentuk kolet adalah silinder lurus di bagian dalam dan tirus di bagian luarnya. Pada sisi kolet dibuat alur tipis beberapa buah, sehingga ketika kolet dimasuki pisau bisa dengan mudah memegang pisau. Sesudah pisau dimasukkan ke kolet kemudian kolet tersebut dimasukkan ke dalam pemegang pisau (*tool holder*). Karena bentuk luar kolet tirus maka pemegang pisau akan menekan kolet dan benda kerja dengan sangat kencang, sehingga tidak akan terjadi selip ketika pisau menerima gaya potong.

Pemegang pisau (*tool holder*) standar bisa digunakan untuk memegang pisau frais ujung (*end mill*). Beberapa proses frais juga memerlukan sebuah cekam (*chuck*) untuk memegang pisau frais. Pemegang pisau ini ada dua jenis yaitu dengan ujung tirus Morse (*Morse Taper*) dan lurus.



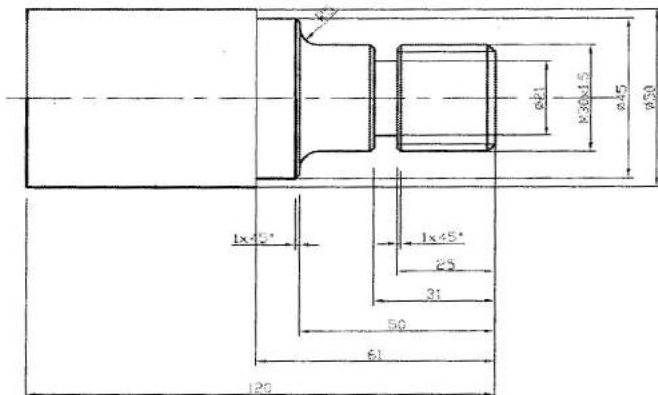
Gambar 4.22. (a) Kolet yang memiliki variasi ukuran diameter, (b) Beberapa pemegang pahat dengan kolet dan alat pemasangannya.

BAB V

MASTERCAM LATHE 9 UNTUK MESIN BUBUT CNC

A. Menganalisis gambar kerja untuk proses pembuatan program CNC dengan Mastercam Lathe 9

Proses pembuatan benda kerja dengan menggunakan mesin bubut diawali dengan gambar kerja. Pada gambar kerja dapat diperoleh banyak informasi, misalnya ukuran bahan, material benda kerja, toleransi, dan informasi mengenai bentuk benda kerja serta dimensinya. Khusus tentang bentuk benda kerja, berdasarkan gambar kerja bisa dianalisis mengenai: kontur benda kerja yang akan dibubut, pahat yang digunakan, dan urutan-urutan langkah pengerjaan. Sebagai contoh, berikut akan dianalisis benda kerja yang akan dibuat seperti gambar kerja pada Gambar 5.1.



Gambar 5.1. Gambar benda kerja proses bubut (Lathe)

Berdasarkan gambar kerja di atas dapat dianalisis kontur benda kerja yang akan dikerjakan dengan mesin bubut yaitu setengah bagian benda kerja bagian atas, karena mesin bubut CNC yang digunakan

disebutkan ulir kiri atau ulir kanan, maka yang dibuat adalah ulir kanan, sehingga putaran spindle sebelum membuat ulir dimatikan dulu (M05), kemudian spindle diputar searah jarum jam (M03). Putaran spindle untuk membuat ulir biasanya terbatas sesuai dengan kisar ulir yang dibuat. Untuk kisar ulir 1,5 maka putaran spindle sebaiknya tidak lebih dari 700 rpm.

- (8) Pahat ulir diposisikan menjauhi benda kerja
- (9) Selesai.

Analisis tersebut di atas harus disusun terlebih dahulu sebelum membuat program CNC menggunakan CAM. Langkah-langkah tersebut apabila dilaksanakan akan memudahkan proses pelacakan kesalahan dan proses pembetulannya. Langkah kerja tersebut pada program mastercam diberi istilah operations manager. Operations manager untuk langkah di atas dapat dilihat pada Gambar 5.3.

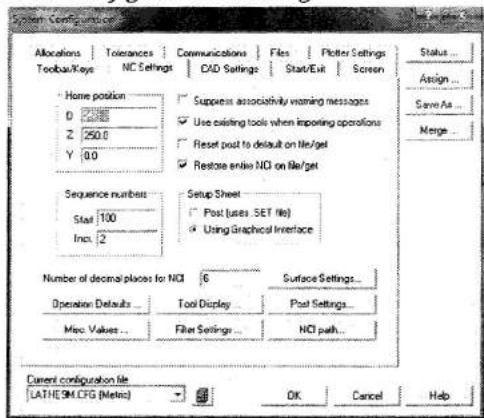


Gambar 5.5. Operations manager langkah kerja proses bubut

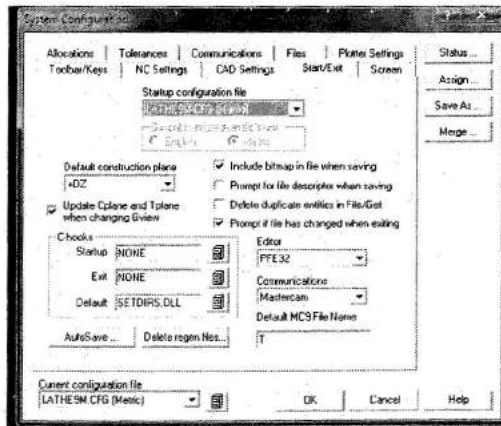
B. Langkah membuat program CNC untuk mesin bubut CNC dengan Mastercam Lathe 9

1. Seting awal dan menggambar

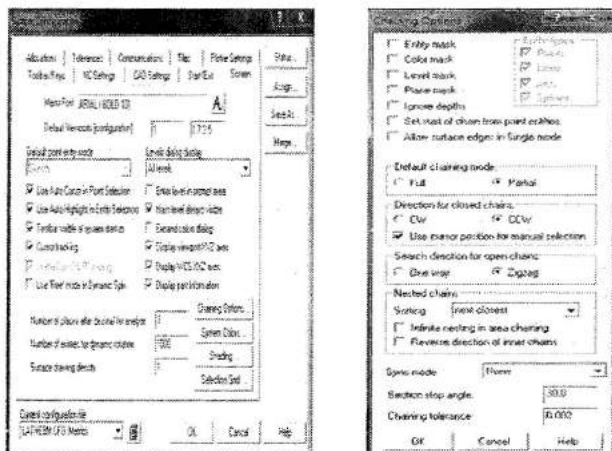
- Buka program Mastercam *Lathe 9*
- Pilih *screen>Configure>NC setting*



- Pastikan *current configuration* pada satuan Metric
- Pilih *Start and Exit*, pastikan pada *default construction plane* adalah +DZ

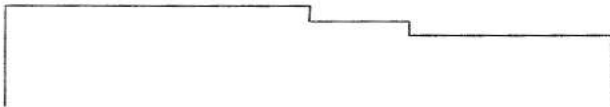


- e. Pilih *screen* > *chaining options*. Klik *chaining partial* dan *direction for close chains CCW*, kemudian klik OK. Menutup *system configuration* klik OK.
- f. Menyimpan perubahan yang dilakukan dengan Klik Yes



- g. Setelah selesai melakukan seting, maka proses menggambar kontur benda kerja bisa dimulai. Misal akan dibuat gambar benda kerja, simulasi, dan program CNC untuk gambar benda kerja poros bertingkat sebagai berikut.
- h. Langkah menggambar adalah:
- *Main menu* > *Create* > *Line* > *multi*
 - Ketik 0,0 enter
 - Ketik 36,0 enter
 - Ketik 36,-40 enter
 - Ketik 38,-40 enter
 - Ketik 38,-60 enter
 - Ketik 40,-60 enter
 - Ketik 40,-120 enter
 - *esc*, sehingga pada layar muncul gambar berikut.

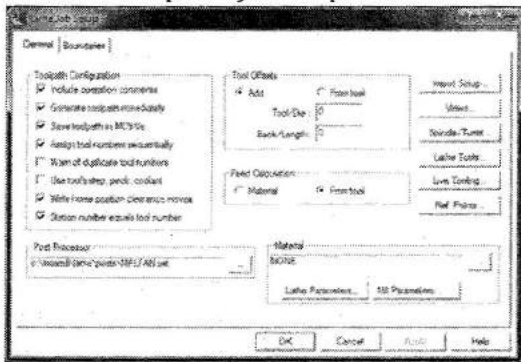
(apabila gambar tampilan kurang jelas klik *fit to screen*, sehingga gambar tampak semuanya di layar)



- i. Simpan gambar, dengan memilih: *main menu>file>save*, kemudian beri nama *file* poros1.

2. Melakukan seting pemotongan untuk simulasi

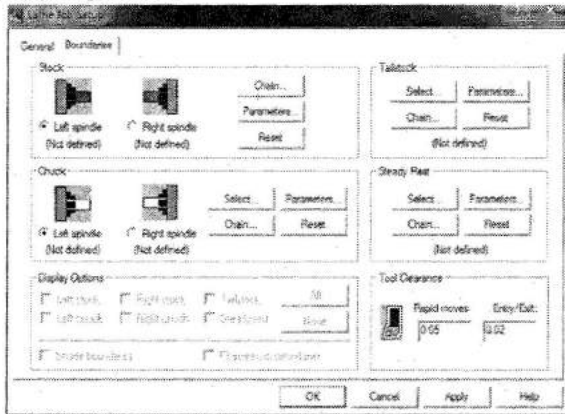
- a. Pilih *main menu> toolpath> job setup*



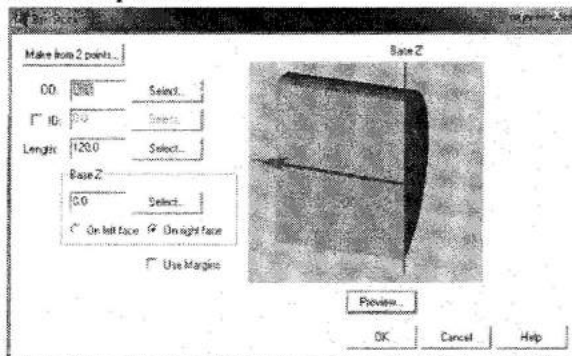
- b. Pilih material bahan, misal dipilih *Alluminium 2024* dari *Lathe library*



- c. Pilih *Boundaries*, pilih posisi *stock* (bahan) dan *chuck* (cekam) yang sesuai



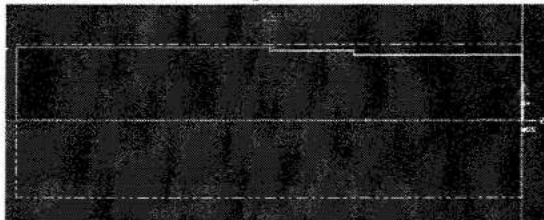
- d. Pilih *parameters* pada bagian menu *stock*. Isi data ukuran bahan yang digunakan, misalnya diameter luar OD 42 mm, *length* 120, *base Z* 0, titik nol dipilih pada *On right face*, kemudian klik preview



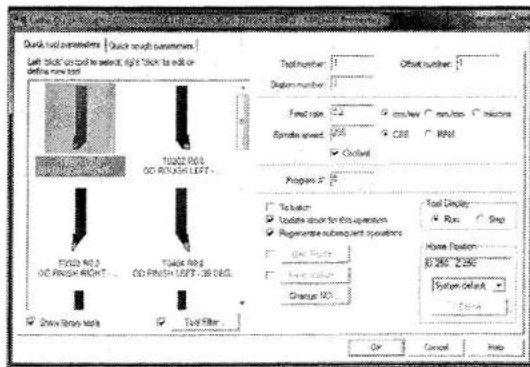
- e. Selanjutnya di layar akan muncul gambar bahan yang digunakan untuk gambar benda kerja yang akan dikerjakan. Pilih *Continue*>*OK*>*apply*>*OK*



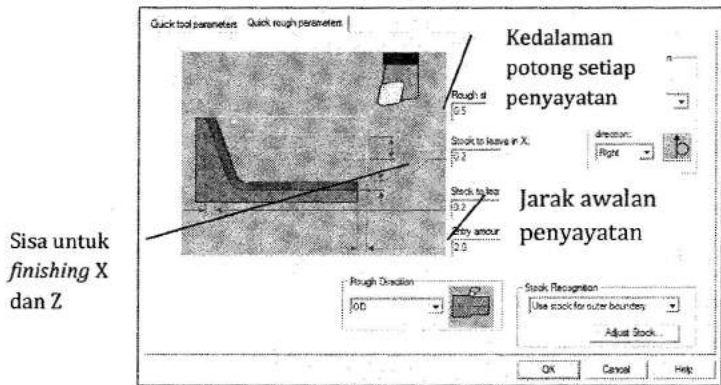
- f. Untuk penyayatan benda kerja, pilih *Quick>Rough>chain*, dan klik garis benda kerja yang pertama akan dikerjakan. Apabila pada gambar terlihat anak panah arah pemotongan mengarah ke bawah. Yang diinginkan arah anak panah ke atas, maka kita klik *reverse*, kemudian pada menu di samping kiri, klik *wait* sehingga menjadi Y.
- g. Setelah itu kita klik satu persatu garis benda kerja secara berurutan, dan diakhiri dengan klik *End here> Done*



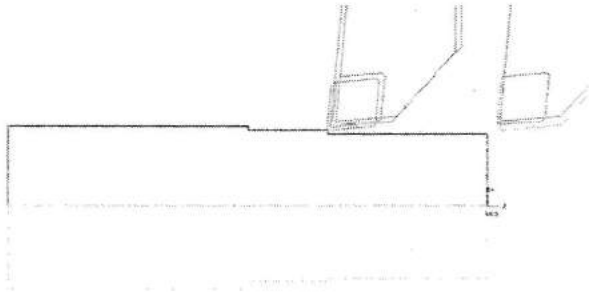
- h. Setelah itu kita pilih pahat yang akan digunakan, misal kita pilih pahat rata *roughing T0101*, maka klik gambar pahat tersebut



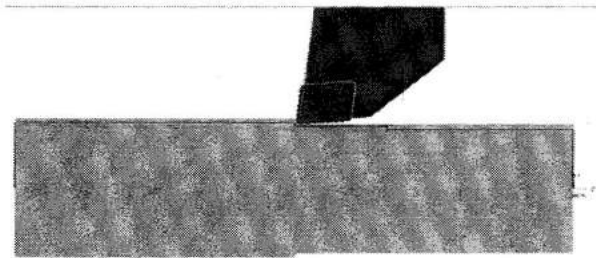
- i. Pilih *quick rough parameter*, dan isi data parameter (*rough step*, *stock to leave in X/Z*, *entry amount*) yang diperlukan seperti gambar di bawah, kemudian klik OK.



- j. Simulasi penyayatan benda kerja tampil di layar



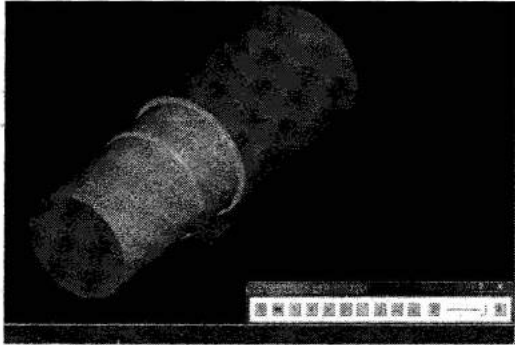
- k. Simulasi penyayatan sudah selesai dan kotak *operations manager* tampil. Untuk mengakhiri klik OK
- l. Untuk memeriksa langkah-langkah penyayatan, pilih *main menu > NC utils > backplot > run*



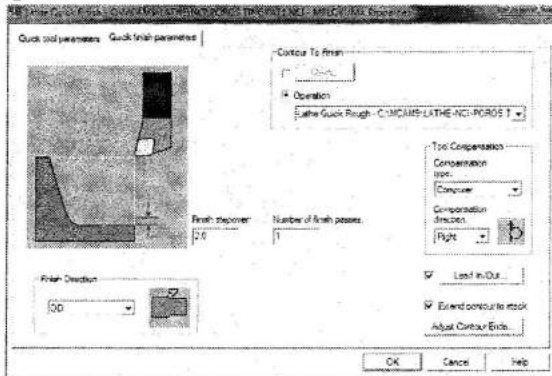
- m. Pilih *step* untuk menampilkan penyayatan setiap langkah. Pilih *Run* untuk menampilkan penyayatan secara menerus.
- n. Untuk menampilkan simulasi penyayatan dalam bentuk 3 dimensi, pilih *main menu>toolpath>operations*, centang operasi yang ingin ditampilkan, kemudian Klik *Verify*



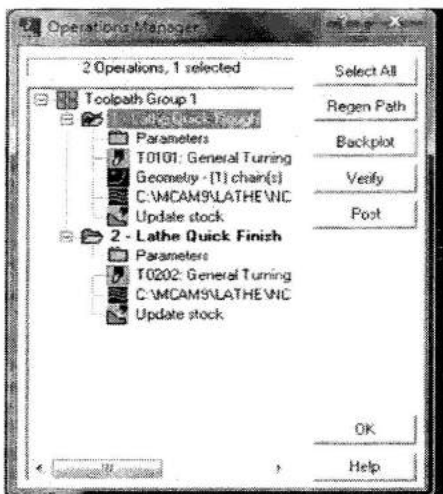
- o. Klik play (▶), maka tampilan simulasi tiga dimensi muncul di layar. Setelah selesai simulai klik tombol X.



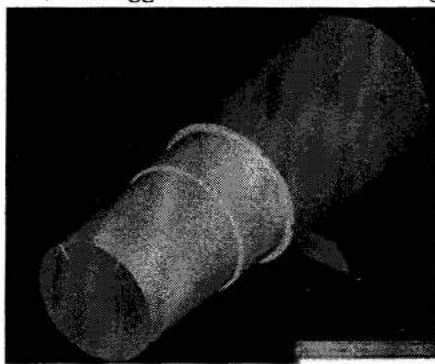
- p. Lanjutkan langkah seperti langkah di atas untuk proses finishing dengan langkah: pilih toolpath>quick>finish, pilih pahat T0303. Kemudian isi data *Quick tool parameter*, terutama pada harga *Feed* dan *Speed*
- q. Isi data *Quick finish parameter* seperti gambar di bawah. Kemudian klik OK sehingga muncul simulasi proses *finishing*.



- r. Pilih *Main menu>toolpath>operations*. Kemudian pilih *Select All*, *Regen Path* sehingga muncul simulasi penyayatan benda kerja.



