



**PEMBUATAN BENDA KERJA PADA MESIN *FRAIS CNC TU 3A*  
MENGUNAKAN *SOFTWARE CNC KELLER Q PLUS* BERBASIS  
*SOFTWARE AUTOCAD 2000***

**SKRIPSI**

**Disusun Dalam Rangka Penyelesaian Studi  
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Kependidikan/S1**

**Oleh :**

Nama : Beno Sutopo  
NIM : 5201903003  
Program Studi : Pendidikan Teknik Mesin/Transfer  
Jurusan : Teknik Mesin

**FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG  
2006**

## ABSTRAK

Beno S. 2006. **Pembuatan Benda Kerja pada Mesin *Frais CNC TU 3A* Menggunakan Software *CNC KELLER Q plus* Berbasis Software *AutoCAD 2000***. Skripsi. Teknik Mesin. Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.

Kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi berkembang sangat pesat, termasuk di bidang industri dan multi media. Dengan kecanggihan teknologi tersebut dewasa ini dikembangkan komputer yang diaplikasikan kedalam mesin-mesin perkakas yang dikenal dengan mesin *CNC (Computer Numerically Controlled)*. Selain itu juga banyak ditemukan software-software yang bermanfaat untuk dunia industri, misalnya *AutoCAD*, *MasterCAM*, *CAD/CAM*, *CNC KELLER Q plus*, dan masih banyak lagi yang lainnya.

Mesin *CNC* memiliki beberapa keunggulan dibandingkan mesin perkakas konvensional yang setaraf dan sejenis antara lain : lebih teliti, lebih *presisi*, *fleksibel*, cocok untuk produksi masal. Dengan kelebihan yang ada pada mesin *CNC* ini akan dicoba untuk membuat benda kerja dengan menggunakan mesin *frais CNC TU 3A* menggunakan *software CNC Milling KELLER Q plus* berbasis *software AutoCAD 2000*. Tujuan pembuatan benda kerja ini adalah : untuk mengetahui cara pentransferan gambar dari *software AutoCAD* ke *software Cnc Milling KELLER Q plus*, dan untuk mengetahui cara pentransferan program dari *software CNC Milling KELLER Q plus* ke mesin *frais CNC TU 3A*.

Pembuatan benda kerja ini menggunakan tiga media utama yaitu: *software AutoCAD 2000*, *software CNC Milling KELLER Q plus*, dan Mesin *frais CNC TU 3A*. Proses pembuatan benda kerja dimulai dari membuat desain benda kerja pada *software AutoCAD* yang kemudian disimpan pada disket melalui *DFX data*. Desain benda kerja yang ada dalam disket kemudian ditransfer ke *software CNC Milling KELLER Q plus* melalui *Geometry*. didalam *Geometry*, desain benda kerja tersebut diatur dimensinya. Selesai dari *Geometry* desain benda kerja di masukkan dalam *Work plan* untuk diproses agar bisa disimulasikan dan dilihat dalam bentuk tiga dimensi, lalu disimpan. Dari *Workplan* desain benda kerja di pindah ke *NC program* untuk mengubah bahasa grafis menjadi bahasa *numeric* sehingga dapat di baca oleh mesin *CNC*. Dalam *NC program* ini dihasilkan kode-kode pemrograman untuk pembuatan benda kerja. Hasil pemrograman dari *software CNC KELLER Q plus* kemudian dicatat untuk dieksekusi pada mesin *frais CNC TU 3A* agar diperoleh benda kerja sesuai dengan desain yang ada pada *AutoCAD*.

Hasil pemrograman dari *software CNC Milling KELLER Q plus* tidak dapat langsung digunakan pada mesin *frais TU 3A (EMCO)*, karena bahasa pemrograman yang dipakai berbeda. Bahasa pemrograman pada *software CNC Milling KELLER Q plus* menggunakan standar DIN 66025, sedang pada mesin *frais CNC TU 3A (EMCO)* menggunakan standar ISO, sehingga perlu dikonversikan terlebih dahulu.

## HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi. Tahun 2006. Judul Skripsi : **Pembuatan Benda Kerja pada Mesin *Frais CNC TU 3A* Menggunakan *Software CNC KELLER Q plus* Berbasis *AutoCAD 2000*.**

Telah dipertahankan dihadapan Team Penguji pada :

Hari :

Tanggal :

Panitia Ujian :

Ketua

Sekretaris

Drs. Pramono  
NIP. 131474226

Drs. Suprpto, M.Pd.  
NIP. 131125645

Team Penguji :

Pembimbing I

Ketua Penguji I

Drs. Wirawan Sumbodo, MT.  
NIP. 131876223

Drs. Wirawan Sumbodo, MT.  
NIP. 131876223

Pembimbing II

Anggota Penguji II

Drs. Aris Budiono, MT.  
NIP. 132084481

Drs. Aris Budiono, MT.  
NIP. 132084481

Anggota Penguji III

Drs. Pramono  
NIP. 131474226

Mengetahui

Dekan Fakultas Teknik

Prof. Dr. Soesanto, M.Pd.  
NIP. 130875753

## MOTTO DAN PERSEMBAHAN

Motto:

1. Apakah saya gagal atau sukses bukanlah perbuatan orang lain, melainkan sayalah pendorong diri sendiri (Elaine Maxwell).
2. Ada empat hal yang menjadi ciri orang yang memiliki pikiran unggul. Dia tidak mempercayai segala sesuatu begitu saja, dia tidak pernah terlalu positif, dia tidak pernah tidak luwes, dan dia tidak pernah egois (Confucius).
3. Manusia bisa bahagia bisa tidak adalah tergantung pilihannya sendiri (Abraham Lincoln).
4. Berbuatlah kamu sekalian terhadap kebaikan, agar supaya kamu sekalian termasuk orang-orang yang beruntung (QS. Al Hajj ayat 77).

Skripsi ini aku persembahkan untuk :

1. Kedua orang tuaku yang telah memberikan pendidikan terbaik padaku.
2. Kakak dan adikku yang selalu mendukungku.
3. Doel, Ook, Tile, Hery, Amir, Andi, Arno, Oon, Mr Z, Fauzan, Grandong Rembang, Grandong Dono, Leila, Rita, Yumiko, Ika, Desi, Farida dan Eny, atas bantuan, doa, dan semangatnya.

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat, taufik, hidayah dan inayahNya kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan pembuatan skripsi ini. Penulis ucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Drs. Wirawan Sumbodo, MT. selaku dosen pembimbing I, yang telah bersedia meluangkan waktu, pikiran dan nasehat-nasehatnya kepada penulis dalam penyusunan skripsi ini.
2. Bapak Drs. Aris Budiono, M.T. selaku dosen pembimbing II, atas waktu, pikiran dan nasehat-nasehatnya kepada penulis agar penyusunan skripsi ini menjadi lebih baik.
3. Bapak dan ibu tercinta yang telah memberikan dorongan, kasih sayang, dana, dan do'anya.
4. Doel, Ook, Oon, Mr Z, Andi, mas Arif, Leila, Yumiko, dan Eny, atas bantuan sarana dan prasarana serta dukungan semangat dalam penyusunan skripsi ini.
5. Semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan penyusunan skripsi ini.

Dengan segala keterbatasan yang ada pada penulis, penulis mengharapkan saran dan kritik yang sifatnya membangun demi kesempurnaan sekripsi ini. Penulis berharap semoga sekripsi ini bermanfaat bagi Jurusan Teknik Mesin khususnya dan pembaca umumnya.

Semarang, Februari 2006

Penulis.

## DAFTAR ISI

Halaman Judul.....	i
Abstrak .....	ii
Halaman Pengesahan .....	iii
Motto dan Persembahan.....	iv
Kata Pengantar .....	v
Daftar Isi .....	vi
Daftar Gambar.....	viii
Daftar Tabel .....	xiii
Daftar Bagan .....	xiv
Daftar Lampiran.....	xv
 <b>BAB I    PENDAHULUAN</b>	
A. Latar Belakang Masalah.....	1
B. Pembatasan Masalah .....	5
C. Perumusan Masalah.....	5
D. Daftar Istilah .....	5
E. Tujuan Penelitian.....	6
F. Manfaat Penelitian .....	7
 <b>BAB II    LANDASAN TEORI DAN HIPOTESIS</b>	
A. Landasan Teori.....	8
1. Mesin <i>Frais CNC</i> TU 3A .....	8
2. <i>Software CNC KELLER Q plus</i> .....	22

3. <i>Software AutoCAD 2000</i> .....	27
B. Kerangka Berfikir.....	30
<b>BAB III METODE PENELITIAN</b>	
A. Pendekatan Penelitian .....	33
B. Subyek dan Obyek Penelitian .....	33
C. Tempat dan Waktu Penelitian .....	33
D. Teknik Pengumpulan Data.....	34
<b>BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN</b>	
A. Pembuatan Desain Benda Kerja dengan <i>AutoCAD 2000</i> .....	39
B. Pentransferan Gambar dari <i>AutoCAD</i> ke <i>CNC KELLER Q plus</i>	50
C. Mensimulasikan Gambar Benda Kerja pada <i>CNC KELLER Q plus</i> .....	72
D. Eksekusi Program dari <i>CNC KELLER Q plus</i> ke Mesin <i>Frais CNC TU 3A</i> .....	83
E. Pembahasan .....	124
F. Keterbatasan dalam Penelitian .....	129
<b>BAB V PENUTUP</b>	
A. Simpulan .....	130
B. Saran.....	132
Daftar Pustaka .....	133
Lampiran .....	134

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Mesin <i>frais</i> CNC TU 3A .....	9
Gambar 2. Sumbu-sumbu mesin <i>frais</i> .....	10
Gambar 3. Bagian pengontrol atau pengendali mesin <i>frais</i> TU 3A.....	11
Gambar 4. Tampilan <i>software</i> CNC Milling <i>KELLER Q plus</i> .....	24
Gambar 5. Tampilan <i>window</i> Rencana Kerja ( <i>Work Plan</i> ) .....	25
Gambar 6. Tampilan <i>window</i> <i>Geometry</i> .....	25
Gambar 7. Tampilan <i>window</i> NC Data .....	26
Gambar 8. Tampilan <i>window</i> <i>Setup</i> .....	26
Gambar 9. Tampilan <i>window</i> <i>Simulator</i> .....	27
Gambar 10. Tampilan <i>Startup</i> AutoCAD 2000 .....	28
Gambar 11. Tampilan <i>window</i> AutoCAD 2000 .....	29
Gambar 12. Benda kerja .....	38
Gambar 13. Cara mengaktifkan program AutoCAD 2000 .....	39
Gambar 14. Hasil langkah 1 .....	40
Gambar 15. Hasil langkah 2 .....	41
Gambar 16. Hasil langkah 3 .....	41
Gambar 17. Hasil langkah 4 .....	42
Gambar 18. Hasil langkah 5 .....	43
Gambar 19. Hasil langkah 6 .....	43
Gambar 20. Hasil langkah 7 .....	45
Gambar 21. Hasil langkah 8 .....	47



Gambar 22. Hasil langkah 9.....	47
Gambar 23. Hasil langkah 10.....	48
Gambar 24. Hasil langkah 11.....	49
Gambar 25. Tampilan <i>Save drawing as</i> .....	50
Gambar 26. Memilih <i>DFX file</i> .....	50
Gambar 27. Cara mengaktifkan program <i>CNC Milling KELLER Q plus</i> .....	51
Gambar 28. Tampilan program <i>CNC Milling KELLER Q plus</i> .....	51
Gambar 29. Tampilan <i>Geometry</i> .....	52
Gambar 30. Kotak dialog <i>sub menu create</i> setelah diisi.....	53
Gambar 31. Memilih <i>CAD inpu</i> .....	53
Gambar 32. Tampilan <i>Load DFX file</i> .....	54
Gambar 33. Tampilan <i>DFX memory</i> .....	54
Gambar 34. Tampilan gambar dari <i>AutoCAD</i> di <i>CNC KELLER Q plus</i> .....	55
Gambar 35. <i>Area obyek</i> gambar.....	55
Gambar 36. Menentukan <i>zero point</i> .....	56
Gambar 37. Titik nol benda kerja .....	56
Gambar 38. Memilih <i>add cotour</i> .....	57
Gambar 39. Kotak dialog <i>accept CAD contour</i> .....	57
Gambar 40. Hasil gambar yang sudah diproses.....	58
Gambar 41. Memilih gambar yang akan diproses .....	58
Gambar 42. Hasil gambar yang sudah diproses.....	59
Gambar 43. Memilih gambar yang akan diproses .....	59
Gambar 44. Hasil gambar yang sudah diproses.....	60

Gambar 45.Memilih gambar yang akan diproses .....	60
Gambar 46.Hasil gambar yang sudah diproses.....	61
Gambar 47.Memilih gambar yang akan diproses .....	61
Gambar 48.Hasil gambar yang sudah diproses.....	62
Gambar 49.Memindah dengan secara <i>manual</i> .....	62
Gambar 50.Memindah gambar secara <i>manual</i> .....	63
Gambar 51.Hasil pemindahan gambar secara <i>manual</i> .....	63
Gambar 52.Hasil seluruh pemrosesan secara <i>manual</i> .....	64
Gambar 53.Tampilan <i>work plan</i> .....	64
Gambar 54.Memilih <i>sub menu create</i> .....	65
Gambar 55. <i>New work plan</i> .....	65
Gambar 56.Kotak dialog <i>work plan name</i> .....	65
Gambar 57. <i>Select type of finished part</i> .....	66
Gambar 58.Lembar <i>load finished part</i> .....	66
Gambar 59.Lembar <i>New work plan</i> .....	67
Gambar 60. <i>Select type of raw part</i> .....	67
Gambar 61.Kotak <i>Rectangle</i> setelah diisi dan diatur.....	68
Gambar 62.Ukuran <i>Raw part</i> .....	68
Gambar 63.Tampilan <i>Clamping</i> .....	69
Gambar 64.Pengaturan pencekaman pada sisi kanan .....	69
Gambar 65.Pengaturan pencekaman pada sisi kiri .....	70
Gambar 66.Pengaturan cekam pada bagian bawah kanan .....	71
Gambar 67.Pengaturan cekam pada bagian bawah kiri .....	71

Gambar 68. Gambar yang akan disimulasikan .....	72
Gambar 69. Pilihan penyayatan pada <i>Create</i> .....	72
Gambar 70. Pilihan pada <i>Surface</i> .....	72
Gambar 71. Memilih pisau yang akan digunakan .....	73
Gambar 72. Daerah yang dikenai pisau T6 .....	73
Gambar 73. Gerakan pisau T6 .....	74
Gambar 74. Hasil penyayatan pisau T6 (garis merah) .....	74
Gambar 75. Daerah yang dikenai pisau T10 .....	75
Gambar 76. Gambar hasil penyayatan pisau T10 .....	75
Gambar 77. Daerah yang dikenai penyayatan kontur .....	76
Gambar 78. Gearakaqn pisau .....	76
Gambar 79. Hasil penyayatan kontur .....	77
Gambar 80. Menyimpan <i>file</i> simulasi .....	78
Gambar 81. Memilih simulasi .....	78
Gambar 82. Simulasi pada <i>CNC KELLER Q plus</i> .....	78
Gambar 83. Memilih tampilan tiga dimensi .....	79
Gambar 84. Tampilan tiga dimensi .....	79
Gambar 85. Tampilan dari <i>Create NC program</i> .....	80
Gambar 86. Memilih <i>Parameter set</i> .....	80
Gambar 87. Mengisi <i>NC program</i> .....	81
Gambar 88. Tampilan <i>Create NC program</i> setelah diisi .....	81
Gambar 89. Tampilan pemberitahuan kalau <i>NC program</i> telah dibuat .....	81
Gambar 90. Memanggil <i>NC program</i> yang sudah disimpan .....	82

Gambar 91.Hasil pemrograman pembuatan benda kerja .....	82
Gambar 92.Bahan benda kerja .....	83
Gambar 93.Mesin <i>frais CNC</i> TU 3A .....	84
Gambar 94. <i>Setting</i> pisau terhadap sumbu Z .....	120
Gambar 95. <i>Setting</i> pisau terhadap sumbu X .....	121
Gambar 96. <i>Setting</i> pisau terhadap sumbu Y .....	122
Gambar 97.Proses pembuatan benda kerja .....	123
Gambar 98.Hasil benda kerja .....	124

**DAFTAR TABEL**

Tabel 1. Waktu pelaksanaan Penelitian .....	34
---	----

**DAFTAR BAGAN**

Bagan 1. Alur pembuatan benda kerja .....	32
Bagan 2. Alur pelaksanaan penelitian .....	36

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Cara menginstal program <i>CNC Milling KELLER Q plus</i> .....	134
Lampiran 2. Dokumentasi penelitian .....	140
Lampiran 3. Penetapan dosen pembimbing skripsi mahasiswa .....	143
Lampiran 4. Surat permohonan izin penelitian .....	144
Lampiran 5. Surat keterangan penelitian .....	145

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang Masalah**

Dewasa ini kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi berkembang sangat cepat. Kemajuan ini termasuk dalam dunia industri dan multimedia. Dalam dunia industri misalnya, mesin produksi atau mesin perkakas sudah banyak menggunakan teknologi tinggi seperti mesin *frais*, mesin bor, mesin bubut dan lain-lain. Kemajuan teknologi di bidang multimedia yang sangat pesat salah satunya adalah komputer.

Penggunaan teknologi komputer saat ini telah mengalami kemajuan yang amat pesat, salah satunya dengan mengaplikasikan program komputer ke dalam mesin-mesin perkakas seperti mesin bubut, mesin *freis*, mesin bor, mesin las, mesin gerinda dan lain-lain. Hasil gabungan antara teknologi komputer dan teknologi mekanik inilah yang selanjutnya dinamakan mesin *CNC (Computer Numerically Controlled)*, yang mana pengoperasiannya menggunakan program yang dikontrol langsung oleh komputer. Jika dibandingkan dengan mesin perkakas konvensional yang setaraf dan sejenis, maka mesin perkakas *CNC* akan menghasilkan komponen yang memiliki kualitas yang sama antara komponen yang satu dengan komponen lainnya, lebih teliti (akurat), lebih tepat (presisi), luwes (*fleksibel*) dan cocok untuk menghasilkan produk dalam kuantitas besar dalam waktu yang relatif lebih singkat.



Adapun beberapa keuntungan mesin perkakas *CNC* yaitu : produktifitas tinggi, ketelitian pengerjaan tinggi dan dapat digabung dengan mesin lain dalam hal ini mesin *CAD/CAM* dengan perangkat tambahan sehingga pemakaian mesin *CNC* akan lebih efektif, waktu produksi lebih cepat, kapasitas produksi lebih cepat, kapasitas produksi lebih besar, dan biaya pembuatan produk lebih murah. (Wirawan S, 2003:173).

Mesin *CNC* dapat digabung dengan mesin lain dalam hal ini adalah mesin *CAD/CAM* dengan perangkat tambahan. Dengan digabungkannya mesin *CNC* dengan *CAD/CAM* akan lebih efektif, karena dengan adanya mesin *CAD/CAM* operator tinggal membuat program benda kerja dan program tersebut dapat disimpan dalam komputer atau disket. Setelah program dibuat, operator bisa melihat kembali program tersebut dan dapat mengeksekusinya dalam bentuk simulasi, sehingga bila ada kesalahan program dapat diketahui lebih dahulu sebelum di eksekusi ke mesin sebenarnya. Sehingga penggunaannya akan lebih efektif dan efisien. Selain itu program yang sudah dibuat (di simpan) dapat digunakan secara berulang-ulang (untuk produksi massal).

Dewasa ini banyak ditemukan *software-software* yang dapat digunakan dalam komputer untuk bidang industri. *Software-software* tersebut antara lain: *CAD/CAM*, *AutoCAD*, *MasterCAM*, *CNC KELLER Q plus*, dan masih banyak lagi. Dengan adanya *software-software* tersebut akan sangat membantu kemajuan bidang industri.

Salah satu *software* yang dapat digunakan atau dipadukan dengan mesin *CNC* adalah *software CNC KELLER Q plus*. Dengan menggunakan *software* ini seorang *programmer* tidak perlu membuat program perintah-perintah dalam pengoperasian mesin *CNC* dalam pembuatan benda kerja, akan tetapi *programmer* hanya perlu membuat gambar yang kemudian dimasukkan dalam *software* ini. Secara otomatis perintah-perintah pembuatan benda kerja langsung keluar sendiri, sehingga sangat meringankan kerja dari *programmer*.

Untuk pembuatan gambar benda kerja dapat digunakan *software AutoCAD*. *Software AutoCAD* mempunyai banyak keuntungan dalam pembuatan desain benda kerja, diantaranya: untuk pembuatan *chamfer*, *fillet* dan *radius* atau diameter tidak perlu menghitung dengan menggunakan rumus-rumus yang sulit (Wahana Komputer, 2002). Sehingga dengan menggunakan *software AutoCAD* gambar benda kerja yang sudah dibuat didalam *AutoCAD* disimpan dalam disket kemudian ditransfer dalam *software CNC KELLER Q plus*. Di dalam *software CNC KELLER Q plus* ini gambar yang sudah di buat didalam *AutoCAD* (bahasa grafis) di ubah dalam bentuk bahasa *numeric* (perintah *N code* dan *G code*) yang bisa dibaca oleh mesin *CNC*, karena mesin *CNC* hanya bisa membaca bahasa *numeric* (kode angka). Setelah bahasa *numericnya* (*N code* dan *G code*) keluar, lalu program tersebut disimpan dalam disket untuk dioperasikan pada mesin *CNC* untuk pembuatan benda kerja sesuai dengan desain gambar yang ada pada *AutoCAD*.

Penggunaan gabungan antara *software CNC KELLER Q plus* dan *AutoCAD* mempunyai banyak keuntungan bila dibandingkan dengan mesin *CNC* biasa. Keuntungan itu antara lain (Wirawan S, 2005):

- a. *Programmer* tidak perlu capek-capek membuat program benda kerja.
- b. *Programmer* hanya perlu membuat gambar dari *AutoCAD* yang kemudian di *transfer* ke *CNC KELLER Q plus*.
- c. Memudahkan *programmer* dalam membuat *chamfer*, diameter atau *radius* yang secara *konvensional* memerlukan penghitungan.
- d. Mengurangi kesalahan dalam pemrograman karena sebelum diaplikasikan kedalam mesin *CNC*, perintah-perintah tersebut dapat disimulasikan terlebih dahulu, sehingga kalau ada kesalahan dapat dilihat dan diperbaiki.
- e. Hasil program *CNC* dari *software* ini dapat disimpan dalam disket, dan dapat langsung digunakan pada mesin perkakas *CNC* dengan melakukan penyesuaian (*konversi*) sesuai merk mesin *CNC* yang digunakan.
- f. Hasil simulasi pembuatan benda kerja dapat dilihat dalam tampilan 3 dimensi.

Dengan banyaknya keuntungan tersebut akan memudahkan dunia industri pada umumnya dan mesin perkakas khususnya. Berdasar uraian diatas, penulis bermaksud mengangkat masalah tersebut dalam bentuk skripsi dengan judul “Pembuatan Benda Kerja pada Mesin *Frais CNC TU 3A* menggunakan *Software CNC KELLER Q plus* berbasis *AutoCAD 2000*”.

## B. Pembatasan Masalah

Guna mempermudah pemahaman dan penafsiran dalam penyusunan skripsi ini maka diperlukan pembatasan masalah. Seperti diketahui bahwa *software-software* yang berhubungan dengan mesin *CNC* banyak sekali, diantaranya: *software CAD/CAM*, *MasterCAM*, *CNC KELLER Q plus* dan masih banyak lagi yang lainnya. Dari banyaknya *software* tersebut, maka peneliti membatasi hanya pada penggunaan *software CNC KELLER Q plus*. Dan masalah yang dibahas disini hanya bagaimana cara mentransfer gambar dari *software AutoCAD* ke *software CNC KELLER Q plus*. Serta bagaimana mentransfer program dari *software CNC KELLER Q plus* ke mesin *freis CNC TU 3A*.

## C. Perumusan Masalah

Berdasarkan penjelasan di atas, maka dapat dirumuskan masalah dalam penelitian ini yaitu :

1. Bagaimana cara mentransfer gambar benda kerja dari *software AutoCAD* ke *software CNC KELLER Q plus*?
2. Bagaimana mentransfer program dari *software CNC KELLER Q plus* ke mesin *freis CNC TU 3A*?

## D. Penegasan Istilah

Agar tidak menimbulkan kesalahan dalam mengartikan istilah pada permasalahan, maka istilah tersebut perlu diperjelas sebagai berikut:

1. Pembuatan benda kerja adalah suatu proses atau cara untuk merubah suatu benda dari bahan baku (bahan mentah) menjadi bahan jadi atau benda siap pakai.
2. Mesin *frais CNC TU 3A* adalah suatu mesin *frais* yang dikontrol dengan menggunakan bahasa *numerik* (perintah gerakan yang dikontrol oleh komputer dengan menggunakan kode angka dan huruf) (Lilih, 2001:1).
3. *Software CNC KELLER Q plus* merupakan perangkat lunak komputer yang diterbitkan oleh *KELLER* berisi simulasi pemrograman mesin *CNC* yang telah diperbarui dari *software* generasi sebelumnya. *Software CNC KELLER Q plus* yang digunakan yaitu “*SYMplus Milling 2.50*”.
4. *AutoCAD 2000* merupakan perangkat lunak komputer yang berisi program komputer sebagai alat bantu dalam proses desain atau perancangan (Wahana Komputer, 2002:2). *AutoCAD 2000* ini merupakan pengembangan beberapa fasilitas menggambar dari *AutoCAD* versi-versi sebelumnya (versi 12, 13, dan 14).

#### **E. Tujuan Penelitian**

Berdasarkan masalah yang diungkap diatas maka tujuan penelitian yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah :

1. Untuk mengetahui cara bagaimana cara melakukan transfer *file* gambar dari *AutoCAD 2000* ke *Software CNC Keller Q Plus*.
2. Untuk mengetahui cara pentransferan hasil pemrograman dari *Software CNC Keller Q Plus* ke mesin *frais CNC TU 2A*.

## F. Manfaat Penelitian

Berdasarkan tujuan diatas, maka penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat bagi :

### 1. Bagi Penulis

Dapat menjadi sumber informasi dan pengetahuan baru tentang cara menyusun pemrograman mesin *Frais CNC TU 2A* dengan menggunakan *software CNC Keller Q Plus* berbasis *Auto CAD 2000*.

### 2. Mahasiswa Teknik Mesin.

Yaitu sebagai masukan dan informasi bahwa ada cara termudah dalam merencana pemrograman pembuatan benda kerja untuk mesin *Frais CNC TU 2A* dengan menggunakan *software CNC Keller Q Plus* berbasis *Auto CAD 2000*.

### 3. Siswa-siswi SMK jurusan Mesin

Yaitu sebagai masukan bahwa penggunaan *Software CNC Keller Q Plus* diharapkan dapat menjadi solusi alternatif untuk mengatasi permasalahan penguasaan menyusun pemrograman dalam merencana pembuatan benda kerja pada mesin *Milling CNC TU 2A* bagi siswa-siswi SMK.

### 4. Industri/perusahaan yang menggunakan mesin CNC

Sebagai masukan pada industri yang menggunakan mesin *CNC* dalam menghasilkan hasil produksinya, sehingga industri tersebut dapat meningkatkan hasil produksinya dengan menggunakan *Software Q Plus*.

## BAB II

### LANDASAN TEORI DAN HIPOTESIS

#### A. Landasan Teori

##### 1. Mesin *Frais CNC* TU 3A

###### a Pengertian Mesin *CNC*

Mesin *CNC* (*Computer Numeriically Controlled*) secara singkat dapat diartikan suatu mesin yang dikontrol oleh komputer dengan menggunakan bahasa *numeric* (perintah gerakan dan berhenti dengan menggunakan kode angka dan huruf) (Lilih, 2001:1). Misal: pada layar monitor mesin kita tulis M03, maka *spindel* mesin akan berputar, sedang jika kita tulis M05 maka *spindel* mesin akan mati, dan masih banyak kode angka huruf untuk berbagai perintah kerja mesin lainnya. Dengan adanya mesin *CNC* dapat mengurangi campur tangan *operator* selama mesin sedang beroperasi, sehingga mempermudah serta mempercepat pekerjaan suatu produk.

Mesin *CNC* memiliki banyak keuntungan dibandingkan dengan mesin perkakas *konvensional* sejenis. Keuntungan mesin *CNC* antara lain: (1) *produktivitas* tinggi, (2) ketelitian pengerjaan tinggi, (3) waktu produksi lebih cepat, (4) biaya pembuatan lebih murah, (5) kapasitas produksi lebih besar, (6) dapat digabung dengan mesin lain, dalam hal ini adalah mesin *CAD/CAM* dengan perangkat tambahan sehingga pemakaian mesin *CNC* akan lebih *efektif*, dan masih banyak lagi keuntungan mesin *CNC* yang lain. (Wirawan S, 2003:173)

Salah satu kelemahan dalam penggunaan fasilitas berteknologiseperti mesin *CNC* terutama pada harganya yang mahal. Sehingga tidak semua industri mampu membeli mesin perkakas *CNC* tersebut. Padahal dalam rangka *efisiensi* dan peningkatan kualitas produk dewasa ini industri maju sudah banyak yang menggunakannya.

b Mesin *Frais CNC*

Secara garis besar mesin *frais CNC* dapat digolongkan menjadi dua yaitu mesin *frais CNC Training Unit* (TU) dan Mesin *frais Production Unit* (TU). Kedua tipe tersebut pada prinsipnya sama hanya dalam penerapan dan penggunaannya yang berbeda. Mesin *frais CNC Training Unit* digunakan untuk latihan dasar-dasar pengoperasian dan pemrograman *CNC* yang dilengkapi *EPS* (*External Programming System*) dan juga dapat untuk mengerjakan pekerjaan ringan. Mesin *frais CNC Production Unit* digunakan untuk produksi massal, sehingga mesin ini dilengkapi dengan *asesoris* atau perlengkapan yang lebih kompleks dan mahal, seperti sistim pembuka pintu otomatis, sistim *chuck* dengan sistem otomatis, pembuangan tatal dan lain-lain.



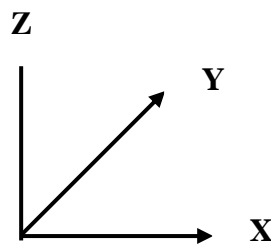
Gambar 1. Mesin *frais CNC* TU 3A



c Prinsip Kerja Mesin *Frais CNC* TU 3A

Mesin *frais CNC* TU 3A adalah mesin *frais* yang dikontrol oleh komputer, sehingga semua gerakan akan berjalan secara otomatis sesuai dengan perintah program yang diberikan, sehingga dengan program yang sama mesin *CNC* dapat diperintahkan untuk mengulangi proses pelaksanaan program secara terus-menerus (kontinyu).

Mesin *frais CNC* TU 3A ini menggunakan sistim persumbuan dengan dasar sistiam koordinat Carthesius (arah jarum jam). Sistim persumbuan tersebut seperti terlihat pada gambar dibawah:



Gambar 2. Sumbu-sumbu mesin *frais*

Prinsip kerja mesin *frais CNC* TU 3A adalah pisau berputar, sedang benda kerja yang ada pada meja bergerak kearah *horizontal* atau melintang. Untuk arah gerakan persumbuan tersebut diberi lambang persumbuan sebagai berikut:

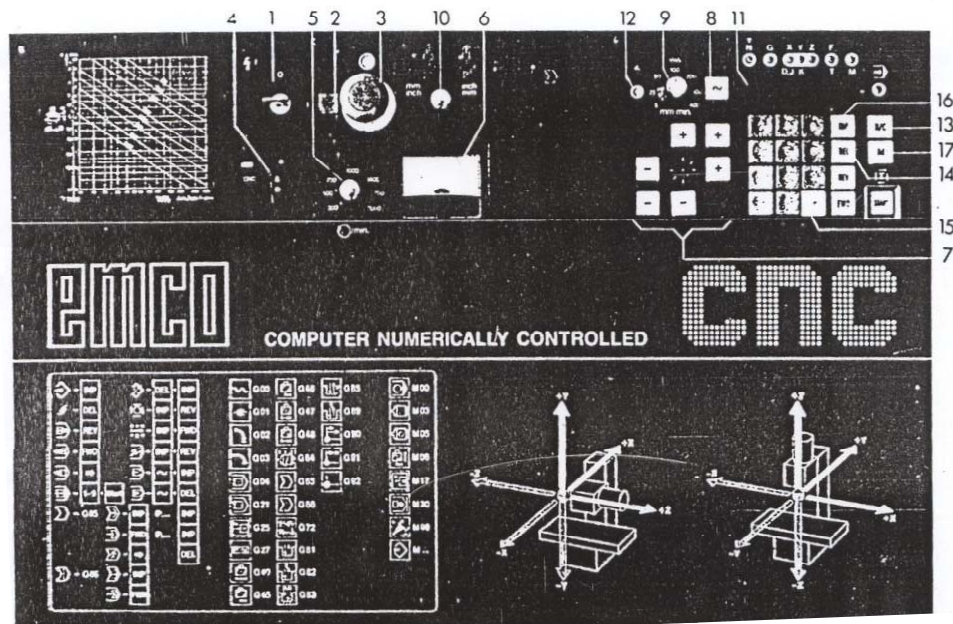
- Sumbu X bergerak kearah *horizontal*
- Sumbu Y bergerak kearah melintang
- Sumbu Z bergerak kearah *vertikal*

d Bagian-bagian Utama Mesin *Frais CNC* TU 3A

1. Bagian-bagian pengontrol atau pengendali

Bagian pengendali atau pengontrol merupakan bok kontrol mesin *CNC* yang berisikan tombol-tombol dan sklar yang dilengkapi


dengan monitor. Bok kontrol merupakan layanan langsung untuk berhubungan dengan *operator* . Secara *visual* gambar bok kontrol terlihat seperti gambar berikut:



Gambar 3. Bagian pengontrol atau pengendali mesin *frais CNC TU 3A*

Keterangan gambar:

1. Saklar utama
2. Lampu kontrol saklar utama
3. Tombol *emergensi*
4. Saklar operasi mesin/sumbu utama
5. Saklar pengatur kecepatan sumbu utama
6. *Amperemeter*
7. Tombol untuk eretan memanjang dan melintang
8. Tombol *shift*
9. Saklar *feeding*
10. Tombol pengatur posisi mesin dan dimensi metri atau inchi

11. *Display* untuk pembaca gerakan
12. Lampu kontrol untuk pelayanan manual
13. Saklar untuk pemindah operasi manual atau *CNC (H/C)*
14. Tombol **DEL**
15. Tombol  untuk memindah fungsi sumbu X, Y dan Z
16. Tombol **INP** untuk memasukan data ke mesin sehingga eretan bergerak
17. Tombol **M**

#### d.1.1 Saklar utama (*Main switch*)

Saklar utama adalah pintu masuk aliran listrik ke kontrol pengendali *CNC*. Cara kerjanya ialah jika kunci diputar ke posisi 1 maka arus listrik ke *CNC*, apabila kunci diputar ke posisi 0 maka arus akan terputus dan mesin akan mati.

#### d.1.2 Tombol *emergensi*

Tombol ini digunakan untuk memutuskan aliran listrik ke mesin, hal ini dilakukan apabila akan terjadi tabrakan akibat kesalahan program. Cara kerjanya yaitu dengan menekan tombol ini maka aliran listrik akan terputus dan mesin akan mati, untuk mengaktifkan kembali tombol ini, putar kunci saklar utama ke arah posisi 0, kemudian putar tombol *emergensi* ke kanan selanjutnya kunci saklar utama diputar pada posisi 1 maka aliran listrik akan mengalir kembali.

#### d.1.3 Saklar operasi mesin (*Operating switch*)

Saklar layanan ini digunakan untuk memutar sumbu utama yang dihubungkan dengan rumah alat potong. Saklar ini dapat berfungsi secara manual dan *CNC*. Cara kerjanya yakni saklar utama diputar pada posisi 1 maka alat potong akan berputar secara manual, apabila saklar diputar pada posisis *CNC* maka alat potong akan berputar dan berhenti menurut data program *CNC*.

#### d.1.4 Saklar pengatur kecepatan putar sumbu utama

Saklar ini berfungsi untuk mengatur kecepatan putar alat potong pada sumbu utama, sakalar ini dapat berfungsi pada layanan manual dan layanan *CNC*. Pada mesin *frais CNC TU 3A* mempunyai kecepatan putar antara 300-2000 rpm.

#### d,1.5 Saklar layanan posisi mesin

Saklar layanan ini berfungsi untuk mengatur layanan mesin dengan posisi *vertikal* atau pada posisi *horisontal*. Disamping itu saklar ini juga untuk mengatur dimensi bekerjanya mesin dalam satuan metris dan inchi.

#### d.1.6 *Amperemeter*

*Amperemeter* menunjukan pemakaian arus aktual dari motor penggerak alat potong mesin *frais CNC TU 3A*. kegunaan *Amperemeter* yaitu untuk mencegah beban lebih pada motor penggerak, arus maksimum yang diijinkan adalah 4 A.

#### d.1.7 Penggerak disket

Penggerak disket pada mesin *CNC* dimaksudkan untuk pelayanan pengoperasian disket. Dalam pelayanan disket dapat dilaksanakan dengan (a) menyimpan data program dari mesin ke disket, (b) memindah data program dari disket ke mesin, dan (3) memformat disket.

### 2. Bagian mekanik

#### a). Motor utama

Motor utama adalah motor penggerak rumah alat potong (*milling taper spindle*) untuk memutar alat potong (*tool*). Motor yang digunakan adalah jenis motor arus searah (DC) dengan kecepatan yang bervariasi. Identifikasi dari motor adalah: jangkang putaran 600-4000 rpm, tenaga masukan (*input*) 500 watt, dan tenaga pengeluaran (*output*) 300 watt.

#### b). Eretan (*Support*)

Eretan adalah gerak persumbuan jalannya mesin. Untuk mesin tiga *axis* mempunyai dua fungsi gerakan yaitu posisi *vertikal* dan *horisontal*.

#### c). Step motor

Step motor adalah motor penggerak eretan, masing-masing eretan mempunyai step motor sendiri-sendiri, yaitu penggerak sumbu X, penggerak sumbu Y, dan penggerak sumbu Z. Masing-masing ukuran step motor adalah sama. Identifikasi dari motor tersebut

adalah: jumlah 1 putaran 72 langkah, momen putar 0,5 Nm, kecepatan gerakan:

- gerakan cepat maksimum 700mm/menit
- gerakan pengoperasian manual 5-400 mm/menit
- gerakan pengoperasian *CNC* terprogram 2-499 mm/menit.

d). Rumah alat potong (*Milling taper spindle*)

Rumah alat potong pada mesin *frais* digunakan untuk menjepit penjepit alat potong (*tool holder*) pada waktu proses pengerjaan benda kerja. Adapun sumber putaran dihasilkan dari motor utama yang mempunyai kecepatan putar antara 300-2000 rpm. Untuk proses pengerjaan dengan layanan mesin produksi *CNC* dapat menggunakan lebih dari satu alat potong, karena data alat potong dapat tersimpan dalam memori mesin. Sedang untuk penggantian alat potong secara manual.

e). Penjepit alat potong (*Tool holder*)

Penjepit alat potong yang digunakan pada mesin *frais* adalah jenis penjepit manual. Fungsi penjepit digunakan untuk menjepit pisau pada waktu penyayatan benda kerja. Bentuk penjepit ini biasanya sesuai dengan bentuk rumah alat potong (*milling taper spindle*). Untuk menjepit pisau yang berbentuk batang *silindris* memerlukan alat bantu yang disebut cekam (*cekam cooled*)

f). Ragum

Ragum pad mesin *frais* dipergunakan untuk menjepit benda kerja pada waktu proses penyayatan benda kerja berlangsung. Karena fungsinya sebagai pemegang benda kerja, maka alat ini dapat di ganti-ganti sesuai dengan kebutuhan benda kerja yang akan dijepit. Biasanya pada ragum dilengkapi dengan *stoper* yang dapat dipergunakan untuk batas pegangan benda kerja. Adapun cara kerja ragum ini dengan sistim manual

e Pengoperasian Mesin *CNC*

Pengoperasian mesin *CNC* dilaksanakan dengan layanan *CNC*, dimana prosesnya dikontrol komputer dengan memasukkan data numerik. Sistim ini beroperasi secara otomatis dan dapat menginterpretasikan kode-kode numerik yang berupa huruf, angka dan simbol untuk membuat suatu bentuk dari benda kerja dengan mesin perkakas *CNC*.

Apabila akan mengoperasikan mesin-mesin *CNC* pada hakekatnya adalah belajar membuat program instruksi untuk memerintahkan mesin bekerja, untuk memasukan data program *CNC* ke mesin digunakan tombol-tombol yang ada pada papan kontrol *CNC*. Tombol-tombol pada papan kontrol (*keyboard*) dibedakan menjadi dua bagian yaitu :

1. Tombol Eksekusi
2. Tombol masukan data

Kedua jenis tombol ini dapat digunakan sendiri-sendiri ataupun secara bersama untuk memasukan data menghasilkan program *CNC*.

## 1. Tombol Eksekusi

### 1.1 Tombol eksekusi tunggal

H/C : Pemindah layanan *CNC* dan manual

INP : Memasukan /menyimpan data pada memori mesin

DEL : Menghapus data satu kata untuk diganti

REV : Kursor kembali ke blok sebelumnya

FWD : Kursor menuju blok berikutnya

- : Penetapan harga negatif

→ : Memindahkan kursor

M : Memasukan data M (Miscellaneous)

### 1.2 Tombol eksekusi ganda

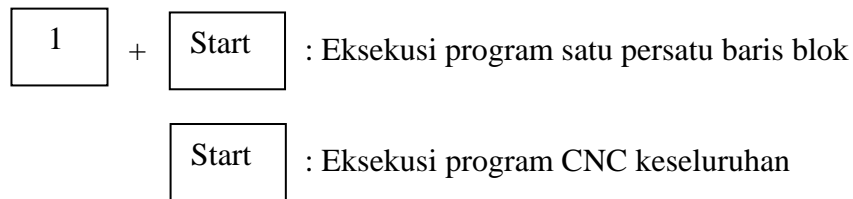
~ + DEL : Menyisipkan satu baris blok program

~ + INP : -Menghapus alarm  
-Kembali ke awal program

INP + FWD : Eksekusi program berhenti sesaat

DEL + INP : Menghapus program seluruhnya





## 2. Tombol masukan data

Tombol masukan data terdiri dari tombol kode G dan kode M

### 2.1 Fungsi dan kegunaan tombol G

G00 : gerak lurus cepat tanpa penyayatan

G01 : gerak lurus dengan penyayatan

G02 : gerak melingkar searah jarum jam

G03 : gerak melingkar berlawanan dengan arah jarum jam

G04 : waktu tinggal diam /berhenti sesaat

G21 : baris blok sisipan

G25 : memanggil program subrutin

G27 : perintah melompat ke nomor blok yang dituju

G40 : membatalkan kompensasi *radius* pisau

G45 : penambahan *radius* pisau bagian dalam *kontur* kantong

G46 : pengurangan *radius* dua kali untuk *contour* luar

G47 : penambahan *radius* pisau *freis* dua kali untuk *contour* luar

G48 : pengurangan *radius* pisau dua kali untuk bagian dalam  
*contour* kantong

G64 : mematikan arus motor asutan/ *step motor*

G65 : pelayanan operasi disket

- G66 : pelayanan dengan *transfer* komputer ke EPS
- G72 : siklus pengefraisan kantong segi empat
- G73 : siklus pengeboran dengan pemutusan total
- G81 : siklus pengeboran langsung
- G82 : siklus pengeboran dengan waktu tinggal diam
- G83 : siklus pengeboran dengan penarikan total
- G84 : siklus penyayatan ulir
- G85 : siklus pareameran
- G89 : siklus peremarean dengan waktu tinggal diam/berhenti sesaat
- G90 : program *absolut*
- G91 : program *inkrimental*
- G92 : penetapan titik awal posisi program *absolut*

## 2.2 Fungsi dan kegunaan tombol M

- M00 : program berhenti terprogram
- M03 : spindel berputar searah jarum jam
- M04 : spindel berputar berlawanan arah jarum jam
- M05 : putaran spindel berhenti
- M06 : perintah memasukan data alat potong
- M17 : perintah kembali ke program utama
- M30 : program berakhir

## f Sistim Pemrograman Mesin *Frais CNC* TU 3A

Untuk melaksanakan perintah jalannya alat potong guna mencapai tujuan yang diinginkan diperlukan pemrograman.