- s. Pilih verify> ►, sehingga muncul simulasi sebagai berikut

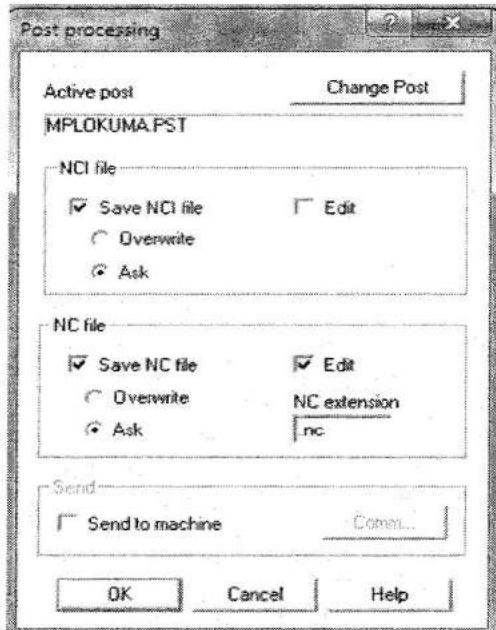


- t. Setelah itu pilih *Main menu> File>save>beri nama program> save> Yes.*

3. Membuat program CNC dari hasil simulasi Mastercam Lathe 9

Hasil simulasi yang dijelaskan di atas, belum bisa digunakan pada mesin CNC. Agar diperoleh program CNC, maka langkah berikutnya adalah menggunakan fasilitas *Post processor*. Langkah-langkahnya adalah:

- a. Pilih *Main menu>toolpath>operations>Post*
- b. Pilih jenis mesin CNC yang diinginkan, dan centang kotak pilihan *save NCI file*, *save NC file*, beri centang kotak *Edit*. Kemudian klik OK



- c. Klik *save*, dan pilih *save* lagi, sehingga tampil program CNC dengan kode G sebagai berikut:
- d. Program kemudian diedit sesuai dengan mesin yang digunakan (terutama pada awal program dan akhir program CNC), dan siap ditransfer ke mesin menggunakan perangkat lunak DNC. Atau bisa juga program diisi ke mesin dengan cara diketik (MDI) apabila program tidak terlalu panjang.

Programmer's File Editor - [athe inc\poros tingkat1.nc]

File Edit Options Template Execute Macro Window Help

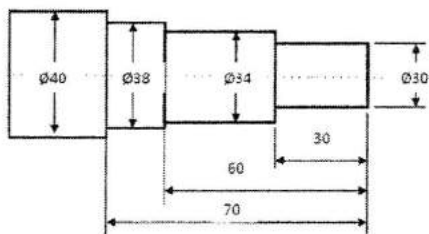
\$POROS TINGKAT1.MIN\$
 00001
 (PROGRAM NAME - POROS TINGKAT1)
 (DATE=DD-MM-YY - 13-09-11 TIME=HH:MM - 19:46)
 (TOOL - 1 OFFSET - 1)
 (LROUGH 00 ROUGH RIGHT - 80 DEG. INSERT - CNIG 12 04 08)
 G0 X250. 2250.
 T0101
 G97 S2290 M03 M42
 G0 X41.009 Z2.152 M08
 G50 S3600
 G96 S295
 G95 G1 Z-59.8 F.2
 X42.
 X44.828 Z-58.386
 G0 Z2.2
 X40.018
 G1 Z-59.8
 X41.009
 X43.838 Z-58.386
 G0 Z2.2
 X39.027
 G1 Z-59.8
 X40.018
 X42.847 Z-58.386
 G0 Z2.2
 X38.036
 G1 Z-40.225
 G3 X38.4 Z-40.8 I-.818 K-.575
 G1 Z-59.8
 X39.027
 X41.856 Z-58.386
 G0 Z2.2
 X37.045
 G1 Z-39.854
 G3 X38.036 Z-40.225 I-.323 K-.946
 G1 X40.865 Z-38.811
 G0 Z2.2
 X36.055
 G1 Z-.238
 G3 X36.4 Z-.8 I-.827 K-.562
 G1 Z-39.8
 G3 X37.045 Z-39.854 K-1.
 G4 X38.876 Z 38.811

Ln 63 Col 20 71 WR Rec Off No Wrap DOS INS

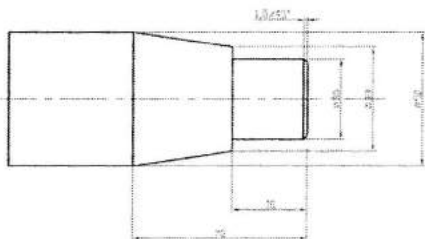
C. Soal Latihan dan tugas

Ulangi langkah-langkah tersebut di atas untuk gambar benda kerja berikut, sehingga anda semua bisa menggunakan program mastercam lathe 9 dengan lancar.

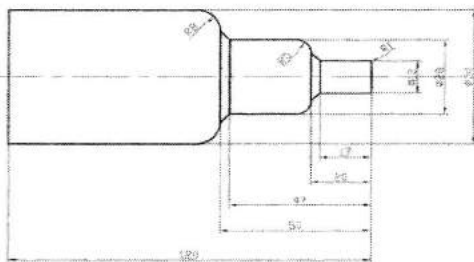
- 1) Nama program poros2



- 2) Nama program poros3



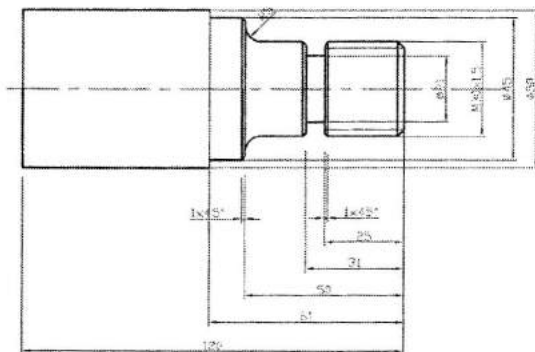
- 3) Nama program poros4



Selamat Belajar

D. Pembuatan benda kerja poros beralur dan ulir dengan Mastercam Lathe 9

1. Membuat gambar
 - a. Lakukan seting awal seperti pada sub bab sebelumnya
 - b. Gambar benda kerja sebagai berikut :

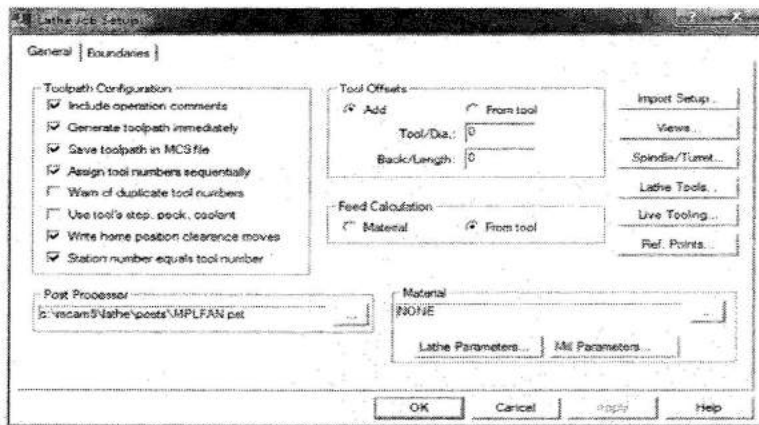


- c. Langkah menggambar (setengah kontur bagian atas) :
 - 1) *Main menu>Create> line>multi*, kemudian pada isian koordinat dtulis koordinat sebagai berikut
 - 2) Ketik 0,0 enter
 - 3) Ketik 26,0 enter
 - 4) Ketik 30,-2 enter
 - 5) Ketik 30,-25 enter
 - 6) Ketik 21,-25 enter
 - 7) Ketik 21,-31 enter
 - 8) Ketik 30,-31 enter
 - 9) Ketik 30,-50 enter
 - 10) Ketik 43,-50 enter
 - 11) Ketik 45,-51 enter
 - 12) Ketik 45,-61 enter
 - 13) Ketik 50,-61 enter
 - 14) Ketik 50, -120 enter

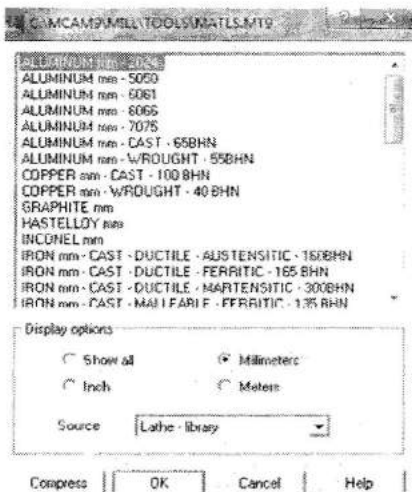
- 15) Ketik 0,-120 enter
 - 16) Esc
 - 17) *main menu*> *modify*>*fillet*, isi radius 5, kemudian pilih dua garis yang akan dibuat fillet 5 mm.
 - 18) Esc
2. Simpan gambar dengan *save*, beri nama file (misal porosulr)
 3. Klik kanan, klik *screen feet*
 4. Gambar yang dibuat seperti gambar di bawah.

E. Melakukan setting penyayatan/pemotongan untuk simulasi

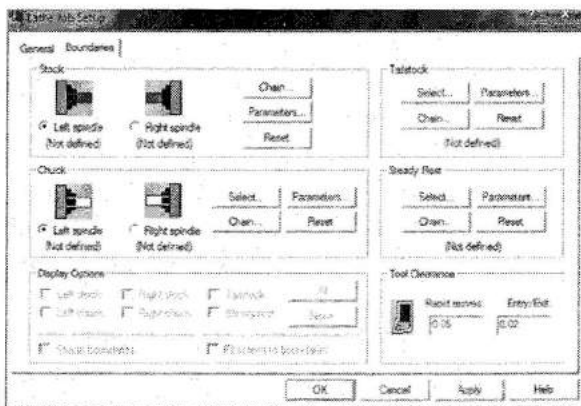
1. Pilih *main menu*>*toolpath*>*job setup*



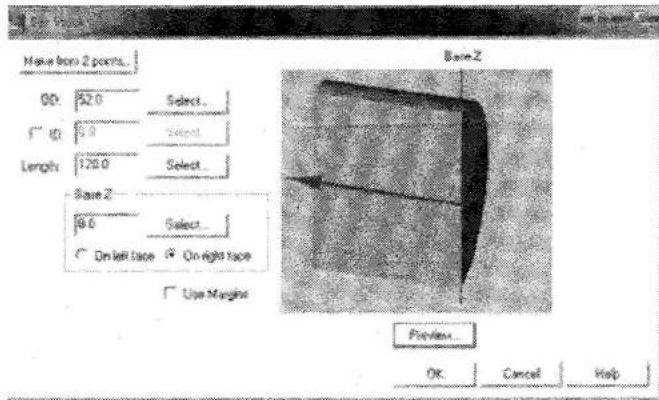
2. Pilih material bahan, klik lingkaran Material pada *feed calculation*. Misal dipilih Aluminium 2024 dari *Lathe library*, kemudian klik *OK*



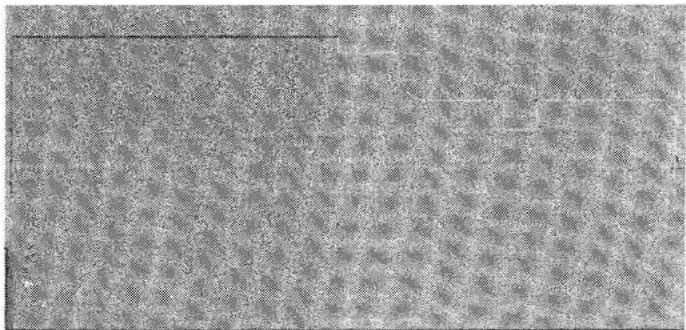
3. Pilih *Boundaries*>pilih left spindle untuk *Stock* (bahan) dan *Chuck* (cekam) yang sesuai



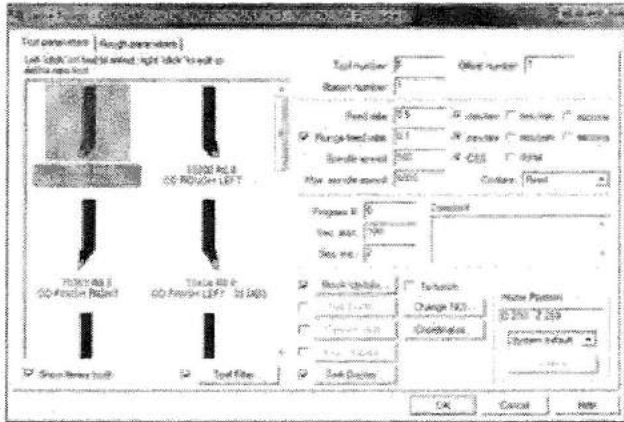
4. Pilih *Parameters* pada bagian menu *Bar Stock*, isi data ukuran bahan yang digunakan, misalnya OD 52 mm, *length* 120, *base Z* 0, titik nol dipilih pada *On right face*, kemudian klik *preview*>*continue*> *OK*



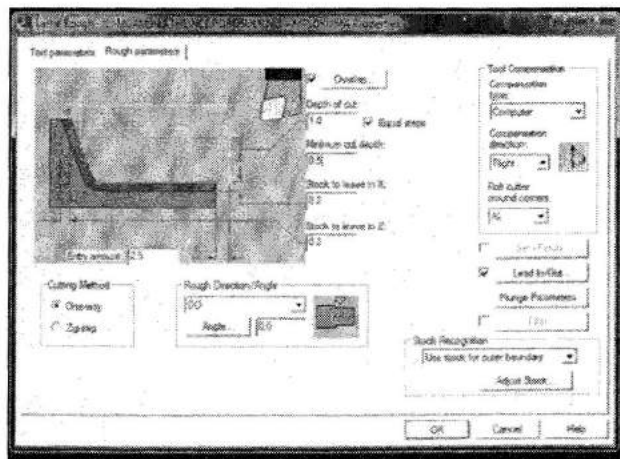
5. Klik *Main menu>toolpath> Rough*, kemudian pilih garis kontur yang akan dibubut dengan *roughing* secara berurutan. Ingat pada *Wait* pilih *Y* dan garis kontur dipilih secara urut dengan anak panah yang searah (jika arah anak panah terbalik klik *reverse*). Kontur yang telah dipilih warnanya berubah menjadi putih (lihat gambar kontur dan anak panah).



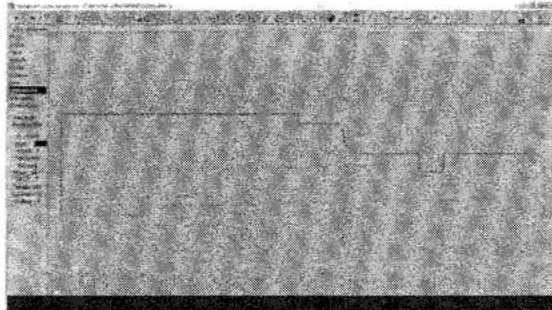
6. Setelah kontur dipilih, klik *End here>done*



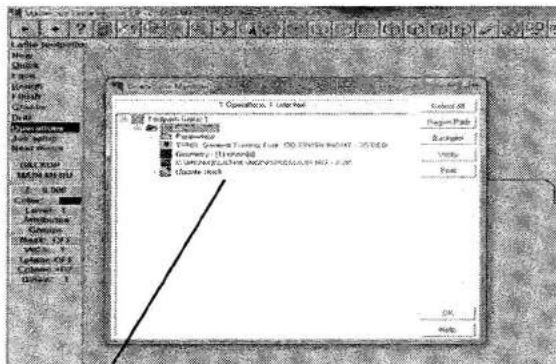
7. Pilih pahat yang akan digunakan untuk melakukan proses pembubutan roughing, misal T0101, maka klik gambar pahat tersebut, kemudian klik *rough parameters*. Isi parameternya, misal kedalaman potong 1 mm, kedalaman minimal 0,5 mm, sisa untuk X 0,2 mm, dan sisa untuk Z 0,2 mm. Klik OK, maka simulasi pemotongan akan tampil



8. Tampilan simulasi sebagai berikut. Perhatikan langkah pemotongannya. Apabila ada kesalahan masih bisa dibetulkan.



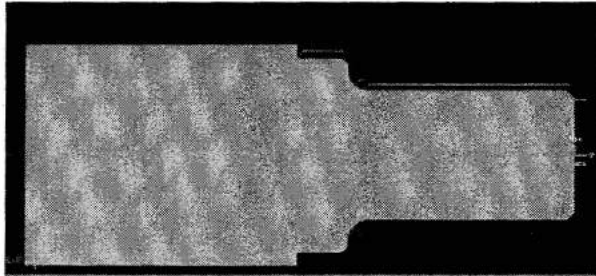
9. Untuk melihat operasi yang dilakukan klik *Main menu>toolpath>operations*. Apabila mengubah harga parameter, klik parameter pada kotak operations tersebut.



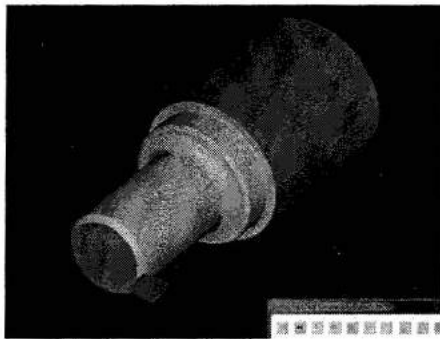
Penjelasan :

- *Regen Path* digunakan untuk mengulang proses pemotongan
- *Backplot* digunakan untuk melihat simulasi yang telah dilakukan
- *Verify* digunakan untuk melihat simulasi pemotongan dalam 3 dimensi
- *Post* digunakan untuk proses *Post Processor*

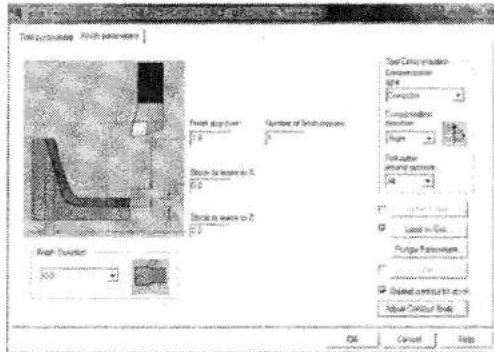
Backplot dimaksudkan untuk mensimulasikan proses pemotongan dalam bentuk dua dimensi. Hasil *backplot* simulasi di atas seperti gambar di bawah:



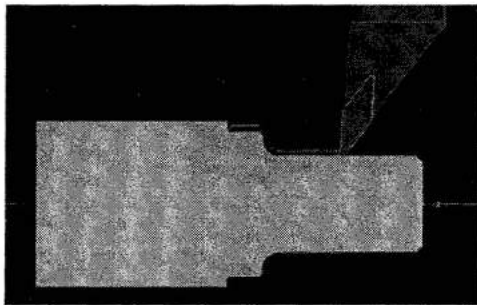
Hasil *verify* untuk langkah *lathe rough* adalah :



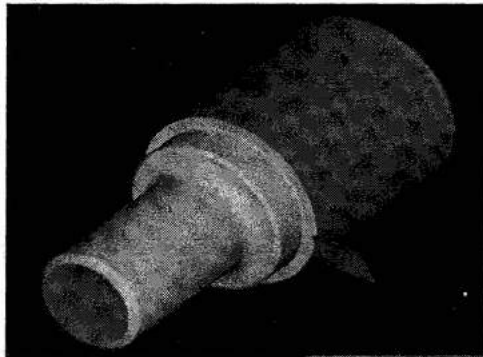
- Langkah *selanjutnya* adalah melakukan proses *finishing* dengan langkah: klik *main menu>toolpath>finish>last* (kontur terakhir yang dipilih)*>Done*. Pilih pahat yang digunakan untuk *finishing*, misal klik T0303, kemudian klik *finish parameters*
- Mengisi *finish parameters* (misal seperti di gambar), kemudian klik OK, maka simulasi proses finishing ditampilkan



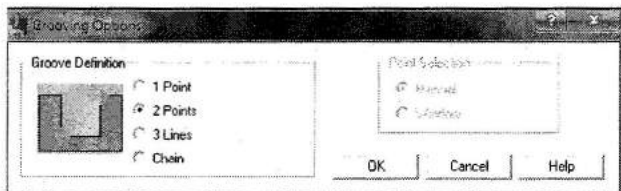
12. Apabila ingin melihat hasil *backplot*, pilih *Main menu>toolpath>operations> backplot>* ►



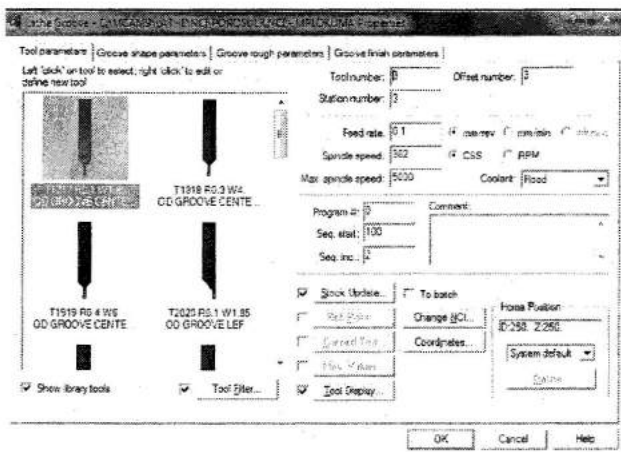
Hasil *verify* seperti gambar di bawah.