Pemrograman adalah suatu urutan perintah yang disusun secara rinci setiap blok per blok untuk memberi masukan mesin bubut *CNC* tentang apa yang harus dikerjakan (Lilih, 2001:17).

Metode pemrograman yang biasa digunakan dalam permesinan *CNC* adalah:

a) Sistim pemrograman *absolut*.

Sistim pemrograman dimana titik referensinya tetap, yaitu pada satu titik kerja program (*start point* dan *work piece point*) yang dijadikan referensi untuk semua ukuran berikutnya (Lilih, 2001:17). Pada sistim ini pemasukan data atau informasi angka lintasan pisau selalu dihitung dari titik awal pisau,  $X = 0$ ,  $Y=0$ , dan  $Z=0$ .

b) Sistem pemrograman *inkremental*.

Sistim pemrograman dimana titik referensinya selalu berubah, yaitu titik akhir yang dituju menjadi titik referensi baru untuk ukuran berikutnya. (Lilih, 2001:17). Pada sistim ini pemasukan data/ informasi angka lintasan pisau selalu dihitung dari titik akhir lintasan pisau sebelumnya, X,Y dan Z berubah-ubah tergantung posisi pisau terakhir berada.

c) Sistim pemrograman kombinasi

Sistim ini pada dasarnya merupakan sistem gabungan dari sitem pemrograman *absolut* dan *inkremental* . sistim ini lebih banyak dipakai untuk jenis pekerjaan tertentu agar program mesin bubut *CNC* lebih efisien.

g Kode-kode Pemrograman

Pemakaian kode-kode pada mesin *CNC* dapat menggunakan berbagai standar pemrograman yang berlaku, antara lain: *DIN* (*Deutsches Institut Fur Normung*) 66025, *ANSI* (*American National Standards Institue*), *AEROS* (*Aerospatiale Frankreich*), *ISO* (*International Organization for standardsization*). Sebagian besar dari standar tersebut memiliki kesamaan, hanya sedikit saja perbedaannya. Kode-kode tersebut: N,G, X, Y, Z, F, S, M, T, L dan / (J.J. Hollebrandse, 1988:6-5).

h Pengoperasian Disket pada Mesin *Frais CNC* TU 3A

Pada mesin *frais CNC* TU 3A dilengkapi dengan penggerak disket (*disk drive*) yang berfungsi untuk pengoperasian disket. Dengan sistem layanan disket ini semua program *CNC* dapat disimpan ke disket atau dapat memindahkan program *CNC* dari disket ke memori mesin. Hal ini dilakukan karena kemampuan mesin yang terbatas, yakni mesin hanya akan menyimpan data program kalau mesin dalam keadaan hidup (*ON*), sedangkan kalau mesin dalam keadaan mati (*Off*) maka semua data program *CNC* yang ada di memori mesin akan hilang.

Adapun kemungkinan-kemungkinan yang mengakibatkan program di memori akan hilang diantaranya.

1. Tombol darurat ditekan.
2. Terjadi gangguan listrik yang mengakibatkan terputusnya aliran listrik ke mesin.

Bila terjadi hal-hal tersebut diatas dengan sistem pelayanan disket akan memudahkan *operator* untuk memasukkan data program ke

mesin melalui data program yang tersimpan dalam disket. Jenis disket yang digunakan dalam pengoperasian disket pada mesin adalah disket DS, DD (*double side, double density*) dengan ukuran disket 3,5 inci.

Untuk pengoperasian disket pada mesin *frais CNC* TU 3A dapat dilaksanakan :

1. Memformat disket
2. Menyimpan program dari mesin ke disket
3. Memanggil program dari disket ke mesin

## 2. *Software CNC Keller Q Plus*

*Software CNC KELLER Q plus* merupakan perangkat lunak komputer yang diterbitkan oleh *KELLER* berisi simulasi pemrograman mesin *CNC* yang telah diperbarui dari *software* generasi sebelumnya. Perangkat lunak komputer ini merupakan bantuan *Landesinstitut Fur Qualifizierung* (LFQ) Jerman melalui Teknik Mesin UNNES yang diterbitkan oleh Keller dengan nama *Q Plus*; Q artinya *Qualifizierung* dan *Plus* mempunyai makna *software* ini merupakan pembaruan dari *software* generasi sebelumnya. Ada dua *software* mesin yaitu mesin *CNC* Bubut maupun *CNC Freis* keduanya dalam dua versi yaitu versi bahasa Inggris dan bahasa Jerman. *Software CNC Keller Q Plus* dapat di *install* melalui komputer pentium pada umumnya dengan kapasitas *memory* program sekitar 120 MB, spesifikasi *Hardisk* 5 GB dan *RAM* minimal 64 MB.

Adapun keunggulan *software* ini antara lain : (1) hasil program *CNC* dapat dieksekusi terlebih dahulu, bila ada kesalahan atau *error* program tidak dapat dieksekusi, (2) simulasi pembuatan benda kerja dapat

dilihat langsung hasilnya, dapat dilihat dalam tampilan 3 dimensi, (3) dapat dilakukan *transfer file* dari gambar *AutoCAD* ke *software*, sehingga mempermudah membuat program *CNC*, (4) hasil program *CNC* dari *software* ini dapat disimpan di disket, dan dapat langsung digunakan pada mesin perkakas *CNC* dengan melakukan penyesuaian (*konversi*) yang sesuai merek mesin *CNC* yang digunakannya, dan (5) dapat di *install* ke komputer pentium pada umumnya. (Wirawan S, 2003:172)

Metode pemrograman yang biasa digunakan dalam *Software CNC Milling Keller Q Plus* adalah

*a Pemrograman Software CNC Milling Keller Q Plus*

Dasar pemrograman *software CNC Milling Keller Q Plus*, tidak jauh berbeda dengan pemrograman pada mesin *frais CNC* yang sebenarnya. Pemberian program cukup dilakukan di komputer, namun tampilan yang ada dalam *software* ini hampir sama dengan tampilan yang ada pada *monitor* mesin *CNC* sebenarnya. *Software* ini dapat langsung digunakan untuk berbagai mesin antara lain merek Fanuc OT, Gildmeister EPL2, Sinumerik 810T dan Traub TX8D. dapat digunakan untuk membuat siklus pemograman (*PAL-Zyklus*) sesuai standar. Sistim pemrogramannya dapat berupa *Absolut*, *Inkremental*, *Polar*, atau gabungan ketiganya.

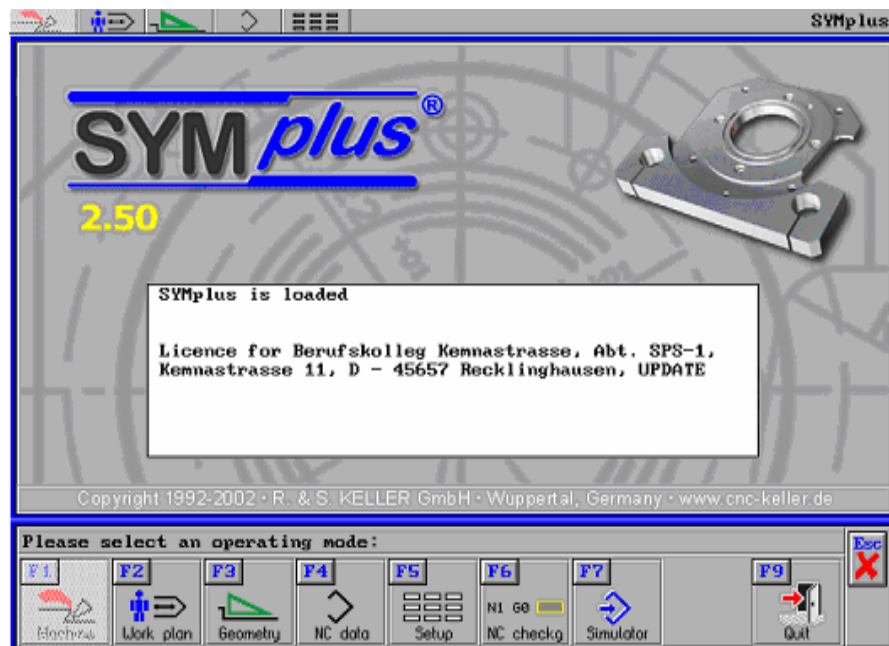
Sistim pemrograman *absolut*, adalah suatu sistim pemrograman dimana titik referensinya mengacu pada titik tetap. Pada sistim ini pemasukan data/informasi angka lintasan pahat selalu dihitung dari titik awal pahat,  $X=0$ ,  $Y=0$ , dan  $Z=0$ . Metode *absolut* memiliki

keakuratan tinggi, namun akan menyulitkan bila membuat benda kerja yang rumit.

Sistim pemrograman *inkremental*, adalah suatu sistim pemrograman dimana titik referensinya selalu berubah, yaitu titik akhir yang dituju dijadikan patokan baru untuk ukuran berikutnya (Lilih, 2001 : 16). Pada sistim ini pemasukan data/informasi angka lintasan pahat selalu dihitung dari titik akhir lintasan pahat sebelumnya, X, Y, dan Z berubah-ubah tergantung posisi terakhir pahat berada

Sistim pemrograman *polar* menggunakan acuan panjang lintasan dan sudut lintasannya. Sistim pemrograman kombinasi merupakan sistim gabungan antara pemrograman sistim *absolut*, *inkremental* dan *polar*.

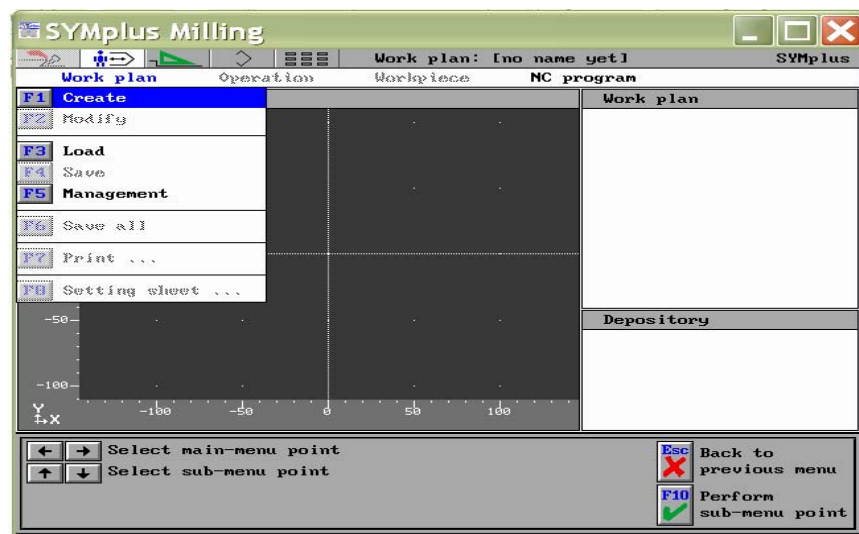
Tampilan *software CNC Milling Q plus* dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 4. Tampilan *Software CNC Milling Q plus*

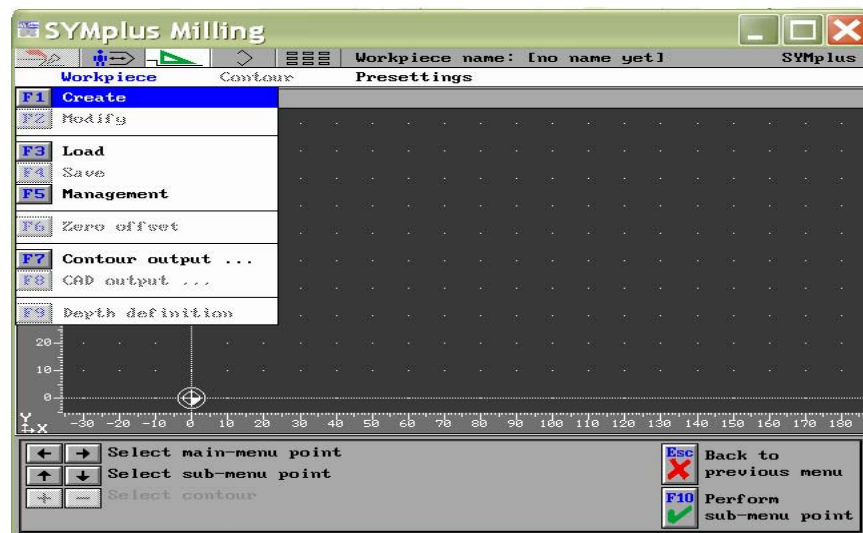
Tampilan ini memuat berbagai menu utama yang dapat digunakan sesuai kebutuhan, antara lain:

- 1) Rencana Kerja (*Work Plan*), menu ini menampilkan jenis alat potong yang akan digunakan dalam eksekusi, serta menunjukkan lintasan alat potong tahap demi tahap.



Gambar5 . Tampilan *Window* Rencana Kerja (*Work Plan*)

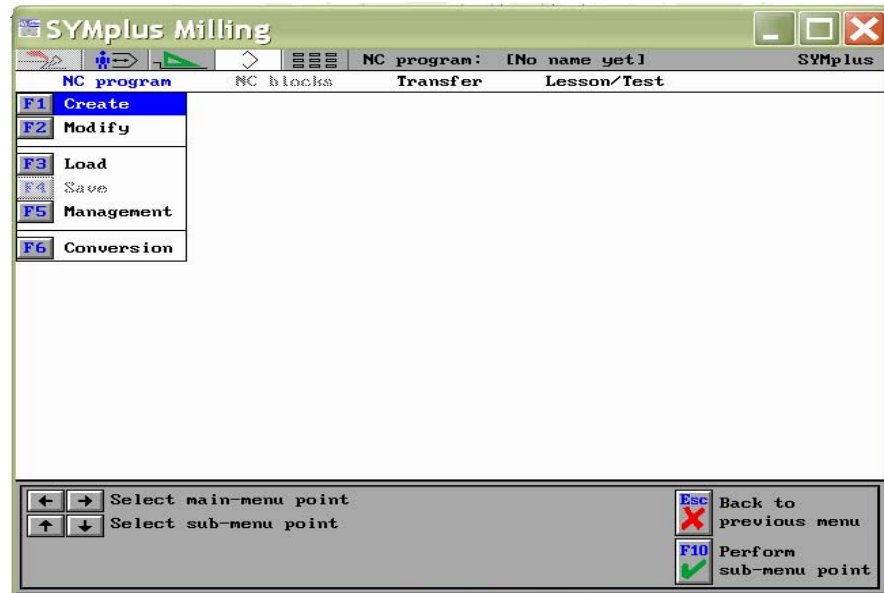
- 2) *Geometry* menu ini akan menampilkan bentuk kerja yang telah diprogram dalam pandangan 3 dimensi, sehingga bila ada kekeliruan dimensi dapat diketahui untuk segera diperbaiki



Gambar 6. Tampilan *Window* *Geometry*.

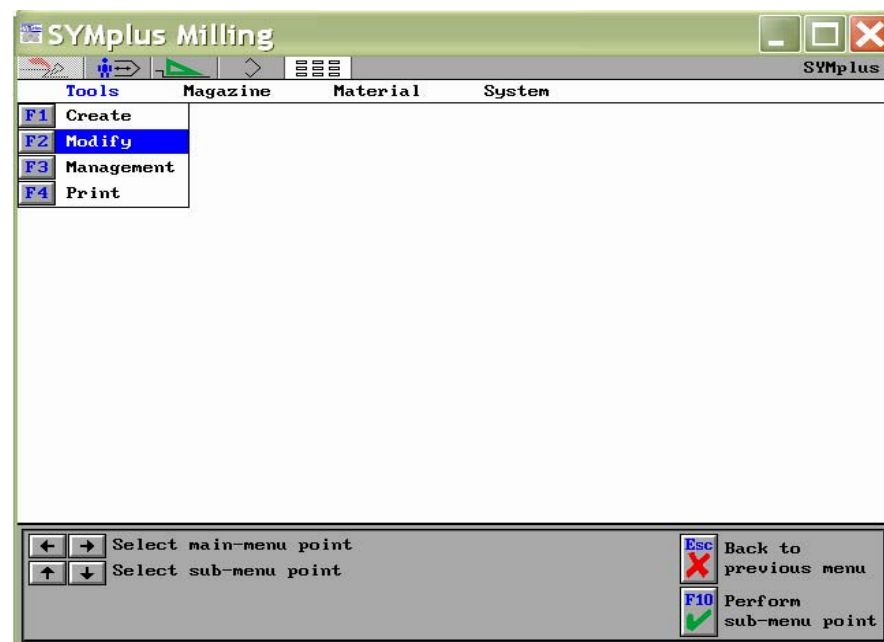


- 3) NC-Data, menu ini menampilkan pemrograman dengan menggunakan kalimat sesuai urutan program dari N01, N02, dan seterusnya. Menu NC-Data



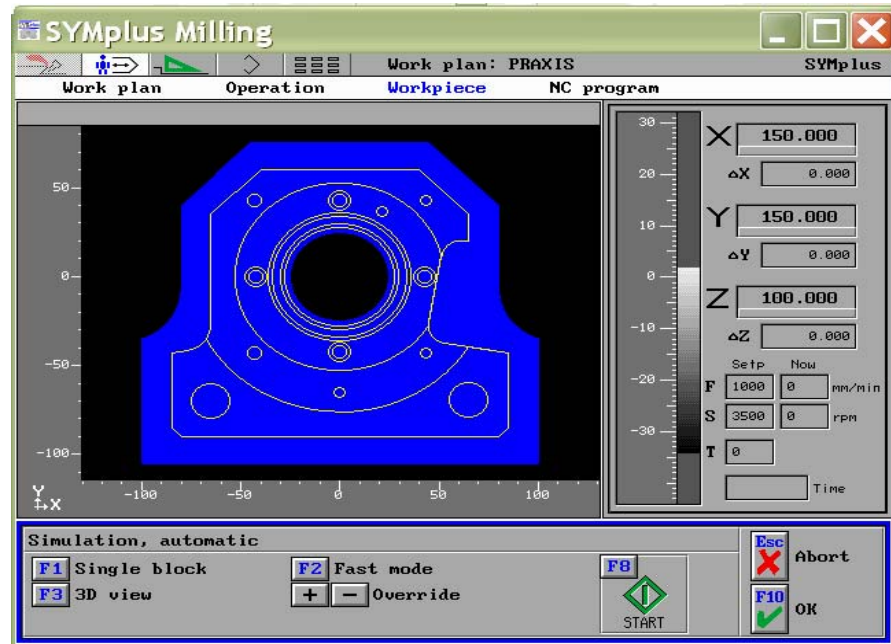
Gambar 7. Tampilan Window NC Data

- 4) Setup, Menu ini untuk merencanakan jenis alat potong serta bahan yang akan digunakan dalam proses pembubutan.



Gambar 8. Tampilan Window Setup.

- 5) *Simulator*, Menu ini berfungsi untuk menampilkan simulasi benda kerja yang akan dibuat agar apabila ada kesalahan program dapat diperbaiki



Gambar 9. Tampilan *window simulator*

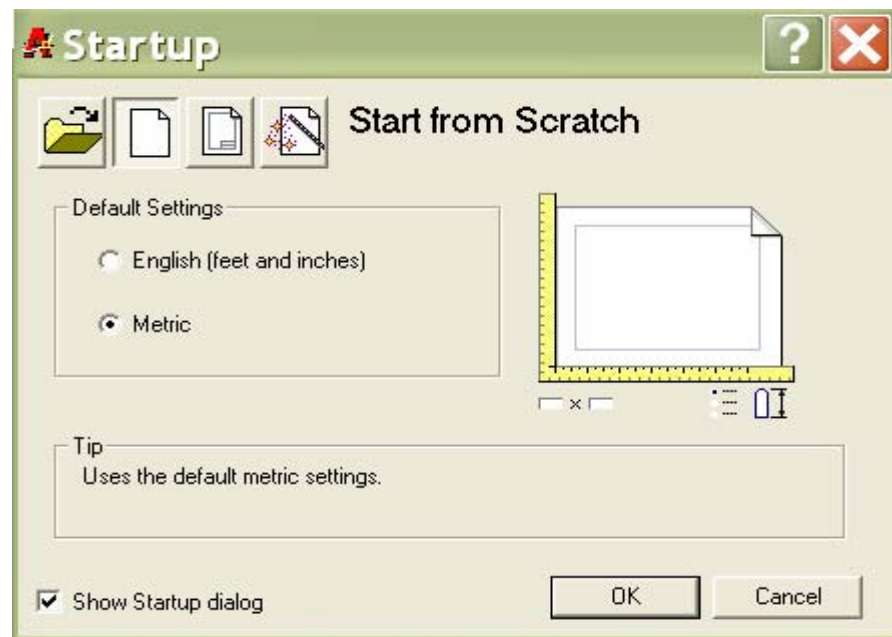
### 3. *AutoCAD 2000*

*AutoCAD* berasal dari kata *Automatic Computer Aided Design*, yang artinya *AutoCAD* merupakan suatu program komputer sebagai alat bantu dalam proses desain atau perancangan (Wahana Komputer, 2002:2). *AutoCAD 2000* merupakan pengembangan beberapa fasilitas menggambar dari *AutoCAD* versi-versi sebelumnya. *AutoDesk* merilis program *CAD* berawal dari program *MicroCAD*, yang kemudian dikembangkan dalam versi *Windows*, yaitu *AutoCAD* versi 10, 11, 12, 13, dan 14. kemudian dilanjutkan lagi menjadi *AutoCAD 2000*.

*Software AutoCAD* dapat di *install* melalui komputer minimal pentium 1 dengan kapasitas *memory* program sekitar 120 MB, spesifikasi

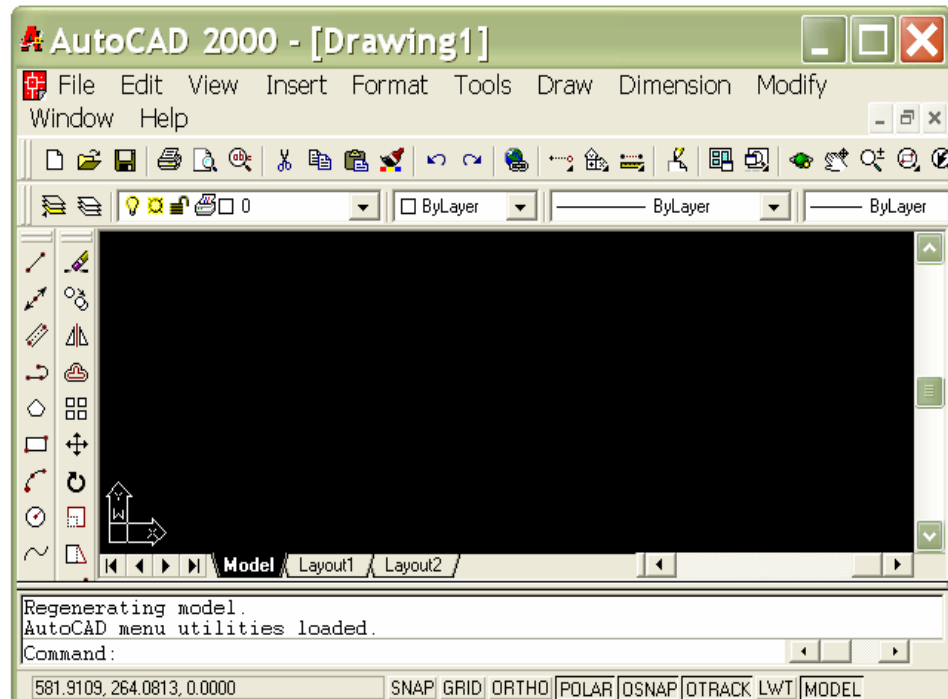
*Hardisk 5 GB dan RAM 32 MB (dianjurkan 64 MB). Software AutoCAD 2000 dapat di install pada windows 98, windows Millenium Edition (ME) dan windows 2000.*

Pada saat mengaktifkan program *AutoCAD 2000* maka di *monitor* akan muncul menu *AutoCAD 2000* disertai dengan munculnya kotak dialog *Startup*. Dalam kotak dialog *Startup* terdapat beberapa *tool* yang memiliki fungsi masing-masing, untuk memulai sesuai fungsinya. Setelah memilih salah satu *tool*, lalu di OK untuk melanjutkan menjalankan program *AutoCAD 2000*. Tampilan *Startup dialog AutoCAD 2000* seperti terlihat pada gambar dibawah.



Gambar 10. Tampilan *Startup AutoCAD 2000*.

Setelah tampilan *Startup dialog* maka tampilan *windows AutoCAD 2000* akan muncul dan siap untuk menggambar. Tampilan lembar kerja *AutoCAD 2000* seperti terlihat pada gambar dibawah.



Gambar 11. Tampilan *window* AutoCAD 2000

AutoCAD 2000 memberikan atau menampilkan beberapa fasilitas dan kemampuan baru yang sebagian besar merupakan pengembangan fasilitas-fasilitas yang ada pada versi-versi sebelumnya. Fasilitas dan kemampuan baru tersebut antara lain :

- a. Penambahan beberapa perintah dan subperintah baru.
- b. Penambahan tombol-tombol baru pada *Toolbar Standard* dan perintah-perintah baru dan menu *Pull Down*.
- c. Penggunaan tampilan *Window* pada beberapa perintah yang sebelumnya menggunakan masukan melalui *Command Line*.
- d. Otomasi penggunaan beberapa fasilitas penggambaran, seperti dimensi, teks dan blok.

- e. Pengembangan fasilitas untuk penggambaran secara berkelompok melalui media internet.

Adanya tambahan fasilitas dari versi-versi sebelumnya diharapkan *AutoCAD 2000* ini menjadi salah satu program komputer untuk desain dan perancangan yang baik. Cara untuk mengaktifkan program *Windows*, yaitu dengan mengklik dua kali pada *icon* yang ada pada *Desktop*, atau dengan cara memilih dari menu *Start* pada *Taksbar*.

## **B. Kerangka Berfikir**

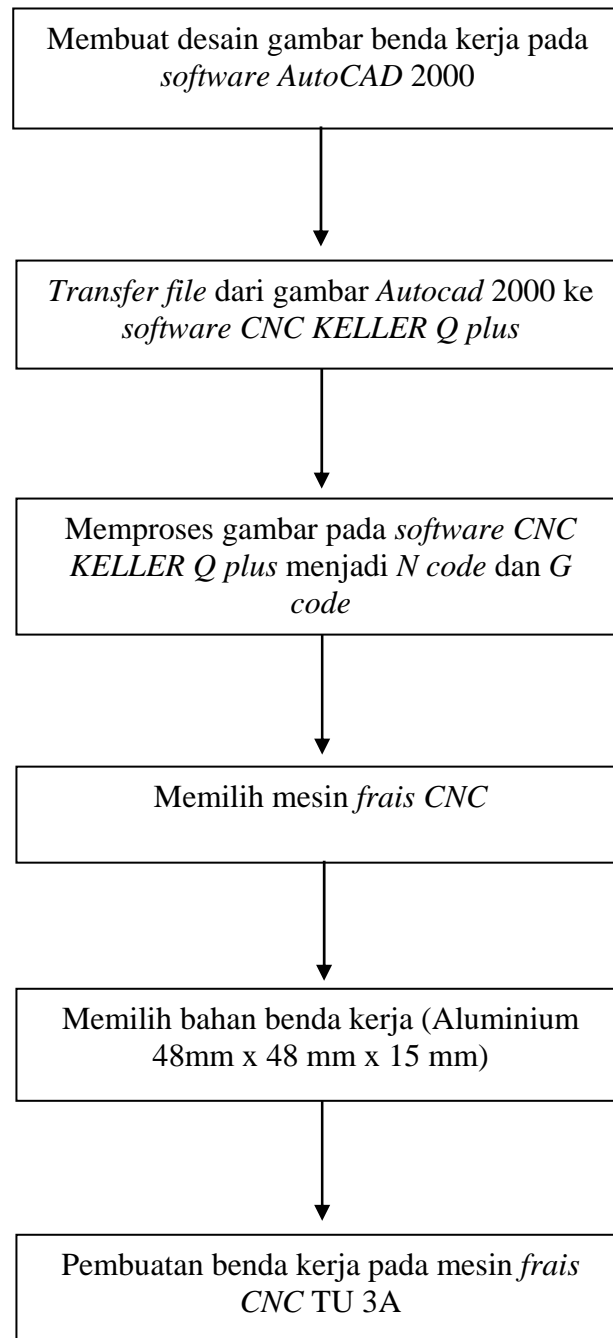
*Software CNC KELLER Q plus* merupakan perangkat lunak komputer yang berisi simulasi pemrograman mesin *CNC*. *Software* ini mempunyai banyak keuntungan, salah satunya adalah dapat dilakukan *transfer file* dari *software AutoCAD* ke *software* ini dan dari *software CNC KELLER Q plus* ke mesin *CNC*. Dengan adanya keuntungan atau keunggulan ini diharapkan dapat meringankan atau membantu *programer* mesin *CNC* dalam membuat benda kerja, yang selama ini masih dilakukan secara konvensional.

Adapun gambaran mengenai alur pentransferan file dari *software AutoCAD 2000* ke *software CNC KELLER Q plus* dan dari *software CNC KELLER Q plus* ke mesin *CNC*, adalah sebagai berikut:

1. Membuat desain gambar benda kerja pada *software AutoCAD*.
2. Desain gambar yang sudah dibuat disimpan melalui DXF data didalam disket.

3. Membuka menu *Geometry* pada software *CNC KELLER Q plus*.
4. Pada menu *Geometry* kita buka *CAD input*, lalu kita ambil desain gambar yang sudah disimpan.
5. Dalam *Geometry* desain gambar yang sudah kita buat, diproses untuk di pindah di menu *Work plan*.
6. Pada menu *Work plan* ini gambar yang sudah ada di proses agar bisa disimulasikan (dilihat proses pembuatan benda kerja tersebut).
7. Setelah benda kerja selesai disimulasikan, kita buka *NC data* untuk melihat hasil program pengerjaan benda kerja tersebut (*G code* dan *N code*).
8. Hasil program benda kerja pada *NC data* di simpan dalam disket untuk digunakan pembuatan benda kerja yang sesungguhnya pada mesin *CNC TU 3A*.
9. Membuat benda kerja pada mesin *Frais CNC TU 3A* dari program yang telah dibuat berdasar gambar *AutoCAD 2000*.

Untuk pembuatan benda kerja diperlukan sedikit konversi sesuai dengan merek mesin *CNC* yang digunakan. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada bagan berikut:



Bagan 1. Alur pembuatan benda kerja

### **BAB III**

#### **METODE PENELITIAN**

##### **A. PENDEKATAN PENELITIAN**

Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah pendekatan eksperimen, yaitu suatu cara untuk mencari hubungan sebab akibat antara dua faktor atau lebih dengan mengurangi faktor-faktor lain yang bisa mengganggu akibat dari perlakuan tersebut (Arikunto, 1998 : 90). Selanjutnya dalam penelitian ini akan diketahui bagaimana cara pembuatan desain gambar benda kerja pada *AutoCAD 2000*, proses pentransferan file dari *AutoCAD 2000* ke *software CNC KELLER Q plus* dan pentransferan dari *software CNC KELLER Q plus* ke mesin *frais CNC TU 3A*.

##### **B. SUBYEK DAN OBYEK PENELITIAN**

Subyek dalam penelitian ini adalah pembuatan benda kerja pada mesin *Frais CNC TU 3A*. Sedang obyek dalam penelitian ini adalah *Software CNC Milling Keller Q Plus* dan *Software AutoCAD 2000*.

##### **C. TEMPAT DAN WAKTU PENELITIAN**

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Komputer Teknik Mesin Universitas Negeri Semarang dan BLKI Semarang. Penelitian ini dilaksanakan pada:



No	Bulan	Keterangan
1	Oktober 2005	Membuat desain benda kerja pada <i>AutoCAD</i> 2000
2	Oktober-November 2005	<i>Transfer file</i> dari <i>software AutoCAD</i> ke <i>Software CNC KELLER Q plus</i>
3	Desember 2005-Januari 2006	<i>Transfer file</i> dari <i>software CNC KELLER Q plus</i> ke mesin <i>Frais CNC TU 3A</i>

Tabel 1. Waktu pelaksanaan penelitian

#### D. TEKNIK PENGUMPULAN DATA

Pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah observasi yaitu mengamati langsung hasil eksperimen kemudian menyimpulkan dan menentukan hasil penelitian.

##### 1. Bahan dan Alat

###### a) Bahan

Dalam penelitian ini bahan yang digunakan untuk membuat benda kerja ini adalah Aluminium dengan ukuran panjang 150 mm, lebar 150 mm dan tebal 20mm.

###### b) Alat

Pada penelitian ini alat yang digunakan antara lain:

- a. Seperangkat Komputer
- b. Mesin *Frais CNC TU 3A*
- c. *Software CNC Milling Keller Q Plus*
- d. *Software AutoCAD 2000*

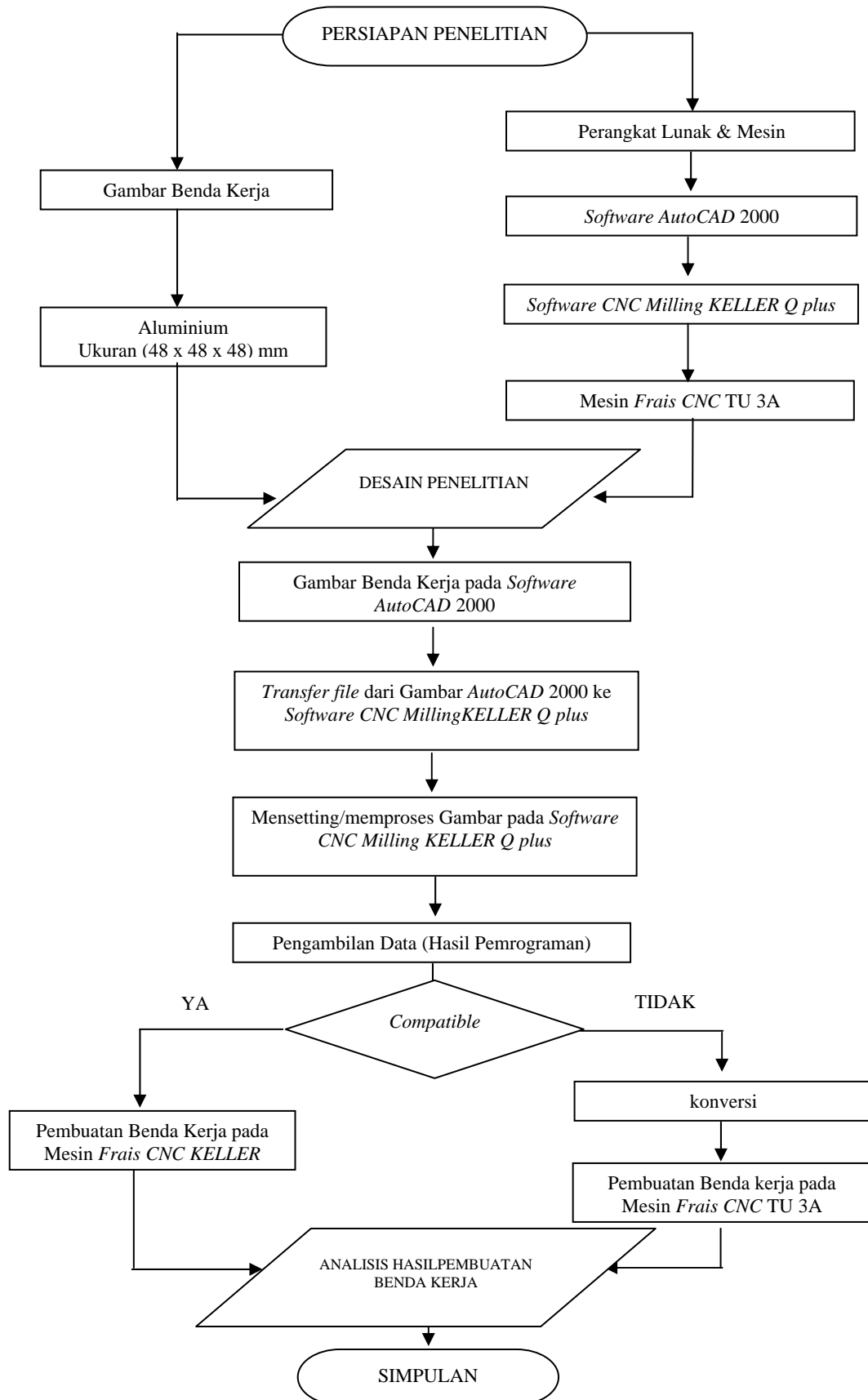
## 2. Prosedur Penelitian

Suatu penelitian ilmiah dalam pelaksanaannya harus berpedoman pada prosedur yang ilmiah pula. Prosedur harus disusun secara urut, berencana dan sistematis. Pada dasarnya prosedur penelitian yang umumnya dipakai ada tiga langkah utama yaitu : persiapan penelitian, pelaksanaan penelitian dan evaluasi hasil penelitian

Persiapan penelitian meliputi segala hal yang berkaitan dengan proses pelaksanaan penelitian, diantaranya yaitu persiapan pemilihan bahan, perencanaan pembuatan benda kerja, pembuatan benda kerja, tempat pelaksanaan pembuatan benda kerja dan alat-alat yang digunakan selama pengujian.

Pelaksanaan penelitian meliputi segala hal tentang proses pelaksanaan penelitian yaitu pengambilan data dari semua *treatment* yang dikenakan. Pelaksanaan penelitian ini penulis sengaja mengambil dokumentasi sebagai bukti *otentik* dalam penulisan laporan.

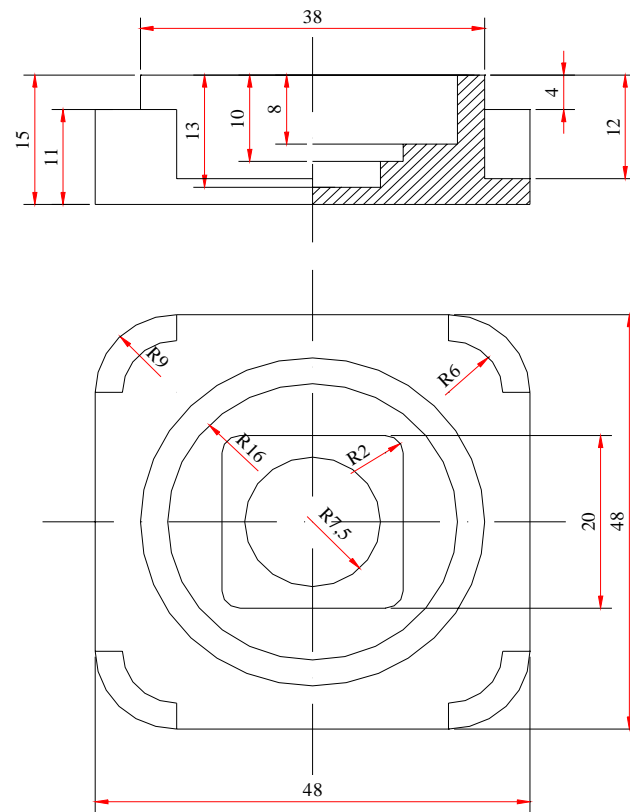
Evaluasi penelitian meliputi simpulan yang diperoleh dari hasil pengujian. Untuk lebih jelas dapat dilihat alur jalannya penelitian berikut:



Bagan 2. Alur Pelaksanaan Penelitian

### 3. Pelaksanaan Penelitian

Penelitian dilaksanakan dengan menggambar desain benda kerja yang akan dibuat pada *software AutoCAD 2000*. Dari *file* gambar tersebut kemudian ditransfer ke *software CNC Keller Q Plus*, yang nantinya pada *software CNC Keller Q Plus* akan didapatkan hasil pemrograman untuk Mesin *frais CNC TU 3A*. Dari pengujian ini akan didapatkan hasil benda kerja yang sesuai dengan rencana desain gambar yang telah dibuat.



Gambar 12. Benda Kerja

## BAB IV

### HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Pada bab IV ini akan dibahas tentang cara pembuatan benda kerja mulai dari membuat desain gambar di *AutoCAD* 2000, pentransferan gambar dari *AutoCAD* ke *CNC KELLER Q plus*, eksekusi program dari *CNC KELLER Q plus* ke mesin *frais CNC TU 3A*, pembahasan hasil penelitian dan keterbatasan penelitian.

#### A. Pembuatan Desain Benda Kerja dengan *AutoCAD* 2000

Langkah-langkah pembuatan desain benda kerja pada *AutoCAD* 2000 adalah sebagai berikut:

##### 1. Mengaktifkan program *AutoCAD* 2000

Untuk mengaktifkan program *AutoCAD* 2000 yaitu dengan cara mengklik dua kali *icon AutoCAD* 2000 yang ada pada *desktop*.



Gambar 13. Cara mengaktifkan program *AutoCAD* 2000

Maka pada layar monitor akan tampil lembar kerja dari *AutoCAD* 2000. Hal ini menandakan bahwa program *AutoCAD* 2000 sudah bisa digunakan untuk membuat desain benda kerja.

## 2. Membuat desain benda kerja

Setelah program *AutoCAD* aktif dan pada monitor tampil daerah kosong yang besar (*drawing area*), berarti *AutoCAD* sudah dapat digunakan untuk menggambar. Pada area gambar ini disisi kiri, kanan, dan atas terdapat *toolbar* yang berisi ikon-ikon perintah untuk menggambar. Adapun langkah-langkah atau urutan pembuatan benda kerja pada *AutoCAD* adalah sebagai berikut:

### Langkah 1

Command : `_line` Specify first point : (klik sembarang pada area gambar)

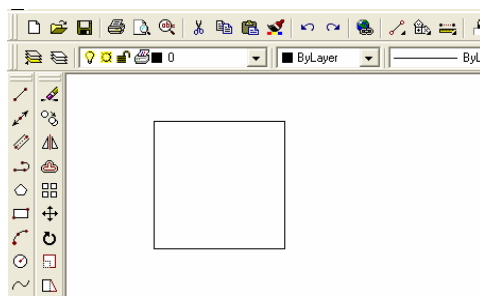
Specify next point or [Undo] : `@ 48 , 0` Enter

Specify next point or [Undo] : `@ 0 , -48` Enter

Specify next point or [Undo] : `@ -48 , 0` Enter

Specify next point or [Undo] : `_endp of` Enter

Specify next point or [Close/Undo] : Enter



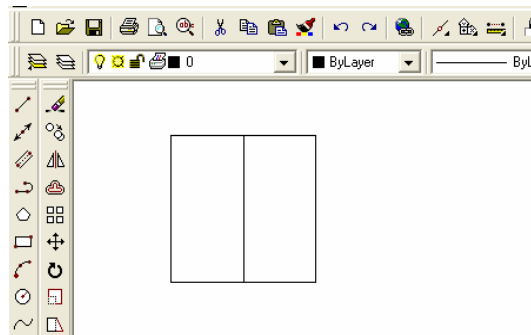
Gambar 14. Hasil langkah 1

### Langkah 2

Command : `_line` Specify first point : `_mid of`

Specify next point or [Undo] : `_mid of`

Specify next point or [Undo] : Enter



Gambar 15. Hasil langkah 2

## Langkah 3

Command : \_circle Specify center point for circle or [3P/2P/Ttr tan  
tan radius] : \_mid of

Specify radius of circle or (Diameter) : d Enter

Specify diameter of circle : 38 Enter

Command : \_circle Specify center point for circle or [3P/2P/Ttr tan  
tan radius] : \_mid of

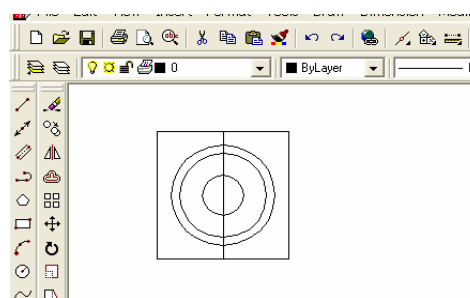
Specify radius of circle or [Diameter] <19.0000> : d Enter

Specify diameter of circle : 32 Enter

Command : \_circle Specify center point for circle or [3P/2P/Ttr tan  
tan radius] : \_mid of

Specify radius of circle or [Diameter] <16.0000> : d Enter

Specify diameter of circle : 15 Enter



Gambar 16. Hasil langkah 3

## Langkah 4

Command : \_offset

Specify offset distance or [Through] <1.0000> : 3 Enter



Select object to offset or <exit> :

Specify point on side to offset :

Select object to offset or <exit> :

Specify point on side to offset :

Select object to offset or <exit> :

Specify point on side to offset :

Select object to offset or <exit> :

Specify point on side to offset :

Select object to offset or <exit> : Enter

Command : \_offset

Specify offset distance or [Through] <3.0000> : 10 Enter

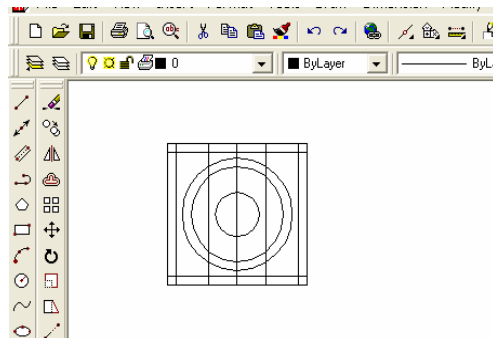
Select object to offset or <exit> :

Specify point on side to offset :

Select object to offset or <exit> :

Specify point on side to offset :

Select object to offset or <exit> : Enter



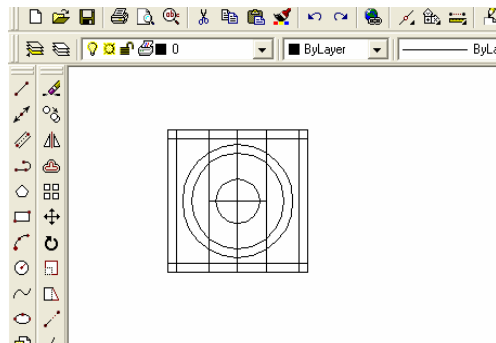
Gambar 17. Hasil langkah 4

Langkah 5

Command : \_line Specify first point : \_mid of

Specify next point or [Undo] : \_mid of

Specify next point or [Undo] : Enter



Gambar 18. Hasil langkah 5

Langkah 6

Command : `_offset`

Specify offset distance or [Through] <10.0000> : Enter

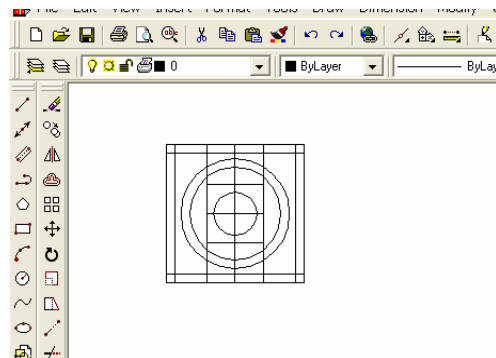
Select object to offset or <exit> :

Specify point on side to offset :

Select object to offset or <exit> :

Specify point on side to offset :

Select object to offset or <exit> : Enter



Gambar 19. Hasil langkah 6

Langkah 7

Command : `_trim`

Current settings : Projection=UCS Edge=None

Select cutting edges...

Select objects : 1 found

Select objects : 1 found, 2 total

Select objects : 1 found, 3 total

Select objects : 1 found, 4 total (klik kanan)

Select objects :

Select object to trim or [Project/Edge/Undo] :

Select object to trim or [Project/Edge/Undo] :

Select object to trim or [Project/Edge/Undo] :

Select object to trim or [Project/Edge/Undo] :

Select object to trim or [Project/Edge/Undo] :

Select object to trim or [Project/Edge/Undo] :

Select object to trim or [Project/Edge/Undo] :

Select object to trim or [Project/Edge/Undo] :

Select object to trim or [Project/Edge/Undo] :

Select object to trim or [Project/Edge/Undo] :

Select object to trim or [Project/Edge/Undo] :

Select object to trim or [Project/Edge/Undo] :

Select object to trim or [Project/Edge/Undo] :

Select object to trim or [Project/Edge/Undo] : Enter

Command : \_trim

Current settings : Projection=UCS Edge=None

Select cutting edges...

Select objects : 1 found

Select objects : 1 found, 2 total (klik kanan)

Select object :

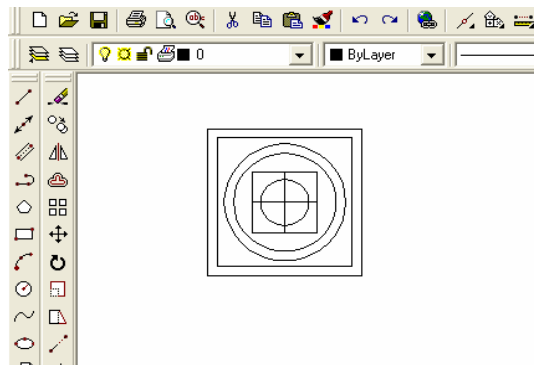
Select object to trim or [Project/Edge/Undo] :

Select object to trim or [Project/Edge/Undo] :

Select object to trim or [Project/Edge/Undo] :

Select object to trim or [Project/Edge/Undo] :

Select object to trim or [Project/Edge/Undo] : Enter



Gambar 20. Hasil langkah 7

## Langkah 8

Command : \_fillet

Current settings : Mode = TRIM, Radius = 10.0000 Enter

Select first object or [Polyline/radius/Trim] : r Enter

Specify fillet radius <10.0000> : 9 Enter

Command : \_fillet

Current settings : Mode = TRIM, Radius = 9.0000 Enter

Select first object or [Polyline/radius/Trim] :

Select second object :

Command : \_fillet

Current settings : Mode = TRIM, Radius = 9.0000 Enter

Select first object or [Polyline/radius/Trim] :

Select second object :

Command : \_fillet

Current settings : Mode = TRIM, Radius = 9.0000 Enter

Select first object or [Polyline/radius/Trim] :

Select second object :

Command : \_fillet

Current settings : Mode = TRIM, Radius = 9.0000 Enter

Select first object or [Polyline/radius/Trim] :

Select second object :

Command : \_fillet

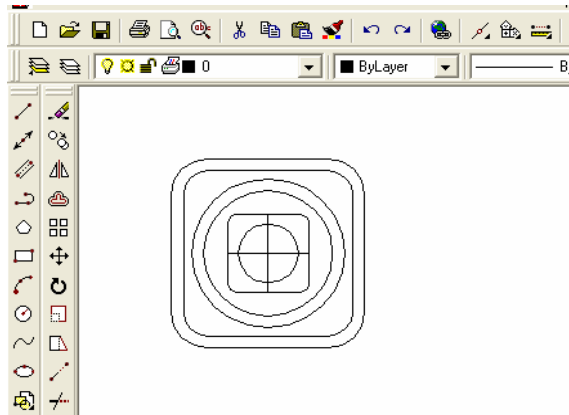
Current settings : Mode = TRIM, Radius = 9.0000 Enter

Select first object or [Polyline/radius/Trim] : r

Specify fillet radius <9.0000> :6 Enter

Command : \_fillet  
Current settings : Mode = TRIM, Radius = 6.0000 Enter  
Select first object or [Polyline/radius/Trim] :  
Select second object :  
Command : \_fillet  
Current settings : Mode = TRIM, Radius = 6.0000 Enter  
Select first object or [Polyline/radius/Trim] :  
Select second object :  
Command : \_fillet  
Current settings : Mode = TRIM, Radius = 6.0000 Enter  
Select first object or [Polyline/radius/Trim] :  
Select second object :  
Command : \_fillet  
Current settings : Mode = TRIM, Radius = 6.0000 Enter  
Select first object or [Polyline/radius/Trim] :  
Select second object :  
Command : \_fillet  
Current settings : Mode = TRIM, Radius = 6.0000 Enter  
Select first object or [Polyline/radius/Trim] : r Enter  
Specify fillet radius <6.0000> : 2 Enter  
Command : \_fillet  
Current settings : Mode = TRIM, Radius = 2.0000 Enter  
Select first object or [Polyline/radius/Trim] :  
Select second object :  
Command : \_fillet  
Current settings : Mode = TRIM, Radius = 2.0000 Enter  
Select first object or [Polyline/radius/Trim] :  
Select second object :  
Command : \_fillet  
Current settings : Mode = TRIM, Radius = 2.0000 Enter  
Select first object or [Polyline/radius/Trim] :  
Select second object :  
Command : \_fillet  
Current settings : Mode = TRIM, Radius = 2.0000 Enter  
Select first object or [Polyline/radius/Trim] :

Select second object :



Gambar 21. Hasil langkah 8

Langkah 9

Command : \_line Specify first point : \_endp of

Specify next point or [Undo] : \_endp of

Specify next point or [Undo] : Enter

Command : \_line Specify first point : \_endp of

Specify next point or [Undo] : \_endp of

Specify next point or [Undo] : Enter

Command : \_line Specify first point : \_endp of

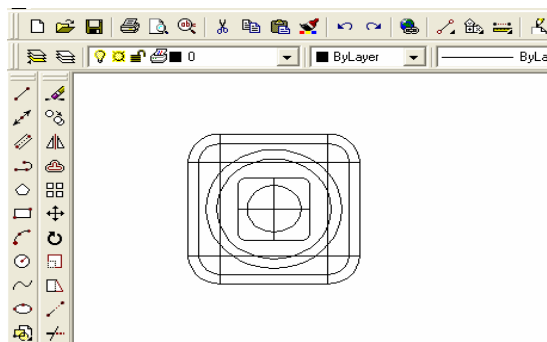
Specify next point or [Undo] : \_endp of

Specify next point or [Undo] : Enter

Command : \_line Specify first point : \_endp of

Specify next point or [Undo] : \_endp of

Specify next point or [Undo] : Enter



Gambar 22. Hasil langkah 9

### Langkah 10

Command : \_trim

Current settings : Projection=UCS Edge=None

Select cutting edges...

Select objects : 1 found

Select objects : 1 found, 2 total

Select objects : 1 found, 3 total

Select objects : 1 found, 4 total

Select objects : 1 found, 5 total

Select objects : 1 found, 6 total

Select objects : 1 found, 7 total

Select objects : 1 found, 8 total (klik kanan)

Select object :

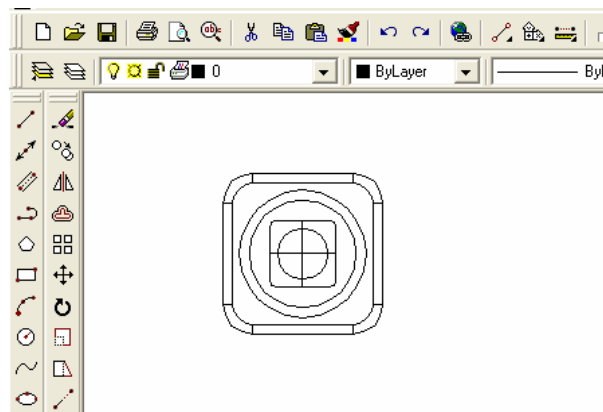
Select object to trim or [Project/Edge/Undo] :

Select object to trim or [Project/Edge/Undo] :

Select object to trim or [Project/Edge/Undo] :

Select object to trim or [Project/Edge/Undo] :

Select object to trim or [Project/Edge/Undo] : Enter



Gambar 23. Langkah 10

Langkah 11

Command : `_erase`

Select objects : 1 found

Select objects : 1 found, 2 total

Select objects : 1 found, 3 total

Select objects : 1 found, 4 total

Select objects : 1 found, 5 total

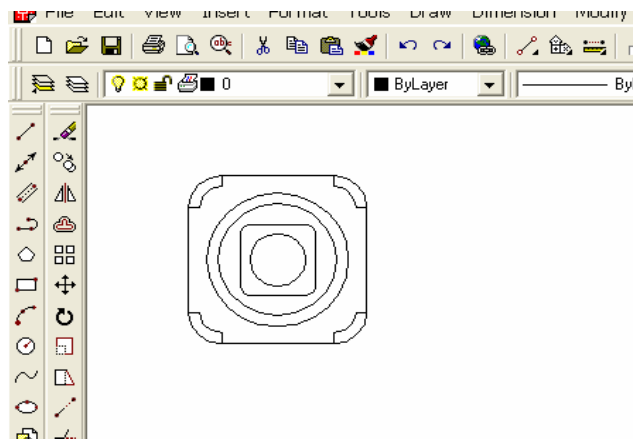
Select objects : 1 found, 6 total

Select objects : 1 found, 7 total

Select objects : 1 found, 8 total

Select objects : 1 found, 9 total

Select object :



Gambar 24. Hasil langkah 11

Selesai membuat program diatas maka gambar yang dibuat sudah jadi.

Gambar yang sudah dibuat kemudian disimpan

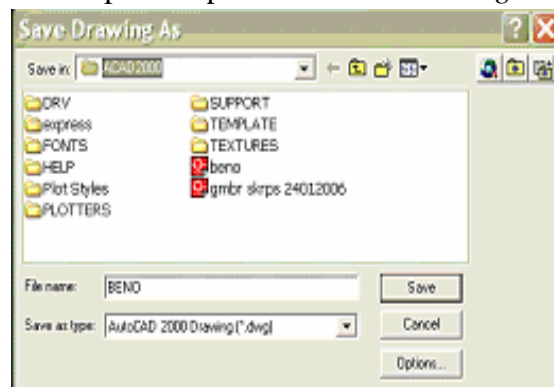
### 3. Menyimpan desain benda kerja

Setelah desain benda kerja dibuat maka desain tersebut harus disimpan terlebih dahulu sebelum di transfer ke *software CNC KELLER Q plus*. Program desain di simpan melalui DFX data, kemudian disimpan di



disket. Adapun langkah-langkah menyimpan gambar pada DXF data dan disket, sebagai berikut:

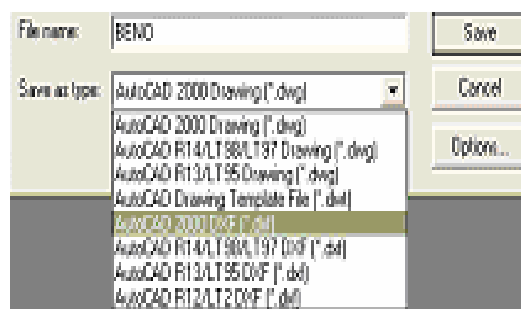
- a. Masukkan disket pada *drive A*
- b. Klik *file*, maka pada layar akan tampil beberapa sub menu, pilih *Save as*. Maka akan tampak tampilan dari *Save drawing as* seperti gambar.



Gambar 25. Tampilan *save drawing as*

- c. Langkah selanjutnya yaitu pada bagian *Save in* dipilih  $3\frac{1}{2}$  Floppy (A).

Dan pada bagian File name diisi nama sesuai keinginan kita (misal: BENO), sedang pada *Save as type* pilih *AutoCAD 2000 DXF* [\*.dxf], kemudian klik *Save*.



Gambar 26. Memilih DXF file

Maka desain gambar pada *AutoCAD* sudah tersimpan dan bisa di *transfer* pada *CNC KELLER Q plus*.

## B. Pentransferan Gambar dari *AutoCAD* ke *CNC KELLER Q plus*

Untuk melakukan pentransferan desain gambar dari *software AutoCAD* ke *software CNC KELLER Q plus* diperlukan disket yang berisi gambar dari *AutoCAD* yang akan di *transfer* ke *CNC KELLER Q plus* dan ada program *CNC KELLER Q plus*. Adapun langkah-langkahnya sebagai berikut:

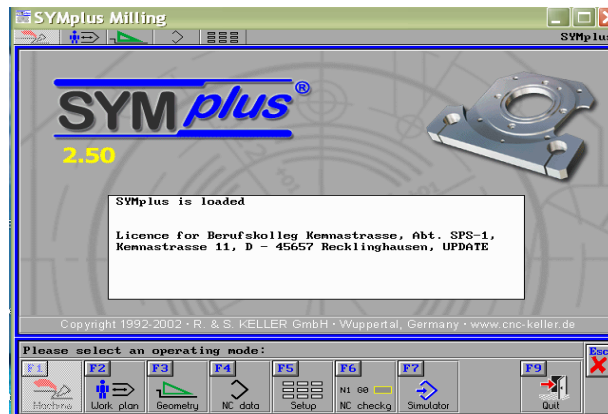
### 1. Mengaktifkan program *CNC KELLER Q plus*

Untuk mengaktifkan program *CNC KELLER Q plus* ini, caranya sama dengan cara mengaktifkan program *Auto CAD 2000*, yaitu dengan cara mengklik 2x *icon CNC KELLER Q plus* yang ada pada *desktop*.



Gambar 27. Cara mengaktifkan Program *CNC KELLER Q plus*

Apabila program *CNC KELLER Q plus* sudah aktif maka pada monitor akan tampak tampilan dari program *CNC KELLER Q plus* seperti pada gambar. Program *CNC KELLER Q plus* sudah siap untuk digunakan.



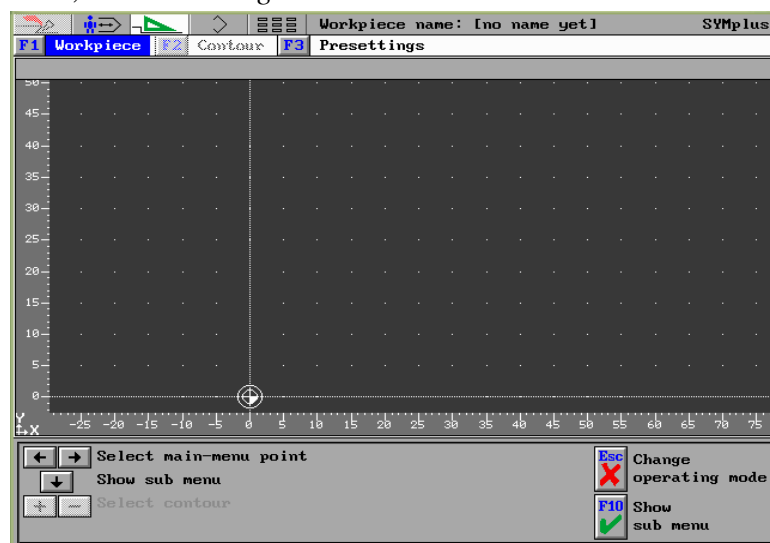
Gambar 28. Tampilan program *CNC KELLER Q plus*

## 2. Mentransfer gambar dari *AutoCAD* ke *CNC KELLER Q plus*

Setelah program *CNC KELLER Q plus* sudah siap, maka langkah selanjutnya adalah mentransfer desain gambar benda kerja dari *AutoCAD* 2000 ke *CNC KELLER Q plus*. Langkah-langkah atau cara mentransfer gambar dari *AutoCAD* 2000 ke *CNC KELLER Q plus* adalah sebagai berikut:

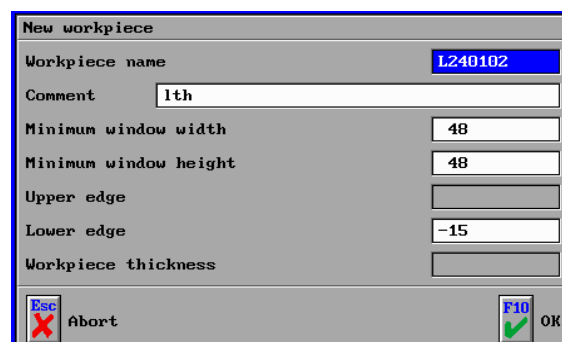
### a. Klik *Geometry*

Maka pada monitor akan tampil *main menu* yang berisi: *Workpiece*, *Contour*, dan *Presetting*.



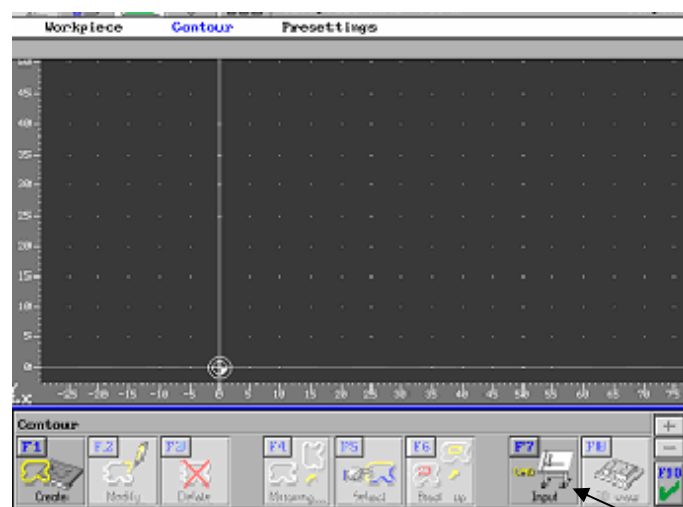
Gambar 39. Tampilan *Geometry*

- 1) Pilih *workpiece*, maka akan tampil beberapa sub menu yaitu : *create, load, management, dan contour out put*.
- 2) Pilih *create* atau F1, untuk membuat benda kerja baru. Maka pada layar akan tampil kotak dialog dari *New workpiece*. Isilah kotak dialog diatas sesuai dengan ukuran benda yang kan dibuat. Setelah diisi lalu tekan F10



Gambar 30. Kotak dialog sub menu *create* setelah diisi

- 3) Klik *Contour* yang ada pada *main menu*. Masukkan disket yang telah berisi gambar benda kerja pada *drive A*. Lalu klik F7 (*CAD input*). Sepeti pada gambar dibawah.

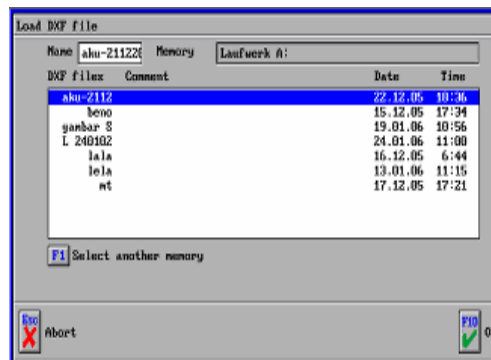


Gambar 31. Memilih *CAD input*

klik

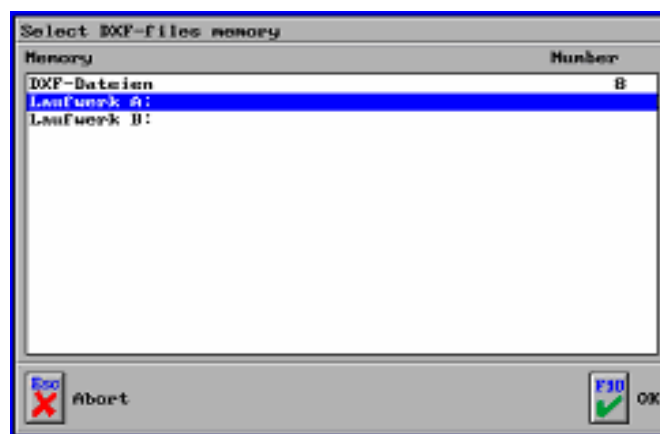
Setelah dipilih *CAD input* maka akan tampil *main menu Drawing* dan *Presetting*.

- 4) Pilih *Drawing*, maka akan keluar *sub menu : select, management,* dan *quit CAD entry*.
- 5) Pilih *F1 (Select)*, maka akan tampil pilihan : *load DFX file (F1)*, dan *load IGES file (F2)*.
- 6) Pilih *F1 (Load DFX file)*, maka akan tampil lembar kerja dari *Load DFX file* seperti pada gambar.



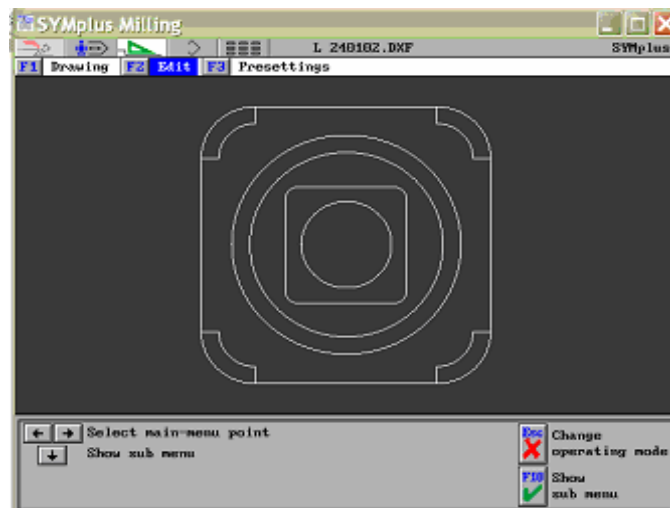
Gambar 32. Tampilan *Load DFX file*

- 7) Klik *F1 (Select another memory)*, maka akan keluar *DFX file memory*, yang berisi beberapa *memory* seperti pada gambar dibawah.



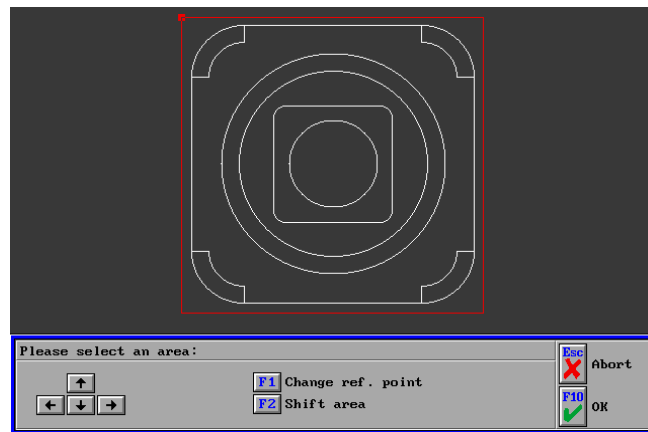
Gambar 33. Tampilan *DFX meory*

- 8) Pilih *Laufwerk A* lalu tekan F10, maka pada layar akan keluar menu *load DFX file* dari *drive A*, yang berisi *file-file* yang ada pada *drive A* (disket).
- 9) Pilih nama desain gambar yang sudah disimpan lalu tekan F10. pada layar monitor akan tampil desain benda kerja yang telah kita buat pada *software AutoCAD 2000*.



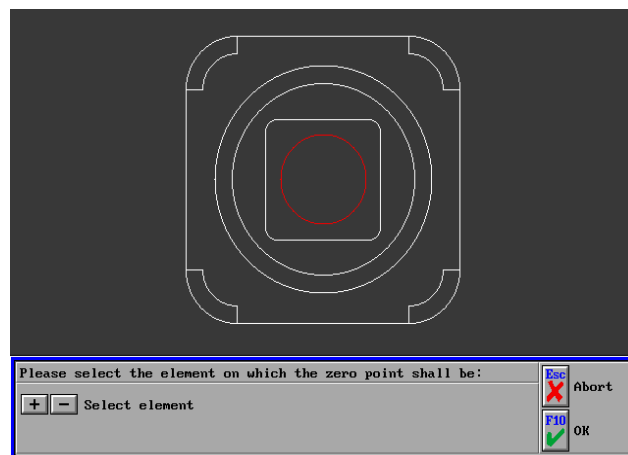
Gambar 36. Tampilan gambar dari *AutoCAD* di *CNC KELLER Q plus*

- 10) Klik *Edit*, maka akan muncul *sub menu*: *area*, *zero piont*, *rotate*, dan *mirror* seperti gambar.
- 11) Pilih *area* (F1). Atur garis merah yang mengelilingi gambar dengan menggunakan tanda panah. Pastikan semua gambar ada dalam garis merah. Fungsi garis merah untuk mengatur obyek gambar. Tekan F10.



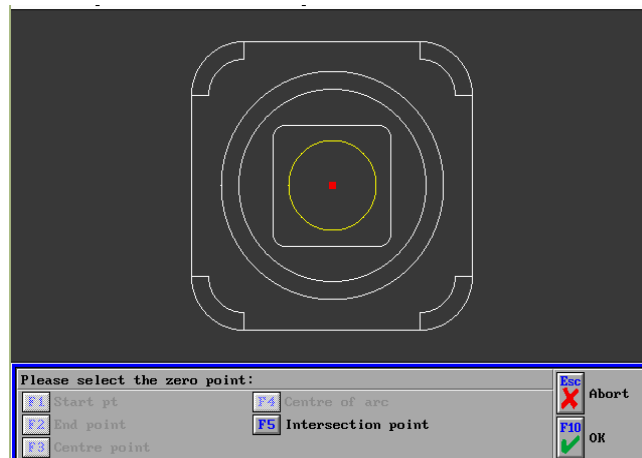
Gambar 35. *Area objek gambar*

- 12) Klik *Edit*, lalu pilih *Zero point*, untuk menentukan titik nol benda kerja. Tentukan titik nol benda kerja ada ditengah (gambar berwarna merah). Tekan F10.



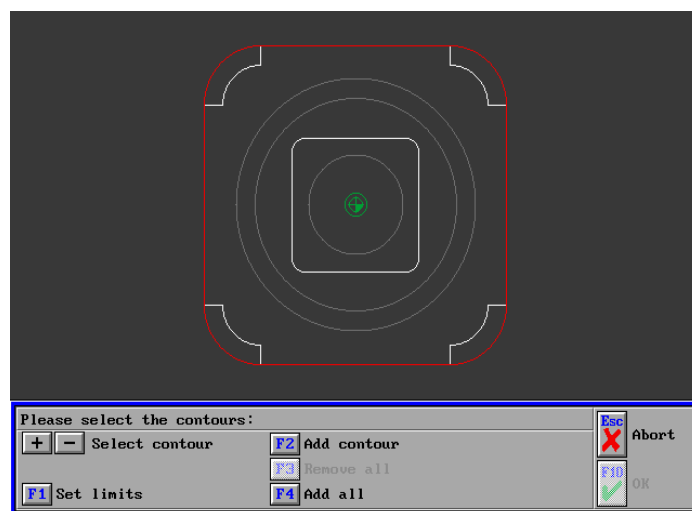
Gambar 36. *Menentukan Zero point*

Setelah di OK, pada monitor akan tampil seperti gambar dibawah. Tanda titik merah pada lingkaran menunjukkan bahwa titik nol yang dipilih adalah ditengah atau di *center* dari benda kerja. Klik OK (F10).



Gambar 37. Titik nol benda kerja

- 13) Klik *Edit*, kemudian klik *Automatic*. Maka tampil gambar yang akan dibuat berwarna merah. Klik *add contour* (F2), kemudian klik F10.

Gambar 38. Memilih *Add contour*

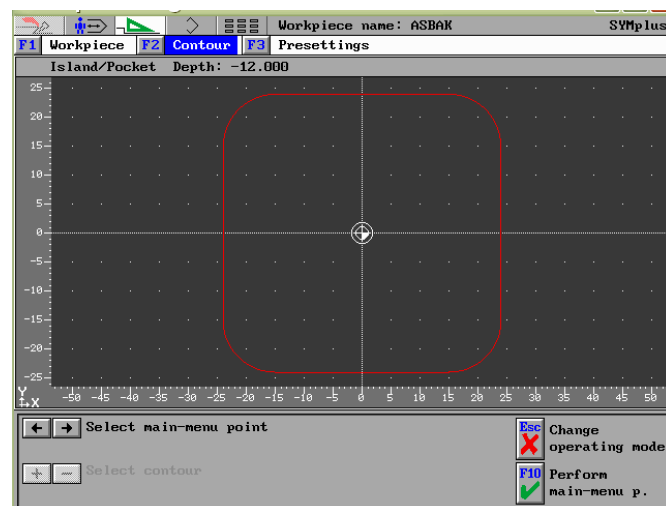
Akan tampil kotak dialog, untuk memilih tipe kontur dan tebal benda kerja yang akan kita pindah. Untuk *contour type* ada dua pilihan yaitu : *Island / pocket* dan *Groove*. Kita pilih *Island /*



*pocket*, dan untuk ketebalan (*Depth/height of the surface*) kita isi -12. -12 ini diambil dari ketebalan benda kerja yang direncanakan yaitu 3 mm. Sedang ketebalan keseluruhan bahan adalah 15 mm, sehingga  $15 \text{ mm} - 3 \text{ mm} = 12 \text{ mm}$ . kita gunakan tanda minus (-), karena posisi benda kerja ada di bawah 0 (dalam sumbu koordinat). Kalau sudah diisi tekan OK (F10).

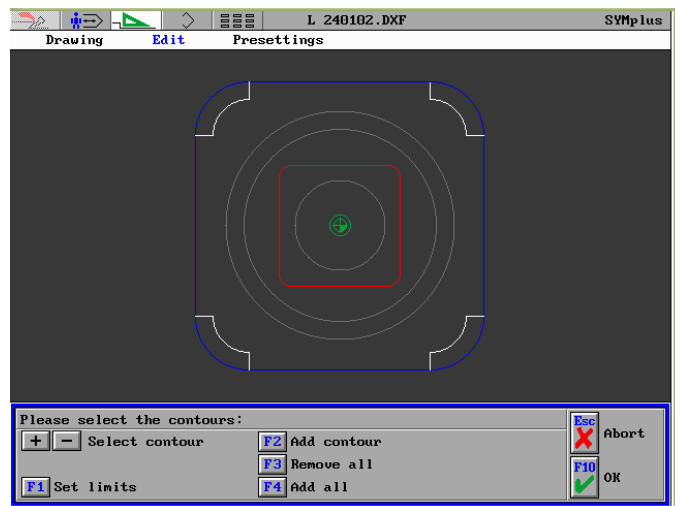
Gambar 39. Kotak dialog *Accept CAD contour*

Maka akan tampak seperti gambar. Lalu tekan F10, untuk memasukkan gambar yang lain.



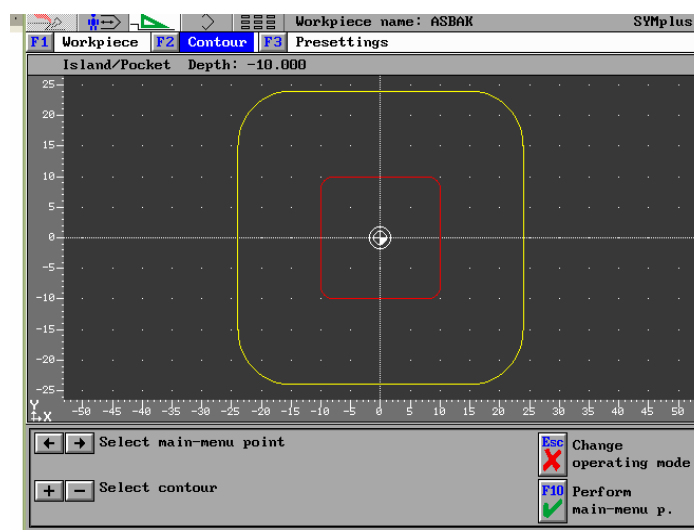
Gambar 40. Hasil gambar yang sudah diproses

- 14) Setelah kita OK, lalu kita ulangi langkah diatas. Klik *CAD input*, kemudian klik *contour*, klik *edit* dan pilih *Automatic*. Pilih gambar yang akan dipindah (berwarna merah) lalu klik *add contour*, dan tekan OK (F10).



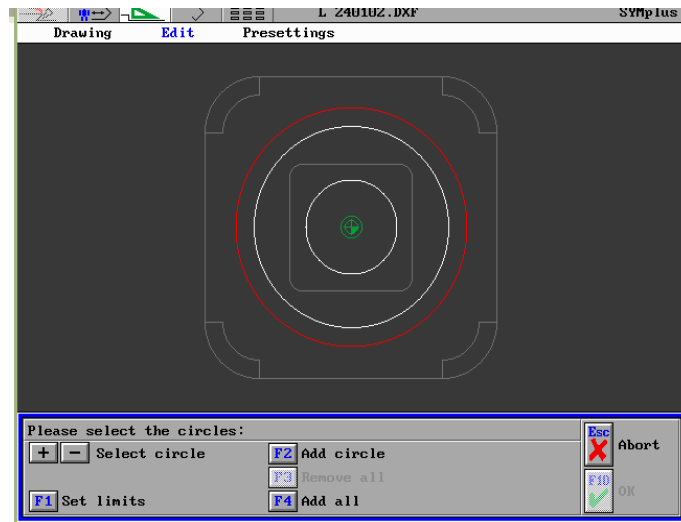
Gambar 41. Memilih gambar yang akan diproses

Akan muncul kotak dialog untuk memilih jenis kontur dan tebal benda kerja. Untuk *Contour type* kita isi : *Island / pocket*, sedang *Depth/height of the surface* kita isi -10. Lalu OK (F10).



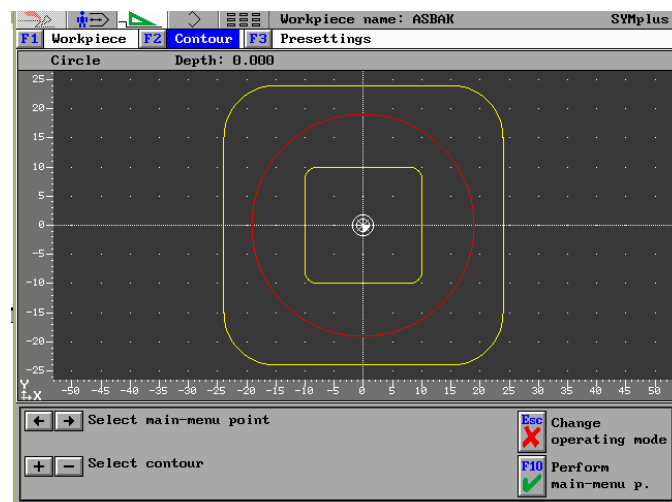
Gambar 42. Hasil gambar yang sudah diproses

- 15) Kita ulangi langkah diatas. Klik *CAD input*, kemudian klik *contour*, klik *edit* dan pilih *Circle*. Kita pilih *circle* karena gambar yang akan kita pindah berupa lingkaran (berwarna merah) lalu klik *add circle*, dan tekan OK (F10).



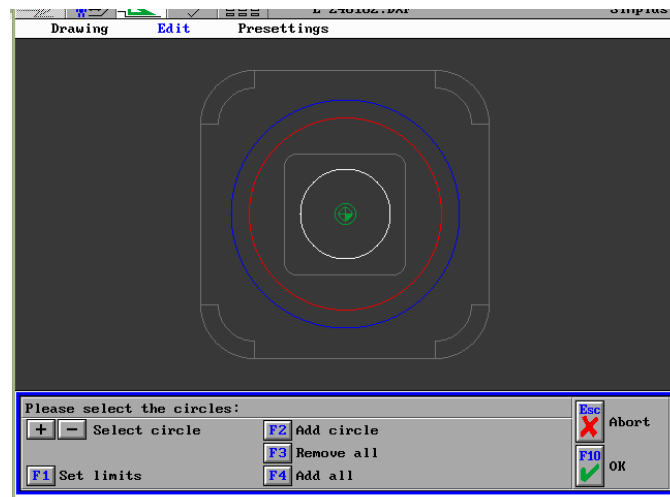
Gambar 43. Memilih gambar yang akan diproses

Akan muncul kotak dialog untuk memilih jenis kontur dan tebal benda kerja. Untuk *Contour type* kita isi : *Island / pocket*, sedang *Depth/height of the surface* kita isi 0. Lalu OK (F10).



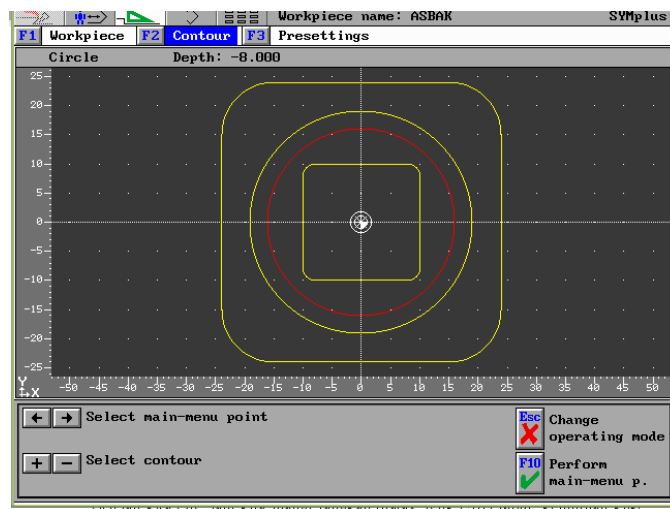
Gambar 44. Hasil gambar yang sudah diproses

- 16) Kita ulangi lagi langkah diatas. Klik *CAD input*, kemudian klik *contour*, klik *edit* dan pilih *Cirle*. Pilih lingkaran yang akan dipindah (berwarna merah), klik *add circle* Tekan OK (F10).



Gambar 45. Memilih gambar yang akan diproses

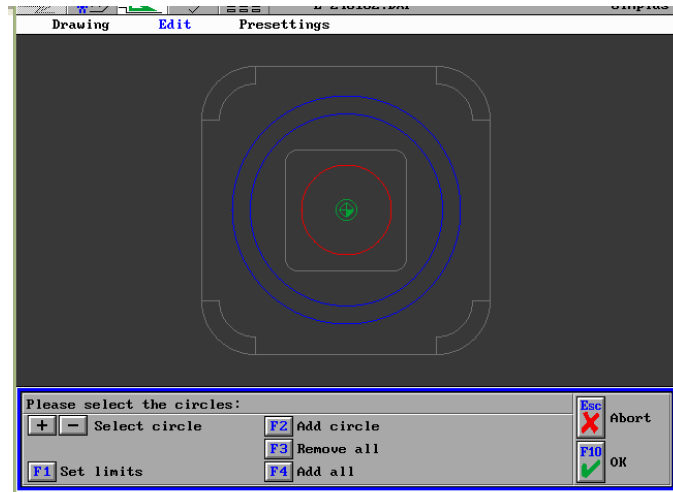
Akan muncul kotak dialog untuk memilih jenis kontur dan tebal benda kerja. Untuk *Contour type* kita isi : *Island / pocket*, sedang *Depth/height of the surface* kita isi -8. Lalu OK (F10)



Gambar 46. Hasil gambar yang sudah diproses

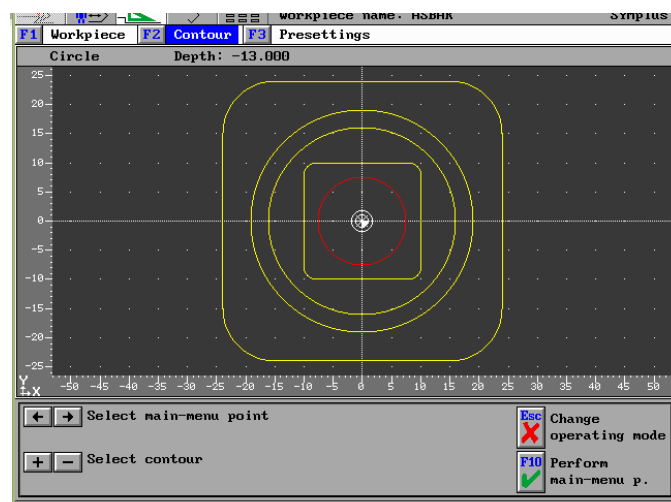
17) Klik *CAD input*, kemudian klik *contour*, klik *edit* dan pilih *Cirle*.

Pilih lingkaran yang akan dipindah (berwarna merah), klik *add circle* Tekan OK (F10).