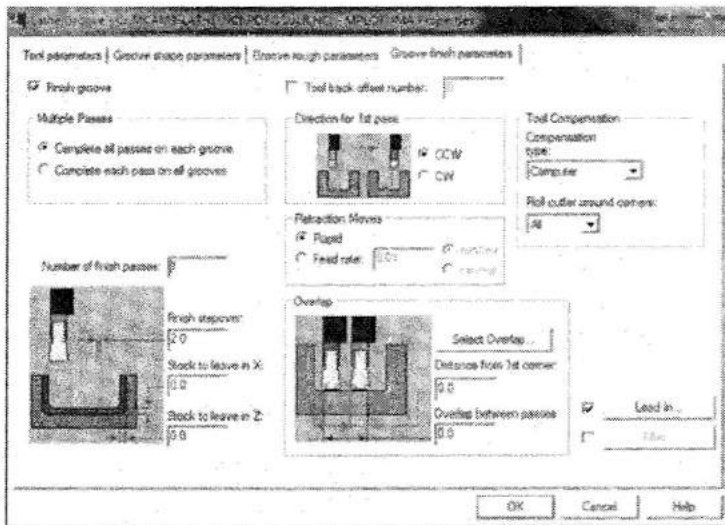
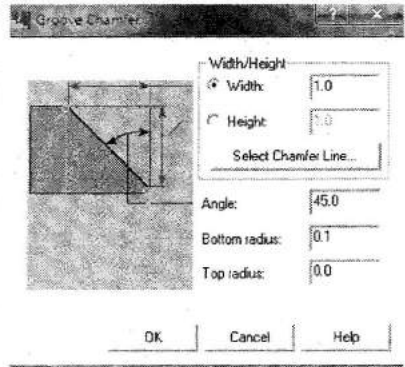
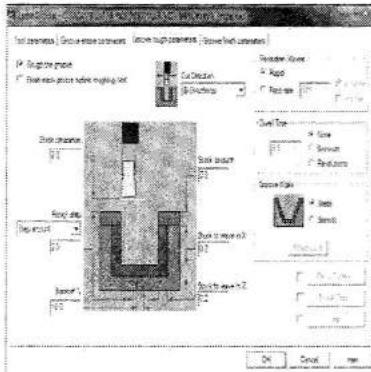
13. Setelah proses *finishing* dilanjutkan dengan *pembuatan alur*. Pilih *main menu>toolpath>groove*. Kemudian pilih definisi alur dengan dua titik/ *2 points* (yaitu kanan atas, dan kiri bawah), kemudian OK



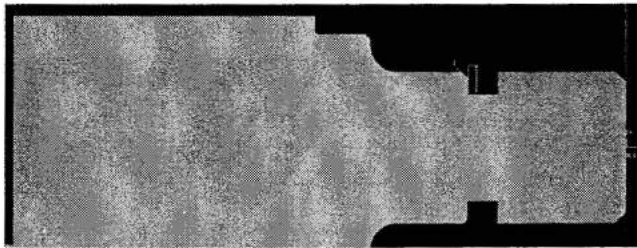
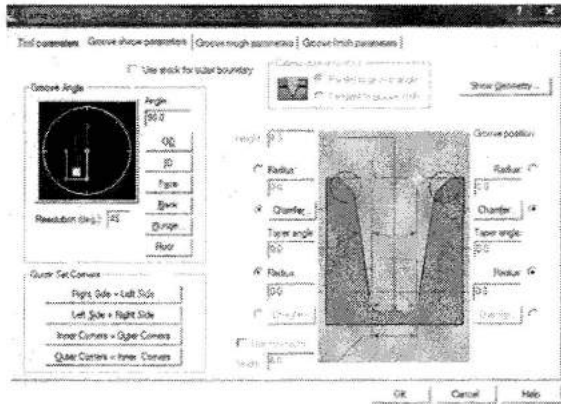
14. Kemudian klik pada gambar alur untuk kanan atas, *kiri* bawah sesuai dengan definisi alur yang dipilih. Tekan *Esc* bila telah selesai, maka menu memilih pahat akan muncul



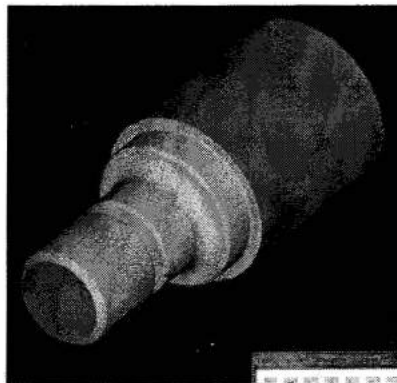
15. Pilih pahat alur, misal T1717 (lebar pahat 1.85 mm). Kemudian isi semua parameter yang diperlukan (*groove shape, rough, finish*). Klik OK untuk mensimulasikan proses pembuatan alur (*groove*). Isi semua parameter tersebut seperti contoh pada gambar di bawah.



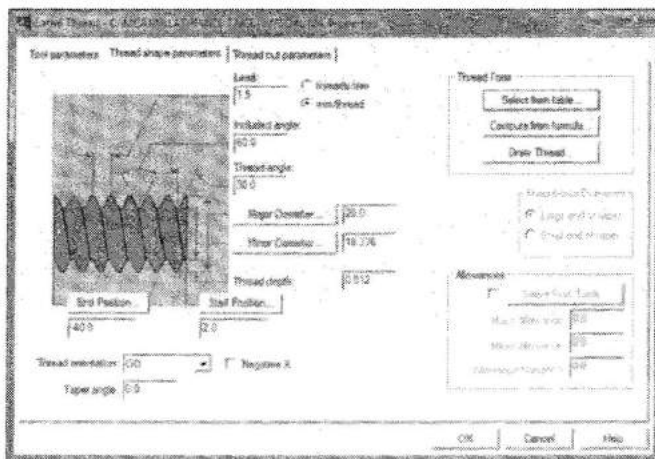
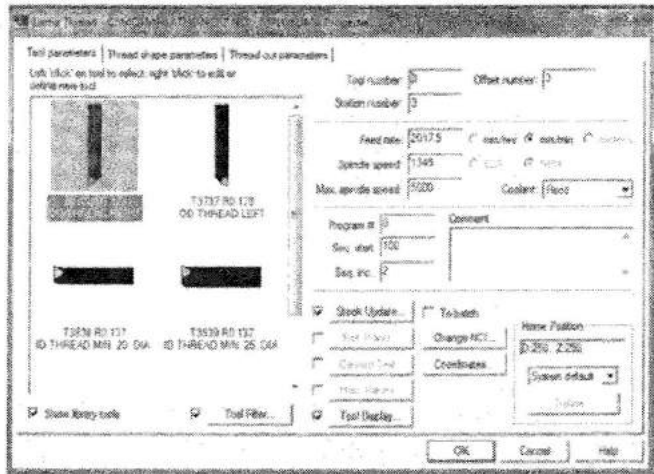
Setelah semua parameter proses pembuatan alur diisi, kemudian klik OK, maka simulasi jalannya pahat (toolpath) proses pembuatan alur akan tampil di layar. Tampilan *backplot* seperti gambar di bawah.

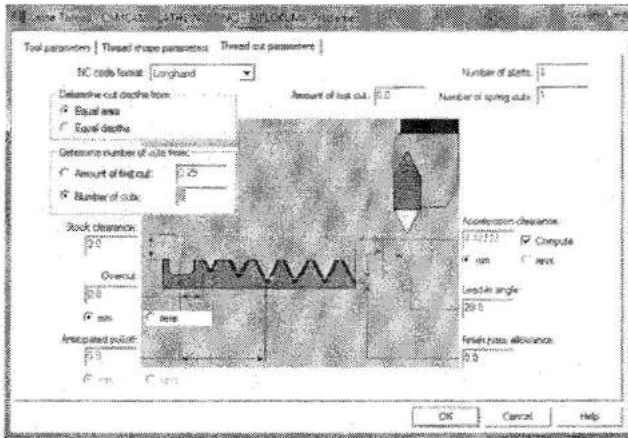


Sedangkan simulasi tiga dimensi (verify) seperti gambar di bawah.

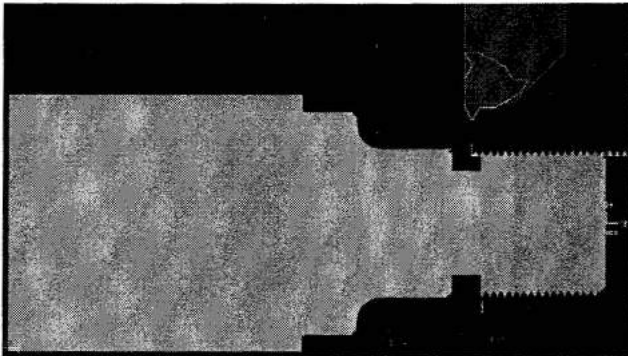


16. Proses pembuatan ulir (thread) dilakukan dengan langkah yang analog seperti langkah-langkah di atas. Beberapa parameter yang harus diisi pada proses pemotongan ulir adalah: *tool parameters*, *thread shape parameters*, dan *thread cut parameters*, seperti gambar di bawah. Sehingga hasilnya sebagai berikut :

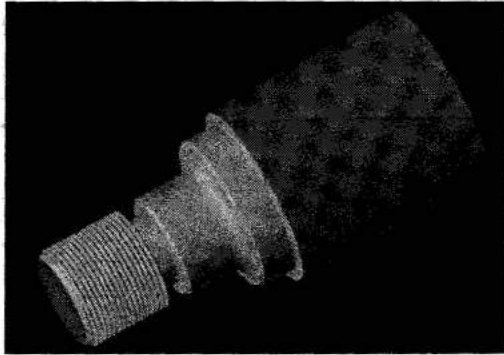




17. Setelah semua parameter tersebut di atas diisi, kemudian akan tampil simulasi pemotongan ulir. Hasil *backplot* pemotongan ulir seperti gambar di bawah.



18. Hasil simulasi tiga dimensi dengan verify seperti gambar di bawah.



19. Operation managers secara lengkap pembuatan benda kerja di atas adalah seperti gambar di bawah.



20. Pembuatan program CNC dilakukan dengan klik *post*, centang pada *save* dan *edit* program CNC. Program yang dihasilkan meliputi program bubut pengasaran, finishing, pembuatan alur, dan pembuatan ulir seperti di bawah.

```
$POROSULR.MIN%
```

```
O0001
```

```
(PROGRAM NAME - POROSULR )
```

```
(DATE=DD-MM-YY - 21-09-12 TIME=HH:MM - 15:33 )
```

```
( TOOL - 1 OFFSET - 1 )  
( LROUGH OD ROUGH RIGHT - 80 DEG. INSERT - CNMG  
12 04 08 )  
G0 X250. Z250.  
T0101  
G97 S3500 M03 M42  
G0 X50.015 Z2.7 M08  
G50 S3600  
G96 S550  
G95 G1 Z-60.8 F.5  
X52.  
X54.828 Z-59.386  
G0 Z2.7  
X48.03  
G1 Z-60.8  
X50.415  
X53.243 Z-59.386  
G0 Z2.7  
X46.044  
G1 Z-60.8  
X48.43  
X51.258 Z-59.386  
G0 Z2.7  
X44.059  
G1 Z-50.715  
X44.814 Z-51.093  
G3 X45.4 Z-51.8 I-.707 K-.707  
G1 Z-60.8  
X46.444  
X49.273 Z-59.386  
G0 Z2.7  
X42.074
```

G1 Z-49.859
G3 X42.814 Z-50.093 I-.337 K-.941
G1 X44.459 Z-50.915
X47.288 Z-49.501
G0 Z2.7
X40.089
G1 Z-49.8
X41.4
G3 X42.474 Z-49.956 K-1.
G1 X45.303 Z-48.542
G0 Z2.7
X38.104
G1 Z-49.797
G2 X38.4 Z-49.8 I.148 K3.997
G1 X40.489
X43.317 Z-48.386
G0 Z2.7
X36.119
G1 Z-49.634
G2 X38.4 Z-49.8 I1.141 K3.834
G1 X38.504
X41.332 Z-48.386
G0 Z2.7
X34.133
G1 Z-49.184
G2 X36.519 Z-49.688 I2.133 K3.384
G1 X39.347 Z-48.274
G0 Z2.7
X32.148
G1 Z-48.296
G2 X34.533 Z-49.302 I3.126 K2.496
G1 X37.362 Z-47.888

G0 Z2.7
X30.163
G1 Z-2.328
G3 X30.4 Z-2.8 I-.881 K-.472
G1 Z-25.8
Z-31.8
Z-45.8
G2 X32.548 Z-48.527 I4.
G1 X35.377 Z-47.113
G0 Z2.7
X28.178
G1 Z-1.275
X29.814 Z-2.093
G3 X30.4 Z-2.8 I-.707 K-.707
G1 Z-25.8
Z-31.8
Z-45.8
G2 X30.563 Z-46.603 I4.
G1 X33.391 Z-45.189
G0 Z2.7
X26.193
G1 Z-.282
X28.578 Z-1.475
X31.406 Z-.06
M09
G0 X250. Z250.
M05
M01
(TOOL - 2 OFFSET - 2)
(LFINISH OD FINISH RIGHT - 35 DEG. INSERT - VNMG
16 04 08)
G0 X250. Z250.

T0202
G97 S3600 M03 M42
G0 X0. Z2. M08
G50 S3600
G96 S550
G95 G1 Z0. F.5
X24.4
G3 X25.531 Z-.234 K-.8
G1 X29.531 Z-2.234
G3 X30. Z-2.8 I-.566 K-.566
G1 Z-25.8
Z-31.8
Z-45.8
G2 X38.4 Z-50.14.2
G1 X41.4
G3 X42.531 Z-50.234 K-.8
G1 X44.531 Z-51.234
G3 X45. Z-51.8 I-.566 K-.566
G1 Z-61.
X50.
X52.828 Z-59.586
M09
G0 X250. Z250.
M05
M01

(TOOL - 3 OFFSET - 3)
(LGROOVE OD GROOVE CENTER - NARROW INSERT -
N151.2-185-20-5G)
G0 X250. Z250.
T0303
G97 S2791 M03 M42

G0 X34.449 Z-30.275 M08
G50 S3600
G96 S302
G95 G1 X21.4 F.1
G0 X34.449
Z-28.663
G1 X21.4
X21.723 Z-28.824
G0 X34.449
Z-30.8
G1 X21.4
X21.723 Z-30.639
G0 X34.449
Z-27.05
G1 X21.4
X21.723 Z-27.211
G0 X34.449
Z-33.444
X32.77
G1 X29.941 Z-32.029
X28. Z-31.059
G2 X27.717 Z-31. I-.141 K-.141
G1 X21.
X21.5 Z-30.75
G0 X32.828
Z-25.436
G1 X30. Z-26.85
X21.
Z-29.35
X21.5 Z-29.1
G0 X32.77
M09

G0 X250. Z250.

M05

M01

(TOOL - 4 OFFSET - 4)

(LTHREAD OD THREAD RIGHT INSERT - R166.0G-
16UN01-100)

G0 X250. Z250.

T0404

G97 S875 M03 M41

G0 X42. Z9.458 M08

X29.353 Z9.458

G95

G33 X29.353 Z-27. F1.5

X28.968

X28.665

X28.407

X28.178

X27.97

X27.779

X27.6

X27.4

X27.4

X27.4

X27.4

G0 X42. Z9.458

M09

G0 X0. Z125.

M05

M02

%

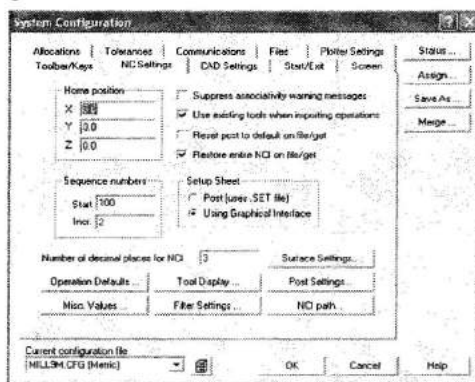
BAB VI

MASTERCAM MILL 9 UNTUK MESIN FRAIS CNC

Mastercam *Mill 9* digunakan untuk menggambar benda kerja dan mensimulasikan proses pemotongan benda kerja sesuai dengan gambar kerja untuk proses frais (*milling*). Analisis gambar kerja pada proses frais identik dengan proses bubut, yaitu berdasarkan benda kerja direncanakan gambar untuk proses simulasi, alat potong yang digunakan, dan langkah kerja proses frais yang dilakukan. Gambar untuk proses frais di mastercam merupakan gambar benda kerja utuh tetapi dimensi benda kerja tidak digambar. Langkah pembuatan program CNC diawali dengan melakukan pengaturan awal, menggambar benda kerja di layar, mensimulasikan proses pemotongan, mengoreksi hasil simulasi, dan membuat program CNC.