Gambar 47. Memilih gambar yang akan diproses

Akan muncul kotak dialog untuk memilih jenis kontur dan tebal benda kerja. Untuk *Contour type* kita isi : *Island / pocket*, sedang *Depth/height of the surface* kita isi -13. Lalu OK (F10)

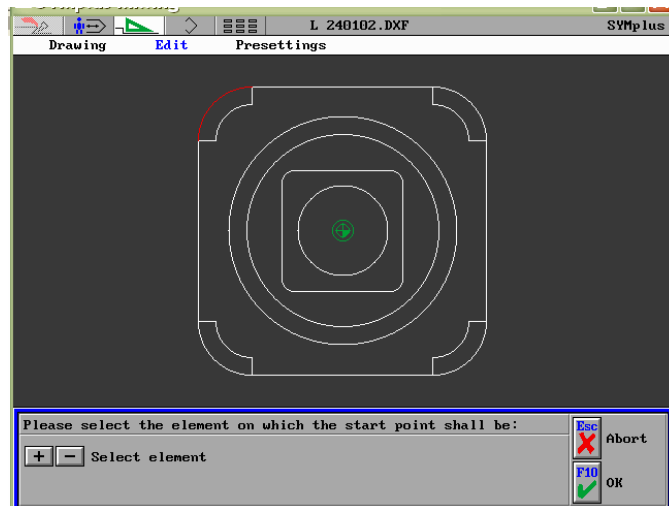


Gambar 48. Hasil gambar yang sudah diproses

18) Klik *CAD input*, kemudian klik *contour*, klik *edit* dan pilih *manual*.

Kita gunakan *manual* karena kita harus menyeleksi per garis.

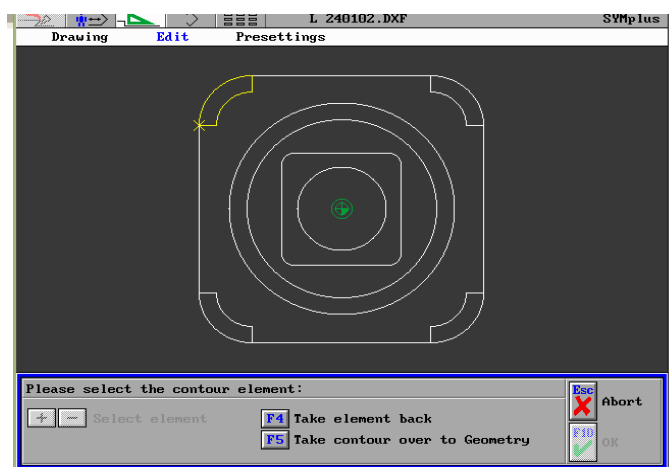
Gunakan tanda (+) dan (-) untuk memilih garis yang akan dipindah. Tekan F10.



Gambar 49. Memindah dengan *manual*

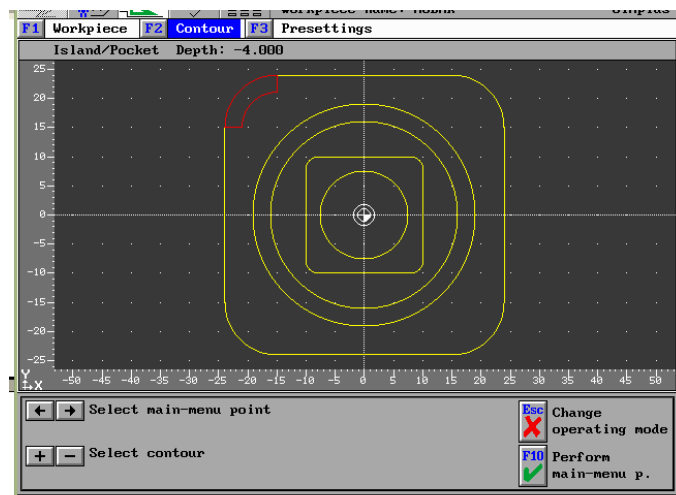
19) Pilih *End point* (F2) lalu OK (F10)

20) Klik *next point*, tekan OK. Tekan *next end point* lalu OK. Ulangi langkah ini terus sampai elemen gambar berwarna kuning semua seperti terlihat pada gambar. Tekan *Take contour of geometry* (F5)



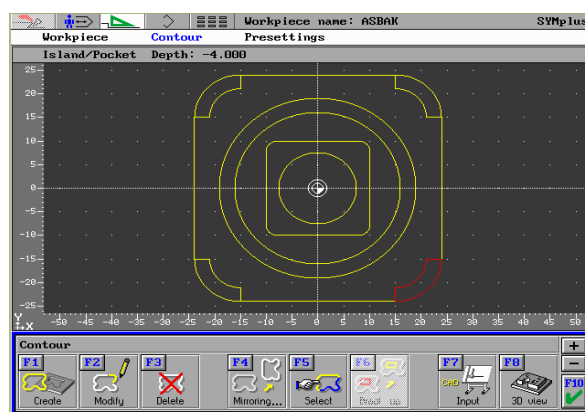
Gambar 50. Memindah gambar secara *manual*

Akan muncul kotak dialog untuk memilih jenis kontur dan tebal benda kerja. Untuk *Contour type* kita isi : *Island / pocket*, sedang *Depth/height of the surface* kita isi -4. Lalu OK (F10). Maka akan tampak seperti gambar. Lalu tekan OK (F10), untuk memasukkan gambar yang lain.



Gambar 51. Hasil pemindahan gambar secara manual.

- 21) Ulangi langkah pengerjaan manual ini sebanyak tiga kali, sehingga semua gambar lengkungan disudut di proses semua. Hasilnya dapat dilihat seperti gambar



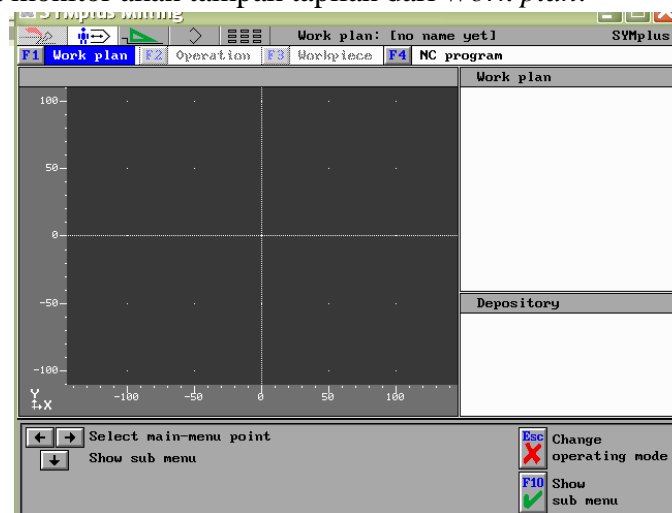
Gambar 52. Hasil seluruh pemrosesan secara *manual*

22) Klik *Workpiece* pada *main menu*. Pilih *Save*. Akan muncul tampilan dari *save workpiece*. Pada *Name* kita isi nama *file* yang akan kita simpan (BENO). Tekan F10.

Gambar benda kerja sudah tersimpan dalam *Geometry* dan tinggal memindah ke *Work plan*, untuk dilakukan proses untuk simulasi

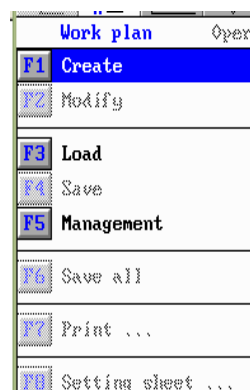
b. Klik *Work plan*

Pada monitor akan tampak tampilan dari *Work plan*.



Gambar 53. Tampilan *work plan*

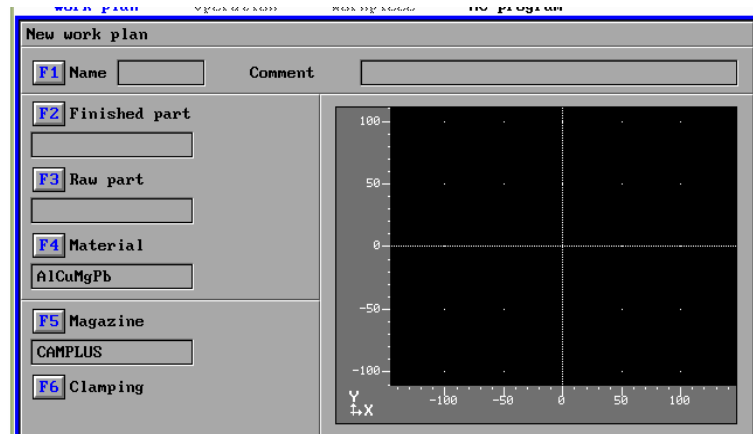
1) Pilih *Create*, untuk membuat simulasi benda kerja yang sudah kita rencanakan.



Gambar 54. Memilih *sub menu Create*



Akan muncul lembar kerja dari *new work plan*. Isilah lembar kerja tersebut.



Gambar 55. *New work plan*

- 2) Klik F1, lalu isi kotak dialognya seperti gambar. Bila sudah diisi lalu tekan F10.

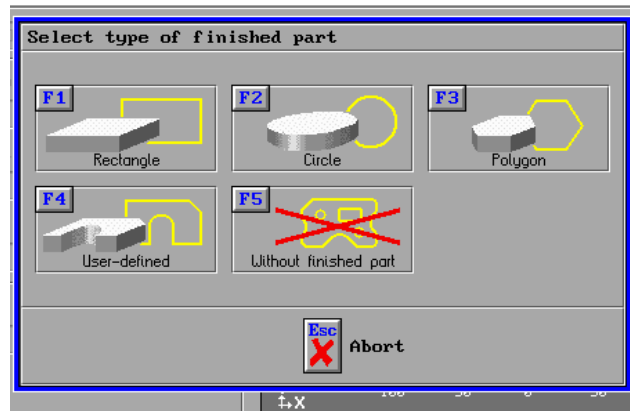


Gambar 56. Kotak dialog *work plane name*

Maka kita akan kembali ke lembar kerja dari *new work plan*, untuk mengisi kotak dialog yang belum kita isi.

- 3) Tekan F2 (*Finished part*), maka akan keluar gambar-gambar jenis dari hasil akhir benda kerja yang kita buat. Kita disuruh memilih tipe hasil akhir benda kerja yang kita buat.

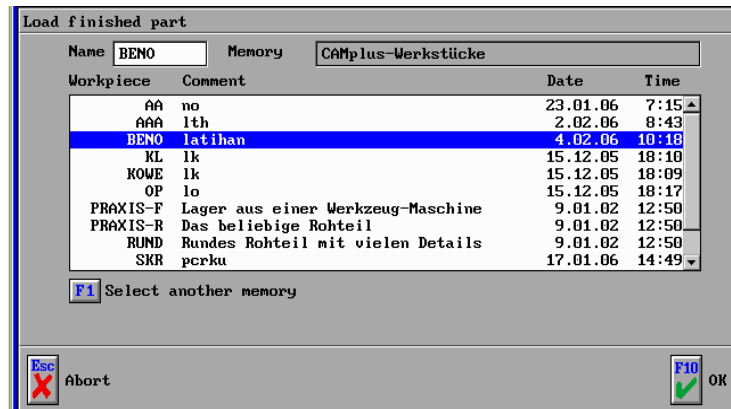
- 4) Pilih F4 (User defined part).



Gambar 57. *Select type of finished part*

Pada monitor tampil lembar *Load finished part* yang berisi file-file yang tersimpan dalam *work plan*.

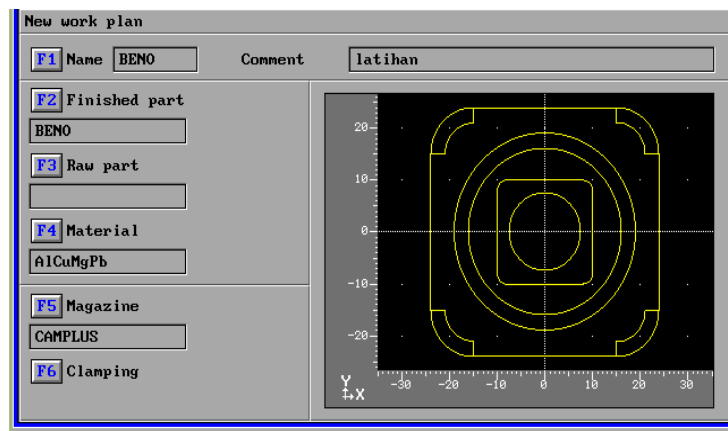
- 5) Pilih nama *file* yang sudah kita simpan sebelumnya (BENO).  
Tekan F10.



Gambar 58. Lembar *Load finished part*

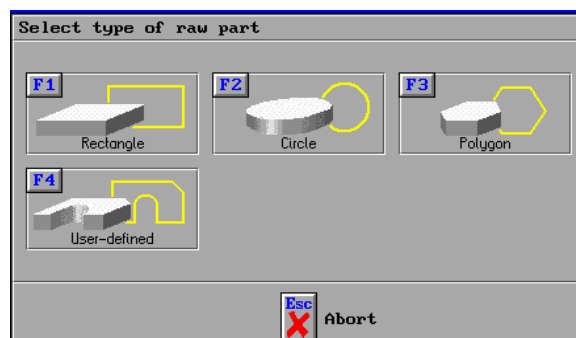
Maka kita kembali pada lembar *New work plan*, dan pada lembar ini akan tampil gambar yang sudah kita buat. Lalu kita lanjutkan untuk mengisi perintah yang ada dalam lembar *New work plan*.

- 6) Pilih F3 (*Raw part*) untuk memilih bentuk bahan dari benda kerja.



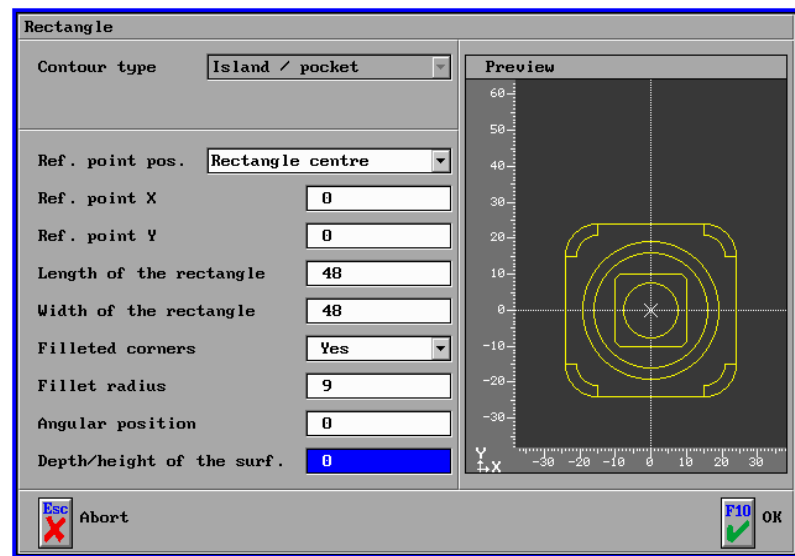
Gambar 59. Lembar *New work plan*

Pada monitor tampil lembar dari *Select type of raw part*, dalam lembar ini kita disuruh untuk memilih bentuk bahan benda kerja.



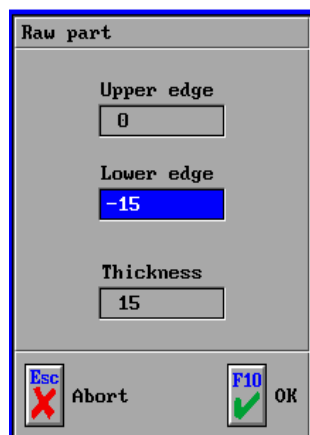
Gambar 60. *Select type of raw part*

- 7) Pilih F1 (*Rectangle*). Muncul kotak *Rectangle*. Isilah lembarkerja dari *Rectangle* sesuai ukuran benda kerja yang kita buat. Setelah diisi akan didapat seperti gambar.



Gambar 61. Kotak *Rectangle* setelah di isi dan diatur

Setelah semua di isi sesuai spesifikasi ukuran benda kerja, maka keluar kotak *Raw part* yang memberitahukan ukuran ketebalan dari bahan benda kerja yang akan kita buat. Tekan F10.

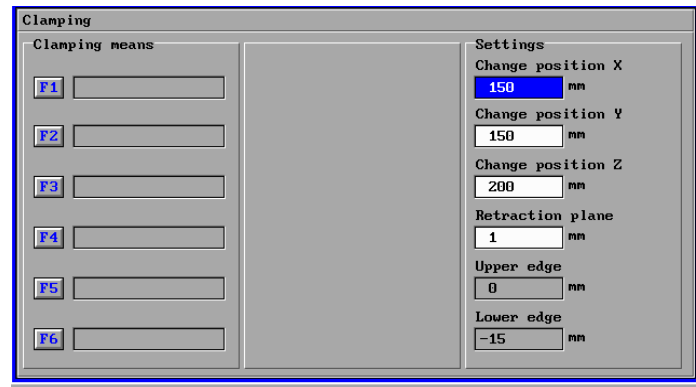


Gambar 62. Ukuran *Raw part*

Maka kita kembali pada lembar *New work plan*, dan pada lembar ini akan tampil gambar yang sudah kita buat. Lalu kita lanjutkan untuk mengisi perintah yang ada dalam lembar *New work plan*. Untuk *material* kita pakai Aluminium (AlCuMgPb) dan *Magazine*

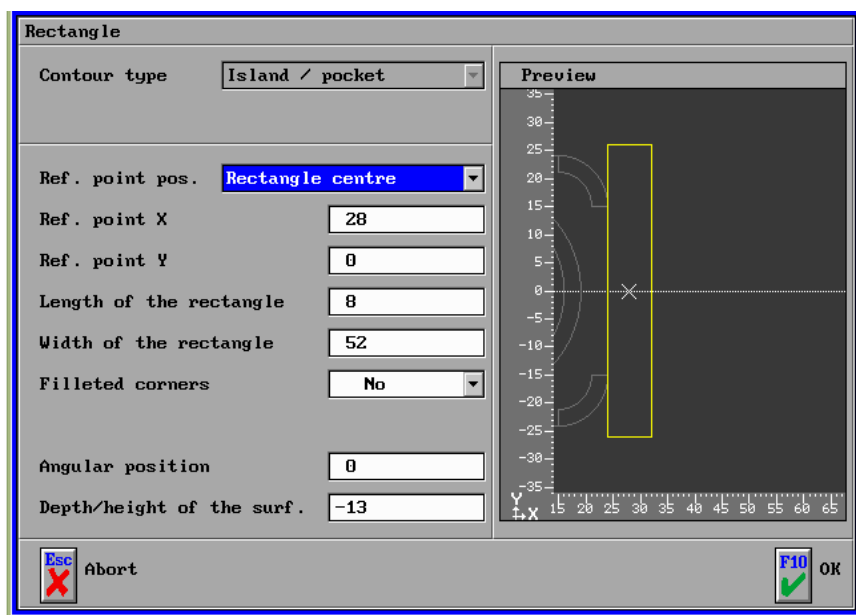
kita pilih *CAMPLUS*. Langkah selanjutnya adalah kita mengatur pengekanan (*Clamping*).

8) Tekan F6 (*Clamping*).



Gambar 63. Tampilan *Clamping*

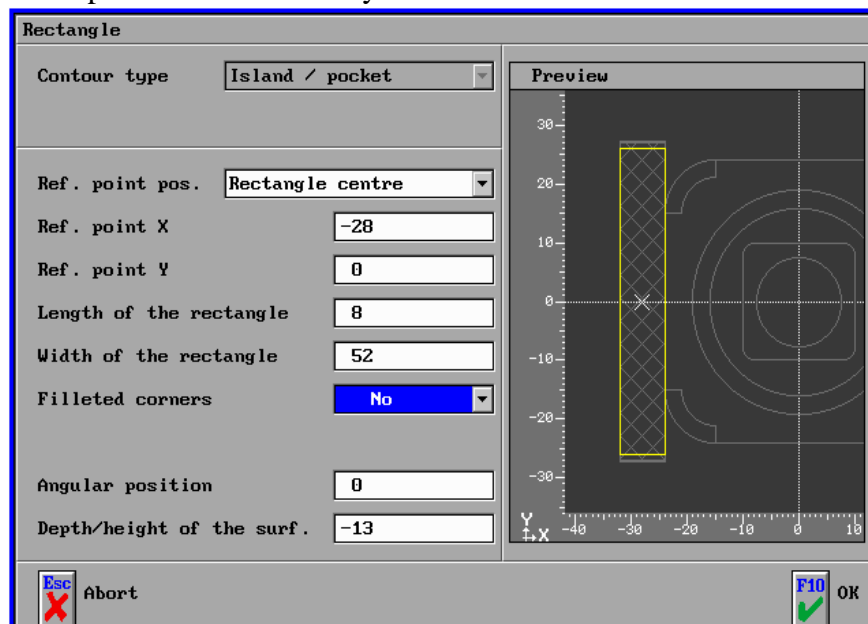
Kita akan menggunakan empat pengekanan yaitu pada sisi kanan, kiri dan bawah kanan kiri. Maka kita perlu mengisi empat buah pengaturan pengekanan. Tekan F1 untuk pengekanan pertama pada sisi kanan. Isilah kotak dialog yang ada sesuai dengan ukuran benda kerja, seperti gambar dibawah. Setelah diisi tekan F10.



Gambar 64. Pengaturan pengekanan pada sisi kanan

Setelah sisi kanan diatur maka kita akan mengatur pengecaman pada sisi kiri.

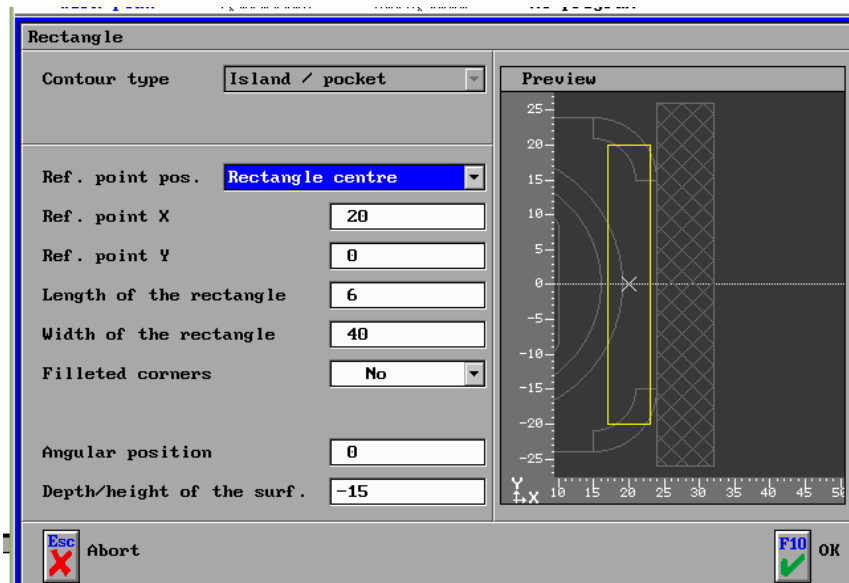
- 9) Klik F2 untuk mengatur pengecaman yang kedua pada sisi kiri. Aturlah pengecaman sesuai dengan ukuran cekam yang pertama (seperti gambar). Langkah pengaturannya sama dengan pengaturan cekam pertama. Kalo sudah tekan F10, untuk melanjutkan pengecaman berikutnya.



Gambar 65. Pengaturan pengecaman pada sisi kiri

Selesai melakukan pengaturan cekam pada sisi kiri dan kanan, langkah selanjutnya adalah mengautr cekam bagian bawah sebagai alas benda kerja.

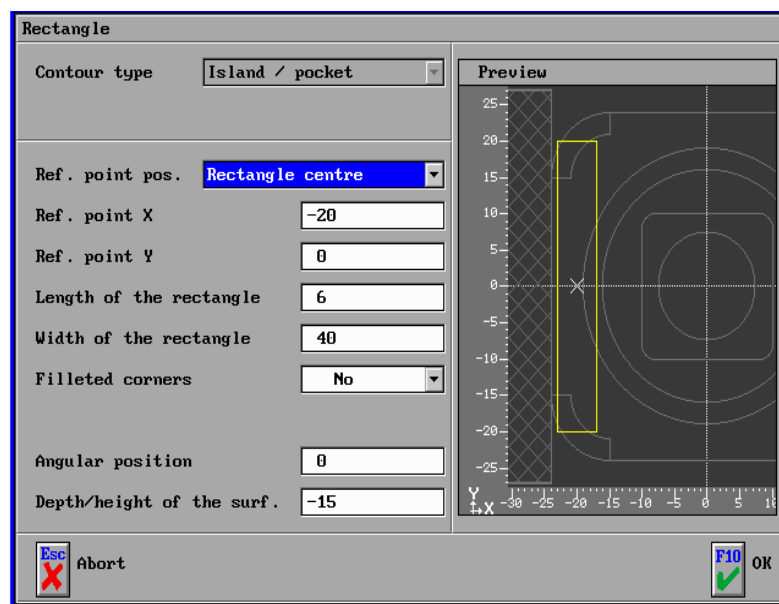
- 10) Klik F3 pada kotak menu *Clamping*. Lakukan pengaturan cekam seperti langkah diatas. Setelah cekam diatur hasilnya dapat dilihat seperti gambar. Tekan F10 untuk pengaturan cekam berikutnya.



Gambar 66. Pengaturan cekam pada bagian bawah kanan

Langkah berikutnya adalah mengatur pengecaman bagian bawah kiri.

- 11) Klik F4 pada menu clamping. Cara pengaturannya sama. Setelah dilakukan pengaturan dapat dilihat pada gambar di bawah. Lalu tekan F10.



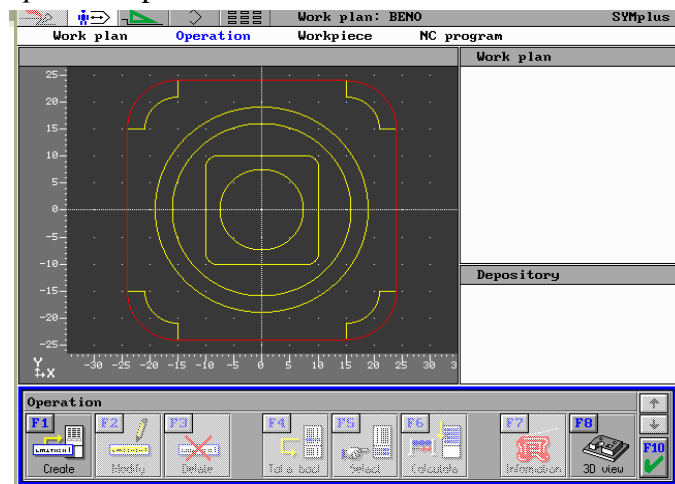
Gambar 67. Pengaturan cekam pada bagian bawah kiri.

Setelah pengaturan *Clamping* selesai, maka langkah pentransferan sudah selesai. Langkah selanjutnya adalah membuat simulasi benda kerja.

### C. Mensimulasikan Gambar Benda kerja pada *CNC KELLER Q plus*

Setelah gambar dari *AutoCAD* di *transfer* ke *CNC KELLER Q plus*, maka gambar tersebut dapat disimulasikan di *CNC KELLER Q plus*. Cara mensimulasikan gambar pada *CNC KELLER Q plus* adalah sebagai berikut:

1. Pilih *Operation* pada *main menu*.



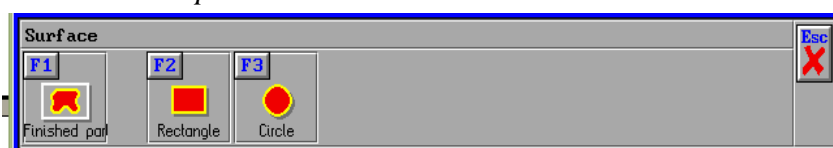
Gambar 68. Gambar yang akan disimulasikan

2. Klik *Create* pada *operation*.



Gambar 69. Pilihan penyayatan pada *Create*

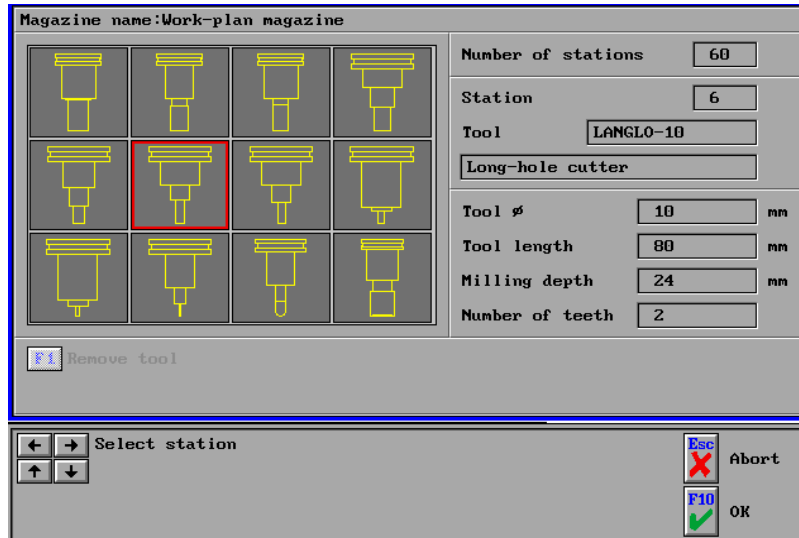
3. Klik *Surface* (F1)
4. Klik *Finished part*



Gambar 70. Pilihan pada *Surface*



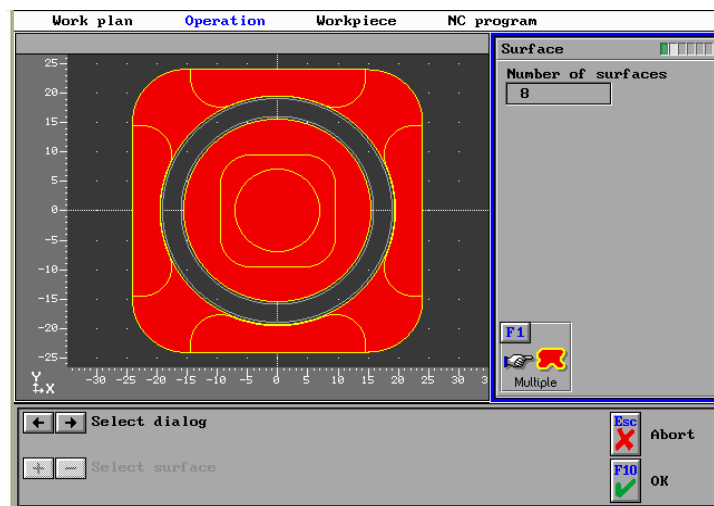
5. Klik F1 (*Magazine*) untuk memilih ukuran pisau.
6. Pilih pisau *station 6* (T6) dengan diameter 10 mm. lalu tekan F10.



Gambar 71. Memilih pisau yang akan digunakan

7. Klik F1 (*multiple*).
8. F2 (*add all*). Tekan F10.

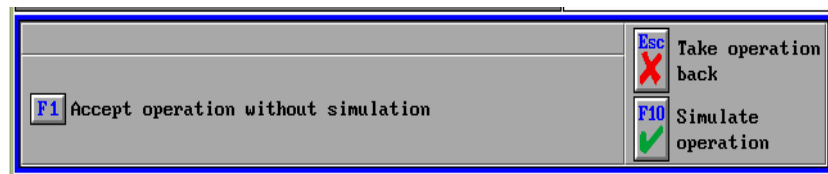
Pada monitor akan tampil gambar yang akan dikenai pisau (berwarna merah). Tekan F10.



Gambar 72. Daerah yang dikenai pisau T6.

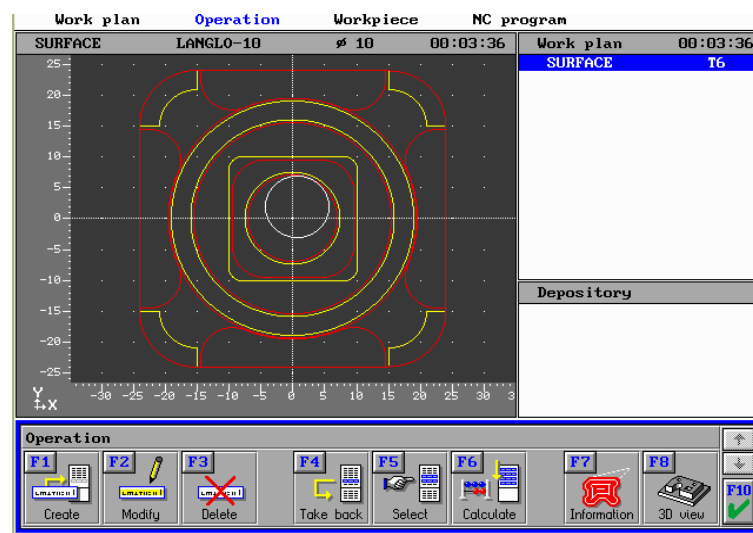
Maka akan keluar persetujuan untuk menerima operasi simulasi.

9. Klik F1 (*Accept operation without simulation*). Maka komputer akan menyimpan perintah itu .



Gambar 73. Gerakan pisau T6.

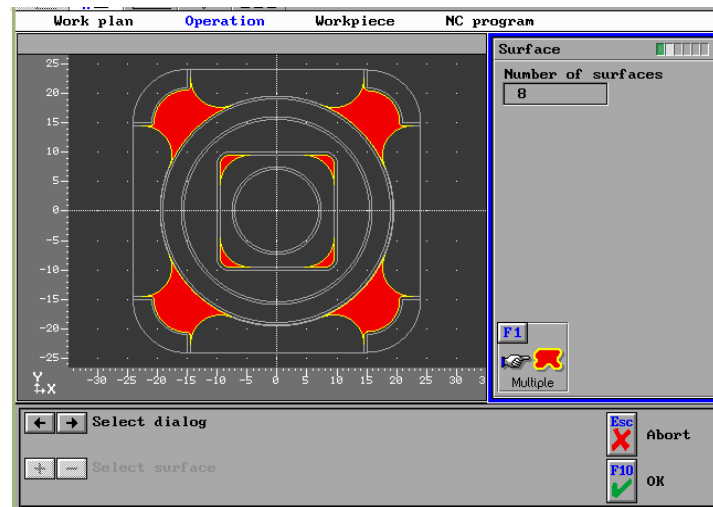
10. Tekan F1 (*Create*) untuk melakukan penyayatan berikutnya.



Gambar 74. Gambar hasil penyayatan T6 (garis merah).

11. Klik *Surface*.
12. Klik *Finished part*.
13. Klik F1 (*Magazine*).
14. Pilih pisau *station 10* (T10) dengan diameter 6 mm. Tekan F10.
15. Klik F1 (*multiple*).
16. Klik F2 (*add all*). Tekan F10

Pada monitor akan tampil gambar yang akan dikenai pisau (berwarna merah). Tekan F10.

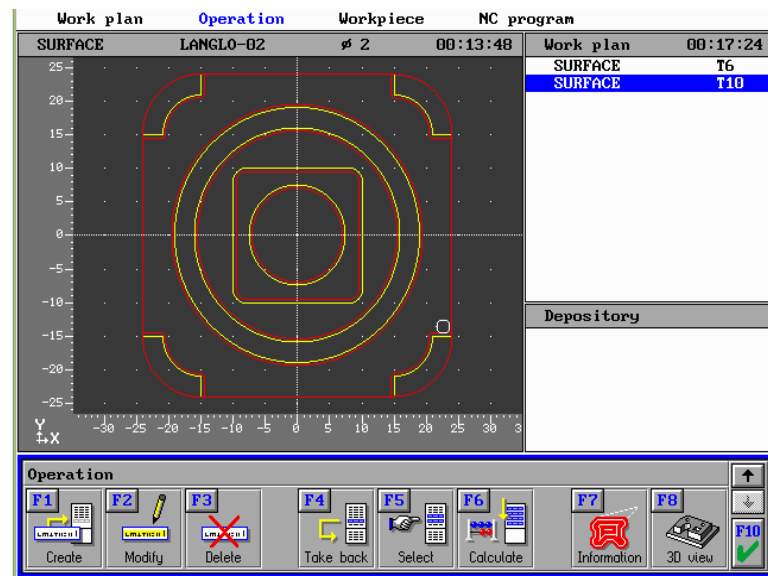


Gambar 75. Daerah yang dikenai pisau T10.

Maka akan keluar persetujuan untuk menerima operasi simulasi.

17. Klik F1 (*Accept operation without simulation*). Maka komputer akan menyimpan perintah itu .

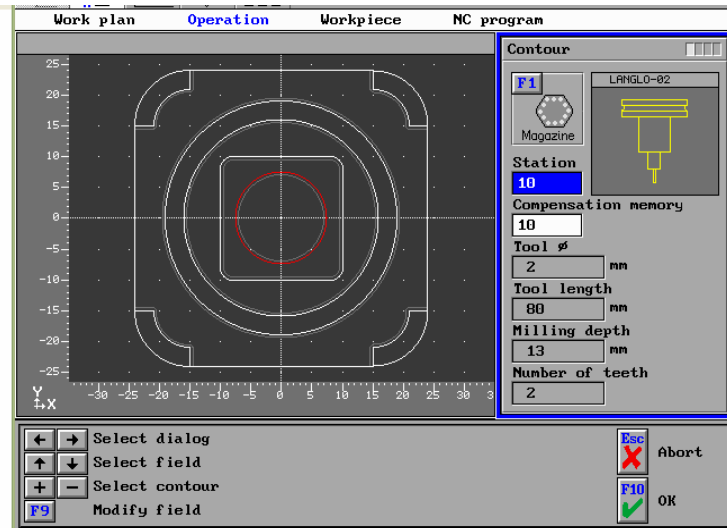
18. Klik F1 (*Create*) untuk melakukan penyayatan berikutnya.



Gambar 76. Gambar hasil penyayatan T10 (garis merah).

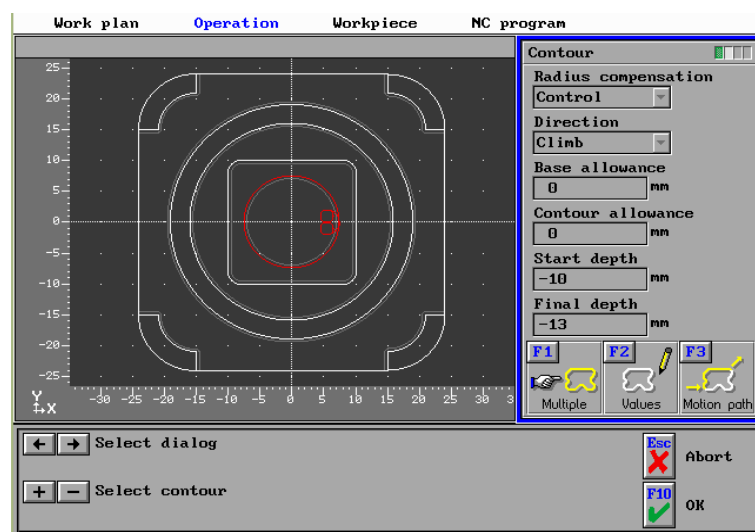
19. Klik F2 *Contour*.

20. Klik *Select contour*, untuk memilih bagian yang dikenai penyayatan (berwarna merah). Untuk pisau yang kita gunakan sama yaitu *station 10* dengan diameter 6 mm. Tekan F10.



Gambar 77. Daerah yang dikenai penyayatan kontur (Warna merah).

21. Klik F3 (*Motion path*)
22. Klik F1 (*Define conour path*)
23. Klik F10 terus sampai muncul gambar dengan garis berwarna merah (yang mengalami penyayatan). Tekan F10.



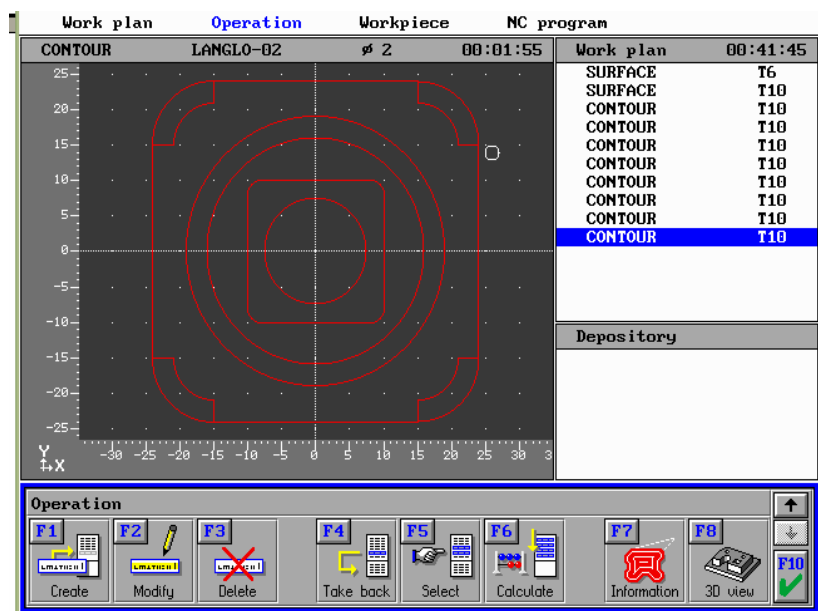
Gambar 78. Gerakan pisau (warna merah).

24. Klik F1 (*Accept operation without simulation*). Maka kita akan kembali ke sub menu *operation*

25. Pilih *Create*

26. Pilih *contour*.

Lakukan langkah kontur ini (seperti diatas) sampai semua gambar berwarna merah. Apabila sudah tampil gambar seperti dibawah, maka langkah kontur sudah selesai. Tekan F10.



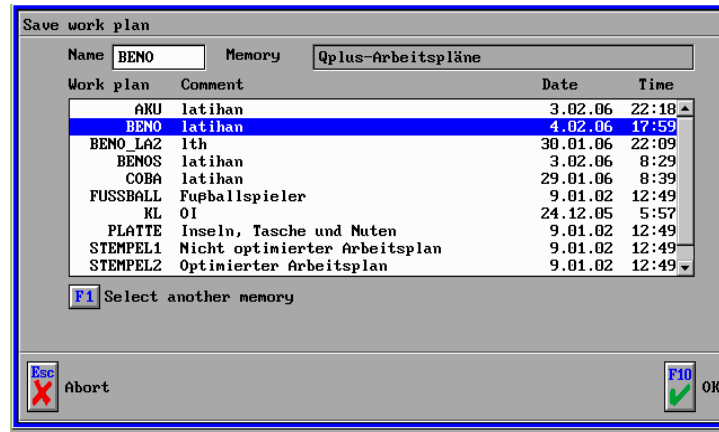
Gambar 79. Hasil penyayatan kontur

Selesai melakukan kontur, maka langkah *Operation* sudah selesai.

Langkah selanjutnya adalah menyimpan hasil dari langkah *Operation* yang kita buat untuk di simulasikan.

27. Klik *Work plan* pada main menu.

28. Klik *Save*. Beri nama *file* yang akan kita simpan (BENO). Tekan F10.

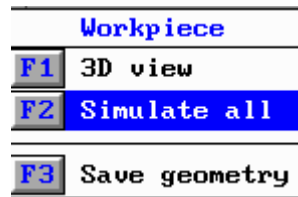


Gambar 79. Menyimpan file simulasi

Setelah tersimpan, maka gambar benda kerja dapat disimulasikan.

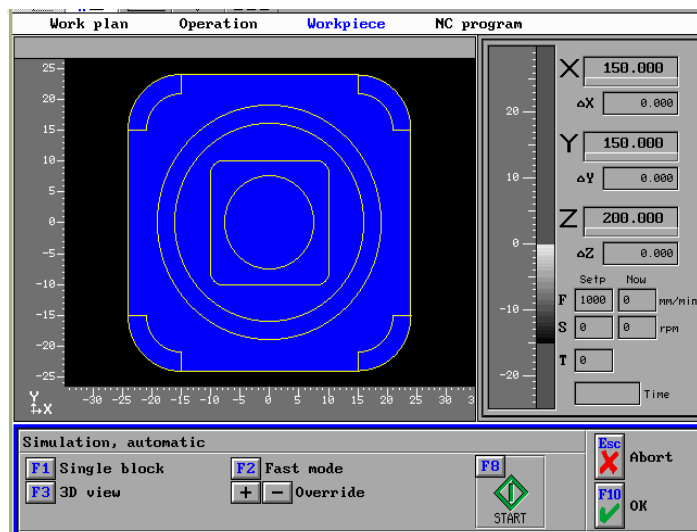
29. Klik *Workpiece* pada *main menu*.

30. Klik F2 (*SimulateAll*)



Gambar 80. Memilih simulasi

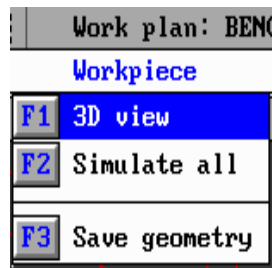
31. Klik F8 (*START*), untuk memulai simulasi



Gambar 82. Simulasi pada CNC KELLER Q plus

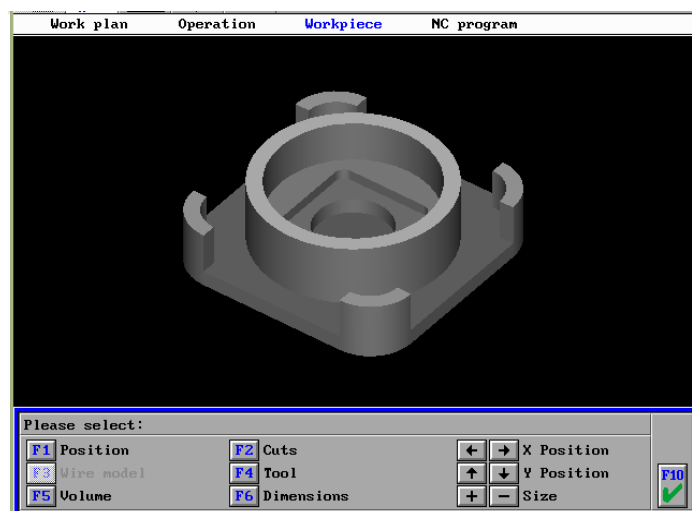
Simulasi akan berhenti secara otomatis setelah benda kerja jadi. Hasil benda kerja dapat dilihat dalam bentuk tiga dimensi. Cara melihat benda kerja dalam bentuk tiga dimensi yaitu:

1. Klik *Workpiece* pada *main menu*.
2. Klik F1 (3D view)



Gambar 83. Memilih tampilan tiga dimensi

Maka akan tampil gambar 3 dimensi dari benda kerja yang kita buat.



Gambar 84. Tampilan tiga dimensi

Selain dapat ditampilkan dalam bentuk tiga dimensi, bentuk pemrogramannya (program pembuatan benda kerja) juga dapat dilihat. Adapun langkah-langkah untuk melihat hasil pemrograman pembuatan benda kerja pada *CNC KELLER Q plus* adalah sebagai berikut:

1. Klik *NC program* dari menu *Work plane*.
2. Klik F1 (*Create*), akan tampil tampilan dari *create NC program* seperti gambar.

**Create NC program**

Control parameter  
F1 OKQFXXX0

NC program  
F2

Program number  
[Blue box]

Comment  
latihan

Esc Abort F10 OK

Gambar 85. Tampilan dari *Create NC program*.

Isilah isilah *Control parameter*, *NC program* dan *Program Number*.

3. Klik F1(*Control parameter*), pada monitor akan keluar tampilan dari *Select parameter set*. Pilih OKQFXXX0 DIN/PAL, karena bahasa pemrogramannya menggunakan standar DIN 66025. Klik F10. maka akan kembali ke *Create NC program*.

**Select parameter set**

Name OKQFXXX0 Memory Parameter-Sätze

Parameter set	Comment	Date	Time
OKQFXXX0	DIN/PAL	7.02.06	14:34
BEMO	lth	31.01.06	17:01
BENOS	latihan	31.01.06	23:15
DCO2XXX0	lth	23.01.06	7:30
DD11XXX0	DECKEL Dialog 11	24.04.02	2:50
DD13XXX0	DECKEL Dialog 3	24.04.02	2:50
DD14XXX0	DECKEL Dialog 4	24.04.02	2:50
JUJI		15.01.06	7:39
KH	cb	28.01.06	11:19
KLH	lth	23.01.06	7:30

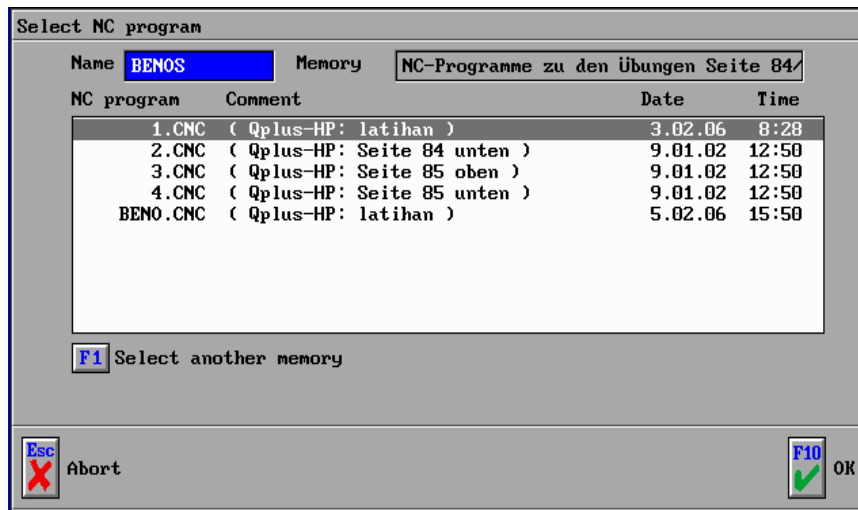
F1 Select another memory

Esc Abort F10 OK

Gambar 86. Memilih *Parameter set*.

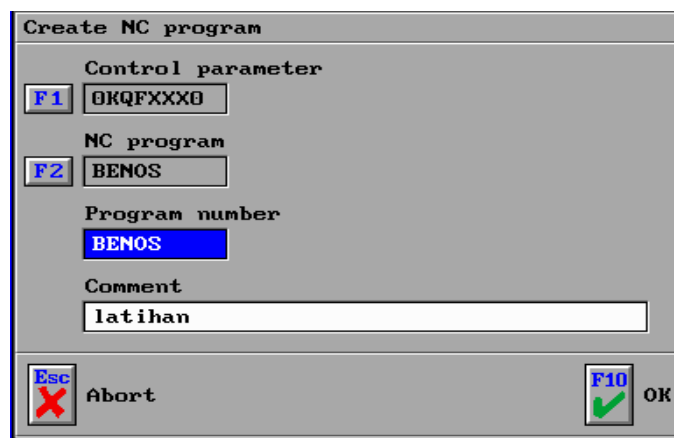


4. Klik F2 (*NC program*). Pada *Name* diisi (BENOS). Tekan F10.



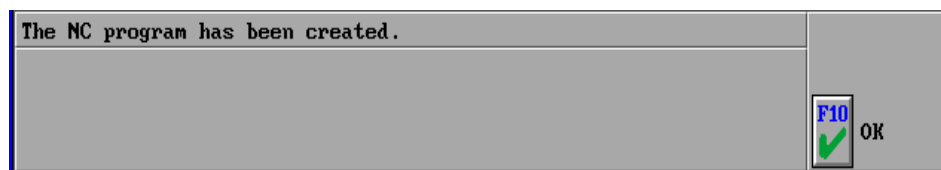
Gambar 87 . Mengisi *NC program*

Setelah diisi semua, maka akan keluar lembar kerja *Create NC program* seperti gambar.




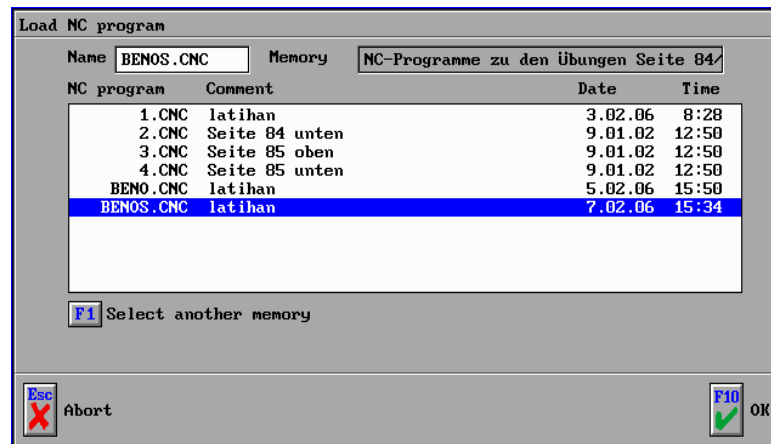
Gambar 88. Tampilan *Create NC program* setelah diisi semua.

5. Tekan F10. Akan keluar pemberitahuan seperti gambar. Tekan F10.



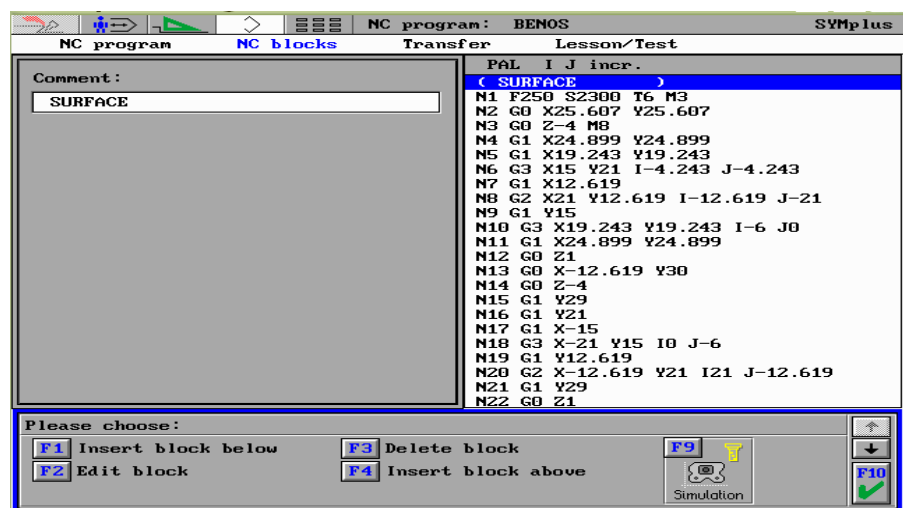
Gambar 89. Tampilan pemberitahuan kalau *NC program* telah dibuat.

6. Klik *Work plan*.
7. Klik F1 (*Save*), untuk menyimpan *NC program* yang sudah kita buat.
8. Klik 
9. Klik *NC program* pada *main menu*
10. Klik F3. (*load*).
11. Pilih nama *NC program* yang telah kita buat (BENOS). Klik F10.



Gambar 90. Memanggil *NC program* yang sudah disimpan

12. Klik F2 *NC blok* pada *main menu*. Maka akan tampil hasil pemrograman pembuatan benda kerja.



Gambar 91. Hasil pemrograman pembuatan benda kerja.

#### **D. Eksekusi Program dari CNC KELLER Q plus ke Mesin Frais CNC TU 3A**

Untuk melakukan *eksekusi* (pembuatan benda kerja) pada mesin *frais* ada dua tahapan, yaitu: persiapan dan *eksekusi*.

##### **1. Persiapan**

###### **a. Persiapan bahan**

Siapkan bahan Aluminium dengan ukuran 48 mm x 48 mm 17 mm. Tebal bahan dibuat lebih tebal 2 mm dari benda kerja mempunyai tujuan agar bahan bisa dicekam dalam ragum. Pastikan ujung-ujung tepi benar-benar halus (rata), dalam arti tidak ada serabut logam. Bila ada serabut (tidak rata), ratakan dahulu dengan menggunakan kikir tangan sampai rata (halus). Kerataan benda kerja ini berpengaruh dalam *setting toll*.



Gambar 92. Bahan benda kerja.

###### **b. Persiapan mesin**

Setelah persiapan bahan selesai, langkah selanjutnya adalah menyiapkan mesin frais CNC TU 3A. hal-hal yang perlu dipersiapkan antara lain: (1) pastikan listrik tidak padam (ada aliran listrik ke mesin), (2) mesin dalam keadaan bersih (ragum), (3) siapkan

pengencang ragum, (4) pastikan tombol-tombol dan lampu-lampu indikator berfungsi dengan baik, (5) siapkan alat potong dan penjepit alat potong (*tool holder*). Setelah semua diperiksa dan disiapkan maka mesin sudah siap digunakan untuk membuat benda kerja.



Gambar 93. Mesin *frais* CNC TU 3A.

c. Persiapan program

Setelah mesin disiapkan langkah selanjutnya adalah menyiapkan program yang diperoleh dari hasil pentransferan dari *AutoCAD* ke CNC KELLER Q plus. Adapun programnya adalah sebagai berikut:

```
( SURFACE      )
N1 F250 S2300 T6 M3
N2 G0 X25.607 Y25.607
N3 G0 Z-4 M8
N4 G1 X24.899 Y24.899
N5 G1 X19.243 Y19.243
N6 G3 X15 Y21 I-4.243 J-4.243
N7 G1 X12.619
N8 G2 X21 Y12.619 I-12.619 J-21
N9 G1 Y15
N10 G3 X19.243 Y19.243 I-6 J0
N11 G1 X24.899 Y24.899
N12 G0 Z1
N13 G0 X-12.619 Y30
N14 G0 Z-4
N15 G1 Y29
N16 G1 Y21
N17 G1 X-15
N18 G3 X-21 Y15 I0 J-6
N19 G1 Y12.619
N20 G2 X-12.619 Y21 I21 J-12.619
```

N21 G1 Y29  
 N22 G0 Z1  
 N23 G0 X-30 Y-12.619  
 N24 G0 Z-4  
 N25 G1 X-29  
 N26 G1 X-21  
 N27 G1 Y-15  
 N28 G3 X-15 Y-21 I6 J0  
 N29 G1 X-12.619  
 N30 G2 X-21 Y-12.619 I12.619 J21  
 N31 G1 X-29  
 N32 G0 Z1  
 N33 G0 X12.619 Y-30  
 N34 G0 Z-4  
 N35 G1 Y-29  
 N36 G1 Y-21  
 N37 G1 X15  
 N38 G3 X21 Y-15 I0 J6  
 N39 G1 Y-12.619  
 N40 G2 X12.619 Y-21 I-21 J12.619  
 N41 G1 Y-29  
 N42 G0 Z1  
 N43 G0 Y-21  
 N44 G1 Z-4 F125  
 N45 G2 X-12.619 Y-21 I-12.619 J21 F250  
 N46 G2 X-21 Y-12.619 I12.619 J21  
 N47 G2 X-21 Y12.619 I21 J12.619  
 N48 G2 X-12.619 Y21 I21 J-12.619  
 N49 G2 X12.619 Y21 I12.619 J-21  
 N50 G2 X21 Y12.619 I-12.619 J-21  
 N51 G2 X24.5 Y0 I-21 J-12.619  
 N52 G2 X21 Y-12.619 I-24.5 J0  
 N53 G0 Z1  
 N54 G0 X2.143 Y-1.288  
 N55 G1 Z-5 F125  
 N56 G3 X2.143 Y-1.288 I-2.143 J1.288  
 N57 G1 X9 Y-5.408  
 N58 G3 X9 Y-5.408 I-9 J5.408  
 N59 G0 Z1  
 N60 G0 X2.143 Y-1.288  
 N61 G0 Z-4  
 N62 G1 Z-8 F125  
 N63 G3 X2.143 Y-1.288 I-2.143 J1.288  
 N64 G1 X9 Y-5.408  
 N65 G3 X9 Y-5.408 I-9 J5.408  
 N66 G0 Z1  
 N67 G0 X4.5 Y-4.5  
 N68 G0 Z-7  
 N69 G1 Z-10 F125  
 N70 G1 Y4.5 F250  
 N71 G1 X-4.5  
 N72 G1 Y-4.5  
 N73 G1 X4.5  
 N74 G0 Z1  
 N75 G0 X-30 Y-9.5  
 N76 G0 Z-9  
 N77 G1 X-29  
 N78 G1 X-22.583  
 N79 G2 X-22.583 Y9.5 I22.583 J9.5  
 N80 G1 X-29  
 N81 G0 Z1

N81 G0 Z1  
 N82 G0 X-30 Y-9.5  
 N83 G0 Z-12  
 N84 G1 X-29  
 N85 G1 X-22.583  
 N86 G2 X-22.583 Y9.5 I22.583 J9.5  
 N87 G1 X-29  
 N88 G0 Z1  
 N89 G0 X9.5 Y-30  
 N90 G0 Z-9  
 N91 G1 Y-29  
 N92 G1 Y-22.583  
 N93 G2 X-9.5 Y-22.583 I-9.5 J22.583  
 N94 G1 Y-29  
 N95 G0 Z1  
 N96 G0 X9.5 Y-30  
 N97 G0 Z-12  
 N98 G1 Y-29  
 N99 G1 Y-22.583  
 N100 G2 X-9.5 Y-22.583 I-9.5 J22.583  
 N101 G1 Y-29  
 N102 G0 Z1  
 N103 G0 X30 Y9.5  
 N104 G0 Z-9  
 N105 G1 X29  
 N106 G1 X22.583  
 N107 G2 X22.583 Y-9.5 I-22.583 J-9.5  
 N108 G1 X29  
 N109 G0 Z1  
 N110 G0 X30 Y9.5  
 N111 G0 Z-12  
 N112 G1 X29  
 N113 G1 X22.583  
 N114 G2 X22.583 Y-9.5 I-22.583 J-9.5  
 N115 G1 X29  
 N116 G0 Z1  
 N117 G0 X-9.5 Y30  
 N118 G0 Z-9  
 N119 G1 Y29  
 N120 G1 Y22.583  
 N121 G2 X9.5 Y22.583 I9.5 J-22.583  
 N122 G1 Y29  
 N123 G0 Z1  
 N124 G0 X-9.5 Y30  
 N125 G0 Z-12  
 N126 G1 Y29  
 N127 G1 Y22.583  
 N128 G2 X9.5 Y22.583 I9.5 J-22.583  
 N130 G0 Z1  
 N131 G0 X0.623 Y1.901  
 N132 G0 Z-9  
 N133 G1 Z-13 F125  
 N134 G3 X0.623 Y1.901 I-0.623 J-1.901  
 N135 G0 Z1  
 N136 G0 Z200 M9  
 N137 G0 X150 Y150  
 ( SURFACE )  
 N138 F80 S4000 T10 M3  
 N139 G0 X4.5 Y-7.5  
 N140 G0 Z-9 M8  
 N141 G1 Z-10 F40

N142 G1 Y-8.5 F80  
 N143 G1 X8  
 N144 G3 X8.5 Y-8 I0 J0.5  
 N145 G1 Y-4.5  
 N146 G0 Z1  
 N147 G0 X7.5 Y4.5  
 N148 G0 Z-9  
 N149 G1 Z-10 F40  
 N150 G1 X8.5 F80  
 N151 G1 Y8  
 N152 G3 X8 Y8.5 I-0.5 J0  
 N153 G1 X4.5  
 N154 G0 Z1  
 N155 G0 X-7.5 Y-4.5  
 N156 G0 Z-9  
 N157 G1 Z-10 F40  
 N158 G1 X-8.5 F80  
 N159 G1 Y-8  
 N160 G3 X-8 Y-8.5 I0.5 J0  
 N161 G1 X-4.5  
 N162 G0 Z1  
 N163 G0 Y7.5  
 N164 G0 Z-9  
 N165 G1 Z-10 F40  
 N166 G1 Y8.5 F80  
 N167 G1 X-8  
 N168 G3 X-8.5 Y8 I0 J-0.5  
 N169 G1 Y4.5  
 N170 G0 Z1  
 N171 G0 X-19.898 Y10.837  
 N172 G0 Z-6  
 N173 G1 X-19.003 Y11.283  
 N174 G2 X-15.784 Y15.468 I19.003 J-11.  
 N175 G1 X-16.498 Y16.168  
 N176 G2 X-16.168 Y16.498 I16.498 J-16.  
 N177 G3 X-16.498 Y16.168 I1.168 J-1.49  
 N178 G1 X-15.784 Y15.468  
 N179 G2 X-11.283 Y19.003 I15.784 J-15.  
 N180 G2 X-12.213 Y19.643 I1.783 J3.581  
 N181 G2 X-15 Y17.9 I-2.787 J1.357  
 N182 G3 X-17.9 Y15 I0 J-2.9  
 N183 G2 X-19.643 Y12.213 I-3.1 J0  
 N184 G2 X-18.896 Y7.949 I-2.94 J-2.713  
 N185 G2 X-7.949 Y18.896 I18.896 J-7.94  
 N186 G0 Z1  
 N187 G0 X-12.5 Y22.583  
 N188 G0 Z-6  
 N189 G1 X-13.5  
 N190 G1 Y21  
 N191 G2 X-15 Y19.5 I-1.5 J0  
 N192 G3 X-19.5 Y15 I0 J-4.5  
 N193 G2 X-21 Y13.5 I-1.5 J0  
 N194 G1 X-22.583  
 N195 G0 Z1  
 N196 G0 X-19.898 Y10.837  
 N197 G0 Z-8  
 N198 G1 X-19.003 Y11.283  
 N199 G2 X-15.784 Y15.468 I19.003 J-11.  
 N200 G1 X-16.498 Y16.168  
 N201 G2 X-16.168 Y16.498 I16.498 J-16.  
 N202 G3 X-16.498 Y16.168 I1.168 J-1.49  
 N203 G1 X-15.784 Y15.468  
 N204 G2 X-11.283 Y19.003 I15.784 J-15.  
 N205 G2 X-12.213 Y19.643 I1.783 J3.581  
 N206 G2 X-15 Y17.9 I-2.787 J1.357  
 N207 G3 X-17.9 Y15 I0 J-2.9

N204 G2 X-11.283 Y19.003 I15.784 J-15.  
 N205 G2 X-12.213 Y19.643 I1.783 J3.581  
 N206 G2 X-15 Y17.9 I-2.787 J1.357  
 N207 G3 X-17.9 Y15 I0 J-2.9  
 N208 G2 X-19.643 Y12.213 I-3.1 J0  
 N209 G2 X-18.896 Y7.949 I-2.94 J-2.713  
 N210 G2 X-7.949 Y18.896 I18.896 J-7.94  
 N211 G0 Z1  
 N212 G0 X-12.5 Y22.583  
 N213 G0 Z-8  
 N214 G1 X-13.5  
 N215 G1 Y21  
 N216 G2 X-15 Y19.5 I-1.5 J0  
 N217 G3 X-19.5 Y15 I0 J-4.5  
 N218 G2 X-21 Y13.5 I-1.5 J0  
 N219 G1 X-22.583  
 N220 G0 Z1  
 N221 G0 X-19.898 Y10.837  
 N222 G0 Z-10  
 N223 G1 X-19.003 Y11.283  
 N224 G2 X-15.784 Y15.468 I19.003 J-11.  
 N225 G1 X-16.498 Y16.168  
 N226 G2 X-16.168 Y16.498 I16.498 J-16.  
 N227 G3 X-16.498 Y16.168 I1.168 J-1.49  
 N228 G1 X-15.784 Y15.468  
 N229 G2 X-11.283 Y19.003 I15.784 J-15.  
 N230 G2 X-12.213 Y19.643 I1.783 J3.581  
 N231 G2 X-15 Y17.9 I-2.787 J1.357  
 N232 G3 X-17.9 Y15 I0 J-2.9  
 N233 G2 X-19.643 Y12.213 I-3.1 J0  
 N234 G2 X-18.896 Y7.949 I-2.94 J-2.713  
 N235 G2 X-7.949 Y18.896 I18.896 J-7.94  
 N236 G0 Z1  
 N237 G0 X-12.5 Y22.583  
 N238 G0 Z-10  
 N239 G1 X-13.5  
 N240 G1 Y21  
 N241 G2 X-15 Y19.5 I-1.5 J0  
 N242 G3 X-19.5 Y15 I0 J-4.5  
 N243 G2 X-21 Y13.5 I-1.5 J0  
 N244 G1 X-22.583  
 N245 G0 Z1  
 N246 G0 X-19.898 Y10.837  
 N247 G0 Z-11  
 N248 G1 Z-12 F40  
 N249 G1 X-19.003 Y11.283 F80  
 N250 G2 X-15.784 Y15.468 I19.003 J-11.  
 N251 G1 X-16.498 Y16.168  
 N252 G2 X-16.168 Y16.498 I16.498 J-16.  
 N253 G3 X-16.498 Y16.168 I1.168 J-1.49  
 N254 G1 X-15.784 Y15.468  
 N255 G2 X-11.283 Y19.003 I15.784 J-15.  
 N256 G2 X-12.213 Y19.643 I1.783 J3.581  
 N257 G2 X-15 Y17.9 I-2.787 J1.357  
 N258 G3 X-17.9 Y15 I0 J-2.9  
 N259 G2 X-19.643 Y12.213 I-3.1 J0  
 N260 G2 X-18.896 Y7.949 I-2.94 J-2.713  
 N261 G2 X-7.949 Y18.896 I18.896 J-7.94  
 N262 G0 Z1  
 N263 G0 X-12.5 Y22.583  
 N264 G0 Z-11



N265 G1 Z-12 F40  
 N266 G1 X-13.5 F80  
 N267 G1 Y21  
 N268 G2 X-15 Y19.5 I-1.5 J0  
 N269 G3 X-19.5 Y15 I0 J-4.5  
 N270 G2 X-21 Y13.5 I-1.5 J0  
 N271 G1 X-22.583  
 N272 G0 Z1  
 N273 G0 X-20.378 Y-11.534  
 N274 G0 Z-6  
 N275 G1 X-19.643 Y-12.213  
 N276 G2 X-17.9 Y-15 I-1.357 J-2.787  
 N277 G3 X-17.287 Y-16.783 I2.9 J0  
 N278 G1 X-16.498 Y-16.168  
 N279 G3 X-16.168 Y-16.498 I1.498 J1.16  
 N280 G2 X-16.498 Y-16.168 I16.168 J16.  
 N281 G1 X-17.287 Y-16.783  
 N282 G3 X-15 Y-17.9 I2.287 J1.783  
 N283 G2 X-12.213 Y-19.643 I0 J-3.1  
 N284 G2 X-11.283 Y-19.003 I2.713 J-2.9  
 N285 G2 X-19.003 Y-11.283 I11.283 J19.  
 N286 G2 X-22.583 Y-13.5 I-3.581 J1.783  
 N287 G1 X-21  
 N288 G2 X-19.5 Y-15 I0 J-1.5  
 N289 G3 X-15 Y-19.5 I4.5 J0  
 N290 G2 X-13.5 Y-21 I0 J-1.5  
 N291 G1 Y-22.583  
 N292 G0 Z1  
 N293 G0 X-8.337 Y-19.818  
 N294 G0 Z-6  
 N295 G1 X-7.949 Y-18.896  
 N296 G2 X-18.896 Y-7.949 I7.949 J18.89  
 N297 G0 Z1  
 N298 G0 X-20.378 Y-11.534  
 N299 G0 Z-8  
 N300 G1 X-19.643 Y-12.213  
 N301 G2 X-17.9 Y-15 I-1.357 J-2.787  
 N302 G3 X-17.287 Y-16.783 I2.9 J0  
 N303 G1 X-16.498 Y-16.168  
 N304 G3 X-16.168 Y-16.498 I1.498 J1.16  
 N305 G2 X-16.498 Y-16.168 I16.168 J16.  
 N306 G1 X-17.287 Y-16.783  
 N307 G3 X-15 Y-17.9 I2.287 J1.783  
 N308 G2 X-12.213 Y-19.643 I0 J-3.1  
 N309 G2 X-11.283 Y-19.003 I2.713 J-2.9  
 N310 G2 X-19.003 Y-11.283 I11.283 J19.  
 N311 G2 X-22.583 Y-13.5 I-3.581 J1.783  
 N312 G1 X-21  
 N313 G2 X-19.5 Y-15 I0 J-1.5  
 N314 G3 X-15 Y-19.5 I4.5 J0  
 N315 G2 X-13.5 Y-21 I0 J-1.5  
 N316 G1 Y-22.583  
 N317 G0 Z1  
 N318 G0 X-8.337 Y-19.818  
 N319 G0 Z-8  
 N320 G1 X-7.949 Y-18.896  
 N321 G2 X-18.896 Y-7.949 I7.949 J18.89  
 N322 G0 Z1  
 N323 G0 X-20.378 Y-11.534  
 N324 G0 Z-10  
 N325 G1 X-19.643 Y-12.213

N326 G2 X-17.9 Y-15 I-1.357 J-2.787  
 N327 G3 X-17.287 Y-16.783 I2.9 J0  
 N328 G1 X-16.498 Y-16.168  
 N329 G3 X-16.168 Y-16.498 I1.498 J1.16  
 N330 G2 X-16.498 Y-16.168 I16.168 J16.  
 N331 G1 X-17.287 Y-16.783  
 N332 G3 X-15 Y-17.9 I2.287 J1.783  
 N333 G2 X-12.213 Y-19.643 I0 J-3.1  
 N334 G2 X-11.283 Y-19.003 I2.713 J-2.9  
 N335 G2 X-19.003 Y-11.283 I11.283 J19.  
 N336 G2 X-22.583 Y-13.5 I-3.581 J1.783  
 N337 G1 X-21  
 N338 G2 X-19.5 Y-15 I0 J-1.5  
 N339 G3 X-15 Y-19.5 I4.5 J0  
 N340 G2 X-13.5 Y-21 I0 J-1.5  
 N341 G1 Y-22.583  
 N342 G0 Z1  
 N343 G0 X-8.337 Y-19.818  
 N344 G0 Z-10  
 N345 G1 X-7.949 Y-18.896  
 N346 G2 X-18.896 Y-7.949 I7.949 J18.89  
 N347 G0 Z1  
 N348 G0 X-20.378 Y-11.534  
 N349 G0 Z-11  
 N350 G1 Z-12 F40  
 N351 G1 X-19.643 Y-12.213 F80  
 N352 G2 X-17.9 Y-15 I-1.357 J-2.787  
 N353 G3 X-17.287 Y-16.783 I2.9 J0  
 N354 G1 X-16.498 Y-16.168  
 N355 G3 X-16.168 Y-16.498 I1.498 J1.16  
 N356 G2 X-16.498 Y-16.168 I16.168 J16.  
 N357 G1 X-17.287 Y-16.783  
 N358 G3 X-15 Y-17.9 I2.287 J1.783  
 N359 G2 X-12.213 Y-19.643 I0 J-3.1  
 N360 G2 X-11.283 Y-19.003 I2.713 J-2.9  
 N361 G2 X-19.003 Y-11.283 I11.283 J19.  
 N362 G2 X-22.583 Y-13.5 I-3.581 J1.783  
 N363 G1 X-21  
 N364 G2 X-19.5 Y-15 I0 J-1.5  
 N365 G3 X-15 Y-19.5 I4.5 J0  
 N366 G2 X-13.5 Y-21 I0 J-1.5  
 N367 G1 Y-22.583  
 N368 G0 Z1  
 N369 G0 X-8.337 Y-19.818  
 N370 G0 Z-11  
 N371 G1 Z-12 F40  
 N372 G1 X-7.949 Y-18.896 F80  
 N373 G2 X-18.896 Y-7.949 I7.949 J18.89  
 N374 G0 Z1  
 N375 G0 X10.837 Y19.898  
 N376 G0 Z-6  
 N377 G1 X11.283 Y19.003  
 N378 G2 X15.468 Y15.784 I-11.283 J-19.  
 N379 G1 X16.168 Y16.498  
 N380 G2 X16.498 Y16.168 I-16.168 J-16.  
 N381 G3 X16.168 Y16.498 I-1.498 J-1.16  
 N382 G1 X15.468 Y15.784  
 N383 G2 X19.003 Y11.283 I-15.468 J-15.  
 N384 G2 X19.643 Y12.213 I3.581 J-1.783  
 N385 G2 X17.9 Y15 I1.357 J2.787  
 N386 G3 X15 Y17.9 I-2.9 J0  
 N387 G3 X15 Y17.9 I-2.9 J0

N387 G2 X12.213 Y19.643 I0 J3.1  
 N388 G2 X7.949 Y18.896 I-2.713 J2.94  
 N389 G2 X18.896 Y7.949 I-7.949 J-18.89  
 N390 G0 Z1  
 N391 G0 X22.583 Y12.5  
 N392 G0 Z-6  
 N393 G1 Y13.5  
 N394 G1 X21  
 N395 G2 X19.5 Y15 I0 J1.5  
 N396 G3 X15 Y19.5 I-4.5 J0  
 N397 G2 X13.5 Y21 I0 J1.5  
 N398 G1 Y22.583  
 N399 G0 Z1  
 N400 G0 X10.837 Y19.898  
 N401 G0 Z-8  
 N402 G1 X11.283 Y19.003  
 N403 G2 X15.468 Y15.784 I-11.283 J-19.  
 N404 G1 X16.168 Y16.498  
 N405 G2 X16.498 Y16.168 I-16.168 J-16.  
 N406 G3 X16.168 Y16.498 I-1.498 J-1.16  
 N407 G1 X15.468 Y15.784  
 N408 G2 X19.003 Y11.283 I-15.468 J-15.  
 N409 G2 X19.643 Y12.213 I3.581 J-1.783  
 N410 G2 X17.9 Y15 I1.357 J2.787  
 N411 G3 X15 Y17.9 I-2.9 J0  
 N412 G2 X12.213 Y19.643 I0 J3.1  
 N413 G2 X7.949 Y18.896 I-2.713 J2.94  
 N414 G2 X18.896 Y7.949 I-7.949 J-18.89  
 N415 G0 Z1  
 N416 G0 X22.583 Y12.5  
 N417 G0 Z-8  
 N418 G1 Y13.5  
 N419 G1 X21  
 N420 G2 X19.5 Y15 I0 J1.5  
 N421 G3 X15 Y19.5 I-4.5 J0  
 N422 G2 X13.5 Y21 I0 J1.5  
 N423 G1 Y22.583  
 N424 G0 Z1  
 N425 G0 X10.837 Y19.898  
 N426 G0 Z-10  
 N427 G1 X11.283 Y19.003  
 N428 G2 X15.468 Y15.784 I-11.283 J-19.  
 N429 G1 X16.168 Y16.498  
 N430 G2 X16.498 Y16.168 I-16.168 J-16.  
 N431 G3 X16.168 Y16.498 I-1.498 J-1.16  
 N432 G1 X15.468 Y15.784  
 N433 G2 X19.003 Y11.283 I-15.468 J-15.  
 N434 G2 X19.643 Y12.213 I3.581 J-1.783  
 N435 G2 X17.9 Y15 I1.357 J2.787  
 N436 G3 X15 Y17.9 I-2.9 J0  
 N437 G2 X12.213 Y19.643 I0 J3.1  
 N438 G2 X7.949 Y18.896 I-2.713 J2.94  
 N439 G2 X18.896 Y7.949 I-7.949 J-18.89  
 N440 G0 Z1  
 N441 G0 X22.583 Y12.5  
 N442 G0 Z-10  
 N443 G1 Y13.5  
 N444 G1 X21  
 N445 G2 X19.5 Y15 I0 J1.5  
 N446 G3 X15 Y19.5 I-4.5 J0

N447 G2 X13.5 Y21 I0 J1.5  
 N448 G1 Y22.583  
 N449 G0 Z1  
 N450 G0 X10.837 Y19.898  
 N451 G0 Z-11  
 N452 G1 Z-12 F40  
 N453 G1 X11.283 Y19.003 F80  
 N454 G2 X15.468 Y15.784 I-11.283 J-19.  
 N455 G1 X16.168 Y16.498  
 N456 G2 X16.498 Y16.168 I-16.168 J-16.  
 N457 G3 X16.168 Y16.498 I-1.498 J-1.16  
 N458 G1 X15.468 Y15.784  
 N459 G2 X19.003 Y11.283 I-15.468 J-15.  
 N460 G2 X19.643 Y12.213 I3.581 J-1.783  
 N461 G2 X17.9 Y15 I1.357 J2.787  
 N462 G3 X15 Y17.9 I-2.9 J0  
 N463 G2 X12.213 Y19.643 I0 J3.1  
 N464 G2 X7.949 Y18.896 I-2.713 J2.94  
 N465 G2 X18.896 Y7.949 I-7.949 J-18.89  
 N466 G0 Z1  
 N467 G0 X22.583 Y12.5  
 N468 G0 Z-11  
 N469 G1 Z-12 F40  
 N470 G1 Y13.5 F80  
 N471 G1 X21  
 N472 G2 X19.5 Y15 I0 J1.5  
 N473 G3 X15 Y19.5 I-4.5 J0  
 N474 G2 X13.5 Y21 I0 J1.5  
 N475 G1 Y22.583  
 N476 G0 Z1  
 N477 G0 X19.898 Y-10.837  
 N478 G0 Z-6  
 N479 G1 X19.003 Y-11.283  
 N480 G2 X15.784 Y-15.468 I-19.003 J11.  
 N481 G1 X16.498 Y-16.168  
 N482 G2 X16.168 Y-16.498 I-16.498 J16.  
 N483 G3 X16.498 Y-16.168 I-1.168 J1.49  
 N484 G1 X15.784 Y-15.468  
 N485 G2 X11.283 Y-19.003 I-15.784 J15.  
 N486 G2 X12.213 Y-19.643 I-1.783 J-3.5  
 N487 G2 X15 Y-17.9 I2.787 J-1.357  
 N488 G3 X17.9 Y-15 I0 J2.9  
 N489 G2 X19.643 Y-12.213 I3.1 J0  
 N490 G2 X18.896 Y-7.949 I2.94 J2.713  
 N491 G2 X7.949 Y-18.896 I-18.896 J7.94  
 N492 G0 Z1  
 N493 G0 X12.5 Y-22.583  
 N494 G0 Z-6  
 N495 G1 X13.5  
 N496 G1 Y-21  
 N497 G2 X15 Y-19.5 I1.5 J0  
 N498 G3 X19.5 Y-15 I0 J4.5  
 N499 G2 X21 Y-13.5 I1.5 J0  
 N500 G1 X22.583  
 N501 G0 Z1  
 N502 G0 X19.898 Y-10.837  
 N503 G0 Z-8  
 N504 G1 X19.003 Y-11.283  
 N505 G2 X15.784 Y-15.468 I-19.003 J11.  
 N506 G1 X16.498 Y-16.168  
 N507 G2 X16.168 Y-16.498 I-16.498 J16.