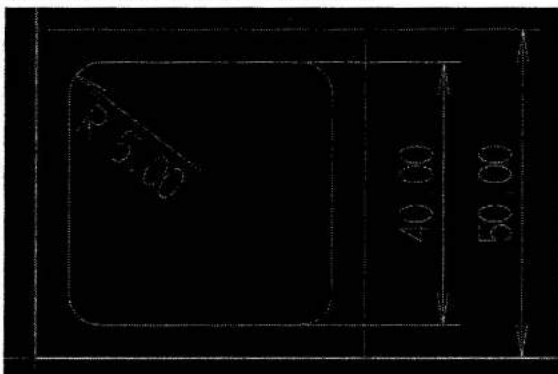
A. Pengaturan awal/ seting

1. Buka program Mastercam Mill9
2. Klik **Screen> Configure>NC Setting**. Pastikan **Current Configuration file** pada ukuran **Metric, Number of decimal places NCI=3**

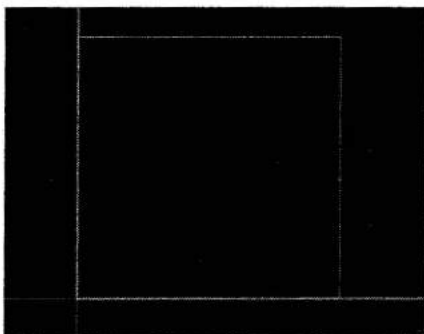


B. Menggambar benda kerja

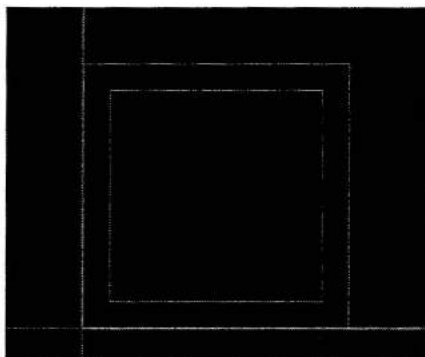
1. Benda kerja yang akan dibuat adalah persegi dengan ukuran 40 mm x 40 mm dengan radius pojok 5 mm dengan ketebalan 5 mm. Bahan ukuran 50 mm x 50 mm x 50 mm



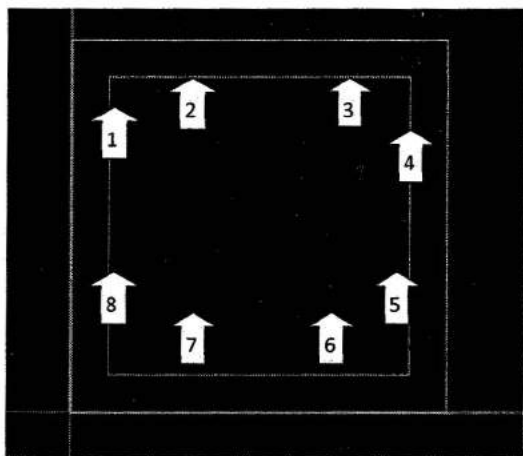
2. Langkah menggambar :
 - a. Klik Main menu>Create>Rectangle
 - b. Klik 2 point
 - c. Klik Origin
 - d. Ketik 50,50 enter



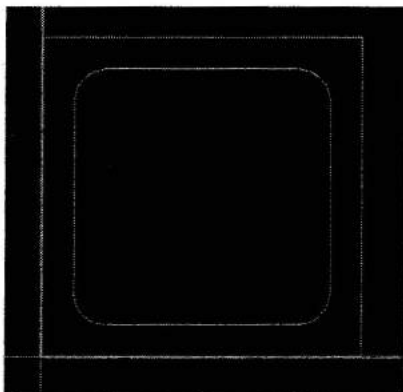
- e. Tulis 5,5 enter
- f. Tulis 45,45 enter



- g. Klik *Main menu>Modify>Fillet*
- h. Klik Radius
- i. Ketik 5
- j. Pilih garis dengan kursor pada bagian yang akan difillet (lihat gambar)



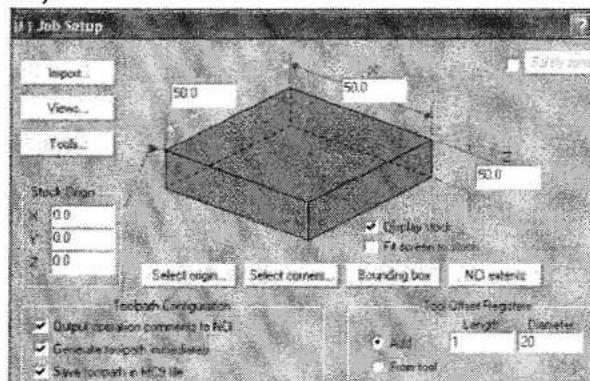
- k. Hasilnya adalah kotak dengan radius pojok 5 mm sebagai berikut. Kemudian tekan esc, dan esc lagi untuk kembali ke menu utama



1. Simpan gambar, dengan cara klik: *file>save>beri nama gambar (misal kotak40)>save.*

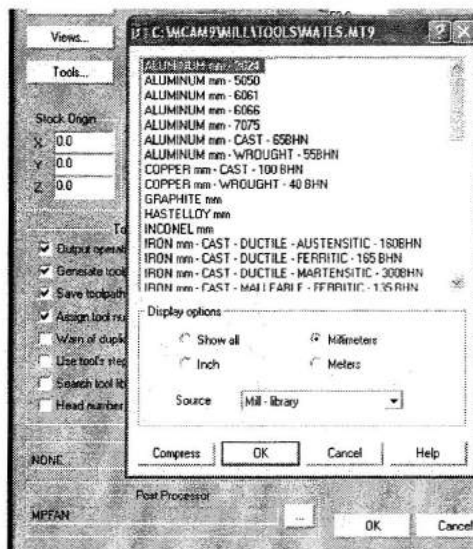
C. Membuat simulasi penyayatan/pemotongan benda kerja

1. Klik *Toolpath> Job setup.*
2. Pindahkan titik *Stock origin* (ujung panah merah) dari tengah benda kerja

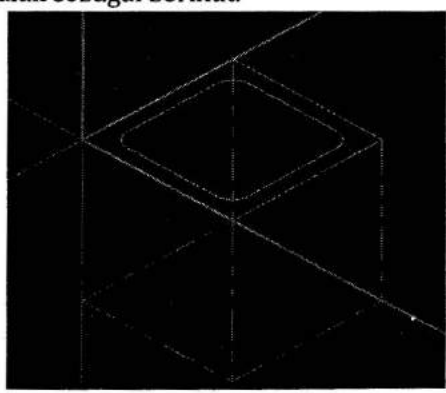


ke kiri atas dengan cara **drag and drop**. Kemudian isi ukuran bahan (*stock*) benda kerja X 50, Y 50, dan Z 50. Kemudian centang *Display stock*.

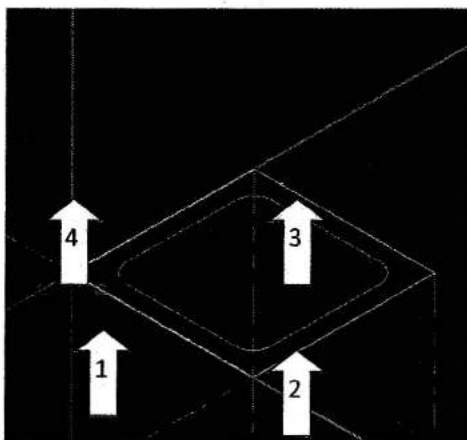
- Pilih material yang digunakan, dengan cara klik pada kotak cari material (...), dan pilih *Mill library*, pilih bahan Aluminium 2024, OK, OK



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

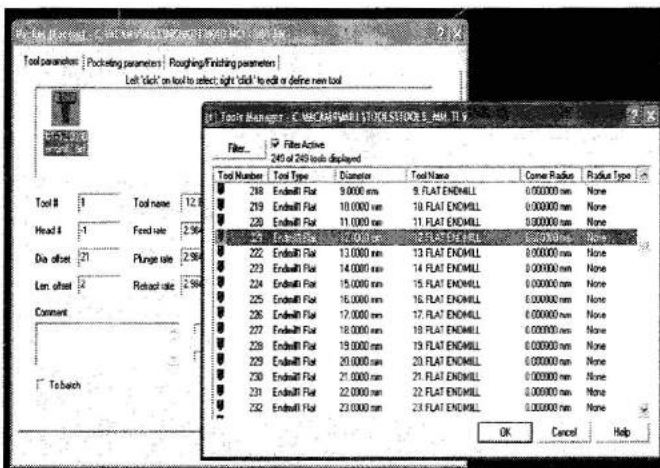


5. Klik *Main menu>Tool path>Pocket*. Kemudian pilih garis batas untuk membuat proses *Facing* (empat garis pinggir benda kerja) dengan diklik satu per satu garis tersebut. Ketika klik garis yang pertama perhatikan menu (pastikan *Wait* pada Y, kalau belum klik tulisan *Wait*). Perhatikan arah anak panah, arah klik garis berikutnya ikuti arah panah merah.

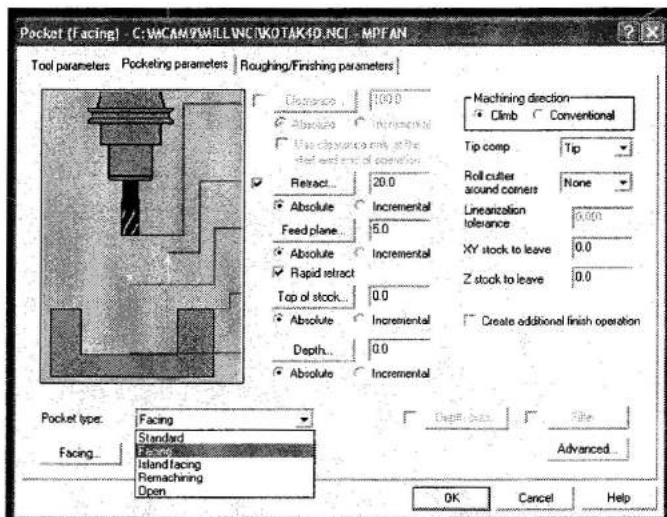


Setelah empat garis dipilih, klik *End here>Done*.

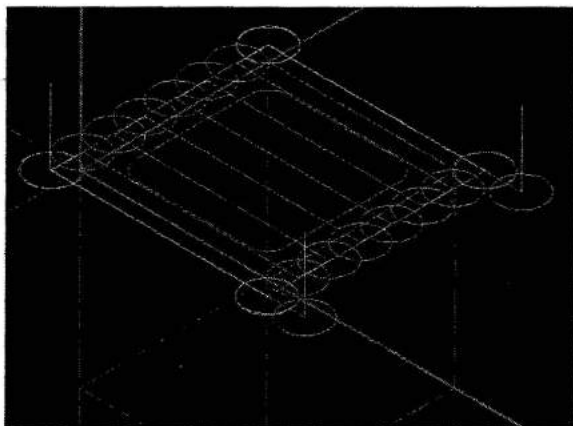
6. Setelah proses di atas dilaksanakan, akan muncul kotak menu *Pocket (Facing)*. Pada kotak tool, klik kanan, klik *Get tool from library*. Pilih tool yang akan digunakan (misal dipilih *Endmill 12 mm flat*), klik OK



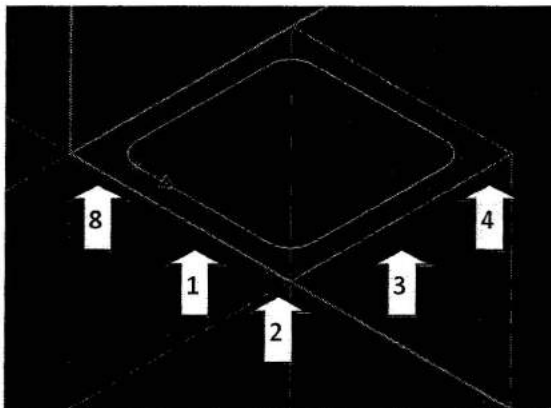
7. Pilih **Pocket parameter**. Tentukan (isilah dengan angka) jarak *Retract*, *Feed plane*, *Top of stock*, *Depth of cut* (lihat gambar). Pada menu *Pocket type* pilih *facing*. Klik OK.



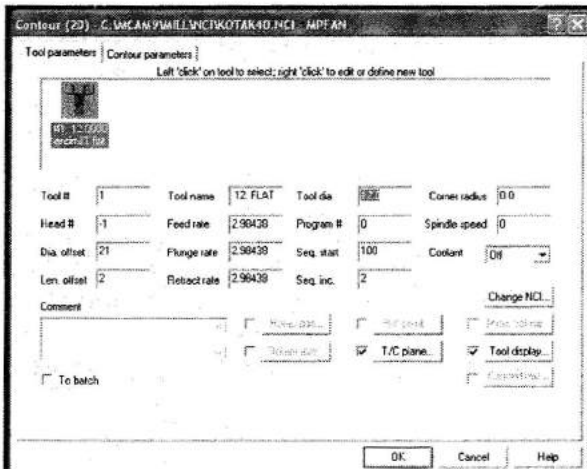
8. Simulasi proses *facing* tampil sebagai berikut



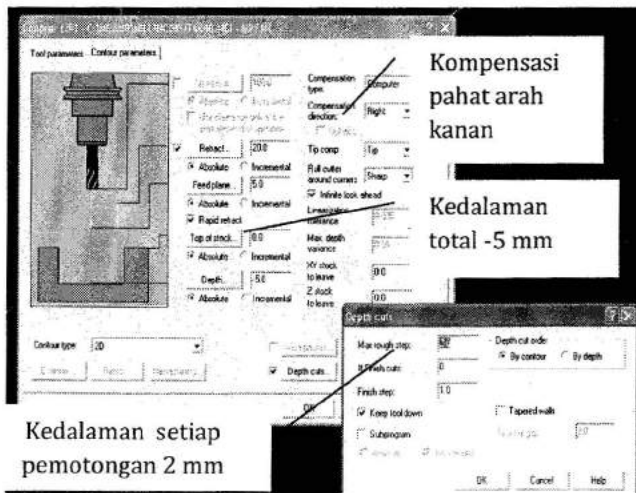
9. Langkah selanjutnya adalah membuat bentuk kotak beradius. Pilih *Main menu>Toolpath>Contour*. Pilih garis kontur yang akan dibuat dengan urutan seperti gambar berikut (1,2,3,4,dst ...perhatikan arah anak panah merah, bagian yang diidentifikasi 8 buah)



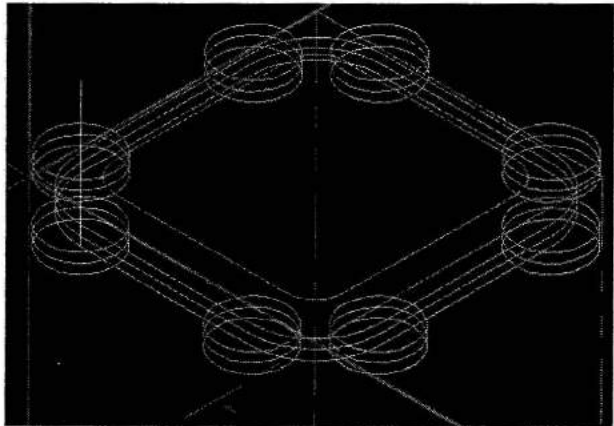
10. Setelah garis kontur dipilih semua (warna garis berubah menjadi putih), klik *End here>Done*.



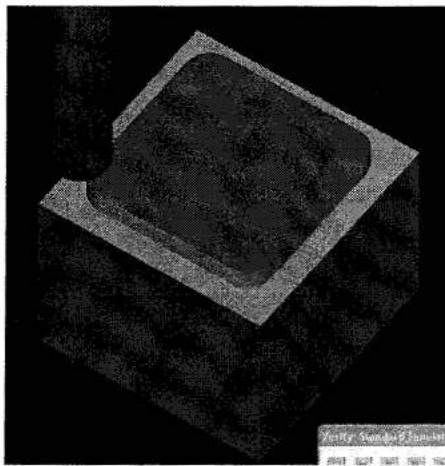
11. Kita gunakan *tool* yang sama, maka kemudian pilih *Contour* parameter. Isi data seperti gambar. Pilih *depth of cut* 2 mm. Klik *OK>OK*



12. Tampilan simulasi



13. Untuk menampilkan simulasi dalam 3 dimensi. Pilih *Main menu>NC Utils>Verify>* ►.



14. Langkah membuat program CNC sama seperti pada mastercam Lathe 9 (proses bubut), yaitu dengan *Main menu>NC Utils>Post Proc*, Run. Program CNC yang dihasilkan adalah sebagai 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
%

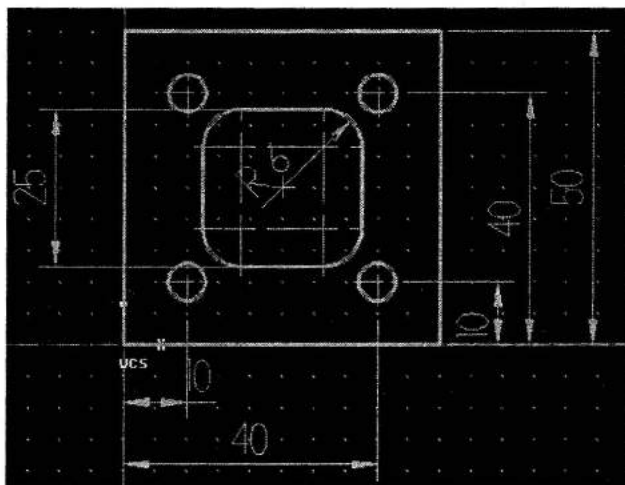
D. Soal latihan

1. Buatlah gambar identik dengan gambar pada contoh di atas, tetapi diameter pojoknya berturut-turut adalah 5 mm, 8 mm, 10 mm, dan 12 mm. Dalam total kotak 6 mm. Gunakan tool dengan diameter 14 mm untuk proses facing dan tool diameter 12 mm untuk penyayat kontur. Buatlah simulasi penyayatannya!
2. Buatlah gambar identik dengan gambar pada contoh di atas, dengan benda kerja awal ukuran 100 mm x 100 mm x 50 mm. Bentuk kontur persegi dengan ukuran 85 mm x 85 mm ditengah benda kerja (simetris). Pada setiap pojok kontur dichamfer 6 mm x 6 mm. Kedalaman total kontur 8 mm. Tool yang digunakan silahkan ditentukan sendiri.

Selamat berlatih dan belajar

E. Membuat kantong (*pocket*) dan lubang dengan proses *drilling*

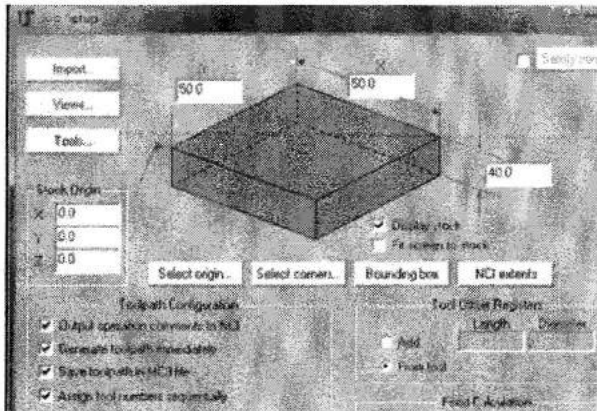
Berikut akan dijelaskan secara rinci mengenai pembuatan poket persegi dan lubang. Poket dikerjakan dengan siklus pembuatan poket dan lubang dibuat menggunakan proses *drilling*. Gambar kerja benda kerja yang dibahas adalah seperti gambar di bawah.



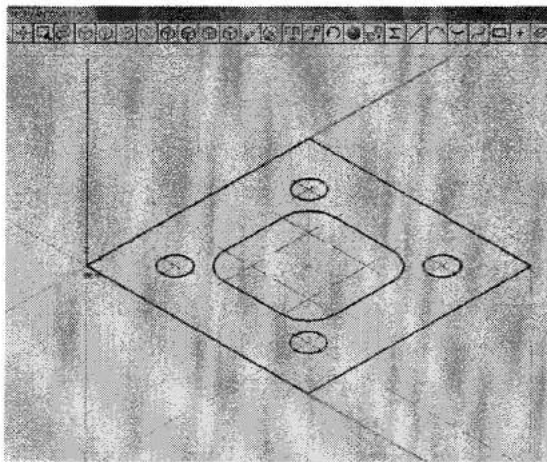
Langkah-langkah pembuatan simulasi proses frais dan pembuatan program CNC adalah sebagai berikut.

1. Membuat gambar dan setting

- Gambar benda kerja di atas (tanpa dimensi benda kerja)
- Simpan gambar dengan kantong2
- Pilih menu utama (main menu)
- Klik toolpath
- Klik job setup, kemudian isi X=50,Y=50, dan Z=40 sebagai data ukuran benda kerja

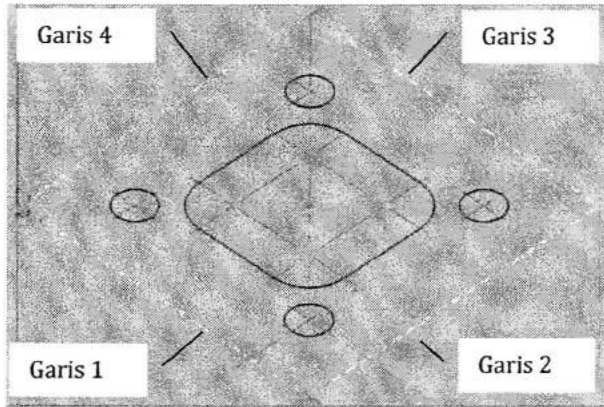


- f. *Drag* posisi titik nol benda kerja dari tengah benda kerja ke ujung kiri atas benda kerja
- g. Klik *display stock*
- h. Klik OK> Gview- Isometrik, maka akan terlihat gambar benda kerja yang akan dibuat.

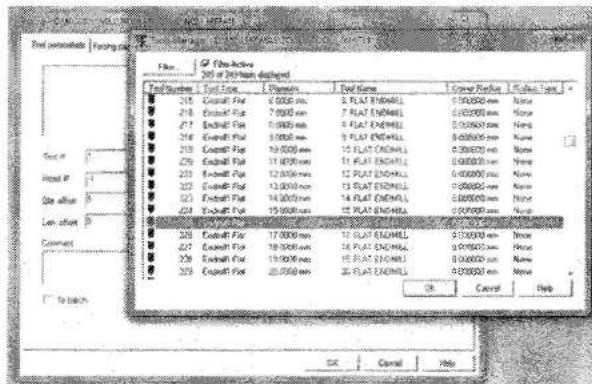


2. Proses Facing

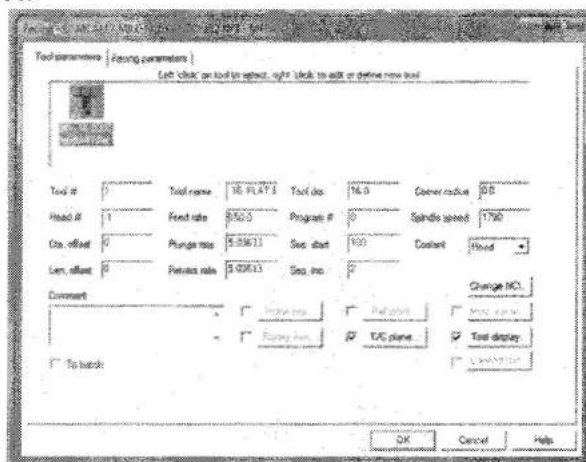
- a. klik *toopath>face>chain>patial>*klik garis1, kemudian klik *wait* menjadi Y, klik garis 2>klik garis 3>klik garis 4, sehingga muncul anak panah mengikuti arah garis tersebut.



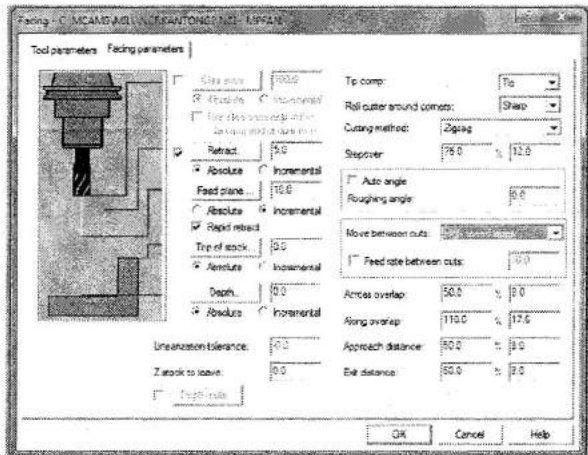
- b. Klik *end here> done*
- c. Klik kanan pada kotak tempat *tool*, pilih *get tool from library*, kemudian pilih alat potong yang akan digunakan untuk proses *facing*, misalnya *endmill flat* diameter 16 mm (gerakkan turun kursor sehingga diperoleh *endmill* diameter 16, kemudian sorot alat potong tersebut)



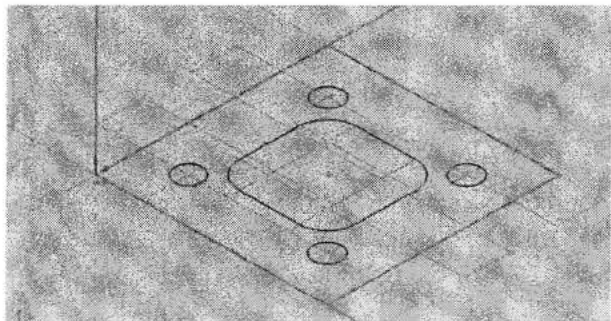
d. Klik OK



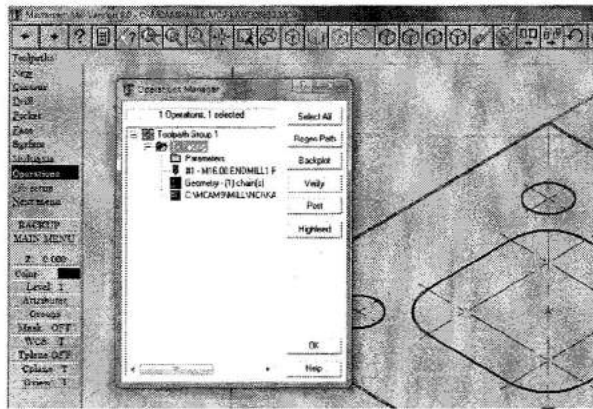
- e. Ganti data proses pemesinan, misal *feed rate* diubah menjadi 150 (F150), *coolant* diubah menjadi *flood* (M8)
- f. Klik *facing parameter*, kemudian ganti data proses (*retract*, *feed plane*, *top of stock*, *depth*) seperti dalam gambar di bawah. Setelah itu klik OK



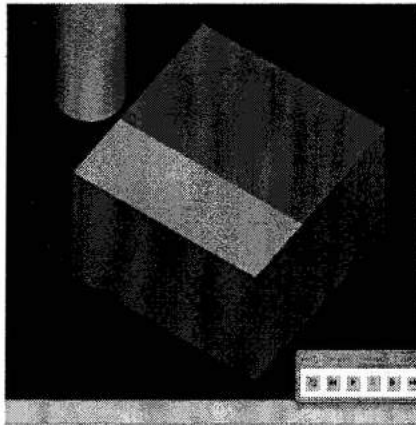
- g. Pada layar tampil simulasi jalannya pahat proses *facing*



- h. Klik toolpath > *operations*, maka pada *operations manager* telah ada proses *facing* yang kita buat tadi.
- i. Jika ingin melihat jalur alat potong pada proses *facing*, klik *regen path*, maka akan terlihat proses *facing* seperti gambar di atas.



- j. Simulasi proses pemotongan dengan *verify* adalah seperti gambar di bawah

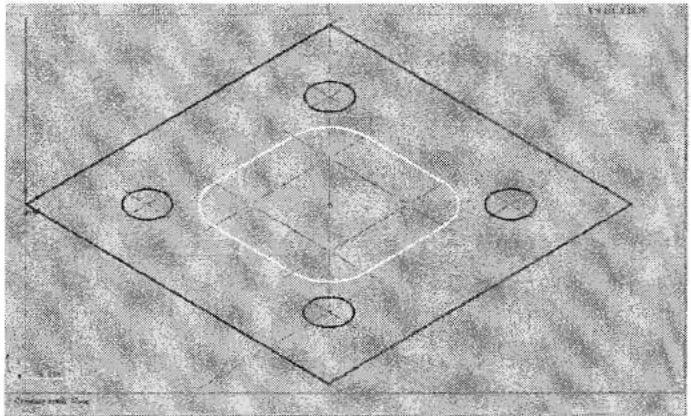


- k. Klik keluar (X), bila telah diperoleh simulasi yang betul.
- l. Apabila tidak terlihat ada proses *facing* (benda kerja tidak tersayat), maka data parameter bisa diubah dengan cara klik *parameter* pada *operation manager*. Agar proses *facing* terlihat telah menyayat benda kerja ganti *depth* dengan -0,02. Kemudian klik *regen path*>*klik verify*>*play*.

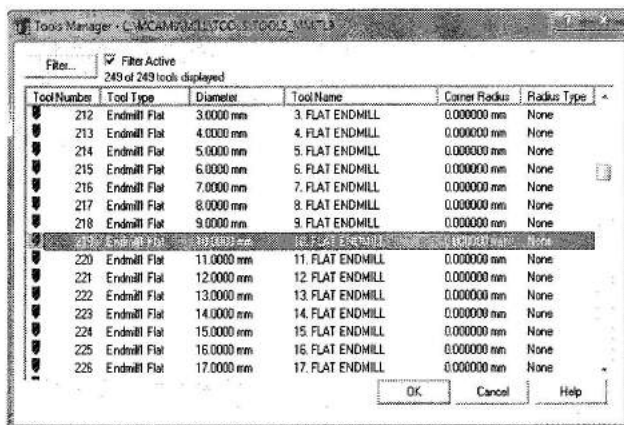
3. Proses membuat kantong (pocket)

Kantong yang akan dibuat memiliki ukuran panjang 25 mm, lebar 25 mm dan kedalaman 5 mm, radius pojok 6 mm. Dari data tersebut, maka alat potong yang digunakan adalah endmill diameter 10 mm, dengan 2 sisi potong (untuk keperluan pemakanan ke bawah/*indepth*). Langkah-langkah pembuatan kantong adalah sebagai berikut:

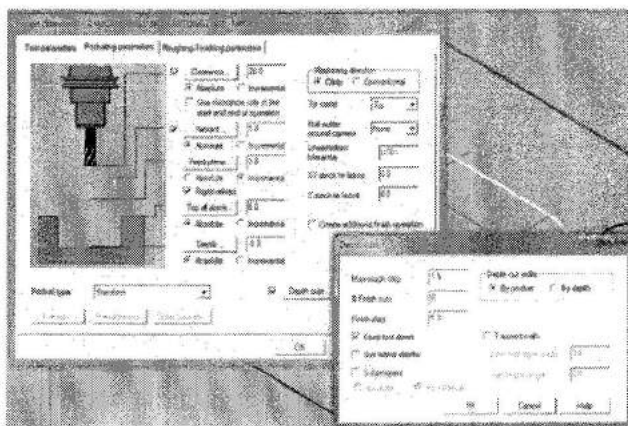
- a. Klik *toolpath> pocket>chain>partial*
- b. Pilih gambar *pocket* yang akan dibuat dengan cara klik setiap garis dan lengkung gambar *pocket* secara urut (8 kali klik).
- c. Setelah identifikasi bentuk pocket, klik *end here>done*



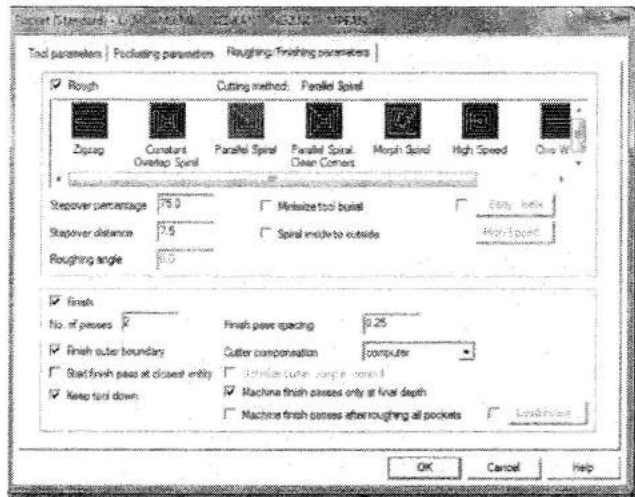
- d. Pilih alat potong dengan cara klik kanan pada tempat pahat, pilih *get tool from library*, pilih *endmill flat* diameter 10 mm, klik OK



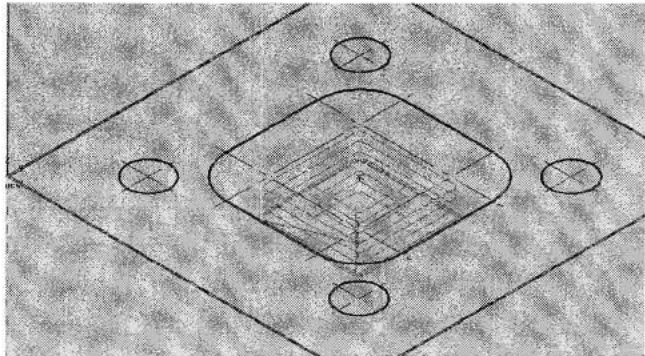
- e. Klik *pocketing parameters* dan isi data seperti pada gambar di bawah. Klik *depth* sehingga muncul *depth cuts*, kemudian isi data seperti gambar di bawah. Klik OK pada *depth cuts*



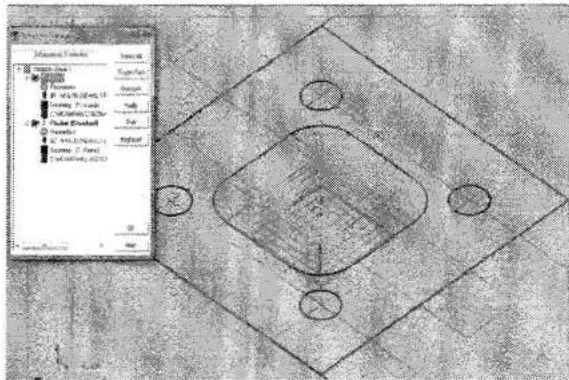
- f. Klik *roughing/finishing parameters*, kemudian klik parallel spiral seperti gambar di bawah, kemudian klik OK



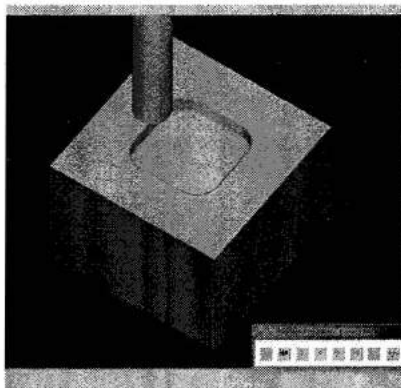
- g. Simulasi jalannya pahat membuat pocket akan terlihat di layar



- h. Klik operations> select all> regen path, maka simulasi jalannya pahat proses *facing* dilanjutkan dengan *pocket* akan ditampilkan di layar.



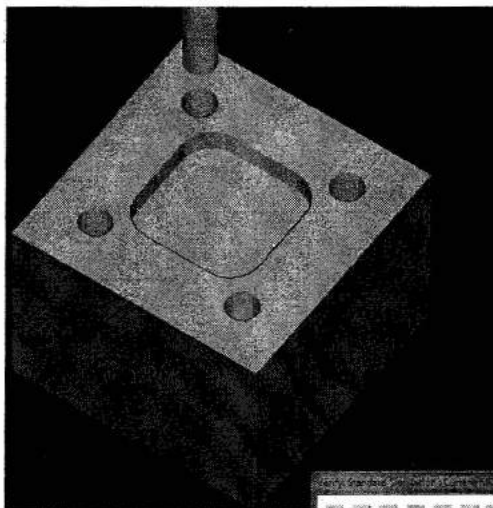
- i. Klik *select all* > *verify* > ►, maka akan terlihat simulasi proses facing dilanjutkan pocket dengan tampilan 3 dimensi



4. Proses membuat lubang bor

Lubang yang akan dibuat berjumlah empat buah dengan diameter 6 mm, kedalaman lubang 15 mm. Alat potong yang digunakan mata bor diameter 6 mm. Anda dipersilahkan mencoba proses pembuatan empat lubang tersebut dengan langkah-langkah yang identik dengan langkah di atas, yaitu: memilih proses *drilling*, mengidentifikasi lubang yang dibuat, memilih alat potong yang

digunakan, dan mengisi data parameter. Hasil yang diharapkan adalah sebagai berikut

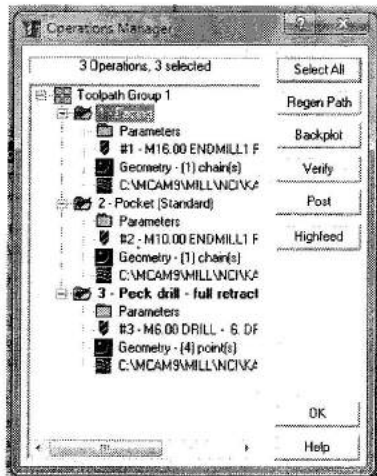


Setelah pembuatan program selesai, hasil yang diperoleh disimpan dengan nama sama dengan nama gambar yang dibuat. Misal nama yang dibuat tadi Kantong2.