N509 G1 X15.784 Y-15.468  
 N510 G2 X11.283 Y-19.003 I-15.784 J15.  
 N511 G2 X12.213 Y-19.643 I-1.783 J-3.5  
 N512 G2 X15 Y-17.9 I2.787 J-1.357  
 N513 G3 X17.9 Y-15 I0 J2.9  
 N514 G2 X19.643 Y-12.213 I3.1 J0  
 N515 G2 X18.896 Y-7.949 I2.94 J2.713  
 N516 G2 X7.949 Y-18.896 I-18.896 J7.94  
 N517 G0 Z1  
 N518 G0 X12.5 Y-22.583  
 N519 G0 Z-8  
 N520 G1 X13.5  
 N521 G1 Y-21  
 N522 G2 X15 Y-19.5 I1.5 J0  
 N523 G3 X19.5 Y-15 I0 J4.5  
 N524 G2 X21 Y-13.5 I1.5 J0  
 N525 G1 X22.583  
 N526 G0 Z1  
 N527 G0 X19.898 Y-10.837  
 N528 G0 Z-10  
 N529 G1 X19.003 Y-11.283  
 N530 G2 X15.784 Y-15.468 I-19.003 J11.  
 N531 G1 X16.498 Y-16.168  
 N532 G2 X16.168 Y-16.498 I-16.498 J16.  
 N533 G3 X16.498 Y-16.168 I-1.168 J1.49  
 N534 G1 X15.784 Y-15.468  
 N535 G2 X11.283 Y-19.003 I-15.784 J15.  
 N536 G2 X12.213 Y-19.643 I-1.783 J-3.5  
 N537 G2 X15 Y-17.9 I2.787 J-1.357  
 N538 G3 X17.9 Y-15 I0 J2.9  
 N539 G2 X19.643 Y-12.213 I3.1 J0  
 N540 G2 X18.896 Y-7.949 I2.94 J2.713  
 N541 G2 X7.949 Y-18.896 I-18.896 J7.94  
 N542 G0 Z1  
 N543 G0 X12.5 Y-22.583  
 N544 G0 Z-10  
 N545 G1 X13.5  
 N546 G1 Y-21  
 N547 G2 X15 Y-19.5 I1.5 J0  
 N548 G3 X19.5 Y-15 I0 J4.5  
 N549 G2 X21 Y-13.5 I1.5 J0  
 N550 G1 X22.583  
 N551 G0 Z1  
 N552 G0 X19.898 Y-10.837  
 N553 G0 Z-11  
 N554 G1 Z-12 F40  
 N555 G1 X19.003 Y-11.283 F80  
 N556 G2 X15.784 Y-15.468 I-19.003 J11.  
 N557 G1 X16.498 Y-16.168  
 N558 G2 X16.168 Y-16.498 I-16.498 J16.  
 N559 G3 X16.498 Y-16.168 I-1.168 J1.49  
 N560 G1 X15.784 Y-15.468  
 N561 G2 X11.283 Y-19.003 I-15.784 J15.  
 N562 G2 X12.213 Y-19.643 I-1.783 J-3.5  
 N563 G2 X15 Y-17.9 I2.787 J-1.357  
 N564 G3 X17.9 Y-15 I0 J2.9  
 N565 G2 X19.643 Y-12.213 I3.1 J0  
 N566 G2 X18.896 Y-7.949 I2.94 J2.713  
 N567 G2 X7.949 Y-18.896 I-18.896 J7.94  
 N568 G0 Z1  
 N569 G0 X12.5 Y-22.583  
 N570 G0 Z-11

N570 G0 Z-11  
 N571 G1 Z-12 F40  
 N572 G1 X13.5 F80  
 N573 G1 Y-21  
 N574 G2 X15 Y-19.5 I1.5 J0  
 N575 G3 X19.5 Y-15 I0 J4.5  
 N576 G2 X21 Y-13.5 I1.5 J0  
 N577 G1 X22.583  
 N578 G0 Z-3  
 ( CONTOUR )  
 N579 G0 Z1  
 N580 G0 X5.5 Y-1  
 N581 G0 Z-12  
 N582 G41  
 N583 G1 Y-2  
 N584 G3 X7.5 Y0 I0 J2  
 N585 G3 X7.5 Y0 I-7.5 J0  
 N586 G3 X5.5 Y2 I-2 J0  
 N587 G40  
 N588 G1 Y1  
 N589 G0 Z1  
 N590 G0 Y-1  
 N591 G0 Z-12  
 N592 G1 Z-13 F40  
 N593 G41  
 N594 G1 Y-2 F80  
 N595 G3 X7.5 Y0 I0 J2  
 N596 G3 X7.5 Y0 I-7.5 J0  
 N597 G3 X5.5 Y2 I-2 J0  
 N598 G40  
 N599 G1 Y1  
 ( CONTOUR )  
 N600 G0 Z1  
 N601 G0 X-8 Y9  
 N602 G0 Z-7  
 N603 G1 Z-10 F40  
 N604 G41  
 N605 G1 Y10 F80  
 N606 G3 X-10 Y8 I0 J-2  
 N607 G1 Y-8  
 N608 G3 X-8 Y-10 I2 J0  
 N609 G1 X8  
 N610 G3 X10 Y-8 I0 J2  
 N611 G1 Y8  
 N612 G3 X8 Y10 I-2 J0  
 N613 G1 X-8  
 N614 G3 X-10 Y8 I0 J-2  
 N615 G3 X-8 Y6 I2 J0  
 N616 G40  
 N617 G1 Y7  
 ( CONTOUR )  
 N618 G0 Z1  
 N619 G0 X14 Y-1  
 N620 G0 Z-2  
 N621 G41  
 N622 G1 Y-2  
 N623 G3 X16 Y0 I0 J2  
 N624 G3 X16 Y0 I-16 J0  
 N625 G3 X14 Y2 I-2 J0  
 N626 G40  
 N627 G1 Y1  
 N628 G0 Z1

N628 G0 Z1  
 N629 G0 Y-1  
 N630 G0 Z-4  
 N631 G41  
 N632 G1 Y-2  
 N633 G3 X16 Y0 I0 J2  
 N634 G3 X16 Y0 I-16 J0  
 N635 G3 X14 Y2 I-2 J0  
 N636 G40  
 N637 G1 Y1  
 N638 G0 Z1  
 N639 G0 Y-1  
 N640 G0 Z-6  
 N641 G41  
 N642 G1 Y-2  
 N643 G3 X16 Y0 I0 J2  
 N644 G3 X16 Y0 I-16 J0  
 N645 G3 X14 Y2 I-2 J0  
 N646 G40  
 N647 G1 Y1  
 N648 G0 Z1  
 N649 G0 Y-1  
 N650 G0 Z-7  
 N651 G1 Z-8 F40  
 N652 G41  
 N653 G1 Y-2 F80  
 N654 G3 X16 Y0 I0 J2  
 N655 G3 X16 Y0 I-16 J0  
 N656 G3 X14 Y2 I-2 J0  
 N657 G40  
 N658 G1 Y1  
 ( CONTOUR )  
 N659 G0 Z1  
 N660 G0 X21  
 N661 G0 Z-2  
 N662 G41  
 N663 G1 Y2  
 N664 G3 X19 Y0 I0 J-2  
 N665 G2 X19 Y0 I-19 J0  
 N666 G3 X21 Y-2 I2 J0  
 N667 G40  
 N668 G1 Y-1  
 N669 G0 Z1  
 N670 G0 Y1  
 N671 G0 Z-4  
 N672 G41  
 N673 G1 Y2  
 N674 G3 X19 Y0 I0 J-2  
 N675 G2 X19 Y0 I-19 J0  
 N676 G3 X21 Y-2 I2 J0  
 N677 G40  
 N678 G1 Y-1  
 N679 G0 Z1  
 N680 G0 Y1  
 N681 G0 Z-6  
 N682 G41  
 N683 G1 Y2  
 N684 G3 X19 Y0 I0 J-2  
 N685 G2 X19 Y0 I-19 J0  
 N686 G3 X21 Y-2 I2 J0  
 N687 G40

N688 G1 Y-1  
 N689 G0 Z1  
 N690 G0 Y1  
 N691 G0 Z-8  
 N692 G41  
 N693 G1 Y2  
 N694 G3 X19 Y0 I0 J-2  
 N695 G2 X19 Y0 I-19 J0  
 N696 G3 X21 Y-2 I2 J0  
 N697 G40  
 N698 G1 Y-1  
 N699 G0 Z1  
 N700 G0 Y1  
 N701 G0 Z-10  
 N702 G41  
 N703 G1 Y2  
 N704 G3 X19 Y0 I0 J-2  
 N705 G2 X19 Y0 I-19 J0  
 N706 G3 X21 Y-2 I2 J0  
 N707 G40  
 N708 G1 Y-1  
 N709 G0 Z1  
 N710 G0 Y1  
 N711 G0 Z-11  
 N712 G1 Z-12 F40  
 N713 G41  
 N714 G1 Y2 F80  
 N715 G3 X19 Y0 I0 J-2  
 N716 G2 X19 Y0 I-19 J0  
 N717 G3 X21 Y-2 I2 J0  
 N718 G40  
 N719 G1 Y-1  
 ( CONTOUR )  
 N720 G0 Z1  
 N721 G0 X-13 Y25  
 N722 G0 Z-6  
 N723 G41  
 N724 G1 Y26  
 N725 G3 X-15 Y24 I0 J-2  
 N726 G1 Y21  
 N727 G3 X-21 Y15 I0 J-6  
 N728 G1 X-24  
 N729 G2 X-15 Y24 I9 J0  
 N730 G3 X-13 Y26 I0 J2  
 N731 G40  
 N732 G1 X-14  
 N733 G0 Z1  
 N734 G0 X-13 Y25  
 N735 G0 Z-8  
 N736 G41  
 N737 G1 Y26  
 N738 G3 X-15 Y24 I0 J-2  
 N739 G1 Y21  
 N740 G3 X-21 Y15 I0 J-6  
 N741 G1 X-24  
 N742 G2 X-15 Y24 I9 J0  
 N743 G3 X-13 Y26 I0 J2  
 N744 G40  
 N745 G1 X-14  
 N746 G0 Z1  
 N747 G0 X-13 Y25  
 N748 G0 Z-10



N748 G0 Z-10  
 N749 G41  
 N750 G1 Y26  
 N751 G3 X-15 Y24 I0 J-2  
 N752 G1 Y21  
 N753 G3 X-21 Y15 I0 J-6  
 N754 G1 X-24  
 N755 G2 X-15 Y24 I9 J0  
 N756 G3 X-13 Y26 I0 J2  
 N757 G40  
 N758 G1 X-14  
 N759 G0 Z1  
 N760 G0 X-13 Y25  
 N761 G0 Z-11  
 N762 G1 Z-12 F40  
 N763 G41  
 N764 G1 Y26 F80  
 N765 G3 X-15 Y24 I0 J-2  
 N766 G1 Y21  
 N767 G3 X-21 Y15 I0 J-6  
 N768 G1 X-24  
 N769 G2 X-15 Y24 I9 J0  
 N770 G3 X-13 Y26 I0 J2  
 N771 G40  
 N772 G1 X-14  
 ( CONTOUR )  
 N773 G0 Z1  
 N774 G0 Y-26  
 N775 G0 Z-6  
 N776 G41  
 N777 G1 X-13  
 N778 G3 X-15 Y-24 I-2 J0  
 N779 G2 X-24 Y-15 I0 J9  
 N780 G1 X-21  
 N781 G3 X-15 Y-21 I6 J0  
 N782 G1 Y-24  
 N783 G3 X-13 Y-26 I2 J0  
 N784 G40  
 N785 G1 Y-25  
 N786 G0 Z1  
 N787 G0 X-14 Y-26  
 N788 G0 Z-8  
 N789 G41  
 N790 G1 X-13  
 N791 G3 X-15 Y-24 I-2 J0  
 N792 G2 X-24 Y-15 I0 J9  
 N793 G1 X-21  
 N794 G3 X-15 Y-21 I6 J0  
 N795 G1 Y-24  
 N796 G3 X-13 Y-26 I2 J0  
 N797 G40  
 N798 G1 Y-25  
 N799 G0 Z1  
 N800 G0 X-14 Y-26  
 N801 G0 Z-10  
 N802 G41  
 N803 G1 X-13  
 N804 G3 X-15 Y-24 I-2 J0  
 N805 G2 X-24 Y-15 I0 J9  
 N806 G1 X-21  
 N807 G3 X-15 Y-21 I6 J0  
 N808 G1 Y-24

N808 G1 Y-24  
 N809 G3 X-13 Y-26 I2 J0  
 N810 G40  
 N811 G1 Y-25  
 N812 G0 Z1  
 N813 G0 X-14 Y-26  
 N814 G0 Z-12  
 N815 G41  
 N816 G1 X-13  
 N817 G3 X-15 Y-24 I-2 J0  
 N818 G2 X-24 Y-15 I0 J9  
 N819 G1 X-21  
 N820 G3 X-15 Y-21 I6 J0  
 N821 G1 Y-24  
 N822 G3 X-13 Y-26 I2 J0  
 N823 G40  
 N824 G1 Y-25  
 ( CONTOUR )  
 N825 G0 Z1  
 N826 G0 X13  
 N827 G0 Z-6  
 N828 G41  
 N829 G1 Y-26  
 N830 G3 X15 Y-24 I0 J2  
 N831 G1 Y-21  
 N832 G3 X21 Y-15 I0 J6  
 N833 G1 X24  
 N834 G2 X15 Y-24 I-9 J0  
 N835 G3 X13 Y-26 I0 J-2  
 N836 G40  
 N837 G1 X14  
 N838 G0 Z1  
 N839 G0 X13 Y-25  
 N840 G0 Z-8  
 N841 G41  
 N842 G1 Y-26  
 N843 G3 X15 Y-24 I0 J2  
 N844 G1 Y-21  
 N845 G3 X21 Y-15 I0 J6  
 N846 G1 X24  
 N847 G2 X15 Y-24 I-9 J0  
 N848 G3 X13 Y-26 I0 J-2  
 N849 G40  
 N850 G1 X14  
 N851 G0 Z1  
 N852 G0 X13 Y-25  
 N853 G0 Z-10  
 N854 G41  
 N855 G1 Y-26  
 N856 G3 X15 Y-24 I0 J2  
 N857 G1 Y-21  
 N858 G3 X21 Y-15 I0 J6  
 N859 G1 X24  
 N860 G2 X15 Y-24 I-9 J0  
 N861 G3 X13 Y-26 I0 J-2  
 N862 G40  
 N863 G1 X14  
 N864 G0 Z1  
 N865 G0 X13 Y-25  
 N866 G0 Z-11  
 N867 G1 Z-12 F40

N868 G41  
 N869 G1 Y-26 F80  
 N870 G3 X15 Y-24 I0 J2  
 N871 G1 Y-21  
 N872 G3 X21 Y-15 I0 J6  
 N873 G1 X24  
 N874 G2 X15 Y-24 I-9 J0  
 N875 G3 X13 Y-26 I0 J-2  
 N876 G40  
 N877 G1 X14  
 ( CONTOUR )  
 N878 G0 Z1  
 N879 G0 X25 Y13  
 N880 G0 Z-6  
 N881 G41  
 N882 G1 X26  
 N883 G3 X24 Y15 I-2 J0  
 N884 G1 X21  
 N885 G3 X15 Y21 I-6 J0  
 N886 G1 Y24  
 N887 G2 X24 Y15 I0 J-9  
 N888 G3 X26 Y13 I2 J0  
 N889 G40  
 N890 G1 Y14  
 N891 G0 Z1  
 N892 G0 X25 Y13  
 N893 G0 Z-8  
 N894 G41  
 N895 G1 X26  
 N896 G3 X24 Y15 I-2 J0  
 N897 G1 X21  
 N898 G3 X15 Y21 I-6 J0  
 N899 G1 Y24  
 N900 G2 X24 Y15 I0 J-9  
 N901 G3 X26 Y13 I2 J0  
 N902 G40  
 N903 G1 Y14  
 N904 G0 Z1  
 N905 G0 X25 Y13  
 N906 G0 Z-10  
 N907 G41  
 N908 G1 X26  
 N909 G3 X24 Y15 I-2 J0  
 N910 G1 X21  
 N911 G3 X15 Y21 I-6 J0  
 N912 G1 Y24  
 N913 G2 X24 Y15 I0 J-9  
 N914 G3 X26 Y13 I2 J0  
 N915 G40  
 N916 G1 Y14  
 N917 G0 Z1  
 N918 G0 X25 Y13  
 N919 G0 Z-11  
 N920 G1 Z-12 F40  
 N921 G41  
 N922 G1 X26 F80  
 N923 G3 X24 Y15 I-2 J0  
 N924 G1 X21  
 N925 G3 X15 Y21 I-6 J0  
 N926 G1 Y24  
 N927 G2 X24 Y15 I0 J-9  
 N928 G3 X26 Y13 I2 J0

```

N928 G3 X26 Y13 I2 J0
N929 G40
N930 G1 Y14
( EXIT )
N931 G0 Z200 M9
N932 G0 X150 Y150
N933 M30

```

Hasil pemrograman dari *software CNC Milling KELLER Q plus* tidak dapat langsung dieksekusi ke mesin *frais CNC TU 3A (emco)* karena bahasa pemrograman yang digunakan berbeda, sehingga perlu dikonversikan terlebih dahulu. Adapun hasil pengkonversian dari *software CNC Milling KELLER Q plus* agar bisa dipakai di mesin *frais CNC TU 3A (emco)* adalah sebagai berikut:

```

N00 G92 X-5000 Y0 Z3000
N01 M06 T1
N02 M03 F100
N03 G00 X2560 Y2560 Z3000
N04 G00 X2560 Y2560 Z-400
N05 G01 X2490 Y2490 Z-400 F100
N06 G01 X1924 Y19.24 Z-400 F100
N07 G03 X1500 Y2100 Z-400 I-424 J-424
N08 G01 X1262 Y2100 Z-400 F100
N09 G02 X2100 Y1262 Z-400 I-1262 J-2100
N10 G01 X2100 Y1500 Z-400 F100
N11 G03 X1923 Y1924 Z-400 I-600 J00
N12 G01 X2489 Y2483 Z-400 F100
N13 G00 X2489 Y2483 Z100
N14 G00 X-1261 Y3000 Z100
N15 G00 X-1261 Y3000 Z-400
N16 G01 X-1261 Y2900 Z-400 F100
N17 G01 X-1261 Y2100 Z-400 F100
N18 G01 X-1500 Y2100 Z-400 F100
N19 G03 X-2100 Y15 Z-400 I00 J-600 F100
N20 G01 X-2100 Y1262 Z-400 F100
N21 G02 X-1262 Y2100 Z-400 I2100 J-1262 F100
N22 G01 X-1262 Y2900 Z-400 F100
N23 G00 X-1262 Y2900 Z100
N24 G00 X-3000 Y-1262 Z100
N25 G00 X-3000 Y-1262 Z-400
N26 G01 X-2900 Y-1262 Z-400 F100

```

N27	G01	X-2100	Y-1262	Z-400	F100		
N28	G01	X-2100	Y-1500	Z-400	F100		
N29	G03	X-1500	Y-2100	Z-400	I600	J00	F100
N30	G01	X-1262	Y-2100	Z-400	F100		
N31	G02	X-2100	Y-1262	Z-400	I1262	J2100	F100
N32	G01	X-2900	Y-1262	Z-400	F100		
N33	G00	X-2900	Y-1262	Z100			
N34	G00	X1262	Y-3000	Z100			
N35	G00	X1262	Y-3000	Z-400			
N36	G01	X1262	Y-2900	Z-400	F100		
N37	G01	X1262	Y-2100	Z-400	F100		
N38	G01	X1500	Y-2100	Z-400	F100		
N39	G03	X2100	Y-1500	Z-400	I00	J600	F100
N40	G01	X2100	Y-1262	Z-400	F100		
N41	G02	X1262	Y-2100	Z-400	I-2100	J1262	F100
N42	G01	X1262	Y-2900	Z-400	F100		
N43	G00	X1262	Y-2900	Z100			
N44	G00	X1262	Y-2900	Z100			
N45	G01	X1262	Y-2900	Z-400	F100		
N46	G02	X-1262	Y-2100	Z-400	I-1262	J2100	F100
N47	G02	X-2100	Y-1262	Z-400	I1262	J2100	F100
N48	G02	X-2100	Y1262	Z-400	I2100	J1262	F100
N49	G02	X-1262	Y2100	Z-400	I2100	J-1262	F100
N50	G02	X1262	Y2100	Z-400	I1262	J-2100	F100
N51	G02	X2100	Y1262	Z-400	I-1262	J-2100	F100
N52	G02	X2450	Y00	Z-400	I-2100	J-1262	F100
N53	G02	X2100	Y-1262	Z-400	I-2450	J00	F100
N54	G00	X2100	Y-1262	Z100			
N55	G00	X214	Y-128	Z100			
N56	G01	X214	Y-128	Z100	F100		
N57	G03	X214	Y-128	Z100	I-214	J128	F100
N58	G01	X900	Y-540	Z100	F100		
N59	G03	X900	Y-540	Z100	I-900	J-540	F100
N60	G00	X900	Y-540	Z100			
N61	G00	X214	Y-128	Z100			
N62	G00	X214	Y-128	Z-400			
N63	G01	X214	Y-128	Z-800	F100		
N64	G03	X214	Y-128	Z-800	I-214	J128	F100
N65	G01	X900	Y-540	Z-800	F100		
N66	G03	X900	Y-540	Z-800	I900	J540	F100
N67	G00	X900	Y-540	Z100			
N68	G00	X450	Y-450	Z100			
N69	G00	X450	Y-450	Z-700			
N70	G01	X450	Y-450	Z-1000	F100		
N71	G01	X450	Y450	Z-1000	F100		
N72	G01	X-450	Y450	Z-1000	F100		

N73	G01	X-450	Y-450	Z-1000	F100		
N74	G01	X450	Y-450	Z-1000	F100		
N75	G00	X450	Y-450	Z100			
N76	G00	X-3000	Y-950	Z100			
N77	G00	X-3000	Y-950	Z-900			
N78	G01	X-2900	Y-950	Z-900	F100		
N79	G01	X-2258	Y-950	Z-900	F100		
N80	G02	X-2258	Y950	Z-900	I2258	J950	F100
N81	G01	X-2900	Y950	Z-900	F100		
N82	G00	X-2900	Y950	Z100			
N83	G00	X-3000	Y-950	Z100			
N84	G00	X-3000	Y-950	Z-1200			
N85	G01	X-2900	Y-950	Z-1200	F100		
N86	G01	X-2258	Y-950	Z-1200	F100		
N87	G02	X-2258	Y950	Z-1200	I2258	J95	F100
N88	G01	Y950	Z-1200	Z-1200	F100		
N89	G00	Y950	Z-1200	Z100			
N90	G00	X950	Y-3000	Z100			
N91	G00	X950	Y-3000	Z-900			
N92	G01	X950	Y-2900	Z-900	F100		
N93	G01	X950	Y-2258	Z-900	F100		
N94	G02	X-950	Y-2258	Z-900	I-950	J2258	F100
N95	G01	X-950	Y-2900	Z-900	F100		
N96	G00	X-950	Y-2900	Z100			
N97	G00	X950	Y-3000	Z100			
N98	G00	X950	Y-3000	Z-1200			
N99	G01	X950	Y-2900	Z-1200	F100		
N100	G01	X950	Y-2258	Z-1200	F100		
N101	G02	X-950	Y-2258	Z-1200	I-950	J2258	F100
N102	G01	X-950	Y-2900	Z-1200	F100		
N103	G00	X-950	Y-2900	Z100			
N104	G00	X3000	Y950	Z100			
N105	G00	X3000	Y950	Z-900			
N106	G01	X2900	Y950	Z-900	F100		
N107	G01	X2258	Y950	Z-900	F100		
N108	G02	X2258	Y-950	Z-900	I-2258	J-950	F100
N109	G01	X2900	Y-950	Z-900	F100		
N110	G00	X2900	Y-950	Z100			
N111	G00	X3000	Y950	Z100			
N112	G00	X3000	Y950	Z-1200			
N113	G01	X2900	Y950	Z-1200	F100		
N114	G01	X2258	Y950	Z-1200	F100		
N115	G02	X2258	Y-950	Z-1200	I2258	J-950	F100
N116	G01	X2900	Y-950	Z-1200	F100		
N117	G00	X2900	Y-950	Z100			
N118	G00	X-950	Y3000	Z100			

N119	G00	X-950	Y3000	Z-900			
N120	G01	X-950	Y2900	Z-900	F100		
N121	G01	X-950	Y2258	Z-900	F100		
N122	G02	X950	Y2258	Z-900	I950	J-2258	F100
N123	G01	X950	Y2900	Z-900	F100		
N124	G00	X950	Y2900	Z100			
N125	G00	X-950	Y3000	Z100			
N126	G00	X-950	Y3000	Z-1200			
N127	G01	X-950	Y2900	Z-1200	F100		
N128	G01	X-950	Y2258	Z-1200	F100		
N129	G02	X950	Y2258	Z-1200	I950	J-2258	F100
N130	G01	X950	Y2900	Z-1200	F100		
N131	G00	X950	Y2900	Z100			
N132	G00	X62	Y190	Z100			
N133	G00	X62	Y190	Z-900			
N134	G01	X62	Y190	Z-1300	F100		
N135	G03	X62	Y190	Z-1300	I-062	J-190	F100
N136	G00	X62	Y190	Z100			
N137	G00	X62	Y190	Z2000			
N138	G00	X15000	Y15000	Z2000			
N139	M05						
N140	M06	T2					
N141	M03						
N142	G00	X450	Y-750	Z2000			
N143	G00	X450	Y-750	Z-900			
N144	G01	X450	Y-750	Z-1000	F100		
N145	G01	X450	Y-850	Z-1000	F100		
N146	G01	X00	Y-850	Z-1000	F100		
N147	G03	X850	Y-800	Z-1000	I00	J50	F100
N148	G01	X850	Y-450	Z-1000	F100		
N149	G00	X850	Y-450	Z100			
N150	G00	X750	Y450	Z100			
N151	G00	X750	Y450	Z-900			
N152	G01	X750	Y450	Z-1000	F100		
N153	G01	X850	Y450	Z-1000	F100		
N154	G01	X850	Y800	Z-1000	F100		
N155	G03	X800	Y850	Z-1000	I-50	J00	F100
N156	G01	X450	Y850	Z-1000	F100		
N157	G00	X450	Y850	Z100			
N158	G00	X-750	Y-450	Z100			
N159	G01	X-750	Y-450	Z-1000	F100		
N160	G01	X-850	Y-450	Z-1000	F100		
N161	G01	X-850	Y800	Z-1000	F100		
N162	G03	X-800	Y-850	Z-1000	I50	J00	F100
N163	G01	X-450	Y-850	Z-1000	F100		
N164	G00	X-450	Y-850	Z100			

N165	G00	X-450	Y750	Z100			
N166	G01	X-450	Y750	Z-1000	F100		
N167	G01	X-450	Y850	Z-1000	F100		
N168	G01	X-800	Y850	Z-1000	F100		
N169	G03	X-850	Y800	Z-1000	I00	J50	F100
N170	G01	X-850	Y450	Z-1000	F100		
N171	G00	X-850	Y450	Z100			
N172	G00	X-1989	Y1087	Z100			
N173	G01	X-1989	Y1087	Z-600	F100		
N174	G02	X-1578	Y1546	Z-600	I1900	J-1100	F100
N175	G01	X-1649	Y1616	Z-600	F100		
N176	G02	X-1616	Y1649	Z-600	I1649	J-1600	F100
N177	G03	X-1649	Y1616	Z-600	I116	J-149	F100
N178	G01	X-1578	Y1546	Z-600	F100		
N179	G02	X-1128	Y1900	Z-600	I1578	J-1500	F100
N180	G02	X-1221	Y1964	Z-600	I178	J358	F100
N181	G02	X-1500	Y1790	Z-600	I-278	J135	F100
N182	G03	X-1790	Y1500	Z-600	I00	J-290	F100
N183	G02	X-1964	Y1221	Z-600	I-310	J00	F100
N184	G02	X-1889	Y794	Z-600	I-294	J-271	F100
N185	G02	X-794	Y1889	Z-600	I1889	J-794	F100
N186	G00	X-794	Y1889	Z100			
N187	G00	X-1250	Y2258	Z100			
N188	G00	X-1250	Y2258	Z-600			
N189	G01	X-1350	Y2258	Z-600	F100		
N190	G01	X-1350	Y2100	Z-600	F100		
N191	G02	X-1500	Y1950	Z-600	I-150	J00	F100
N192	G03	X-1950	Y1500	Z-600	I00	J-450	F100
N193	G02	X-2100	Y1350	Z-600	I-150	J00	F100
N194	G01	X-2258	Y1350	Z-600	F100		
N195	G00	X-2258	Y1350	Z100			
N196	G00	X-1989	Y1083	Z100			
N197	G00	X-1989	Y1083	Z-800			
N198	G01	X-1900	Y1128	Z-800	F100		
N199	G02	X-1578	Y1546	Z-800	I1900	J-1100	F100
N200	G01	X-1649	Y1616	Z-800	F100		
N201	G02	X-1616	Y1649	Z-800	I1649	J-1600	F100
N202	G03	X-1649	Y1616	Z-800	I116	J-149	F100
N203	G01	X-1578	Y1546	Z-800	F100		
N204	G02	X-1128	Y1900	Z-800	I1578	J-1500	F100
N205	G02	X-1221	Y1964	Z-800	I178	J358	F100
N206	G02	X-1500	Y1790	Z-800	I-278	J135	F100
N207	G03	X-1790	Y1500	Z-800	I00	J-290	F100
N208	G02	X-1964	Y1221	Z-800	I-310	J00	F100
N209	G02	X-1889	Y794	Z-800	I-294	J-271	F100
N210	G02	X-794	Y1889	Z-800	I1889	J-794	F100



N211	G00	X-794	Y1889	Z100			
N212	G00	X-1250	Y2258	Z100			
N213	G00	X-1250	Y2258	Z-800			
N214	G01	X-1350	Y2258	Z-800	F100		
N215	G01	X-1350	Y2100	Z-800	F100		
N216	G02	X-1500	Y1950	Z-800	I-150	J00	F100
N217	G03	X-1950	Y1500	Z-800	I00	J-450	F100
N218	G02	X-2100	Y1350	Z-800	I-150	J00	F100
N219	G01	X-2258	Y1350	Z-800	F100		
N220	G00	X-2258	Y1350	Z100			
N221	G00	X-1989	Y1083	Z100			
N222	G00	X-1989	Y1083	Z-1000			
N223	G01	X-1900	Y1128	Z-1000	F100		
N224	G02	X-1578	Y1546	Z-1000	I1900	J-1100	F100
N225	G01	X-1649	Y1616	Z-1000	F100		
N226	G02	X-1616	Y1649	Z-1000	I1649	J-1600	F100
N227	G03	X-1649	Y1616	Z-1000	I116	J-149	F100
N228	G01	X-1578	Y1546	Z-1000	F100		
N229	G02	X-1128	Y1900	Z-1000	I1578	J-1500	F100
N230	G02	X-1221	Y1964	Z-1000	I178	J358	F100
N231	G02	X-1500	Y1790	Z-1000	I-278	J135	F100
N232	G03	X-1790	Y1500	Z-1000	I00	J-290	F100
N233	G02	X-1964	Y1221	Z-1000	I-310	J00	F100
N234	G02	X-1889	Y794	Z-1000	I-294	J-271	F100
N235	G02	X-794	Y1889	Z-1000	I1889	J-794	F100
N236	G00	X-794	Y1889	Z100			
N237	G00	X-1250	Y2258	Z100			
N238	G00	X-1250	Y2258	Z-1000			
N239	G00	X-1350	Y2258	Z-1000			
N240	G01	X-1350	Y2100	Z-1000	F100		
N241	G02	X-1500	Y1950	Z-1000	I-150	J00	F100
N242	G03	X-1950	Y1500	Z-1000	I00	J-450	F100
N243	G02	X-2400	Y1350	Z-1000	I-150	J00	F100
N244	G01	X-2258	Y1350	Z-100	F100		
N245	G00	X-2258	Y1350	Z100			
N246	G00	X-1989	Y1087	Z100			
N247	G00	X-1989	Y1087	Z-1100			
N248	G01	X-1989	Y1087	Z-1200	F100		
N249	G01	X-1900	Y1128	Z-1200	F100		
N250	G02	X-1578	Y1128	Z-1200	I1900	J-1100	F100
N251	G01	X-1649	Y1616	Z-1200	F100		
N252	G02	X-1616	Y1649	Z-1200	I1649	J-1600	F100
N253	G03	X1649	Y1616	Z-1200	I116	J149	F100
N254	G01	X-1578	Y1549	Z-1200	F100		
N255	G02	X-1128	Y1900	Z-1200	I1578	J-1500	F100
N256	G02	X-1221	Y1964	Z-1200	I178	J358	F100

N257	G02	X-1500	Y1790	Z-1200	I-278	J135	F100
N258	G03	X-1790	Y1500	Z-1200	I00	J-290	F100
N259	G02	X-1964	Y1221	Z-1200	I-310	J00	F100
N260	G02	X-1889	Y794	Z-1200	I-294	J-271	F100
N261	G02	X-794	Y1889	Z-1200	I1889	J-794	F100
N262	G00	X-794	Y1889	Z100			
N263	G00	X-1250	Y2258	Z100			
N264	G00	X-1250	Y2258	Z-1100			
N265	G01	X-1250	Y2258	Z-1200	F100		
N266	G01	X-1350	Y2258	Z-1200	F100		
N267	G01	X-1350	Y2100	Z-1200	F100		
N268	G02	X-1500	Y1950	Z-1200	I-150	J00	F100
N269	G03	X-1950	Y1500	Z-1200	I00	J-450	F100
N270	G02	X-2100	Y1350	Z-1200	I-150	J00	F100
N271	G01	X-2258	Y1350	Z-1200	F100		
N272	G00	X-2258	Y1350	Z100			
N273	G00	X-2037	Y-1153	Z100			
N274	G00	X-2037	Y-1153	Z-600			
N275	G01	X-1964	Y-1221	Z-600	F100		
N276	G02	X-1790	Y-1500	Z-600	I-135	J-278	F100
N277	G03	X-1728	Y-1678	Z-600	I290	J00	F100
N278	G01	X-1649	Y-1616	Z-600	F100		
N279	G03	X-1616	Y-1649	Z-600	I149	J116	F100
N280	G02	X-1649	Y-1616	Z-600	I1616	J1600	F100
N281	G01	X-1728	Y-1678	Z-600	F100		
N282	G03	X-1500	Y-1790	Z-600	I228	J178	F100
N283	G02	X-1221	Y-1964	Z-600	I00	J-310	F100
N284	G02	X-1128	Y-1900	Z-600	I1271	J-290	F100
N285	G02	X-1900	Y-1128	Z-600	I1128	J1900	F100
N286	G02	X-2258	Y-1350	Z-600	I-358	J178	F100
N287	G01	X-2100	Y-1350	Z-600	F100		
N288	G01	X-1649	Y-1616	Z-600	F100		
N289	G03	X-1500	Y-1950	Z-600	I450	J00	F100
N290	G02	X-1350	Y-2100	Z-600	I00	J-150	F100
N291	G01	X-1350	Y-2258	Z-600	F100		
N292	G00	X-1350	Y-2258	Z100			
N293	G00	X-833	Y-1981	Z100			
N294	G00	X-833	Y-1981	Z-600			
N295	G01	X-794	Y-1889	Z-600	F100		
N296	G02	X-1889	Y-794	Z-600	I794	J1889	F100
N297	G00	X-1889	Y-794	Z100			
N298	G00	X-2037	Y-1153	Z-600			
N299	G00	X-2037	Y-1153	Z-800			
N300	G01	X-1964	Y-1221	Z-600	F100		
N301	G02	X-1790	Y-1500	Z-600	I-135	J-278	F100
N302	G03	X-1728	Y-1678	Z-600	I290	J00	F100

N303	G01	X-1649	Y-1616	Z-600	F100		
N304	G03	X-1616	Y-1649	Z-600	I149	J116	F100
N305	G02	X-1649	Y1616	Z-600	I1616	J1600	F100
N306	G01	X-1728	Y-1678	Z-600	F100		
N307	G03	X-1500	Y-1790	Z-600	I228	J178	F100
N308	G02	X-1221	Y-1964	Z-600	I00	J-310	F100
N309	G02	X-1128	Y-1900	Z-600	271	J-290	F100
N310	G02	X-1900	Y-1128	Z-600	I1128	J1900	F100
N311	G02	X-2258	Y-1350	Z-600	I-358	J178	F100
N312	G01	X-2100	Y-1350	Z-600	F100		
N313	G02	X-1950	Y-1500	Z-600	I00	J-150	F100
N314	G03	X-1500	Y-1950	Z-600	I450	J00	F100
N315	G02	X-1350	Y-2100	Z-600	I00	J-150	F100
N316	G01	X-1350	Y-2258	Z-600	F100		
N317	G00	X-1350	Y-2258	Z100			
N318	G00	X-833	Y-1981	Z100			
N319	G00	X-833	Y-1981	Z-800			
N320	G01	X-794	Y-1889	Z-800	F100		
N321	G02	X-1889	Y-794	Z-800	I794	J1889	F100
N322	G00	X-1889	Y-794	Z100			
N323	G00	X-2037	Y-1153	Z100			
N324	G00	X-2037	Y-1153	Z-1000			
N325	G01	X-1964	Y-1221	Z-1000	F100		
N326	G02	X-1790	Y-1500	Z-1000	I-135	J-278	F100
N327	G03	X-1728	Y-1678	Z-1000	I290	J00	F100
N328	G01	X-1649	Y-1616	Z-1000	F100		
N329	G03	X-1616	Y-1649	Z-1000	I149	J116	F100
N330	G02	X-1649	Y-1616	Z-1000	I1616	J1600	F100
N331	G01	X-1728	Y-1678	Z-1000	F100		
N332	G03	X-1500	Y-1790	Z-1000	I228	J178	F100
N333	G02	X-1221	Y-1964	Z-1000	I00	J-310	F100
N334	G02	X-1128	Y-1900	Z-1000	I271	J-290	F100
N335	G02	X-1900	Y-1128	Z-1000	I1128	J1900	F100
N336	G02	X-2258	Y-1350	Z-1000	I-358	J178	F100
N337	G01	X-2100	Y-1350	Z-1000	F100		
N338	G02	X-1950	Y-1500	Z-1000	I00	J-150	F100
N339	G03	X-1500	Y-1950	Z-1000	I450	J00	F100
N340	G02	X-1350	Y-2100	Z-1000	I00	J-150	F100
N341	G01	X-1350	Y-2258	Z-1000	F100		
N342	G00	X-1350	Y-2258	Z100			
N343	G00	X-822	Y-1981	Z100			
N344	G00	X-822	Y-1981	Z-1000			
N345	G01	X-794	Y-1889	Z-1000	F100		
N346	G02	X-1889	Y-794	Z-1000	I794	J1889	F100
N347	G00	X-1889	Y-794	Z100			
N348	G00	X-2037	Y-1153	Z100			

N349	G00	X-2037	Y-1153	Z-1100			
N350	G01	X-1200	Y-1153	Z-1100	F100		
N351	G01	X-1964	Y-1221	Z-1100	F100		
N352	G02	X-1790	Y-1500	Z-1100	I-135	J-278	F100
N353	G03	X-1728	Y-1678	Z-1100	I290	J00	F100
N354	G01	X-1649	Y-1616	Z-1100	F100		
N355	G02	X-1616	Y-1649	Z-1100	I148	J116	F100
N356	G02	X-1649	Y-1616	Z-1100	I1616	J1600	F100
N357	G01	X-1728	Y-1678	Z-1100	F100		
N358	G03	X-1500	Y-1790	Z-1100	I228	J178	F100
N359	G02	X-1221	Y-1964	Z-1100	I00	J-310	F100
N360	G02	X-1128	Y-1900	Z-1100	I271	J-290	F100
N361	G02	X-1900	Y-1128	Z-1100	I1128	J1900	F100
N362	G02	X-2258	Y-1350	Z-1100	I-358	J178	F100
N363	G01	X-2100	Y-1350	Z-1100	F100		
N364	G02	X-1950	Y-1500	Z-1100	I00	J-150	F100
N365	G03	X-1500	Y-1950	Z-1100	I4500	J00	F100
N366	G02	X-1350	Y-2100	Z-1100	I00	J-150	F100
N367	G01	X-1350	Y-2258	Z-1100	F100		
N368	G00	X-1350	Y-2258	Z100			
N369	G00	X-833	Y-1981	Z100			
N370	G01	X-833	Y-1981	Z-1200	F100		
N371	G01	X-794	Y-1889	Z-1200	F100		
N372	G02	X-1889	Y-794	Z-1200	I794	J1889	F100
N373	G00	X-1889	Y-794	Z100			
N374	G00	X1083	Y1989	Z100			
N375	G00	X1083	Y1989	Z-600			
N376	G01	X1128	Y1900	Z-600	F100		
N377	G02	X1546	Y1578	Z-600	I-1128	J-1900	F100
N378	G01	X1616	Y1649	Z-600	F100		
N379	G02	X1649	Y1616	Z-600	I-1616	J-1600	F100
N380	G03	X1616	Y1649	Z-600	I-149	J-116	F100
N381	G01	X1546	Y1578	Z-600	F100		
N382	G02	X1900	Y1128	Z-600	I-1546	J-1500	F100
N383	G02	X1964	Y1221	Z-600	I358	J-178	F100
N384	G02	X1790	Y1500	Z-600	I135	J278	F100
N385	G03	X1500	Y1790	Z-600	I-290	J00	F100
N386	G02	X1221	Y-1964	Z-600	I00	J3100	F100
N387	G02	X794	Y1889	Z-600	I-271	J295	F100
N388	G02	X1009	Y794	Z-600	I-794	J1889	F100
N389	G00	X1009	Y794	Z100			
N390	G00	X2258	Y1250	Z100			
N391	G00	X2258	Y1250	Z-600			
N392	G01	X2258	Y1350	Z-600	F100		
N393	G01	X2100	Y1350	Z-600	F100		
N394	G02	X1950	Y1500	Z-600	I00	J1500	F100

N395	G03	X1500	Y1950	Z-600	I-45	J00	F100
N396	G02	X1350	Y2100	Z-600	I00	J15	F100
N397	G01	X1350	Y2258	Z-600	F100		
N398	G00	X1350	Y2258	Z100			
N399	G00	X1083	Y1989	Z100			
N400	G00	X1083	Y1989	Z-800			
N401	G01	X1128	Y1900	Z-800	F100		
N402	G02	X1546	Y1578	Z-800	I-1128	J-1900	F100
N403	G01	X1616	Y1649	Z-800	F100		
N404	G02	X1649	Y1616	Z-800	I-1616	J-1600	F100
N405	G03	X1616	Y1649	Z-800	I-149	J-116	F100
N406	G01	X1546	Y1578	Z-800	F100		
N407	G02	X1900	Y1128	Z-800	I-1546	J-1500	F100
N408	G02	X1964	Y1221	Z-800	I358	J-178	F100
N409	G02	X1790	Y1500	Z-800	I135	J278	F100
N410	G03	X1500	Y1790	Z-800	I-290	J00	F100
N411	G02	X1221	Y1964	Z-800	I00	J310	F100
N412	G02	X794	Y1889	Z-800	I-271	J294	F100
N413	G02	X1889	Y794	Z-800	I-794	J-1889	F100
N414	G00	X1889	Y794	Z100			
N415	G00	X2258	Y1250	Z100			
N416	G00	X2258	Y1250	Z-800			
N417	G01	X2258	Y1350	Z-800	F100		
N418	G01	X2100	Y1350	Z-800	F100		
N419	G02	X1950	Y1500	Z-800	I00	J150	F100
N420	G03	X150	Y1950	Z-800	I-450	J00	F100
N421	G02	X1350	Y2100	Z-800	I00	J150	F100
N422	G01	X1350	Y2258	Z-800	F100		
N423	G00	X1350	Y2258	Z100			
N424	G00	X1083	Y1989	Z100			
N425	G00	X1083	Y1989	Z-1000			
N426	G01	X1128	Y1900	Z-1000	F100		
N427	G02	X1546	Y1578	Z-1000	I-1128	J-1900	F100
N428	G01	X1616	Y1649	Z-1000	F100		
N429	G02	X1649	Y1616	Z-1000	I-1616	J-1600	F100
N430	G03	X1616	Y1649	Z-1000	I-149	J-116	F100
N431	G01	X1546	Y1578	Z-1000	F100		
N432	G02	X1900	Y1128	Z-1000	I-1546	J-1500	F100
N433	G02	X1964	Y1221	Z-1000	I358	J-178	F100
N434	G02	X1790	Y1500	Z-1000	I135	J278	F100
N435	G03	X1500	Y1790	Z-1000	I-290	J00	F100
N436	G02	X1221	Y1964	Z-1000	I00	J310	F100
N437	G02	X794	Y1889	Z-1000	I-271	J294	F100
N438	G02	X1889	Y794	Z-1000	I-794	J-1889	F100
N439	G00	X1889	Y794	Z100			
G440	G00	X2258	Y1250	Z100			

N441	G00	X2258	Y1250	Z-1000			
N442	G01	X2258	Y1350	Z-1000	F100		
N443	G01	X2100	Y1350	Z-1000	F100		
N444	G02	X1950	Y1500	Z-1000	I00	J150	F100
N445	G03	X1500	Y1950	Z-1000	I-450	J00	F100
N446	G02	X1350	Y2100	Z-1000	I00	J150	F100
N447	G01	X1350	Y2253	Z-1000	F100		
N448	G00	X1350	Y2253	Z100			
N449	G00	X1083	Y1989	Z100			
N450	G01	X1083	Y1989	Z-1200	F100		
N451	G01	X1128	Y1900	Z-1200	F100		
N452	G02	X1546	Y1578	Z-1200	I-1128	J-19	F100
N453	G01	X1616	Y1649	Z-1200	F100		
N454	G02	X1649	Y1616	Z-1200	I-1616	J-1600	F100
N455	G03	X1616	Y1649	Z-1200	I-149	J-116	F100
N456	G01	X1546	Y1578	Z-1200	F100		
N457	G02	X1900	Y1128	Z-1200	I-1546	J-1500	F100
N458	G02	X1964	Y1221	Z-1200	I358	J-178	F100
N459	G03	X1500	Y1790	Z-1200	I-290	J00	F100
N460	G02	X1221	Y1964	Z-1200	I00	J310	F100
N461	G02	X794	Y1889	Z-1200	I-271	J294	F100
N462	G02	X1889	Y794	Z-1200	I-794	J-1889	F100
N463	G00	X1889	Y794	Z100			
N464	G00	X2258	Y1250	Z100			
N465	G01	X2258	Y1250	Z-1200	F100		
N466	G01	X2258	Y1350	Z-1200	F100		
N467	G01	X2100	Y1350	Z-1200	F100		
N468	G02	X1950	Y1500	Z-1200	I00	J150	F100
N469	G03	X1500	Y1950	Z-1200	I-4500	J00	F100
N470	G02	X1350	Y2100	Z-1200	I00	J150	F100
N471	G01	X1350	Y2258	Z-1200	F100		
N472	G00	X1350	Y2258	Z100			
N473	G00	X1989	Y-1083	Z100			
N474	G00	X1989	Y-1083	Z-600			
N475	G01	X1900	Y-1128	Z-600	F100		
N476	G02	X1574	Y-1546	Z-600	I-1900	J1100	F100
N477	G01	X1649	Y-1616	Z-600	F100		
N478	G02	X1616	Y-1649	Z-600	I-1649	J1600	F100
N479	G03	X1649	Y-1616	Z-600	I-116	J149	F100
N480	G01	X1578	Y-1546	Z-600	F100		
N481	G02	X1128	Y-1900	Z-600	I-1578	J1500	F100
N482	G02	X1221	Y-1964	Z-600	I-178	J-350	F100
N483	G02	X1500	Y-1790	Z-600	I278	J-135	F100
N484	G03	X1790	Y1500	Z-600	I00	J290	F100
N485	G02	X1964	Y-1221	Z-600	I310	J00	F100
N486	G02	X1889	Y-794	Z-600	I294	J271	F100

N487	G02	X794	Y-1889	Z-600	I-1889	J794	F100
N488	G00	X794	Y-1889	Z2100			
N489	G00	X1250	Y-2258	Z100			
N490	G00	X1250	Y-2258	Z-600			
N491	G01	X1350	Y-2258	Z-600	F100		
N492	G01	X1350	Y-2100	Z-600	F100		
N493	G02	X1500	Y-1950	Z-600	I150	J00	F100
N494	G03	X1950	Y-1500	Z-600	I00	J450	F100
N495	G02	X2100	Y-1350	Z-600	I150	J00	F100
N496	G01	X2258	Y-1350	Z-600	F100		
N497	G00	X2258	Y-1350	Z100			
N498	G00	X1989	Y-1083	Z100			
N499	G00	X1989	Y-1083	Z-800			
N500	G01	X1900	Y-1128	Z-800	F100		
N501	G02	X1578	Y-1546	Z-800	I-1900	J1100	F100
N502	G01	X1649	Y-1616	Z-800	F100		
N503	G02	X1616	Y-1649	Z-800	I-1659	J1600	F100
N504	G01	X1578	Y-1546	Z-800	F100		
N505	G02	X1128	Y-1900	Z-800	I-1578	J1500	F100
N506	G02	X1221	Y-1964	Z-800	I-178	J-350	F100
N507	G02	X1500	Y-1790	Z-800	I278	J-135	F100
N508	G03	X1790	Y-1500	Z-800	I00	J290	F100
N509	G02	X1964	Y-1221	Z-800	I310	J00	F100
N510	G02	X1889	Y-1221	Z-800	I294	J271	F100
N511	G02	X794	Y-1889	Z-800	I-1889	J794	F100
N512	G00	X794	Y-1889	Z100			
N513	G00	X1250	Y-2258	Z100			
N514	G00	X1250	Y-2258	Z-800			
N515	G01	X1350	Y-2258	Z-800	F100		
N516	G01	X1350	Y-2100	Z-800	F100		
N517	G02	X1500	Y-1950	Z-800	I150	J00	F100
N518	G03	1950	Y-1500	Z-800	I00	J450	F100
N519	G02	X2100	Y-1350	Z-800	I150	J00	F100
N520	G01	X2258	Y-1350	Z-800	F100		
N521	G00	X2258	Y-1350	Z100			
N522	G00	X1989	Y-1087	Z100			
N523	G00	X1989	Y-1087	Z-1000			
N524	G01	X1900	Y-1128	Z-1000	F100		
N525	G02	X1578	Y-1546	Z-1000	I-1900	J1100	
N526	G01	X1649	Y-1616	Z-1000	F100		
N527	G02	X1616	Y-1649	Z-1000	I-1949	J1600	F100
N528	G03	X1649	Y-1616	Z-1000	I-116	J149	F100
N529	G01	X1578	Y-1546	Z-1000	F100		
N530	G02	X1128	Y-1900	Z-1000	I-1578	J1500	F100
N531	G02	X1221	Y-1964	Z-1000	I-178	J-350	F100