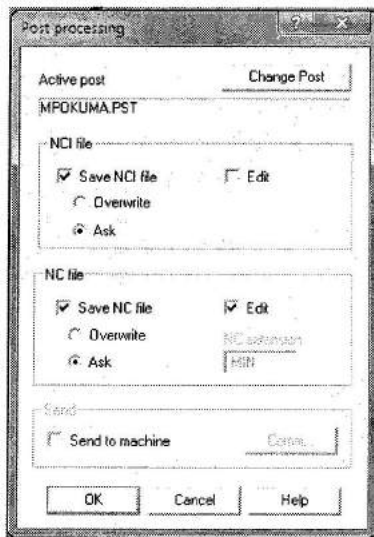
5. Pembuatan program CNC dengan Post Processor

Setelah hasil simulasi di atas benar langkah-langkahnya, maka selanjutnya dibuat program CNC. Program CNC dibuat menggunakan fasilitas Post Processor. Untuk membuat program CNC kita harus memilih mesin yang akan digunakan sehingga program CNC yang dihasilkan sesuai dengan struktur program untuk mesin yang dimaksud. Misal akan dibuat program CNC dengan mesin Okuma, maka dipilih Mpokuma sebagai post processornya. Langkah-langkahnya sebagai berikut:

- a. Klik *main menu>toolpath>operations*
- b. Klik *Post*, kemudian pilih *change post*, pilih MPOKUMA



- c. Klik untuk centang **save NCI file** ,**save NC file** ,**NC file Edit**,
OK



- d. Klik **save>Yes> save>Yes**
e. Maka akan dihasilkan program CNC sebagai berikut:

%
(PROGRAM NAME - KANTONG2)
(DATE=DD-MM-YY - 16-09-12 TIME=HH:MM - 17:49)
N100 G21
N102 G90 G80 G40 G0
N104 T1 M6
G15 H00
(16. FLAT ENDMILL TOOL - 1 DIA. OFF. - 0 LEN. - 0
DIA. - 16.)
N106 G0 G90 X-17.6 Y.002 A0.
N108 S1790 M3 T2
N110 G56 H0 Z10. M8
N112 G1 Z-.02 F5.
N114 X59.6 F150.
N116 Y10.001
N118 X-9.6
N120 Y20.
N122 X59.6
N124 Y30.
N126 X-9.6
N128 Y39.999
N130 X59.6
N132 Y49.998
N134 X-17.6
N136 G0 Z5.
N138 M5
N140 M9
N142 G53 Z0.
N144 T2 M6
N146 M1
N148 G15 H00

(10. FLAT ENDMILL TOOL - 2 DIA. OFF. - 0 LEN. - 0
DIA. - 10.)

N150 G0 G90 X31.5 Y18. A0.

N152 S1909 M3 T3

N154 G56 H0 Z20.

N156 Z3.

N158 G1 Z-1.25 F3.6

N160 X18.5 F381.8

N162 G2 X18. Y18.5 J.5

N164 G1 Y31.5

N166 G2 X18.5 Y32. I.5

N168 G1 X31.5

N170 G2 X32. Y31.5 J-.5

N172 G1 Y18.5

N174 G2 X31.5 Y18. I-.5

N176 G1 X28.25 Y21.75

N178 X21.75

N180 Y28.25

N182 X28.25

N184 Y21.75

N186 X31.5 Y18.

N188 Z-2.5 F3.6

N190 X18.5 F381.8

N192 G2 X18. Y18.5 J.5

N194 G1 Y31.5

N196 G2 X18.5 Y32. I.5

N198 G1 X31.5

N200 G2 X32. Y31.5 J-.5

N202 G1 Y18.5

N204 G2 X31.5 Y18. I-.5

N206 G1 X28.25 Y21.75

N208 X21.75

N210 Y28.25
N212 X28.25
N214 Y21.75
N216 X31.5 Y18.
N218 Z-3.75 F3.6
N220 X18.5 F381.8
N222 G2 X18. Y18.5 J.5
N224 G1 Y31.5
N226 G2 X18.5 Y32. I.5
N228 G1 X31.5
N230 G2 X32. Y31.5 J-.5
N232 G1 Y18.5
N234 G2 X31.5 Y18. I-.5
N236 G1 X28.25 Y21.75
N238 X21.75
N240 Y28.25
N242 X28.25
N244 Y21.75
N246 X31.5 Y18.
N248 Z-5. F3.6
N250 X18.5 F381.8
N252 G2 X18. Y18.5 J.5
N254 G1 Y31.5
N256 G2 X18.5 Y32. I.5
N258 G1 X31.5
N260 G2 X32. Y31.5 J-.5
N262 G1 Y18.5
N264 G2 X31.5 Y18. I-.5
N266 G1 X28.25 Y21.75
N268 X21.75
N270 Y28.25
N272 X28.25

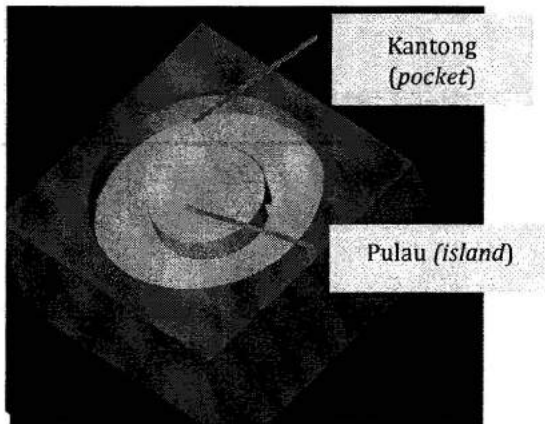
N274 Y21.75
N276 X18.5 Y17.75
N278 F3.6
N280 X31.5 F381.8
N282 G3 X32.25 Y18.5 J.75
N284 G1 Y31.5
N286 G3 X31.5 Y32.25 I-.75
N288 G1 X18.5
N290 G3 X17.75 Y31.5 J-.75
N292 G1 Y18.5
N294 G3 X18.5 Y17.75 I.75
N296 G1 Y17.5
N298 F3.6
N300 X31.5 F381.8
N302 G3 X32.5 Y18.5 J1.
N304 G1 Y31.5
N306 G3 X31.5 Y32.5 I-1.
N308 G1 X18.5
N310 G3 X17.5 Y31.5 J-1.
N312 G1 Y18.5
N314 G3 X18.5 Y17.5 I1.
N316 G0 Z20.
N318 M5
N320 G53 Z0.
N322 T3 M6
N324 M1
N326 G15 H00
(6. DRILL TOOL - 3 DIA. OFF. - 0 LEN. - 0 DIA. - 6.)
N328 G0 G90 X10. Y10. A0.
N330 S954 M3 T1
N332 G56 H0 Z10.
N334 G71 Z10.

N336 G83 X10. Y10. Z-16.803 R3. Q2. F57.2 M53
N338 X40.
N340 Y40.
N342 X10.
N344 G80
N346 M5
N348 G53 Z0.
N350 G53 X0. Y0. A0.
N352 M30.

F. Membuat kantong (*pocket*) dengan pulau (*island*)

Kantong (*pocket*) adalah bagian benda kerja dengan bentuk dan kedalaman yang tertentu diukur dari permukaan benda kerja. Bentuk kantong standar adalah lingkaran dan persegi. Bentuk kantong tersebut pada mesin CNC bisa dibuat program dengan siklus pembuatan kantong. Kantong dengan bentuk sebarang tidak bisa diprogram dengan siklus kantong, akan tetapi gerakan pahatnya dirancang dengan bantuan perangkat lunak CAD/CAM.

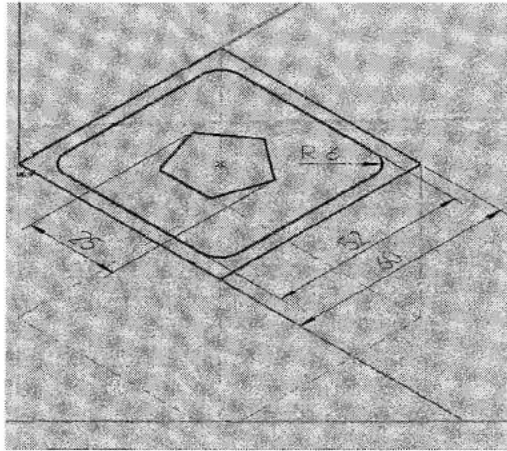
Bentuk pulau atau *island* adalah bentuk benda kerja yang menonjol di dalam sebuah kantong (lihat Gambar 5.10). Pembuatan kantong bentuk sebarang dengan pulau di dalamnya dapat dibuat program CNC nya dengan menggunakan mastercam Mill 9.



Gambar 5.10. Kantong berbentuk lingkaran dengan pulau berbentuk lingkaran

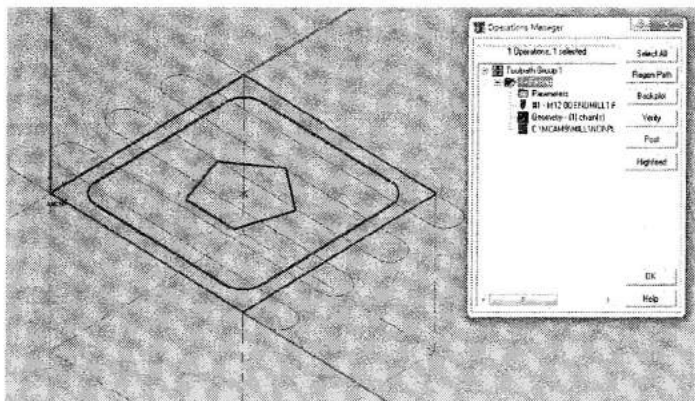
Berikut akan dipaparkan langkah-langkah membuat kantong berbentuk kotak dengan pulau berbentuk segi tiga.

1. Gambar benda kerja berikut:
 - 1) Gambar kotak ukuran 60 mm x 60 mm
 - 2) Gambar kotak ukuran 52 mm x 52 mm di tengah kotak di atas
 - 3) Buat fillet 6 mm pada setiap pojok kotak tersebut
 - 4) Gambar segi lima (poligon) radius luar 12 di tengah kotak
2. Simpan gambar dengan nama file: pulau5

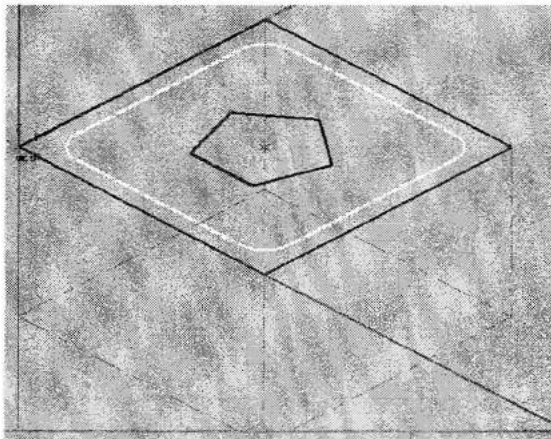


Gambar 5.11. Kantong persegi dengan pulau segi lima

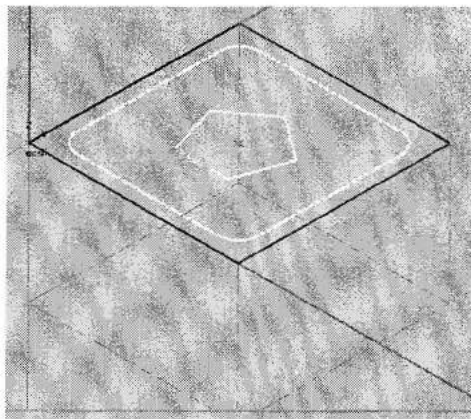
3. Lakukan steting dengan : *main menu>toolpath>job setup*, dan tentukan panjang, lebar, tinggi, dan posisi titik nol benda kerja (WCS)
4. Klik tampilan *Gview -isometric*
5. Buat proses proses facing (*toolpath>facing*), gunakan end mill diameter 12 mm sehingga hasilnya sebagai berikut:



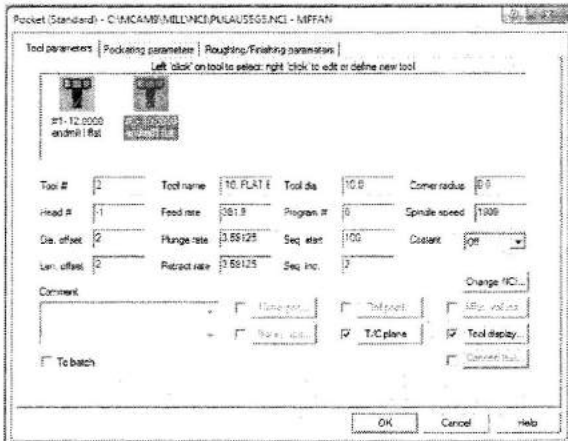
6. Untuk membuat kantong yang ada pulau, pilih menu *toolpath>pocket>chain*. Pilih batas poket (kotak ukuran 52 mm x 52 mm) dengan cara klik tiap garis dan lengkungnya secara berurutan



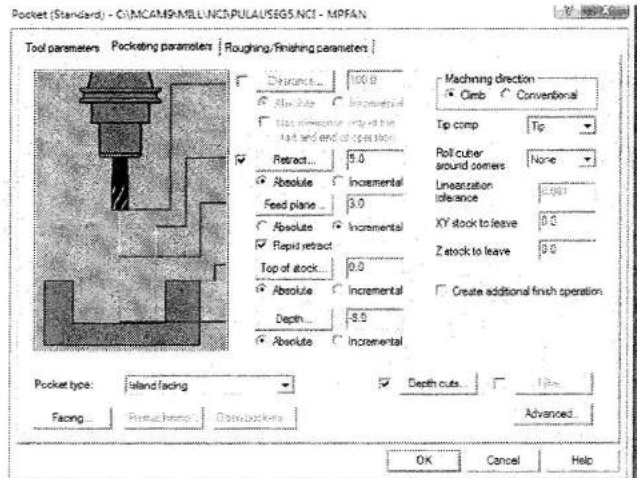
7. Klik *end here*
8. Pilih pulau yang akan dibuat (bentuk segi lima) dengan cara klik tiap garisnya secara berurutan



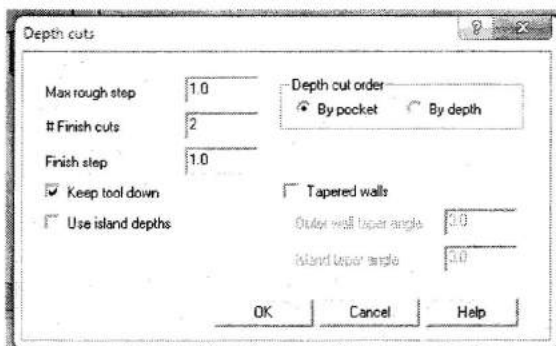
9. Klik *end here>done*
10. Klik kanan pada kotak alat potong dan pilih *end mill flat* diameter 10 mm



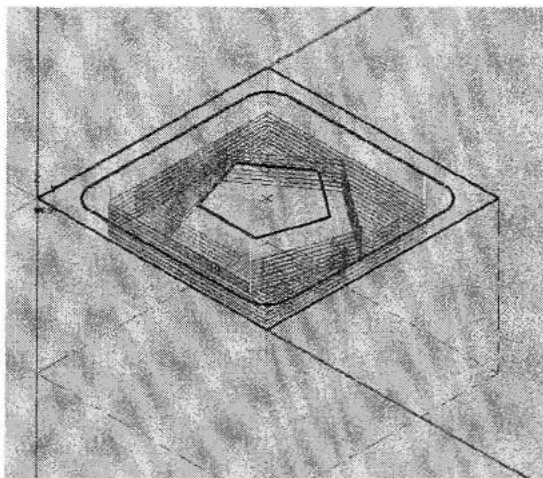
11. Klik *pocketing parameters*, kemudian isi data yang diminta seperti pada gambar di bawah. Pilih pocket type *island facing*



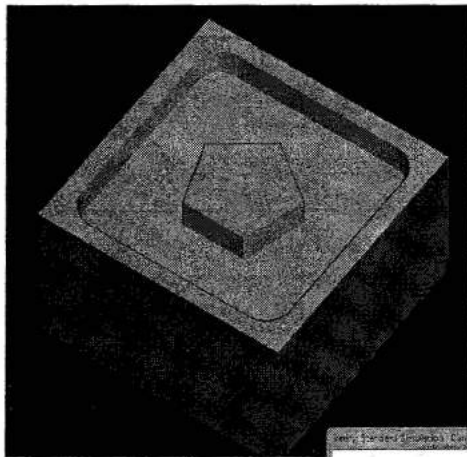
12. Pilih *depth of cut*, dan isi data seperti gambar di bawah.



13. Pilih *roughing/finishing* parameter, klik bentuk zigzag, klik OK. Gambar proses pembuatan kantong adalah seperti gambar di bawah



14. Apabila simulasi jalannya alat potong dijalankan, hasilnya sebagai berikut.



G. Soal Latihan

1. Buatlah benda kerja dengan bentuk benda kerja sama dengan Gambar 5.10, tetapi ukuran diameter poket luar 40, dengan pulau berbentuk segi enam diameter luar 20!
2. Buatlah benda kerja dengan bentuk benda kerja sama dengan Gambar 5.11, tetapi ukuran diameter poket luar 40, radius pojok 8 mm, dengan pulau berbentuk segi delapan diameter luar 20!

BAB VII

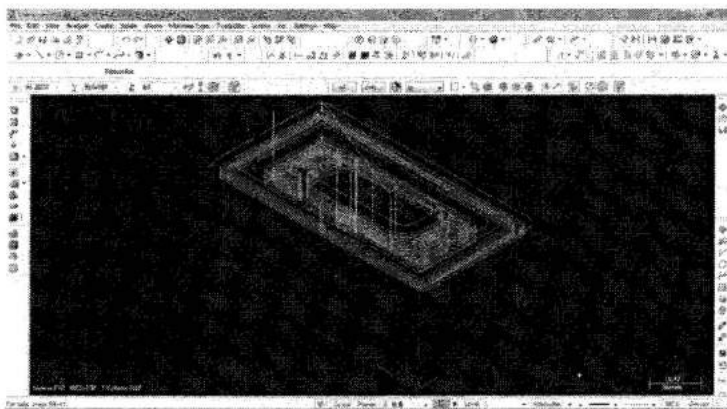
MASTERCAM X

Perangkat lunak mastercam pada saat ini sudah sampai pada versi 10 atau X. Menu yang digunakan pada mastercam X ini sekitar 90% sama dengan mastercam 9. Perbedaan yang paling utama adalah pada mastercam 9 program dibagi menjadi empat yaitu mastercam *lathe*, *mill*, *wire* dan *design*, sedangkan pada mastercam X program tersebut digabung menjadi satu. Cara menggambar dan membuat simulasi dengan mastercam identik, akan tetapi dengan menggunakan tampilan dan gambar *toolbar* yang telah diperbaharui.

Berikut akan diberikan contoh penggunaan mastercam X untuk mesin bubut dan mesin frais, dengan benda kerja yang sama dengan pada Bab sebelumnya.

A. *Interface* Mastercam X

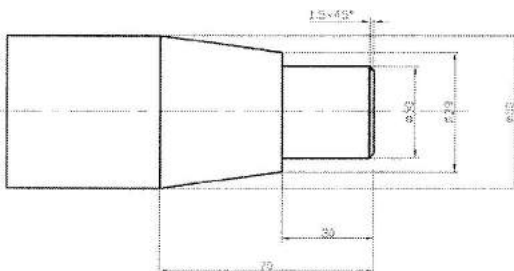
Antar muka mastercam X telah diperbaharui, sehingga menjadi lebih modern dengan banyak menampilkan *toolbar* dan telah menyesuaikan dengan program windows.



Gambar 7.1. Antar muka (*interface*) mastercam X3

B. Membuat simulasi proses pemesinan bubut CNC

Berikut akan dipaparkan secara ringkas langkah-langkah mengoperasikan mastercam X untuk membuat simulasi pemesinan mesin bubut CNC. Gambar benda kerja yang akan dibuat adalah seperti Gambar 7.2.



Gambar 7.2. Gambar benda kerja yang dibuat

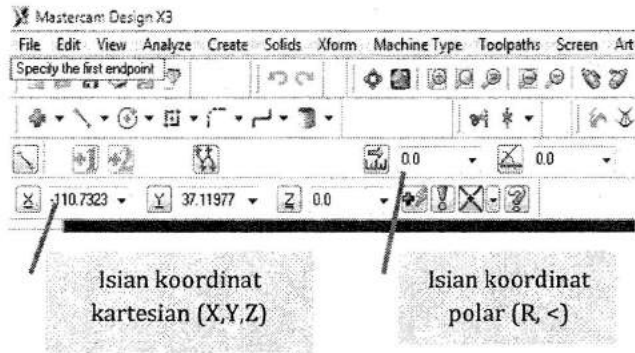
1. Menggambar benda kerja

Proses menggambar benda kerja untuk mesin bubut di mastercam X sama dengan proses menggambar pada mastercam design 9 atau mill 9. Sumbu koordinat yang digunakan untuk menggambar adalah X dan Y. Untuk menggambar separo benda kerja di atas, langkahnya adalah:

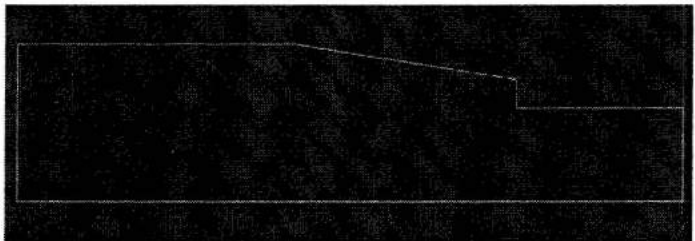
- Klik toolbar *create line end point*
- Tulis harga $x=0$ dan $y=0$ pada kotak isian koordinat di sebelah kiri atas, enter
- Tulis $x=0$, $y=15$, enter (untuk menggambar multi line atau melanjutkan membuat garis dari titik terakhir, klik toolbar *multi line*)
- Tulis $x=-30$, $y=15$, enter
- Dan seterusnya, sehingga gambar separo benda kerja bagian atas jadi seperti Gambar 7.4. Kemudian simpan gambar dengan nama porosx.

Catatan :

Isian koordinat ditulis pada kotak ordinat X atau Y yang disediakan. Untuk menggambar garis bisa juga dengan koordinat polar yaitu: R, sudut (Gambar 7.3)



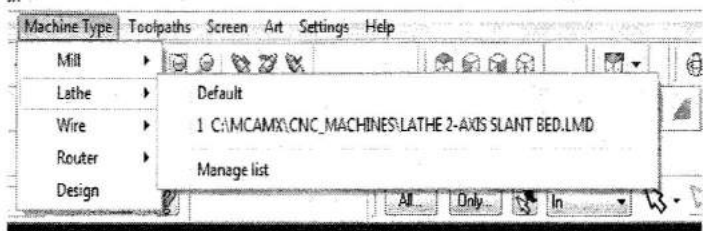
Gambar 7.3. Tempat untuk mengisi koordinat kartesian dan polar di mastercam X



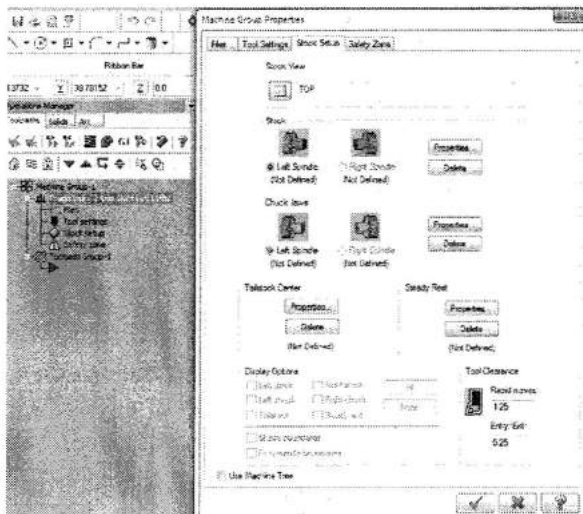
Gambar 7.4. Gambar separuh bagian atas benda kerja

2. Membuat simulasi pemesinan bubut CNC

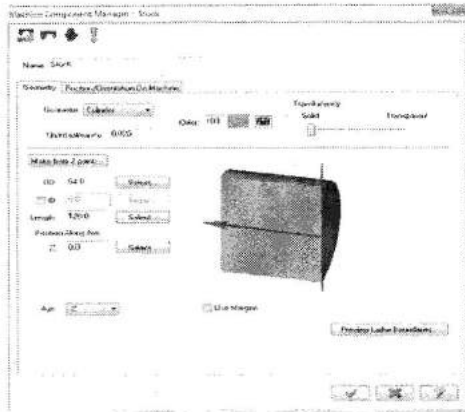
- Pilih menu *machine type>lathe*, kemudian pilih mesin yang ada. Pada contoh ini misal dipilih *Lathe 2-axis slant bed*



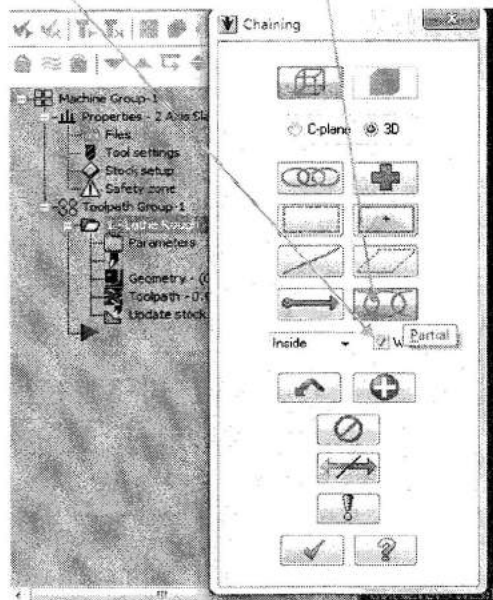
- b) Langkah untuk membuat simulasi, pada dasarnya sama dengan pada mastercam lathe 9, yaitu menentukan bahan dan ukurannya, kemudian melakukan setting dan memilih proses penyayatan. Tahap pertama adalah menampilkan *operation manager* (apabila belum terlihat), pilih *view>operation manager*
- c) Klik *properties>stock setup>properties (stock)*



- d) Tentukan ukuran bahan benda kerja, misal diameter 54 panjang 120. Klik \checkmark apabila sudah diisi.



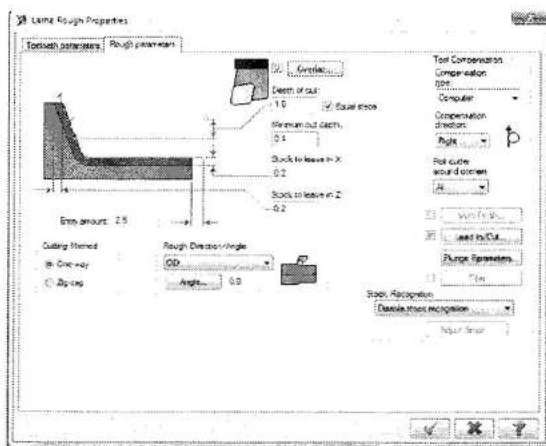
- Pada layar akan terlihat gambar benda kerja.
- e) Klik *toolpath>rough*. Pilih *chain partial* dan beri tanda check (V) pada wait



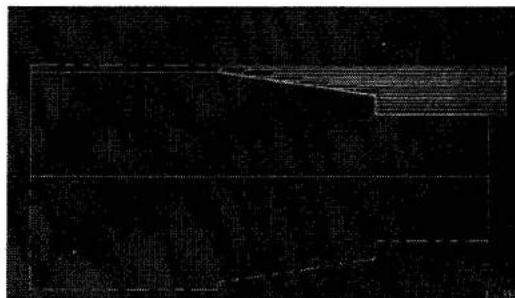
- f) Pilih tiga buah garis benda kerja yang akan disayat dengan proses *roughing*, setelah itu klik \checkmark



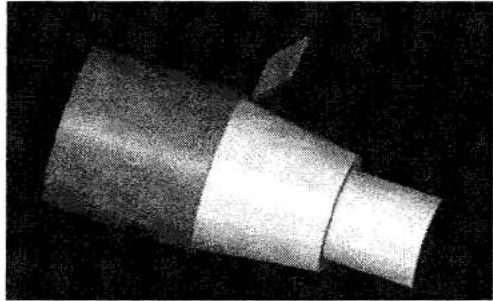
- g) Pilih pahat yang digunakan, klik *rough parameter*. Isi data yang diperlukan dan kemudian klik \checkmark .



- h) Maka proses penyayatan akan tampil



- i) Kemudian dilanjutkan dengan *toolpath>finish*. Lanjutkan proses dengan memilih pahat dan mengisi parameter-parameternya, sehingga dihasilkan proses penyayatan *roughing* dan *finishing*.
- j) Simulasi hasil penyayatan adalah seperti gambar di bawah

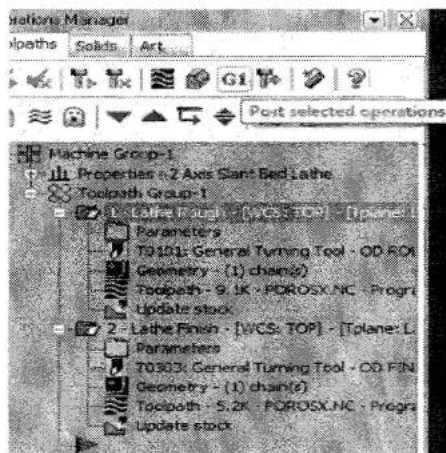


3. Membuat kode G untuk mesin bubut CNC

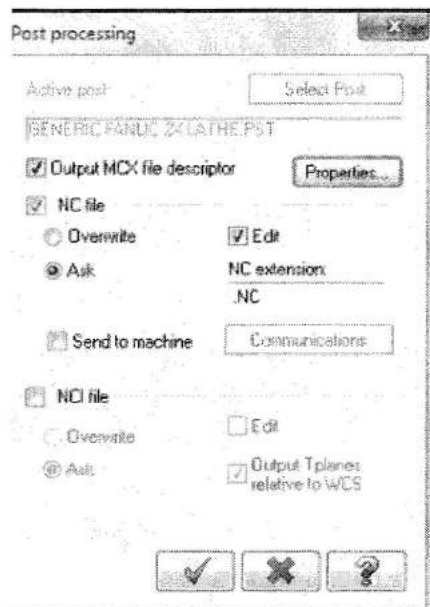
Berdasarkan simulasi proses penyayatan yang dihasilkan, dapat dianalisa apakah proses sudah benar atau belum. Apabila belum benar, misalnya kedalaman potong terlalu besar, maka dapat dibetulkan melalui operation manager dengan mengubah parameter. Setelah dirasa proses penyayatan sudah benar dan logis sesuai dengan ketentuan pelaksanaan proses pemesinan mesin bubut CNC, maka hasil simulasi diubah menjadi program CNC.

Program CNC yang bisa dijalankan oleh mesin CNC adalah berupa kode G. Kode G dihasilkan dari proses *post processor* pada mastercam X. Jenis post processor dipilih berdasarkan mesin CNC yang dimiliki, apabila dalam daftar belum tercantum mesin CNC yang dimaksud, program post processor bisa diunduh dari web resmi mastercam. Untuk membuat kode G dilakukan dengan langkah-langkah berikut.

1. Dari operations manager pilih G1 atau *post selected operations*. Harus diyakinkan bahwa semua operasi pemesinan di kotak di bawahnya sudah tercentang semua.



2. Beri tanda \checkmark atau tanda yang lain pada kotak yang berisi *output* yang diinginkan. Setelah itu klik \checkmark hijau sebagai tanda selesai



3. Kode G akan muncul setelah langkah di atas sebagai berikut.

%

O0000

(PROGRAM NAME - POROSX)

(DATE=DD-MM-YY - 07-10-12 TIME=HH:MM - 18:39)

(MCX FILE - C:\MCAMX\MCX\POROSX.MCX)

(NC FILE - C:\MCAMX\LATHE\NC\POROSX.NC)

(MATERIAL - ALUMINUM MM - 2024)

G21

(TOOL - 1 OFFSET - 1)

(OD ROUGH RIGHT - 80 DEG. INSERT - CNMG 12 04 08)

G0 T0101

G97 S3600 M03

G0 G54 X48.383 Z4.5

G50 S3600

G96 S550

G99 G1 Z2.5 F.5

Z-63.398

X50.381 Z-70.664

X53.21 Z-69.25

G0 Z4.5

X46.385

G1 Z2.5

Z-56.132

X48.783 Z-64.852

X51.612 Z-63.438

G0 Z4.5

X44.387

G1 Z2.5

Z-48.866

X46.785 Z-57.586

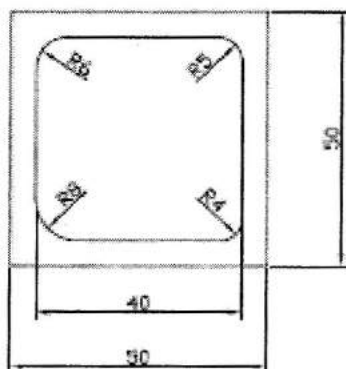
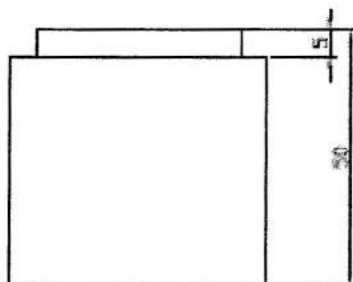
X49.614 Z-56.172

G0 Z4.5
X42.389
G1 Z2.5
Z-41.6
X44.787 **Z-50.32**
X47.615 **Z-48.906**
G0 Z4.5
X40.391
G1 Z2.5
Z-34.334
X42.789 **Z-43.055**
X45.617 **Z-41.64**
G0 Z4.5
X38.393
G1 Z2.5
Z-29.932
G3 X39.381 **Z-30.664** R1.
G1 X40.791 **Z-35.789**
X43.619 **Z-34.374**
G0 Z4.5
X36.394
G1 Z2.5
Z-29.8
X37.4
G3 X38.793 **Z-30.082** R1.
G1 X41.621 **Z-28.668**
G0 Z4.5
X34.396
G1 Z2.5
Z-29.8
X36.794
X39.623 **Z-28.386**

G0 Z4.5
X32.398
G1 Z2.5
Z-29.8
X34.796
X37.625 **Z-28.386**
G0 Z4.5
X30.4
G1 Z2.5
Z-29.8
X32.798
X35.627 **Z-28.386**
G28 U0. W0. M05
T0100
M01
(TOOL - 3 OFFSET - 3)
(OD FINISH RIGHT - 35 DEG. INSERT - VNMG 16 04 08)
G0 **T0303**
G97 S3600 M03
G0 G54 X30. Z2.
G50 S3600
G96 S550
G1 Z0. F.5
Z-30.
X37.4
G3 X38.985 **Z-30.691** R.8
G1 X49.985 **Z-70.691**
X52.814 **Z-69.277**
G28 U0. W0. M05
T0300
M30
%

C. Membuat simulasi proses pemesinan frais CNC

Berikut ini akan dipaparkan secara ringkas pembuatan simulasi proses frais menggunakan mastercam X. Proses menggambar benda kerja tidak ditampilkan secara detail pada bagian ini, karena proses menggambar sama dengan pada mastercam 9. Sebagai contoh gambar benda kerja yang dibuat adalah sebagai berikut.



a. Menggambar benda kerja

- a. Buka program mastercam X
- b. Klik **create, rectangle**
- c. Isi koordinat X=0 dan y=0, Enter
- d. Isi koordinat X=50 dan

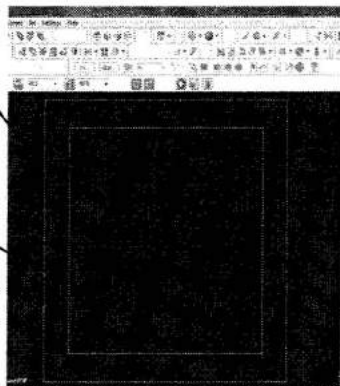
Y=50, Enter

- e. Klik **create, ractangle**

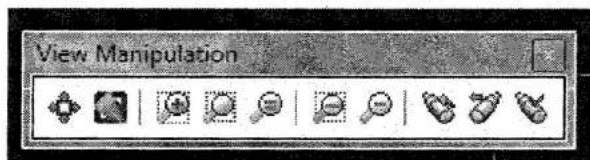
f. Isi koordinat X=5 dan Y=5, Enter

g. Isi koordinat X=45 dan Y=45, Enter

h. Gambar yang dibuat adalah:

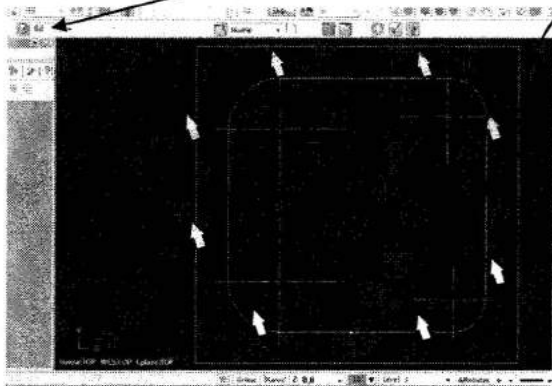


- i. Untuk membesarkan tampilan atau mengecilkan gunakan kelompok *toolbar view manipulation*



- j. Membuat Fillet pojok untuk R4, R5, R6, dan R8
- k. Klik toolbar: create>fillet>entities

- l. Isi radius pojok yang dibuat (misal R8), kemudian klik dua garis yang akan dibuat fillet:



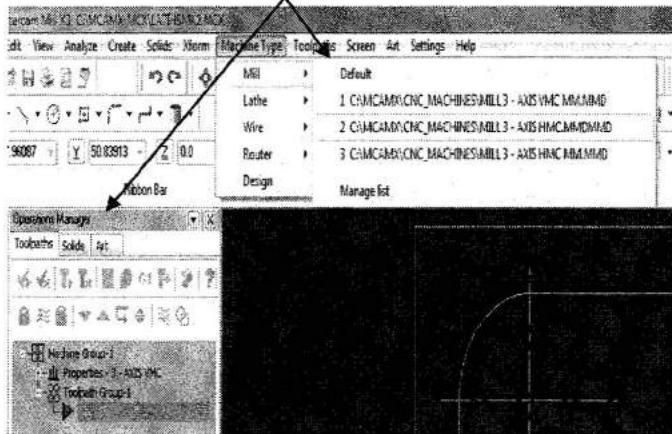
- m. Ulangi lagi untuk radius yang lain (R4,R5,R6), sehingga gambar yang dibuat menjadi seperti gambar di atas.
- n. Simpan gambar dengan cara: klik simbol disket (save), dan tulis nama file: latihan9.
- o. Proses menggambar telah selesai.

b. Membuat Simulasi proses milling

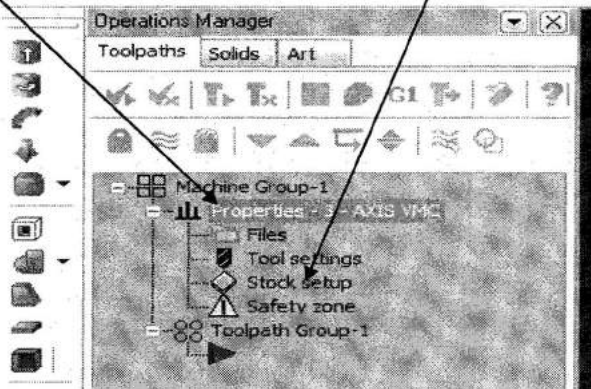
Langkah-langkah membuat simulasi proses milling pada dasarnya sama dengan proses bubut. Langkah-langkah tersebut adalah:

- a. Klik **Machine Type, Mill, dan Manage list**
- b. Pilih mesin yang dipilih, klik **add** sehingga mesin yang dipilih masuk ke kolom di sebelahnya, setelah itu klik \sqrt

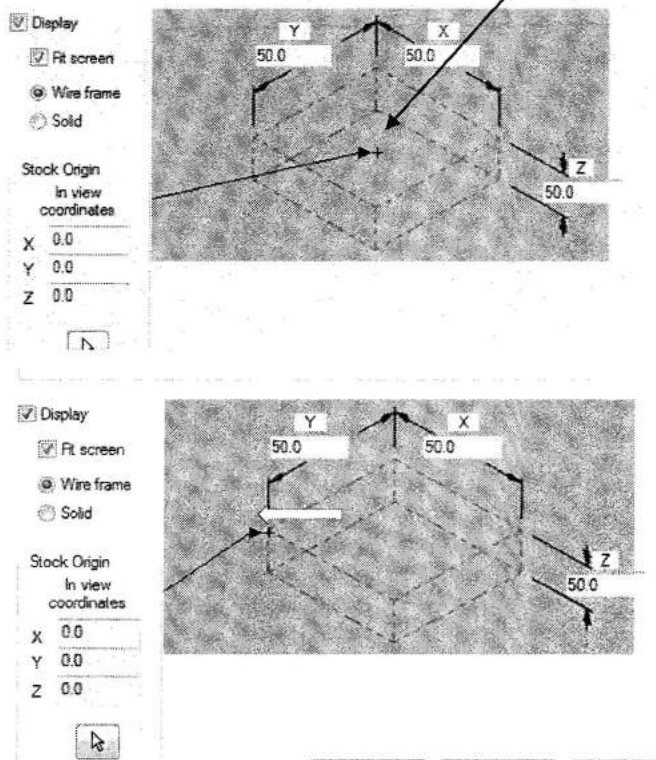
- c. Klik **Machine Type, Mill**, pilih mesin yang digunakan, maka pada kotak **Operations Manager** akan tampil Machine group 1 dan menu di bawahnya.



- d. Klik + pada **Properties**, kemudian klik **Stock setup**

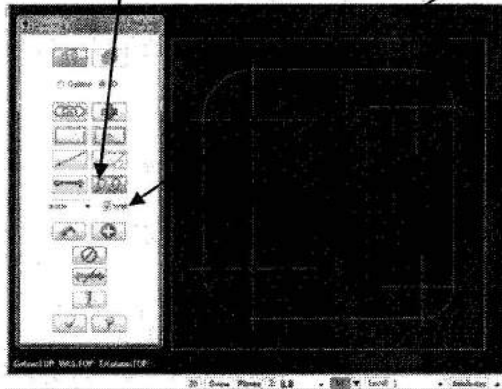


- e. Isi ukuran bahan yang digunakan dan geser (**drag**) posisi titik nol benda kerja, kemudian klik tanda \checkmark .



- f. Klik **Toolpath>Face**, muncul nama file kemudian Klik \checkmark

- g. Identifikasi benda kerja yang akan di facing, dengan cara klik chaining *partial*, klik kotak di sebelah kiri *Wait*. Kemudian pilih bagian benda kerja yang akan di facing (terlihat tanda panah pada garis yang dipilih).

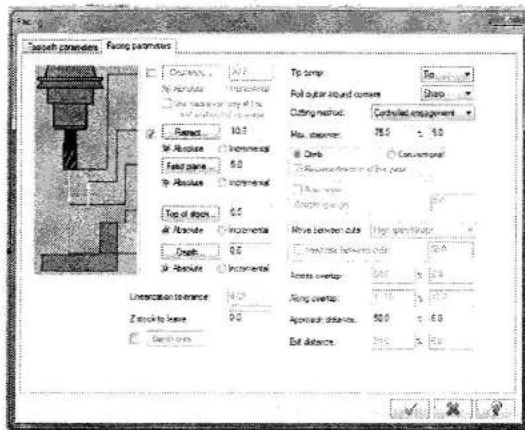


- h. Setelah dipilih empat garis di atas, klik tanda \surd pada kotak dialog *chaining*. Kemudian dilanjutkan dengan memilih alat potong dengan klik pada *select library tool*. Misal dipilih 12 *Flat Endmill dia 12 mm*, maka klik alat potong tersebut kemudian tekan \surd . Maka alat potong masuk daftar.

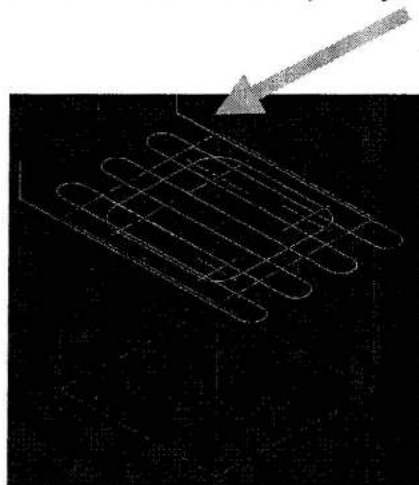
#	Tool Name	Dia	Comp	Length	# Flutes	Type	Rad. Type
216	7. FLAT ENDMILL	7.0	0.0	50.0	4	En...	None
217	8. FLAT ENDMILL	8.0	0.0	50.0	4	En...	None
218	9. FLAT ENDMILL	9.0	0.0	50.0	4	En...	None
219	10. FLAT ENDMILL	10.0	0.0	50.0	4	En...	None
220	11. FLAT ENDMILL	11.0	0.0	50.0	4	En...	None
221	12. FLAT ENDMILL	12.0	0.0	50.0	4	En...	None
222	13. FLAT ENDMILL	13.0	0.0	50.0	4	En...	None
223	14. FLAT ENDMILL	14.0	0.0	50.0	4	En...	None
224	15. FLAT ENDMILL	15.0	0.0	50.0	4	En...	None
225	16. FLAT ENDMILL	16.0	0.0	50.0	4	En...	None
226	17. FLAT ENDMILL	17.0	0.0	50.0	4	En...	None

- i. Klik *Facing parameters*, kemudian isi data yang diperlukan. Kemudian klik \surd , maka simulasi jalannya pahat akan

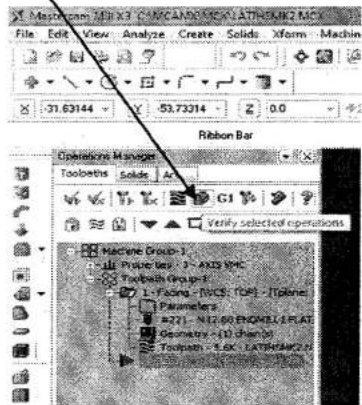
ditampilkan. (apabila ingin melihat simulasi secara isometrik, klik *view isometric*).



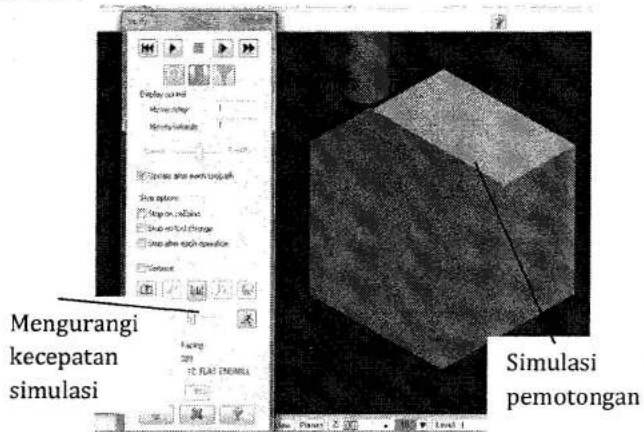
- j. Tampilan simulasi: akan terlihat jalannya (jalur) alat potong.



- k. Apabila ingin melihat tampilan 3 dimensi, maka klik **verify selected operations**.

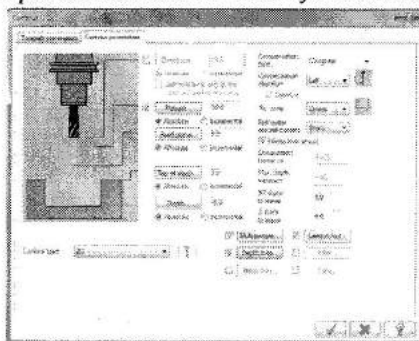


Klik panah play (>), maka akan tampil simulasinya sebagai berikut:

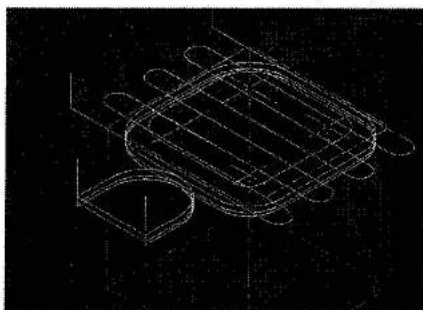


- l. Ulangi langkah *toolpath* untuk membuat kontur kotak radius dengan kedalaman 5 mm.
- m. Klik *toolpath* > **contour**, pilih chaning **partial**, centang **Wait**

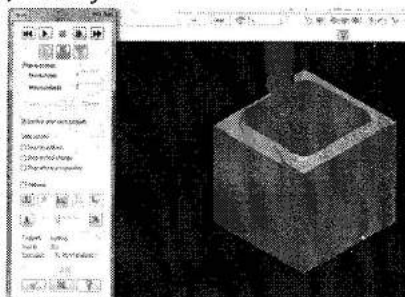
- n. Identifikasi kontur yang akan dibuat (8 elemen secara berurutan), setelah selesai klik \checkmark .
- o. Pilih *contour parameter* dan isi datanya. kemudian klik \checkmark .



- p. Maka simulasinya adalah sebagai berikut



- q. Jika di *verify*, hasilnya :



Silahkan mempelajari berkali-kali sampai anda menguasai langkah-langkah di atas.

c. Membuat kode G untuk mesin milling CNC

- a. Klik G1 (*Post Processor*)
- b. Ikuti langkah yang tampil pada layar, maka akan dihasilkan kode G untuk benda kerja di atas:

%

O0010(LATIHSMK2)

(DATE=DD-MM-YY - 04-03-12 TIME=HH:MM - 19:31)

(MCX FILE - C:\MCAMX\MCX\LATIHSMK2.MCX)

(NC FILE - C:\MCAMX\MILL\NC\LATIHSMK2.NC)

(MATERIAL - ALUMINUM MM - 2024)

(T221 | 12. FLAT ENDMILL | H221)

N100 G21

N102 G0G17G40G49G80G90

N104 T221M6

N106 G0G90G54X-13.2Y49.998S3500M3

N108 G43 H221 Z10.

N110 Z5.

N112 G1Z-1.F3.

N114 X57.2

N116 G2Y42.856R3.571

N118 G1X-7.2

N120 G3Y35.713R3.571

N122 G1X57.2

N124 G2Y28.571R3.571

N126 G1X-7.2

N128 G3Y21.429R3.571

N130 G1X57.2

N132 G2Y14.287R3.571

N134 G1X-7.2

N136 G3Y7.144R3.572

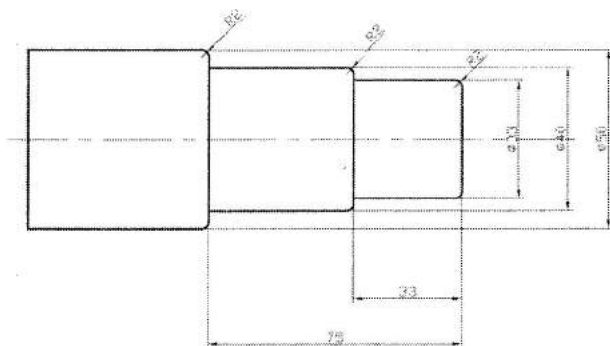
N138 G1X57.2
N140 G2Y.002R3.571
N142 G1X-13.2
N144 G0Z10.
N146 X38.5Y-25.
N148 Z5.
N150 G1Z-2.
N152 Y-13.
N154 G3X26.5Y-1.R12.
N156 G1X13.
N158 G2X-1.Y13.R14.
N160 G1Y37.
N162 G2X13.Y51.R14.
N164 G1X39.
N166 G2X51.Y39.R12.
N168 G1Y10.
N170 G2X40.Y-1.R11.
N172 G1X26.5
N174 G3X14.5Y-13.R12.
N176 G1Y-25.
N178 X38.5
N180 Z-4.
N182 Y-13.
N184 G3X26.5Y-1.R12.
N186 G1X13.
N188 G2X-1.Y13.R14.
N190 G1Y37.
N192 G2X13.Y51.R14.
N194 G1X39.
N196 G2X51.Y39.R12.
N198 G1Y10.
N200 G2X40.Y-1.R11.

N202 G1X26.5
N204 G3X14.5Y-13.R12.
N206 G1Y-25.
N208 X38.5
N210 Z-5.
N212 Y-13.
N214 G3X26.5Y-1.R12.
N216 G1X13.
N218 G2X-1.Y13.R14.
N220 G1Y37.
N222 G2X13.Y51.R14.
N224 G1X39.
N226 G2X51.Y39.R12.
N228 G1Y10.
N230 G2X40.Y-1.R11.
N232 G1X26.5
N234 G3X14.5Y-13.R12.
N236 G1Y-25.
N238 G0Z10.
N240 M5
N242 G91G28Z0.
N244 G28X0.Y0.
N246 M30
%

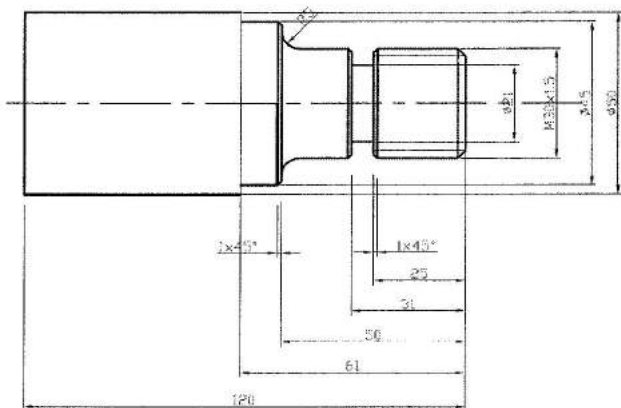
D. Soal latihan

Buatlah gambar, simulasi penyayatan dan kode G untuk beberapa gambar kerja berikut dengan menggunakan mastercam X!

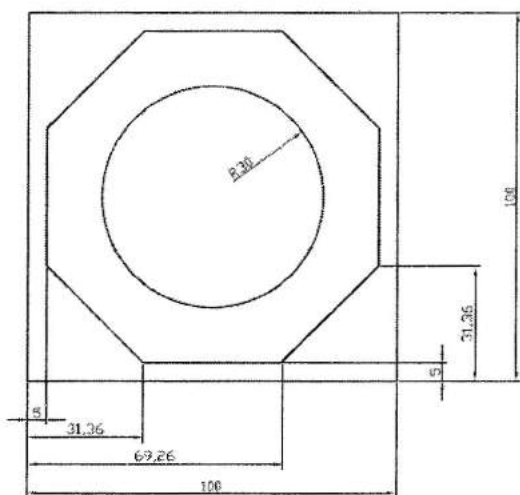
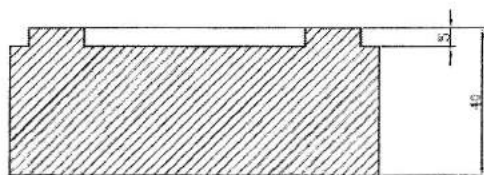
- 1) Poros bertingkat, material dari Baja perkakas dengan ukuran bahan diameter 2 inci panjang 125 mm.



- 2) Poros dengan alur dan ulir, material dari baja perkakas ukuran bahan diameter 2 inci panjang 120 mm.



- 3) Segi enam, bahan dari Alluminum 2024 dengan ukuran 100 mm x 100 mm x 40,5 mm.



DAFTAR PUSTAKA

- Mastercam. (2008). *Mastercam X3 Getting Started Guide*. CNC Software Inc: Tolland USA
- Mastercam. (2008). *Mastercam X3 Installation Guide*. CNC Software Inc: Tolland USA
- Mastercam. (2008). *Whats New in Mastercam X3*. CNC Software Inc: Tolland USA
- Mastercam. (2008). *Mastercam X3 Transition Guide*. CNC Software Inc: Tolland USA
- 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 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.
- Schneider, G.Jr. (2006). *Cutting Tool Applications*. Diambil pada tanggal 5 Juni 2006, dari <http://www.toolingandproduction.com> .
- Schneider, G.Jr. (2006). *Cutting Tool Applications*. Diambil pada tanggal 5 Juni 2006, dari <http://www.toolingandproduction.com> .
- Southbaymachine.co. (2012). *Cutting Speed and Feed Rates*. Diambil dari <http://www.southbaymachine.com/setups/cuttingspeeds.htm>
- Swansoft. (2007). *Swan NC Simulation Software*. Nanjing: Swa Software Technology Co.Ltd.