N532	G02	X1500	Y-1790	Z-1000	I278	J-135	F100
N533	G03	X1790	Y-1500	Z-1000	I00	J2900	F100
N534	G02	X1964	Y-1221	Z-1000	I310	J00	F100
N535	G02	X1889	Y-794	Z-1000	I294	J271	F100
N536	G02	X794	Y-1889	Z-1000	I-1889	J794	F100
N537	G00	X1500	Y-1790	Z100			
N538	G00	X1250	Y-2258	Z100			
N539	G00	X1250	Y-2258	Z-1000			
N540	G01	X1350	Y-2258	Z-1000	F100		
N541	G01	X1350	Y-2100	Z-1000	F100		
N542	G02	X1500	Y-1950	Z-1000	I150	J00	F100
N543	G03	X1950	Y-1500	Z-1000	I00	J450	F100
N544	G02	X2100	Y-1350	Z-1000	I150	J00	F100
N545	G01	X2258	Y-1350	Z-1000	F100		
N546	G00	X2258	Y-1350	Z100			
N547	G00	X1989	Y-1083	Z100			
N548	G00	X1989	Y-1083	Z-1100			
N549	G00	X1989	Y-1083	Z-1200			
N550	G01	X1900	Y-1128	Z-1200	F100		
N551	G02	X1578	Y-1546	Z-1200	I-1900	J1100	F100
N552	G01	X1649	Y-1616	Z-1200	F100		
N553	G02	X1616	Y-1649	Z-1200	I-1649	J1600	F100
N554	G03	X1649	Y-1616	Z-1200	I-116	J149	F100
N555	G01	X1578	Y-1546	Z-1200	F100		
N556	G02	X1128	Y-1900	Z-1200	I-1578	J1500	F100
N557	G02	X1221	Y-1964	Z-1200	I-178	J-350	F100
N558	G02	X1500	Y-1790	Z-1200	I278	J-135	F100
N559	G03	X1790	Y-1500	Z-1200	I00	J290	F100
N560	G02	X1964	Y-1221	Z-1200	I310	J00	F100
N561	G02	X1889	Y-794	Z-1200	I294	J271	F100
N562	G02	X794	Y-1889	Z-1200	I-1889	J794	F100
N563	G00	X794	Y-1889	Z100			
N564	G00	X1250	Y-2258	Z100			
N565	G01	X1250	Y-2258	Z-1200	F100		
N566	G01	X1350	Y-2258	Z-1200	F100		
N567	G01	X1350	Y-2100	Z-1200	F100		
N568	G03	X1950	Y-1500	Z-1200	I00	J450	F100
N569	G02	X2100	Y-1350	Z-1200	I150	J00	F100
N570	G01	X2258	Y-1350	Z-1200	F100		
N571	G00	X2258	Y-1350	Z100			
N572	G00	X550	Y-100	Z100			
N573	G00	X550	Y-100	Z-1200			
N574	G01	X550	Y-200	Z-1200	F110		
N575	G03	X750	Y00	Z-1200	I00	J20	F110
N576	G03	X750	Y00	Z-1200	I-750	J00	F110
N577	G03	X550	Y200	Z-1200	I-200	J00	F110



N578	G00	X550	Y200	Z100			
N579	G00	X550	Y-100	Z100			
N580	G01	X550	Y-100	Z-1300	F1100		
N581	G01	X550	Y-200	Z-1300	F110		
N582	G03	X750	Y00	Z-1300	I00	J200	F110
N583	G03	X750	Y00	Z-1300	I-750	J00	F110
N584	G03	X550	Y200	Z-1300	I-200	J00	F110
N585	G01	X550	Y100	Z-1300	F110		
N586	G00	X550	Y100	Z100			
N587	G00	X-800	Y900	Z100			
N589	G01	X-800	Y900	Z-1000	F110		
N590	G01	X-800	Y1000	Z-1000	F110		
N591	G03	X-1000	Y800	Z-1000	I00	J-200	F110
N592	G01	X-1000	Y-800	Z-1000	F110		
N593	G03	X-800	Y-1000	Z-1000	I200	J00	F110
N594	G01	X800	Y800	Z-1000	F110		
N595	G03	X1000	Y-800	Z-1000	I00	J200	F110
N596	G01	X1000	Y800	Z-1000	F110		
N797	G03	X800	Y1000	Z-1000	I-200	J00	F110
N598	G01	X-800	Y800	Z-1000	F110		
N599	G03	X-1000	Y800	Z-1000	I00	J-200	F110
N600	G03	X-800	Y600	Z-1000	I200	J00	F110
N601	G01	X-800	Y700	Z-1000	F110		
N602	G00	X-800	Y700	Z100			
N603	G00	X1400	Y-100	Z100			
N604	G00	X1400	Y-100	Z-200			
N605	G01	X1400	Y-200	Z-200	F110		
N606	G03	X1600	Y00	Z-200	I00	J200	F110
N607	G03	X1600	Y00	Z-200	I-1600	J00	
N608	G03	X1400	Y200	Z-200	I-200	J00	F100
N609	G01	X1400	Y100	Z-200	F110		
N610	G00	X1400	Y100	Z100			
N611	G00	X1400	Y-100	Z100			
N612	G00	X1400	Y-100	Z-400			
N613	G01	X1400	Y-200	Z-400	F110		
N614	G03	X1600	Y00	Z-400	I00	J200	F110
N615	G03	X1600	Y00	Z-400	I-1600	J00	F110
N616	G03	X1400	Y200	Z-400	I-200	J00	F110
N617	G01	X1400	Y100	Z-400	F110		
N618	G00	X1400	Y100	Z100			
N619	G00	X1400	Y-100	Z100			
N620	G00	X1400	Y-100	Z-600			
N621	G01	X1400	Y-200	Z-600	F110		
N622	G03	X1600	Y00	Z-600	I00	J200	F110
N623	G03	X1600	Y00	Z-600	I-1600	J00	F110
N624	G03	X1400	Y200	Z-600	I-200	J00	F110

N625	G01	X1400	Y100	Z-600	F110		
N626	G00	X1400	Y100	Z100			
N627	G00	X1400	Y-100	Z100			
N628	G00	X1400	Y-100	Z-700			
N629	G01	X1400	Y-100	Z-800	F110		
N630	G01	X1400	Y-200	Z-800	F110		
N631	G03	X1600	Y00	Z-800	I00	J200	F110
N632	G03	X1600	Y00	Z-800	I-16	J00	F110
N633	G03	X1400	Y200	Z-400	I-200	J00	F110
N634	G01	X1400	Y100	Z-400	F110		
N635	G00	X1400	Y100	Z100			
N636	G00	X2100	Y100	Z100			
N637	G00	X2100	Y100	Z-200			
N638	G01	X2100	Y200	Z-200	F110		
N639	G03	X1900	Y00	Z-200	I00	J-200	F110
N640	G02	X1900	Y00	Z-200	I-1900	J00	F110
N641	G03	X2100	Y-200	Z-200	I200	J00	F110
N642	G01	X2100	Y-100	Z-200	F110		
N643	G00	X1400	Y100	Z100			
N644	G00	X2100	Y100	Z100			
N645	G00	X2100	Y100	Z-400			
N646	G01	X2100	Y200	Z-400	F110		
N647	G03	X1900	Y00	Z-400	I00	J-200	F110
N648	G02	X1900	Y00	Z-400	I-1900	J00	F110
N649	G03	X2100	Y-200	Z-400	I200	J00	F110
N650	G01	X2100	Y-100	Z-400	F110		
N651	G00	X1400	Y100	Z100			
N652	G00	X2100	Y100	Z100			
N653	G00	X2100	Y100	Z-600			
N654	G01	X2100	Y200	Z-600	F110		
N655	G03	X1900	Y00	Z-600	I00	J-200	F110
N656	G02	X1900	Y00	Z-600	I-1900	J00	F110
N657	G03	X2100	Y-200	Z-600	I200	J00	F110
N658	G01	X2100	Y-100	Z-600	F110		
N659	G00	X1400	Y100	Z100			
N660	G00	X2100	Y100	Z100			
N661	G00	X2100	Y100	Z-800			
N662	G01	X2100	Y200	Z-800	F110		
N663	G03	X1900	Y00	Z-800	I00	J-200	F110
N664	G02	X1900	Y00	Z-800	I-1900	J00	F110
N665	G03	X2100	Y-200	Z-800	I200	J00	F110
N666	G01	X2100	Y-100	Z-800	F110		
N667	G00	X1400	Y100	Z100			
N668	G00	X2100	Y100	Z100			
N669	G00	X2100	Y100	Z-1000			
N670	G01	X2100	Y200	Z-1000	F110		

N671	G03	X1900	Y00	Z-1000	I00	J-200	F110
N672	G02	X1900	Y00	Z-1000	I-1900	J00	F110
N673	G03	X2100	Y-200	Z-1000	I200	J00	F110
N674	G01	X2100	Y-100	Z10200	F110		
N675	G00	X1400	Y100	Z100			
N676	G00	X2100	Y100	Z100			
N677	G00	X2100	Y100	Z-1200			
N678	G01	X2100	Y200	Z-1200	F110		
N679	G03	X1900	Y00	Z-1200	I00	J-200	F110
N680	G02	X1900	Y00	Z-1200	I-1900	J00	F110
N681	G03	X2100	Y-200	Z-1200	I200	J00	F110
N682	G01	X2100	Y-100	Z-1200	F110		
N683	G00	X2100	Y-100	Z100			
N684	G00	X-1300	Y2500	Z100			
N685	G00	X-1300	Y2500	Z-600			
N686	G01	X-1300	Y2600	Z-600	F110		
N687	G03	X-1500	Y2400	Z-600	I00	J-200	F110
N688	G01	X-1500	Y2100	Z-600	F110		
N689	G03	X-2100	Y1500	Z-600	I00	J-600	F110
N690	G01	X-2400	Y1500	Z-600	F110		
N691	G02	X-1500	Y2400	Z-600	I900	J00	F110
N692	G03	X-1300	Y2600	Z-600	I00	J200	F110
N693	G01	X-1400	Y2600	Z-600	F110		
N694	G00	X2100	Y-100	Z100			
N695	G00	X-1300	Y2500	Z100			
N696	G00	X-1300	Y2500	Z-800			
N697	G01	X-1300	Y2600	Z-800	F110		
N698	G03	X-1500	Y2400	Z-800	I00	J-200	F110
N699	G01	X-1500	Y2100	Z-800	F110		
N700	G03	X-2100	Y1500	Z-800	I00	J-600	F110
N701	G01	X-2400	Y1500	Z-800	F110		
N702	G02	X-1500	Y2400	Z-800	I900	J00	F110
N703	G03	X-1300	Y2600	Z-800	I00	J200	F110
N704	G01	X-1400	Y2600	Z-800	F110		
N705	G00	X2100	Y-100	Z100			
N706	G00	X-1300	Y2500	Z100			
N707	G00	X-1300	Y2500	Z-1000			
N708	G01	X-1300	Y2600	Z-1000	F110		
N709	G03	X-1500	Y2400	Z-1000	I00	J-200	F110
N711	G01	X-1500	Y2100	Z-1000	F110		
N712	G03	X-2100	Y1500	Z-1000	I00	J-600	F110
N713	G01	X-2400	Y1500	Z-1000	F110		
N714	G02	X-1500	Y2400	Z-1000	I900	J00	F110
N715	G03	X-1300	Y2600	Z-1000	I00	J200	F110
N716	G01	X-1400	Y2600	Z-1000	F110		
N717	G00	X2100	Y-100	Z100			

N718	G00	X-1300	Y2500	Z100			
N718	G00	X-1300	Y2500	Z-1200			
N719	G01	X-1300	Y2600	Z-1200	F110		
N720	G03	X-1500	Y2400	Z-1200	I00	J-200	F110
N721	G01	X-1500	Y2100	Z-1200	F110		
N722	G03	X-2100	Y1500	Z-1200	I00	J-600	F110
N723	G01	X-2400	Y1500	Z-1200	F110		
N724	G02	X-1500	Y2400	Z-1200	I900	J00	F110
N725	G03	X-1300	Y2600	Z-1200	I00	J200	F110
N726	G01	X-1400	Y2600	Z-1200	F110		
N727	G00	X-1400	Y-2600	Z100			
N728	G00	X-1400	Y-2600	Z-600			
N729	G01	X-1300	Y-2600	Z-600			
N730	G03	X-1500	Y-2400	Z-600	I-200	J00	F110
N731	G02	X-2400	Y-1500	Z-600	I00	J900	F110
N732	G01	X-2100	Y-1500	Z-600	F110		
N733	G03	X-1500	Y-2100	Z-600	I6	J00	F110
N734	G01	X-1500	Y-2400	Z-600	F110		
N735	G03	X-1300	Y-2600	Z-600	I200	J00	F110
N736	G01	X-1300	Y-2500	Z-600	F110		
N737	G00	X-1400	Y-2600	Z100			
N738	G00	X-1400	Y-2600	Z-800			
N739	G01	X-1300	Y-2600	Z-800			
N740	G03	X-1500	Y-2400	Z-800	I-200	J00	F110
N741	G02	X-2400	Y-1500	Z-800	I00	J900	F110
N742	G01	X-2100	Y-1500	Z-800	F110		
N743	G03	X-1500	Y-2100	Z-800	I6	J00	F110
N744	G01	X-1500	Y-2400	Z-800	F110		
N745	G03	X-1300	Y-2600	Z-800	I200	J00	F110
N746	G01	X-1300	Y-2500	Z-800	F110		
N757	G00	X-1400	Y-2600	Z100			
N758	G00	X-1400	Y-2600	Z-1000			
N759	G01	X-1300	Y-2600	Z-1000			
N760	G03	X-1500	Y-2400	Z-1000	I-200	J00	F110
N761	G02	X-2400	Y-1500	Z-1000	I00	J900	F110
N762	G01	X-2100	Y-1500	Z-1000	F110		
N763	G03	X-1500	Y-2100	Z-1000	I6	J00	F110
N764	G01	X-1500	Y-2400	Z-1000	F110		
N765	G03	X-1300	Y-2600	Z-1000	I200	J00	F110
N766	G01	X-1300	Y-2500	Z-1000	F110		
N767	G00	X-1400	Y-2600	Z100			
N768	G00	X-1400	Y-2600	Z-1200			
N769	G01	X-1300	Y-2600	Z-1200			
N760	G03	X-1500	Y-2400	Z-1200	I-200	J00	F110
N771	G02	X-2400	Y-1500	Z-1200	I00	J900	F110
N772	G01	X-2100	Y-1500	Z-1200	F110		

N773	G03	X-1500	Y-2100	Z-1200	I6	J00	F110
N774	G01	X-1500	Y-2400	Z-1200	F110		
N775	G03	X-1300	Y-2600	Z-1200	I200	J00	F110
N776	G01	X-1300	Y-2500	Z-1200	F110		
N777	G00	X-1300	Y-2500	Z100			
N778	G00	X1300	Y-2500	Z100			
N779	G00	X1300	Y-2500	Z-600			
N780	G01	X1300	Y-2600	Z-600	F110		
N781	G03	X1500	Y-2400	Z-600	I00	J200	F110
N782	G01	X1500	Y-2100	Z-600	F110		
N783	G03	X2100	Y-1500	Z-600	I00	J600	F110
N784	G01	X2400	Y-1500	Z-600	F110		
N785	G02	X1500	Y-2400	Z-600	I-900	J00	F110
N786	G03	X1300	Y-2600	Z-600	I00	J-200	F110
N787	G01	X1400	Y-2600	Z-600	F100		
N788	G00	X1300	Y-2500	Z100			
N789	G00	X1300	Y-2500	Z-800			
N790	G01	X1300	Y-2600	Z-800	F110		
N791	G03	X1500	Y-2400	Z-800	I00	J200	F110
N792	G01	X1500	Y-2100	Z-800	F110		
N793	G03	X2100	Y-1500	Z-800	I00	J600	F110
N794	G01	X2400	Y-1500	Z-800	F110		
N795	G02	X1500	Y-2400	Z-800	I-900	J00	F110
N796	G03	X1300	Y-2600	Z-800	I00	J-200	F110
N797	G01	X1400	Y-2600	Z-800	F100		
N798	G00	X1300	Y-2500	Z100			
N799	G00	X1300	Y-2500	Z-1000			
N800	G01	X1300	Y-2600	Z-1000	F110		
N801	G03	X1500	Y-2400	Z-1000	I00	J200	F110
N802	G01	X1500	Y-2100	Z-1000	F110		
N803	G03	X2100	Y-1500	Z-1000	I00	J600	F110
N804	G01	X2400	Y-1500	Z-1000	F110		
N805	G02	X1500	Y-2400	Z-1000	I-900	J00	F110
N806	G03	X1300	Y-2600	Z-1000	I00	J-200	F110
N807	G01	X1400	Y-2600	Z-1000	F100		
N808	G00	X1300	Y-2500	Z100			
N809	G00	X1300	Y-2500	Z-1200			
N810	G01	X1300	Y-2600	Z-1200	F110		
N811	G03	X1500	Y-2400	Z-1200	I00	J200	F110
N812	G01	X1500	Y-2100	Z-1200	F110		
N813	G03	X2100	Y-1500	Z-1200	I00	J600	F110
N814	G01	X2400	Y-1500	Z-1200	F110		
N815	G02	X1500	Y-2400	Z-1200	I-900	J00	F110
N816	G03	X1300	Y-2600	Z-1200	I00	J-200	F110
N817	G01	X1400	Y-2600	Z-1200	F100		
N818	G00	X1400	Y-2600	Z100			

N819	G00	X1400	Y-2600	Z100			
N820	G00	X1400	Y-2600	Z-600			
N821	G01	X2600	Y-2600	Z-600	F110		
N822	G03	X2400	Y1500	Z-600	I-2	J00	F100
N823	G01	X2100	Y1500	Z-600	F110		
N824	G03	X1500	Y2100	Z-600	I-600	J00	F110
N825	G01	X1500	Y2400	Z-600	F110		
N826	G02	X2400	Y1500	Z-600	I00	J-900	F110
N827	G03	X2600	Y1300	Z-600	I200	J00	F110
N828	G01	X2600	Y1300	Z-600	I200	F110	
N829	G00	X1400	Y-2600	Z100			
N830	G00	X1400	Y-2600	Z100			
N831	G00	X1400	Y-2600	Z-600			
N832	G01	X2600	Y-2600	Z-600	F110		
N833	G03	X2400	Y1500	Z-600	I-2	J00	F100
N834	G01	X2100	Y1500	Z-600	F110		
N835	G03	X1500	Y2100	Z-600	I-600	J00	F110
N836	G01	X1500	Y2400	Z-600	F110		
N837	G02	X2400	Y1500	Z-600	I00	J-900	F110
N838	G03	X2600	Y1300	Z-600	I200	J00	F110
N839	G01	X2600	Y1300	Z-600	F110		
N840	G00	X1400	Y-2600	Z100			
N841	G00	X1400	Y-2600	Z100			
N842	G00	X1400	Y-2600	Z-800			
N843	G01	X2600	Y-2600	Z-800	F110		
N844	G03	X2400	Y1500	Z-800	I-2	J00	F100
N845	G01	X2100	Y1500	Z-800	F110		
N846	G03	X1500	Y2100	Z-800	I-600	J00	F110
N847	G01	X1500	Y2400	Z-800	F110		
N848	G02	X2400	Y1500	Z-800	I00	J-900	F110
N849	G03	X2600	Y1300	Z-800	I200	J00	F110
N850	G01	X2600	Y1300	Z-800	F110		
N851	G00	X1400	Y-2600	Z100			
N852	G00	X1400	Y-2600	Z100			
N853	G00	X1400	Y-2600	Z-1000			
N854	G01	X2600	Y-2600	Z-1000	F110		
N855	G03	X2400	Y1500	Z-1000	I-2	J00	F100
N856	G01	X2100	Y1500	Z-1000	F110		
N857	G03	X1500	Y2100	Z-1000	I-600	J00	F110
N858	G01	X1500	Y2400	Z-1000	F110		
N859	G02	X2400	Y1500	Z-1000	I00	J-900	F110
N860	G03	X2600	Y1300	Z-1000	I200	J00	F110
N861	G01	X2600	Y1400	Z-1000	F110		
N862	G00	X1400	Y-2600	Z100			
N863	G00	X1400	Y-2600	Z100			
N864	G00	X1400	Y-2600	Z-1200			

N865	G01	X2600	Y-2600	Z-1200	F110		
N866	G03	X2400	Y1500	Z-1200	I-2	J00	F100
N867	G01	X2100	Y1500	Z-1200	F110		
N868	G03	X1500	Y2100	Z-1200	I-600	J00	F110
N869	G01	X1500	Y2400	Z-1200	F110		
N870	G02	X2400	Y1500	Z-1200	I00	J-900	F110
N871	G03	X2600	Y1300	Z-1200	I200	J00	F110
N872	G01	X2600	Y1400	Z-1200	F110		
N873	G00	X2600	Y1400	Z200			
N874	G00	X1500	Y150	Z200			
N875	M05						
N878	M30						

Setelah dikonversi, program siap untuk dieksekusi kemesin *frais CNC*

TU 3A untuk pembuatan benda kerja.

## 2. *Ekskusi program*

### a. *Setting tool*

Sebelum melaksanakan *eksekusi* program-program *CNC*, diperlukan *setting* pisau terhadap benda kerja lebih dahulu. *Setting* pisau ini menempatkan titik nol benda kerja yang sudah kita tentukan terlebih dahulu dengan sumbu pisau *frais* terhadap tiga bidang *setting* benda kerja dengan cara penyayatan manual. Alat-alat yang digunakan untuk *setting* pisau ini adalah: (1) pisau nomor satu (T1) dengan diameter 10 mm, (2) pisau nomor dua (T2) dengan diameter 2 mm, dan (3) *edges indicator* dengan diameter ujungnya 10 mm.

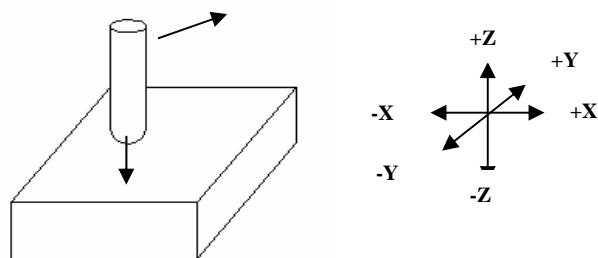
*Setting* pisau terhadap benda kerja ini dapat dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

#### 1) *Setting* pisau terhadap benda kerja pada sumbu Z

a) Pasang benda kerja pada ragum dan jepit dengan kuat.

b) Pasang pisau *frais* nomor satu (T1)

- c) Turunkan pisau perlahan-lahan ke arah permukaan benda kerja sampai pisau menyentuh permukaan benda kerja (untuk mengetahui menyentuh tidaknya pisau dengan permukaan benda kerja dapat diketahui dengan cara meletakkan plastik atau kertas di permukaan benda kerja. Apabila plastik atau kertas sudah tidak bisa bergeser berarti pisau sudah menyentuh benda kerja).
- d) Setelah pisau menempel pada benda kerja, maka pada monitor akan tertayang nilai harga  $Z = -460$ , hapus nilai harga  $Z$  dengan tombol DEL, hingga pada monitor tertayang harga  $Z = 0$ .
- e) Gerakkan pisau naik keatas (+Z) sesuai ketinggian posisi awal pisau.
- f) Lepas pisau nomor satu (T1), ganti dengan pisau nomor dua (T2).
- g) Turunkan pisau perlahan-lahan ke arah permukaan benda kerja (-Z) sampai pisau menyentuh permukaan benda kerja. Setelah pisau menempel pada benda kerja, maka pada monitor akan tertayang nilai harga  $Z = -368$ . Catat nilai harga  $Z$  pisau nomor dua (T2) untuk dimasukkan dalam program.
- h) Gerakkan pisau naik keatas (+Z) sesuai ketinggian posisi awal pisau.

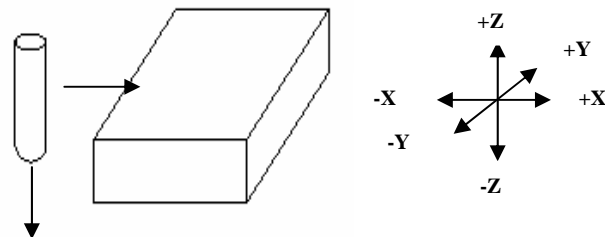


Gambar 94. *Setting* pisau terhadap sumbu Z



## 2) *Setting* pisau terhadap benda kerja pada sumbu X

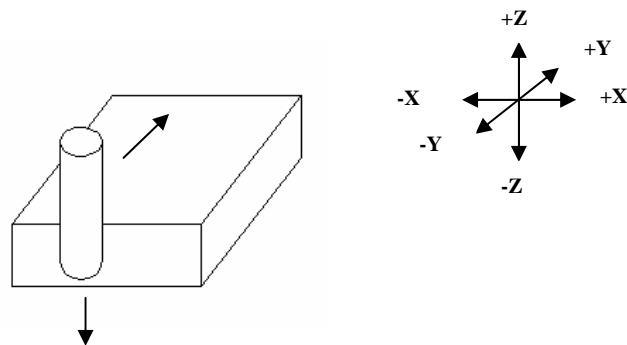
- a) Lepas pisau nomor tiga (T3).
- b) Pasang *edges indicator* pada rumah alat potong.
- c) Putar spindel utama
- d) Turunkan *edges indicator* dengan menggerakkan sumbu Z (-Z), dan atur kedalaman yang diperlukan disebelah sisi luar benda kerja.
- e) Sentuhkan *edges indicator* pada sumbu X pada sisi luar benda kerja dari posisi goyang kelurus hingga bergeser sedikit, pada monitor akan tertayang nilai harga sumbu X = 2006. Hapus nilai harga sumbu X pada monitor dengan tombol DEL, maka pada monitor akan tertayang nilai sumbu X = 0. Untuk memasukkan harga nol alat potong kita tinggal menambahkan radius dari alat potong., misal T1 dengan diameter 10 mm, maka nilai harga X =  $0 + 5 \text{ mm} = 5 \text{ mm}$ . Maka pada monitor ditulis X = 500 (karena terletak pada sumbu -X dan pada CNC menggunakan ketelitian seperseratus milimeter), caranya yaitu tekan tombol INP dan tulis -500, lalu tekan tombol INP maka pada monitor akan tertayang nilai harga X = 500. Begitu juga untuk T2 nilai harga X = -100.



Gambar 95. *Settung* pisau terhadap sumbu X

3) *Setting* pisau terhadap benda kerja terhadap sumbu Y.

- a) Posisi *edges indicator* masih menempel pada benda kerja di sumbu X.
- b) Bebaskan *edges indicator* dari benda kerja dan geser ke arah sumbu  $-Y$ , kemudian gerakkan *edges indicator* ke arah  $+X$ .
- c) Sentuhkan *edges indicator* pada sumbu Y pada sisi luar benda kerja dari posisi goyang kelurus hingga bergeser sedikit. Pada monitor akan tertayang nilai harga sumbu  $Y = 1100$ . Hapus nilai harga sumbu Y pada monitor dengan tombol DEL, maka pada monitor akan tertayang nilai sumbu  $Y = 0$ . Untuk memasukkan harga nol alat potong kita tinggal menambahkan radius dari alat potong., misal T1 dengan diameter 10 mm, maka nilai harga  $Y = 0 + 5 \text{ mm} = 5 \text{ mm}$ . Maka pada monitor ditulis  $Y = -500$ , caranya yaitu tekan tombol INP dan tulis -500, lalu tekan tombol INP maka pada monitor akan tertayang nilai harga  $Y = -500$ . Begitu juga untuk T2  $= 0 + 2 \text{ mm} = 2 \text{ mm}$ , maka untuk T2 nilai harga  $Y = -100$ .



Gambar 96. *Setting* pisau terhadap sumbu Y

b. *Eksekusi* program

Untuk mengeksekusi program pada mesin frais adalah sebagai berikut:

- 1) Nyalakan mesin *Frais CNC* TU 3A
- 2) Masukkan program dari *software CNC KELLER Q plus* ke mesin CNC
- 3) Tutup pintu mesin *frais*
- 4) Tentukan putaran sumbu utama
- 5) Tentukan besar *feeding* (kedalaman penyayatan), sesuaikan dengan kondisi mesin
- 6) Putar saklar pemindah operasi dari manual ke *CNC (H/C)*
- 7) Tekan tombol **START**.

Setelah tombol **START** ditekan maka eksekusi berjalan (pengerjaan benda kerja) secara otomatis. Mesin akan berhenti sesuai dengan perintah yang kita masukkan dalam program (benda kerja jadi).



Gambar 97. Proses pembuatan benda kerja

- 8) Setelah pengerjaan selesai (pahat berhenti), tekan tombol **END**.
- 9) buka pintu mesin frais.

10) Lepas benda kerja dari ragum.

11) Benda kerja sudah jadi



Gambar 98. Hasil benda kerja

#### E. Pembahasan

*Software AutoCAD (Automatic Computer Aided Design)* merupakan suatu program komputer sebagai alat bantu proses desain atau perancangan (Wahana Komputer, 2002:2). Sehingga dengan adanya *software AutoCAD* ini akan memudahkan para perancang dalam merancang benda kerja. Pada *software AutoCAD 2000* terdapat beberapa tipe file diantaranya yaitu tipe *dwg* dan *DXF*.

*Software CNC KELLER Q plus* dibuat salah satunya bertujuan untuk membuat benda kerja pada mesin *CNC* dengan mengimpor atau mengambil *file* dari program lain yang memiliki tipe *file* yang sama dengan dengan tipe *file* yang ada pada *software CNC KELLER Q plus*. Fasilitas yang ada pada *software CNC KELLER Q plus* yang berguna untuk mengimpor *file* dari program lain adalah *CAD input*. Di dalam *CAD input* ini terdapat tipe *file*

*DXF*, sehingga semua file yang memiliki tipe *file DXF* bisa ditransfer ke *Software CNC KELLER Q plus*. Sedang untuk pembuatan benda kerja pada mesin *CNC*, *software CNC Keller Q plus* dilengkapi fasilitas *NC Program* yang memiliki fungsi merubah bahasa *grafis* dari *file-file* yang di impor menjadi bahasa *numeric* yang bisa di baca oleh mesin *CNC*. Sehingga dengan adanya fasilitas ini *file* yang di impor dari *software* program lain diproses disini untuk diubah menjadi *N code* dan *G code* untuk dieksekusi ke mesin *CNC*.

Mesin *CNC* (*Computer Numerically Controled*) merupakan suatu mesin yang dikontrol oleh komputer dengan menggunakan bahasa *numeric* (perintah gerakan dan berhenti menggunakan kode angka) (Lilih, 2001:1). Dengan kata lain mesin *CNC* hanya mampu membaca bahasa *numeric* dan tidak bisa membaca bahasa lain selain bahasa *numeric*. Sehingga jika kita ingin membuat suatu benda kerja dari gambar (bahasa *grafis*) harus diubah terlebih dahulu ke bahasa *numeric*. Selain itu pada mesin *CNC* memiliki standar bahasa pemrograman, dan standar bahasa pemrograman ini berbeda tergantung pabrikan yang mengeluarkan mesin *CNC* tersebut. Tapi meskipun berbeda pada dasarnya bahasa pemrograman itu hampir sama, tetapi ada beberapa kode yang tidak dimiliki oleh standar pemrograman yang satu dengan yang lain. Namun standar pemrograman ini bisa dikonversikan agar bisa terbaca pada mesin *CNC* yang satu dengan mesin *CNC* yang lain.

Pembuatan benda kerja pada mesin *frais CNC TU 3A* menggunakan *software CNC KELLER Q plus* berbasis *software AutoCAD 2000* ini, dimulai

dari membuat gambar pada *software AutoCAD 2000*. Gambar yang sudah dibuat kemudian ditransfer ke *software CNC KELLER Q plus* untuk diperoleh pemrograman pembuatan benda kerja pada mesin *frais CNC TU 3A* sesuai gambar. Program yang telah diperoleh kemudian dieksekusi kemesin *frais CNC TU 3A*. Setelah dilakukan penelitian ternyata diperoleh hasil sebagai berikut:

1. Gambar dari *software AutoCAD 2000* dapat ditransfer langsung ke *software CNC KELLER Q plus*, karena pada *software AutoCAD 2000* terdapat tipe *file* yang sama dengan tipe *file* yang ada pada *software CNC KELLER Q plus* yaitu tipe *file DXF*. *File DXF* dari *AutoCAD* ditransfer ke *software CNC KELLER Q plus* melalui salah satu fasilitas yang dimiliki oleh *software CNC KELLER Q plus* yaitu *CAD input* yang berfungsi sebagai gerbang untuk mengimpor *file* dari *software* program lain. Dalam *CAD input* ini terdapat tipe *file DXF*, sehingga semua *software* dari program lain yang memiliki tipe *file DXF* dapat ditransfer ke *software CNC KELLER Q plus*. *Software AutoCAD 2000* memiliki tipe *file DXF* selain *dwg*, sehingga gambar benda kerja yang dibuat pada *software AutoCAD 2000* dapat dibaca pada *software CNC KELLER Q plus*.
2. *Software CNC KELLER Q plus* memiliki fasilitas *NC Program* yang berfungsi merubah bahasa *grafis* dari *software* program lain menjadi bahasa *numeric* yang bisa terbaca pada mesin *CNC*. Dengan fasilitas ini *software CNC KELLER Q plus* dapat menampilkan program pembuatan benda kerja dalam bahasa *numeric* (*N code* dan *G code*) yang bisa dibaca

oleh mesin *CNC*. Bahasa pemrograman yang dihasilkan *software CNC KELLER Q plus* menggunakan standar *DIN 66025* sehingga program ini sesuai atau bisa terbaca pada mesin-mesin *CNC* yang memiliki standar pemrograman yang sama (*DIN 66025*). Karena pada saat penelitian belum menemukan mesin *frais CNC TU 3A* yang menggunakan standar pemrograman *DIN 66025* maka diambil alternatif pembuatan benda kerja pada mesin *frais CNC TU 3A* yang menggunakan standar pemrograman *ISO* (mesin *emco*). Sehingga hasil pemrograman yang didapat dari *software CNC KELLER Q plus* di konversikan terlebih dahulu ke standar *ISO* dengan sedikit perubahan sehingga bisa terbaca pada mesin *frais CNC TU 3A* (*emco*).

3. Hasil pemrograman pembuatan benda kerja dari gambar *AutoCAD* dapat ditampilkan atau dihasilkan di *CNC KELLER Q plus*, tetapi tidak dapat langsung dieksekusi kemesin *frais CNC TU 3A* (*emco*), tetapi perlu dikonversikan terlebih dahulu. Hasil pengkonversian program dari *software CNC KELLER Q plus* (standar *DIN 66025*) ke standar *ISO* dapat dilihat di halaman 100.
4. Setelah program dikonversi baru dapat dimasukkan ke mesin *frais CNC TU 3A* (*emco*). Cara pemasukan program dilakukan secara manual karena disket yang digunakan pada mesin *frais CNC TU 3A* berbeda dengan yang digunakan pada komputer biasa, yaitu disket *DS,DD (Double Side, Double Density)*.

5. Setelah program yang dikonversi dimasukkan ke mesin *frais CNC* TU 3A, baru eksekusi program pembuatan benda kerja dapat dilakukan.

Keuntungan penggunaan *software AutoCAD 2000* dan *software CNC KELLER Q plus* dalam pembuatan benda kerja pada mesin *frais CNC* TU 3A yaitu:

1. Memudahkan dalam membuat *radius*, *chamfer* dan *fillet*, yang apabila dilakukan secara *manual* membutuhkan perhitungan yang tepat.
2. Hasil program pembuatan benda kerja dapat langsung keluar sesuai gambar yang dibuat dan dapat dieksekusi kemesin *frais CNC* dengan dikonversi terlebih dahulu.
3. Hasil program pembuatan benda kerja dapat disimulasikan terlebih dahulu, sehingga apabila ada kesalahan dapat langsung dilihat dan diperbaiki.
4. Simulasi pembuatan benda kerja dapat langsung dilihat, dan hasil pembuatan benda kerja dapat dilihat dalam tampilan tiga dimensi.
5. meringankan pekerjaan *programmer* mesin *CNC* karena, program tidak perlu dicoba dulu dengan *plotter* atau lilin untuk mengetahui hasil pemrograman, cukup dengan melihat simulasi program.
6. I, J dan K langsung keluar secara otomatis, sehingga programmer tidak perlu buang-buang waktu untuk menghitung I, J dan K yang secara manual cukup sulit.
7. *Software* ini cocok untuk SMK-SMK jurusan Teknik Mesin Produksi/Perkakas yang belum memiliki mesin-mesin *CNC*.



8. *Software* ini dapat di instal dikomputer pentium pada umumnya dan tidak memerlukan *donggle*, seperti *softaware-software* mesin lainnya (*CAD/CAM*, *MasterCAM*, *Emco DRAFT*, dan *software* lainnya).

#### **F. Keterbatasan dalam Penelitian**

Penelitian perangkat lunak ini memiliki beberapa keterbatasan dalam aplikasinya di Semarang pada khususnya dan Indonesia pada umumnya. Keterbatasan tersebut antara lain:

1. Kurangnya referensi atau literatur mengenai *software CNC KELLER Q plus*, yang ada dalam bahasa Jerman.
2. Tidak adanya mesin yang sesuai dengan *software CNC KELLER Q plus* di Semarang, sehingga *software* ini di aplikasikan ke mesin *frais CNC TU 3A (emco)* dengan sedikit pengkonversian hasil program.
3. Cara pemasukan program pembuatan benda kerja ke mesin CNC dilakukan secara manual, karena disket yang digunakan untuk mesin CNC mengguakan disket DS,DD (*Double Side.Double Densty*). Disket ini tidak bisa terbaca pada komputer biasa dan disket jenis ini sekarang sudah langka.

## **BAB V**

### **PENUTUP**

Bab ini berisi simpulan yang diambil dari proses pembuatan benda kerja pada mesin *frais CNC* TU 3A menggunakan *software CNC Milling KELLER Q plus* berbasis *software AutoCAD 2000*, dan saran-saran yang dapat digunakan untuk mengembangkan perangkat lunak sebagai simulasi dalam merencana, pengembangan, peningkatan dan kesempurnaan dalam pembuatan benda kerja pada mesin-mesin *CNC*.

#### **A. SIMPULAN**

Berdasar dari proses pembuatan benda kerja pada mesin *Frais CNC* TU 3A menggunakan *software CNC Milling KELLER Q plus* berbasis *software AutoCAD 2000* yang meliputi tahap pentransferan dari gambar *AutoCAD 2000* ke *software CNC Milling KELLER Q plus*, kemudian mensimulasikannya, dan proses pembuatan benda kerja pada mesin *Frais CNC* TU 3A, didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Pembuatan benda kerja pada mesin *frais CNC* TU 3A menggunakan *software CNC Keller Q plus* berbasis *software AutoCAD 2000* ini menggunakan tiga media, yaitu: *software AutoCAD 2000* untuk membuat desain benda kerja, *software CNC Milling KELLER Q plus* untuk merubah bahasa grafis dari *AutoCAD* menjadi bahasa *numerik*, dan mesin *frais CNC* TU 3A untuk mengeksekusi program pembuatan benda kerja dari *software CNC Milling KELLER Q plus* menjadi benda kerja.

2. Proses pembuatan benda kerja dimulai dari membuat desain benda kerja pada *software AutoCAD* yang kemudian disimpan pada disket melalui DFX data. Desain benda kerja yang ada dalam disket kemudian ditransfer ke *software CNC Milling KELLER Q plus* melalui *Geometry*. didalam *Geometry*, desain benda kerja tersebut diatur dimensinya. Selesai dari *Geometry* desain benda kerja di masukkan dalam *Work plan* untuk diproses agar bisa disimulasikan dan dilihat dalam bentuk tiga dimensi, lalu disimpan. Dari *Workplan* desain benda kerja di pindah ke *NC program* untuk mengubah bahasa grafis menjadi bahasa *numeric* sehingga dapat di baca oleh mesin *CNC*. Dalam *NC program* ini dihasilkan kode-kode pemrograman untuk pembuatan benda kerja. Hasil pemrograman dari *software CNC KELLER Q plus* kemudian dicatat untuk dieksekusi pada mesin *frais CNC TU 3A* agar diperoleh benda kerja sesuai desain yang ada pada *AutoCAD*.
3. Bahasa pemrograman pada *software CNC Milling KELLER Q plus* menggunakan standar DIN 66025, sedang pada mesin *frais CNC TU 3A* menggunakan standar ISO, sehingga harus dikonversikan terlebih dahulu.
4. Hasil pemrograman dari dari *software CNC Milling KELLER Q plus* tidak dapat langsung digunakan pada mesin *frais CNC TU 3A*, tetapi bisa digunakan pada mesin-mesin buatan Jerman yang *compatible* dengan *software CNC KELLER Q plus*.

## **B. SARAN**

Berdasar pada keterbatasan yang ada pada perangkat lunak, maka diberikan beberapa saran yang berguna untuk pengembangan, peningkatan dan kesempurnaan dalam pembuatan benda kerja pada mesin-mesin *CNC*.

Saran- saran tersebut antara lain:

1. Sebelum merencana pembuatan benda kerja perlu diketahui dahulu ukuran, bahan dan pahat yang akan digunakan, sehingga mempermudah dalam pembuatan benda kerja.
2. Sebelum memulai pembuatan benda kerja pada mesin *CNC* harus diketahui terlebih dahulu standar bahasa pemrograman yang dipakai.


## DAFTAR PUSTAKA

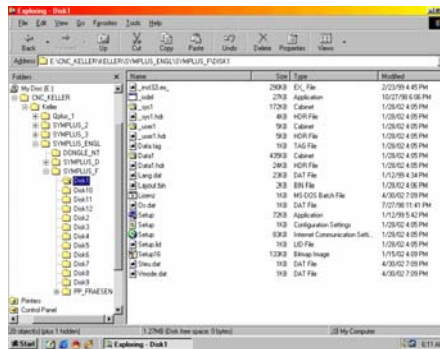
- Arikunto, Suharsimi. 1996. *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktek*. Jakarta: PT Rineka Cipta.
- Drs. Hadi Soewito. 1992. *Pengetahuan Dasar Mesin CNC*. Bandung: Pusat Pengembangan Penataran Guru Teknologi Bandung.
- Harapan Utama. 2000. *Materi Pengajaran AutoCAD 2000*. Semarang: Lembaga Keterampilan Komputer Harapan Utama.
- J.J.M. Hollebrandse, Soedjono. 1988. *Teknik Pemrograman Dan Aplikasi CNC*. Jakarta: PT Rosda Jayaputra.
- Lilih, dkk. 2001. *Mesin Milling CNC TU 3A*. Surabaya: BLPT.
- Purwodarminto. 1999. *Kamus Besar Bahasa Indonesia*. Jakarta: Balai Pustaka.
- Siegfried Keller, 1998, *Q Plus Frasen CNC Qualifizierung*, Keller Didaktik and Technik, Wuppertal.
- Wahana Komputer. 2002. *Menguasai AutoCAD 2002*. Jakarta: Salemba Infotek.
- [www.cnc-keller.de](http://www.cnc-keller.de)
- [www.Q Plus Frasen.com](http://www.QPlusFrasen.com)

## CARA MENGINSTAL SOFTWARE CNC MILLING KELLER Q PLUS

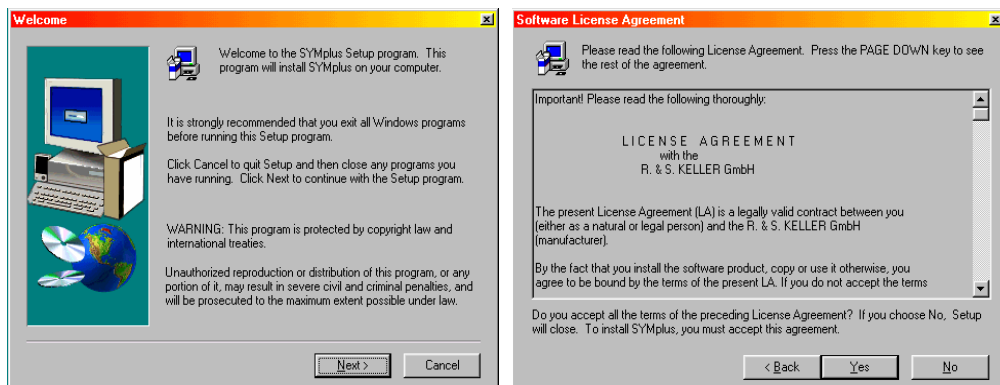
Ada tiga tahap dalam menginstal program *CNC Milling KELLER Q plus*.

### Tahap I

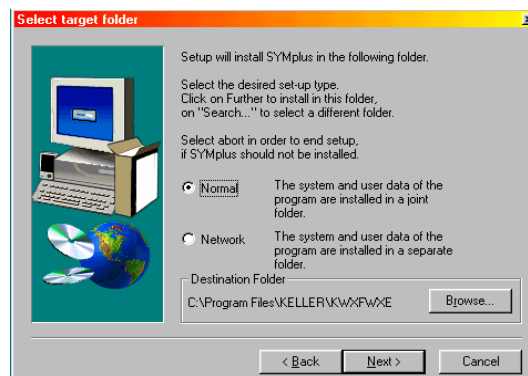
- Masukkan CD Program *CNC Keller Q Plus*
- Buka *Exploring* dan klik 



- Pilih *SYNPLUS\_ENGLISH* kemudian *SYNPLUS Fresen (Milling)*
- Klik *Disk 1* dan cari *Setup* selanjutnya klik 2 kali .

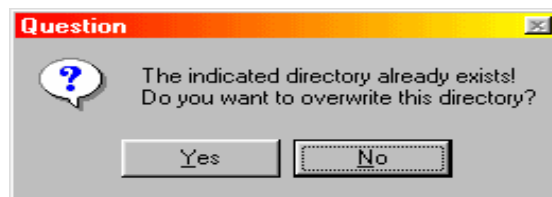


- Welcome* klik *next*, *Software Licence Agreement* Klik *Next*

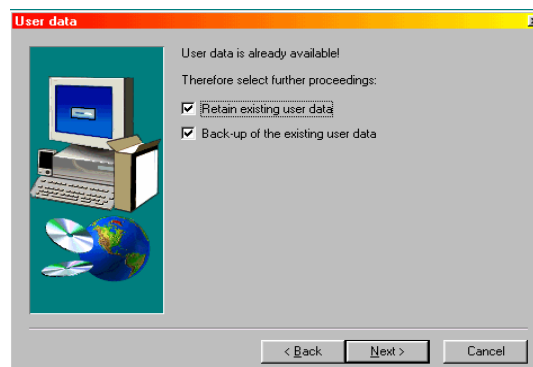


- Select target folder* pilih *Normal* dan klik *Next*

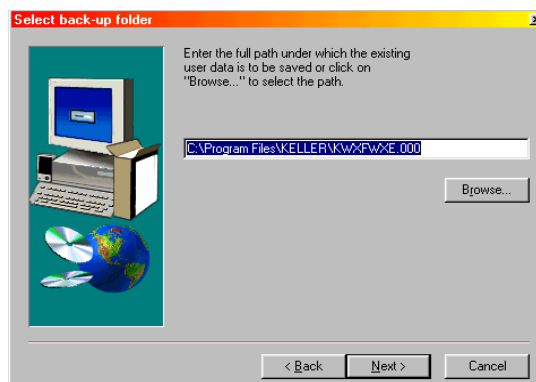
- g. *Question* klik *Yes*



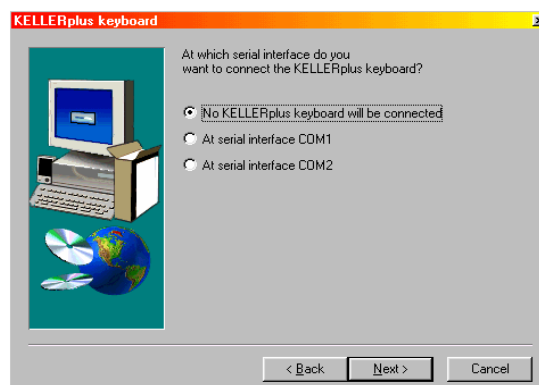
- h. *User data* pilih *Retain existing user data* dan *back-up of the existing user data* kemudian klik *next*.



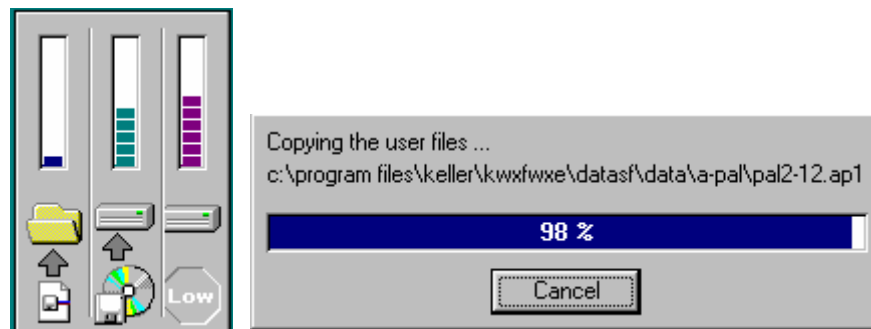
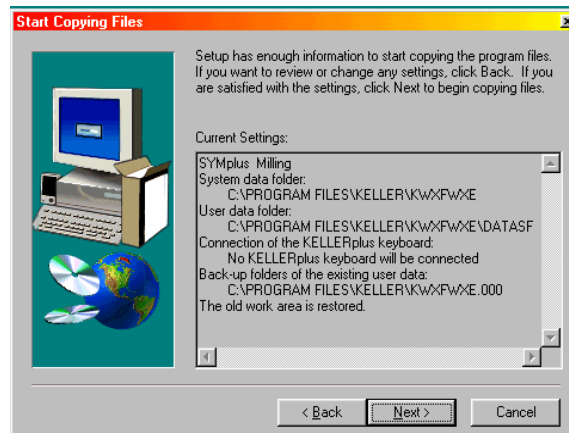
- i. *Select back-up folder* klik *next*.



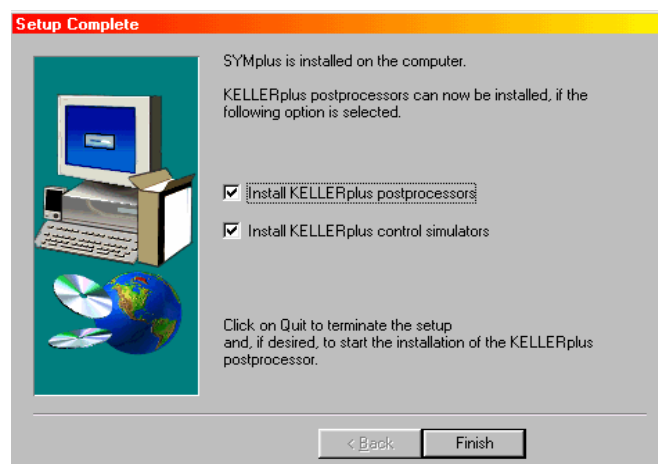
- j. *KELLERplus keyboard* pilih *No KELLERplus keyboard will be connected*, klik *next*



k. *Start Copying Files* klik *next*



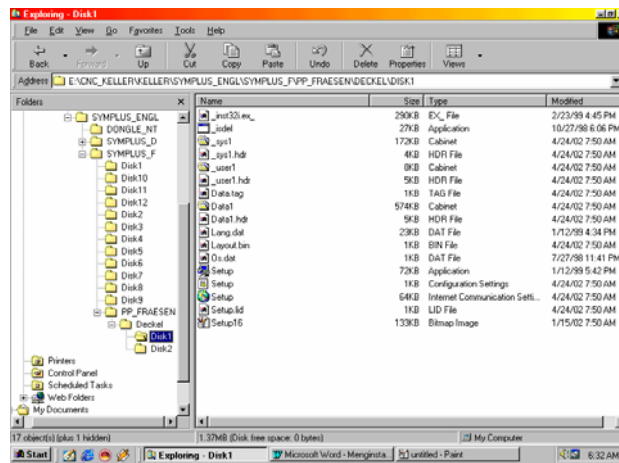
l. *Setup Complete* pilih *Instal KELLERplus postprocessor* dan *Instal KELLERplus control simulator* kemudian klik *Finish*.



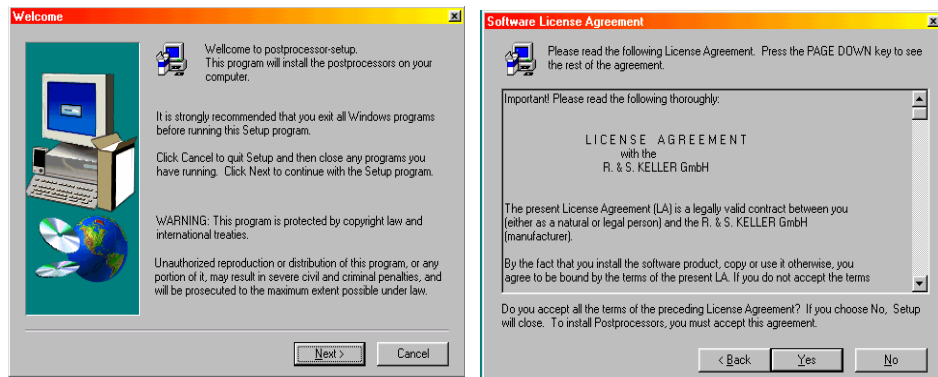
## Tahap II

- Klik *PP\_FRAESEN* kemudian *Deckel* dan pilih Disk 1
- Cari *Setup*. Klik 2 kali

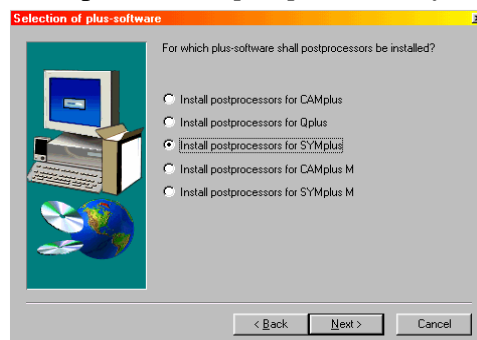




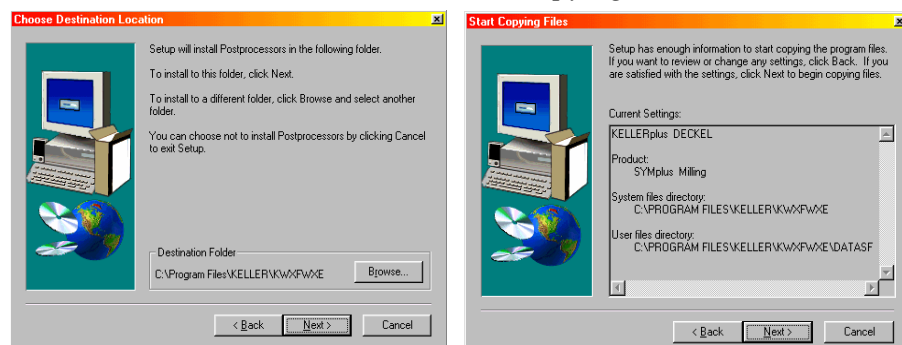
c. *Welcome* klik *next*, *Software Licence Agreement* Klik *Next*



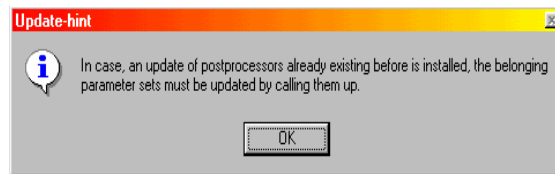
d. *Selection of plus software* pilih *install postprocessors for SYMplus*, klik *next*



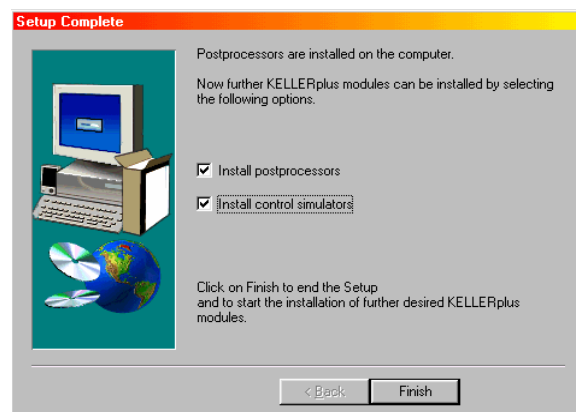
e. *Choose Destination Location* klik *next*, *Start Copying Files* klik *next*



- f. *Update hint* klik OK

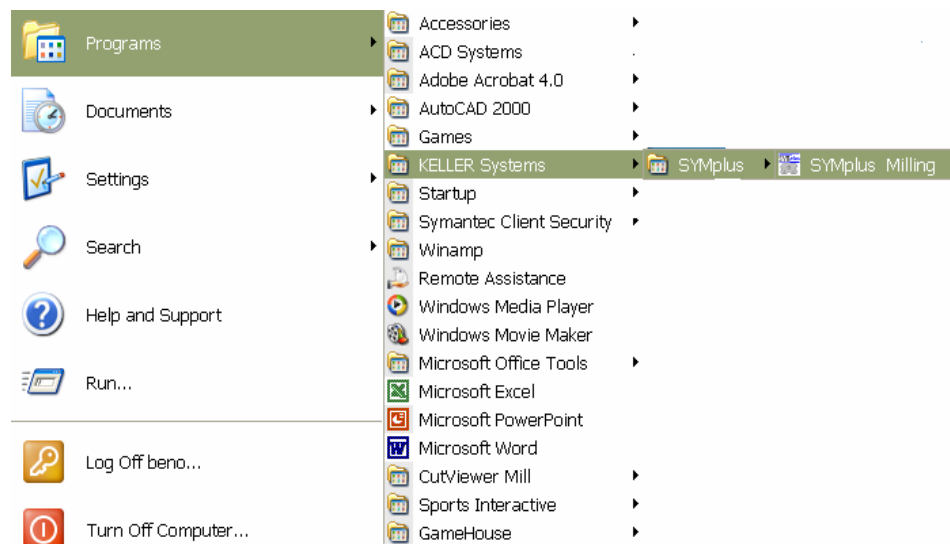


- g. *Setup Complete* pilih *install postprocessors* dan *install control simulators* selanjutnya klik *Finish*

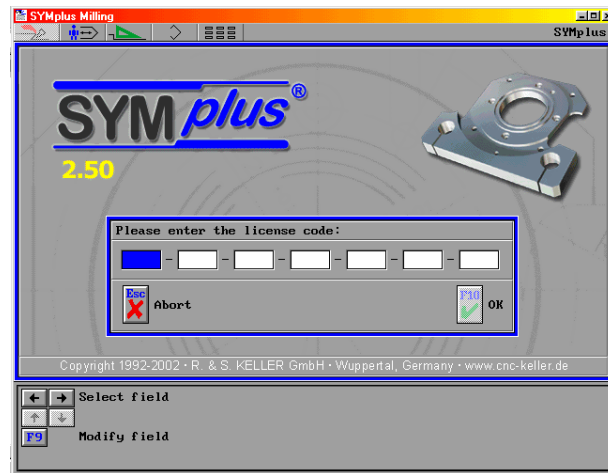


### Tahap III

- a. Klik *START*, pilih program selanjutnya *KELLER System* dan pilih *SYMplus Milling*.



- b. Masukkan *License code* **Fräsen LT-7UK-1B75-BMF-I2C-AF7-15SQ** klik OK



Proses penginstalan sudah selesai dan program CNC Milling KELLER Q plus sudah bisa digunakan.

## DOKUMENTASI PENELITIAN



*Mesin frais CNC TU 3A*



*Memasang cekam pada benda kerja*



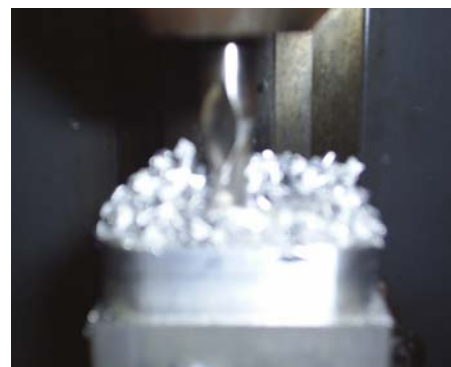
*Setting tool*



Memasang pisau



Memasukkan program pembuatan benda kerja



Proses penyayatan benda kerja



Hasil pembuatan benda kerja menggunakan mesin *frais CNC* TU 3A

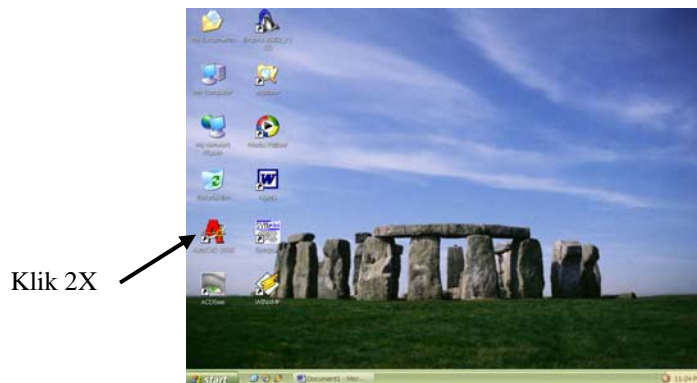


Penulis dengan instruktur BLKI

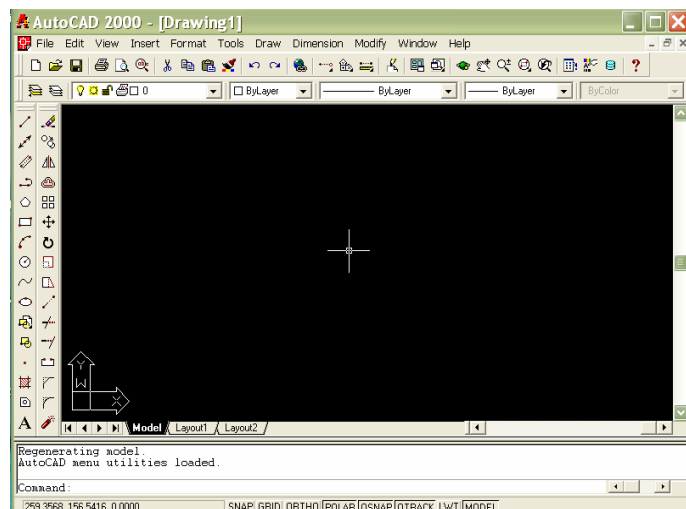
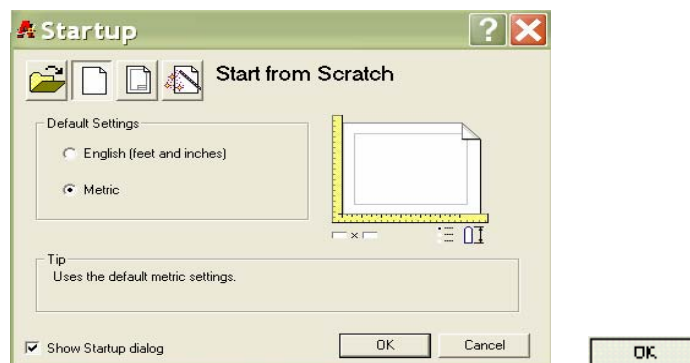
## CARA MENTRANSFER GAMBAR DARI *AUTOCAD* 2000 KE *CNC MILLING KELLER Q PLUS*

### A. Membuat Desain Benda Kerja pada *AutoCAD* 2000.

1. Aktifkan program *AutoCAD* 2000, caranya dengan mengklik dua kali ikon *AutoCAD* yang ada pada desktop.




2. Klik OK pada *Startup* setelah memilih satuan ukuran yang akan dipakai.





Setelah muncul *Drawing area* seperti gambar diatas, mulailah untuk membuat desain benda kerja. Langkah-langkahnya adalah sebagai berikut:

#### Langkah 1

Command :  \_line Specify first point : (klik sembarang pada area gambar)

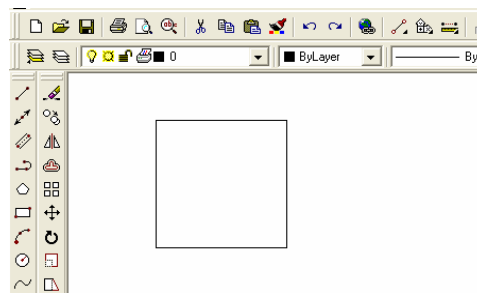
Specify next point or [Undo] : @ 48 , 0 Enter

Specify next point or [Undo] : @ 0 , -48 Enter

Specify next point or [Undo] : @ -48 , 0 Enter

Specify next point or [Undo] :  \_endp of Enter

Specify next point or [Close/Undo] : Enter

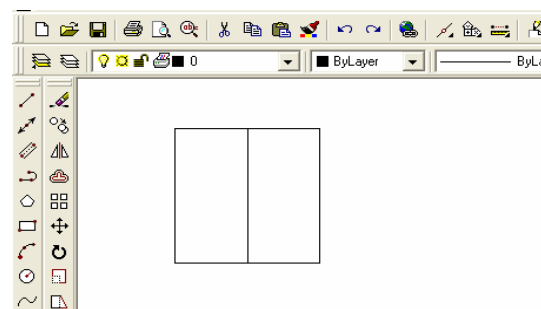


#### Langkah 2


Command :  \_line Specify first point : \_mid of

Specify next point or [Undo] : \_mid of

Specify next point or [Undo] : Enter




#### Langkah 3

Command :  \_circle Specify center point for circle or [3P/2P/Ttr tan tan radius] : \_mid of

Specify radius of circle or (Diameter) : d Enter




Specify diameter of circle : 38 Enter

Command :  \_circle Specify center point for circle or [3P/2P/Ttr  
tan tan radius] : \_mid of

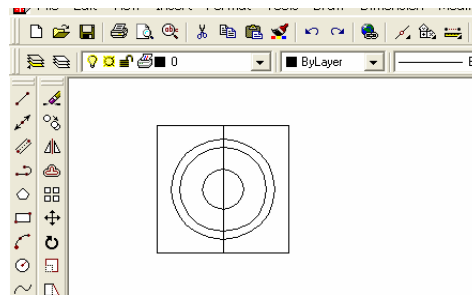
Specify radius of circle or [Diameter] <19.0000> : d Enter

Specify diameter of circle : 32 Enter

Command :  \_circle Specify center point for circle or [3P/2P/Ttr  
tan tan radius] : \_mid of

Specify radius of circle or [Diameter] <16.0000> : d Enter

Specify diameter of circle : 15 Enter



Langkah 4

Command :  \_offset

Specify offset distance or [Through] <1.0000> : 3 Enter

Select object to offset or <exit> :

Specify point on side to offset :

Select object to offset or <exit> :

Specify point on side to offset :

Select object to offset or <exit> :

Specify point on side to offset :

Select object to offset or <exit> :

Specify point on side to offset :

Select object to offset or <exit> : Enter

Command :  \_offset

Specify offset distance or [Through] <3.0000> : 10 Enter

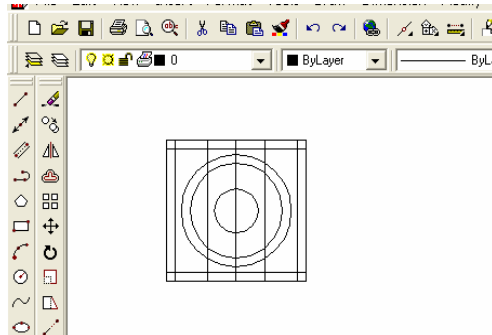
Select object to offset or <exit> :

Specify point on side to offset :

Select object to offset or <exit> :

Specify point on side to offset :

Select object to offset or <exit> : Enter

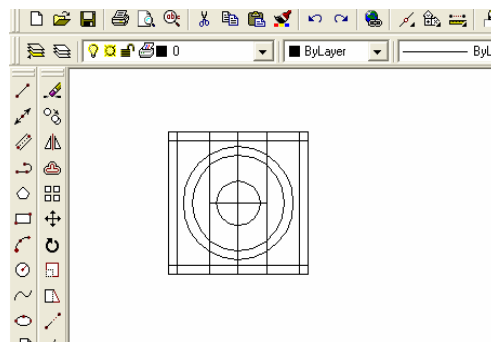


Langkah 5

Command :  \_line Specify first point : \_mid of

Specify next point or [Undo] : \_mid of

Specify next point or [Undo] : Enter



Langkah 6

Command :  \_offset

Specify offset distance or [Through] <10.0000> : Enter

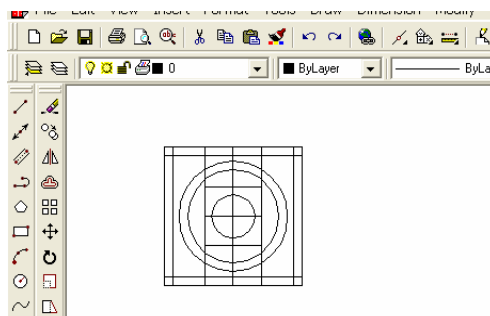
Select object to offset or <exit> :

Specify point on side to offset :


Select object to offset or <exit> :

Specify point on side to offset :

Select object to offset or <exit> : Enter



Langkah 7

Command :  \_trim

Current settings : Projection=UCS Edge=None

Select cutting edges...

Select objects : 1 found

Select objects : 1 found, 2 total

Select objects : 1 found, 3 total

Select objects : 1 found, 4 total (klik kanan)

Select objects :

Select object to trim or [Project/Edge/Undo] :

Select object to trim or [Project/Edge/Undo] :

Select object to trim or [Project/Edge/Undo] :

Select object to trim or [Project/Edge/Undo] :

Select object to trim or [Project/Edge/Undo] :

Select object to trim or [Project/Edge/Undo] :

Select object to trim or [Project/Edge/Undo] :

Select object to trim or [Project/Edge/Undo] :

Select object to trim or [Project/Edge/Undo] :


Select object to trim or [Project/Edge/Undo] :

Select object to trim or [Project/Edge/Undo] :

Select object to trim or [Project/Edge/Undo] :

Select object to trim or [Project/Edge/Undo] :

Select object to trim or [Project/Edge/Undo] : Enter

Command :  \_trim

Current settings : Projection=UCS Edge=None

Select cutting edges...

Select objects : 1 found

Select objects : 1 found, 2 total (klik kanan)

Select object :

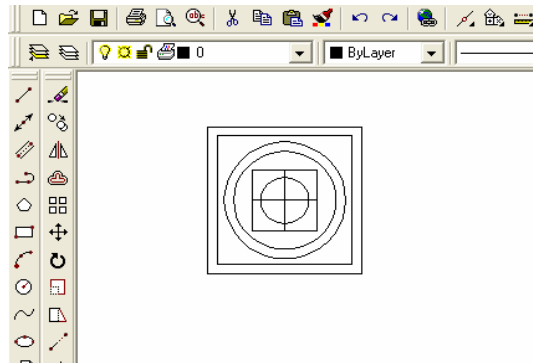
Select object to trim or [Project/Edge/Undo] :

Select object to trim or [Project/Edge/Undo] :

Select object to trim or [Project/Edge/Undo] :

Select object to trim or [Project/Edge/Undo] :

Select object to trim or [Project/Edge/Undo] : Enter



Langkah 8

Command :  \_fillet

Current settings : Mode = TRIM, Radius = 10.0000 Enter

Select first object or [Polyline/radius/Trim] : r Enter

Specify fillet radius <10.0000> : 9 Enter

Command :  \_fillet

Current settings : Mode = TRIM, Radius = 9.0000 Enter

Select first object or [Polyline/radius/Trim] :

Select second object :

Command :  \_fillet

Current settings : Mode = TRIM, Radius = 9.0000 Enter

Select first object or [Polyline/radius/Trim] :

Select second object :

Command :  \_fillet

Current settings : Mode = TRIM, Radius = 9.0000 Enter

Select first object or [Polyline/radius/Trim] :


Select second object :

Command :  \_fillet

Current settings : Mode = TRIM, Radius = 9.0000 Enter

Select first object or [Polyline/radius/Trim] :

Select second object :

Command :  \_fillet

Current settings : Mode = TRIM, Radius = 9.0000 Enter

Select first object or [Polyline/radius/Trim] : r

Specify fillet radius <9.0000> :6 Enter

Command :  \_fillet

Current settings : Mode = TRIM, Radius = 6.0000 Enter

Select first object or [Polyline/radius/Trim] :


Select second object :

Command :  \_fillet

Current settings : Mode = TRIM, Radius = 6.0000 Enter

Select first object or [Polyline/radius/Trim] :

Select second object :

Command :  \_fillet

Current settings : Mode = TRIM, Radius = 6.0000 Enter

Select first object or [Polyline/radius/Trim] :

Select second object :

Command :  \_fillet

Current settings : Mode = TRIM, Radius = 6.0000 Enter

Select first object or [Polyline/radius/Trim] :

Select second object :

Command :  \_fillet

Current settings : Mode = TRIM, Radius = 6.0000 Enter

Select first object or [Polyline/radius/Trim] : r Enter

Specify fillet radius <6.0000> : 2 Enter

Command :  \_fillet

Current settings : Mode = TRIM, Radius = 2.0000 Enter

Select first object or [Polyline/radius/Trim] :

Select second object :

Command :  \_fillet

Current settings : Mode = TRIM, Radius = 2.0000 Enter

Select first object or [Polyline/radius/Trim] :


Select second object :

Command :  \_fillet

Current settings : Mode = TRIM, Radius = 2.0000 Enter

Select first object or [Polyline/radius/Trim] :

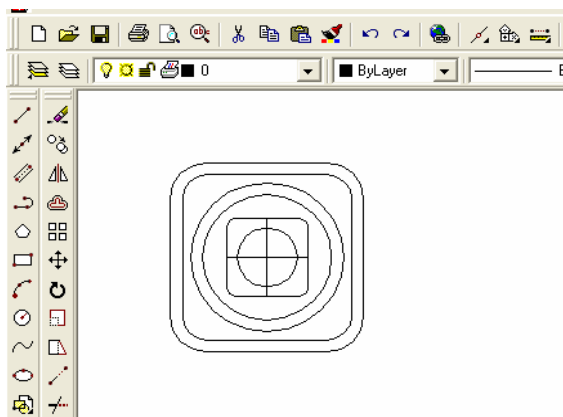
Select second object :

Command :  \_fillet

Current settings : Mode = TRIM, Radius = 2.0000 Enter

Select first object or [Polyline/radius/Trim] :

Select second object :



Langkah 9

Command :  \_line Specify first point : \_endp of

Specify next point or [Undo] : \_endp of

Specify next point or [Undo] : Enter

Command :  \_line Specify first point : \_endp of

Specify next point or [Undo] : \_endp of

Specify next point or [Undo] : Enter

Command :  \_line Specify first point : \_endp of

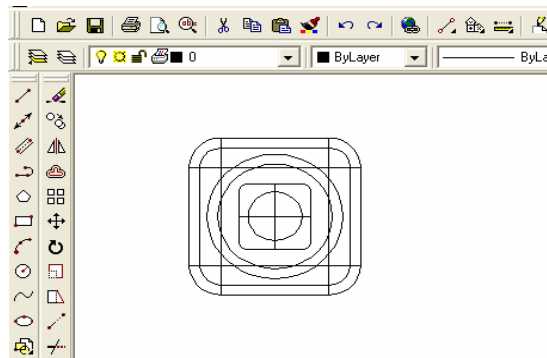
Specify next point or [Undo] : \_endp of

Specify next point or [Undo] : Enter

Command :  \_line Specify first point : \_endp of

Specify next point or [Undo] : \_endp of

Specify next point or [Undo] : Enter



Langkah 10

Command :  \_trim

Current settings : Projection=UCS Edge=None

Select cutting edges...

Select objects : 1 found

Select objects : 1 found, 2 total

Select objects : 1 found, 3 total

Select objects : 1 found, 4 total

Select objects : 1 found, 5 total

Select objects : 1 found, 6 total

Select objects : 1 found, 7 total

Select objects : 1 found, 8 total (klik kanan)

Select object :

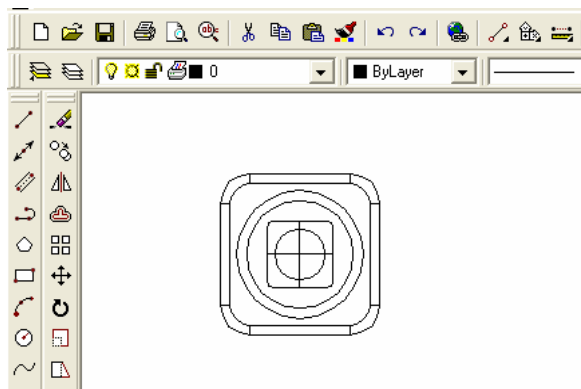
Select object to trim or [Project/Edge/Undo] :

Select object to trim or [Project/Edge/Undo] :


Select object to trim or [Project/Edge/Undo] :

Select object to trim or [Project/Edge/Undo] :

Select object to trim or [Project/Edge/Undo] : Enter



Langkah 11

Command :  \_erase

Select objects : 1 found

Select objects : 1 found, 2 total

Select objects : 1 found, 3 total

Select objects : 1 found, 4 total

Select objects : 1 found, 5 total

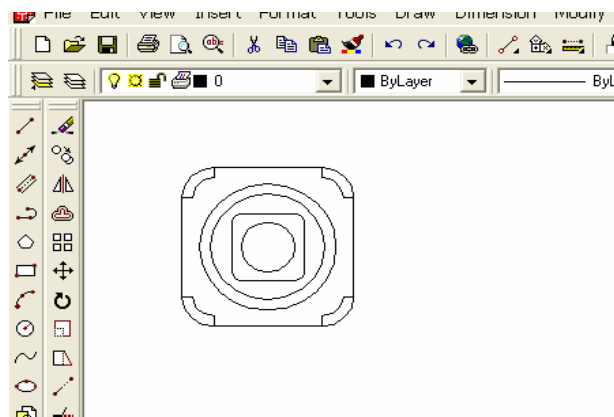
Select objects : 1 found, 6 total

Select objects : 1 found, 7 total




Select objects : 1 found, 8 total

Select objects : 1 found, 9 total

Select object :

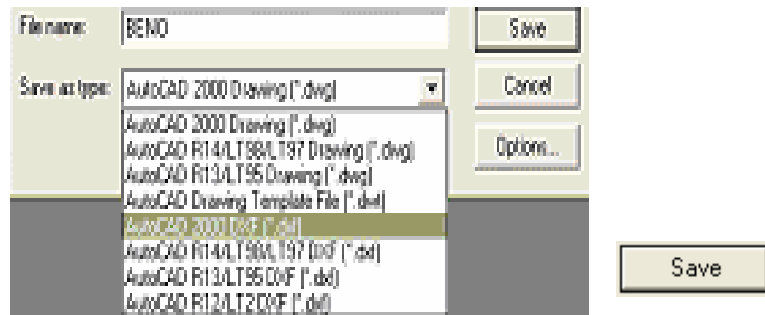


Setelah gambar jadi, simpanlah gambar tersebut dalam DXF data dan disket.

3. Masukkan disket pada *drive A*
4. Klik 
5. Klik 
6. Klik 

Pada bagian *File name* diisi (misal: BENO), sedang pada *Save as type* pilih *AutoCAD 2000 DXF [\* .dxf]*,





Gambar desain benda kerja sudah tersimpan di disket dalam DFX data..

## B. Mentransfer Gambar dari *Software AutoCAD 2000* ke *Software CNC Milling KELLER Q plus*.

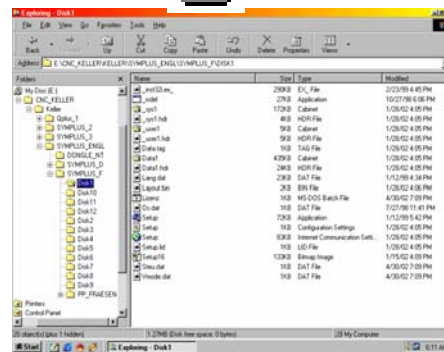
### 1. Menginstal software CNC Milling KELLER Q plus

Ada tiga tahap dalam menginstal program CNC Milling KELLERQ plus.

#### Tahap I

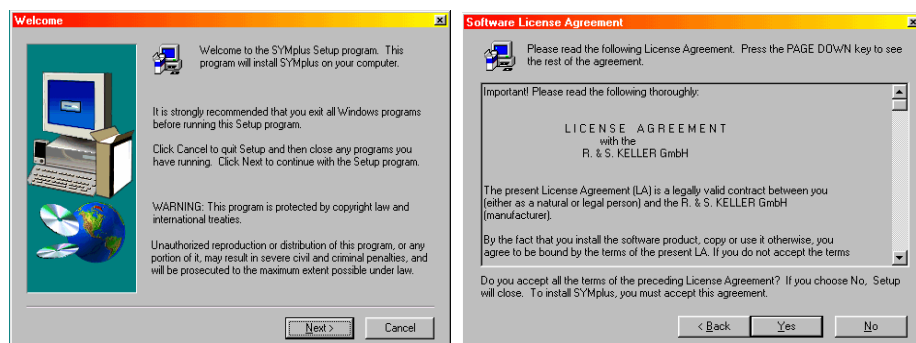
##### a. Masukkan CD Program *CNC Keller Q Plus*

##### b. Buka *Exploring* dan klik

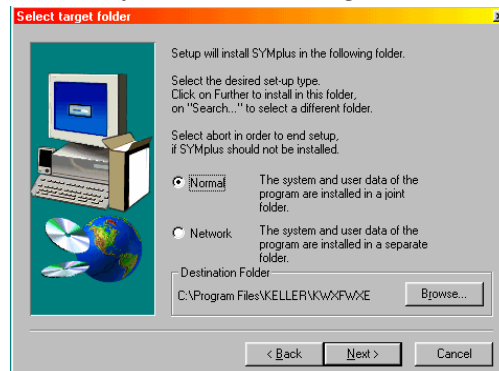


##### c. Pilih *SYMPLUS \_ENGLISH* kemudian *SYMPLUS Fresen (Milling)*

##### d. Klik *Disk 1* dan cari *Setup* selanjutnya klik 2 kali .

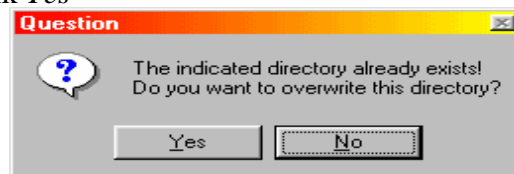


d. *Welcome* klik *next*, *Software Licence Agreement* klik *Next*

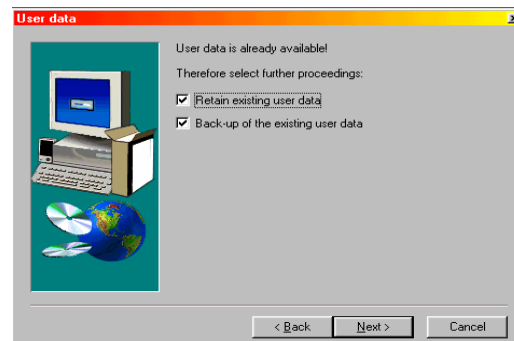


e. *Select target folder* pilih *Normal* dan klik *next*

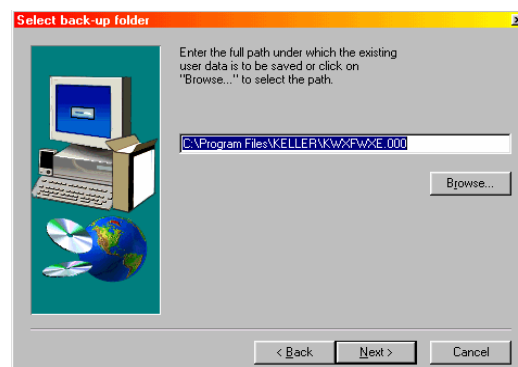
f. *Question* klik *Yes*



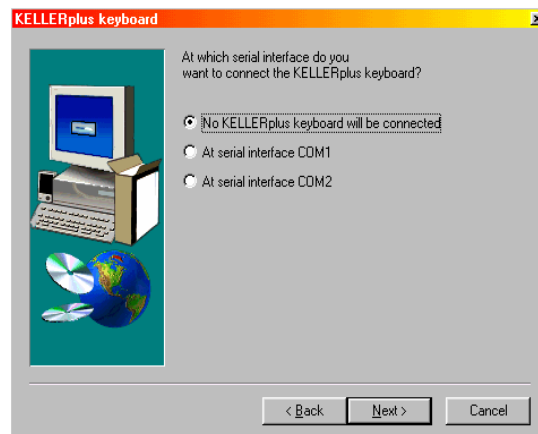
g. *User data* pilih *Retain existing user data* dan *back-up of the existing user data* kemudian klik *next*.



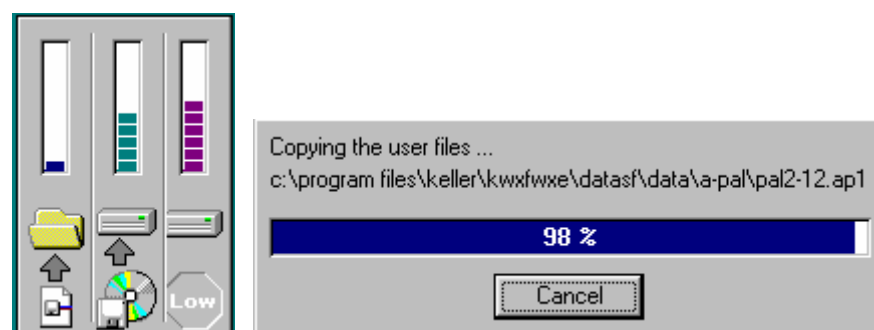
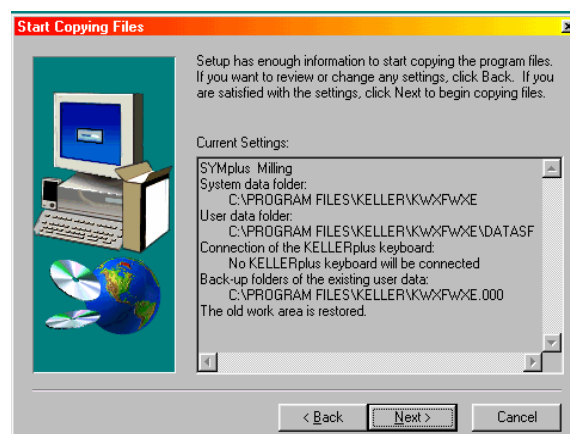
h. *Select back-up folder* klik *next*.



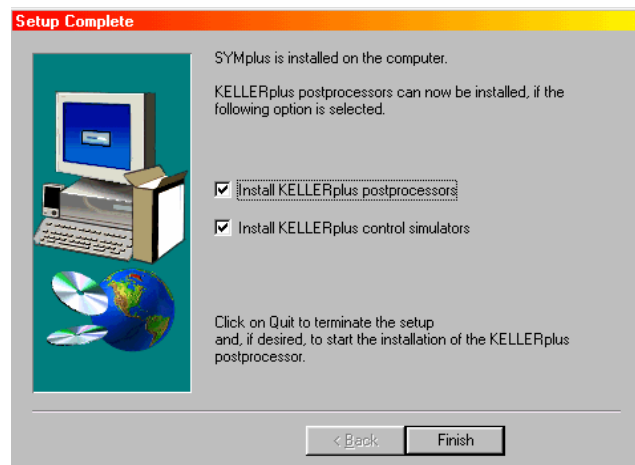
- i. *KELLERplus keyboard* pilih *No KELLERplus keyboard will be connected*, klik *next*



- j. *Start Copying Files* klik *next*

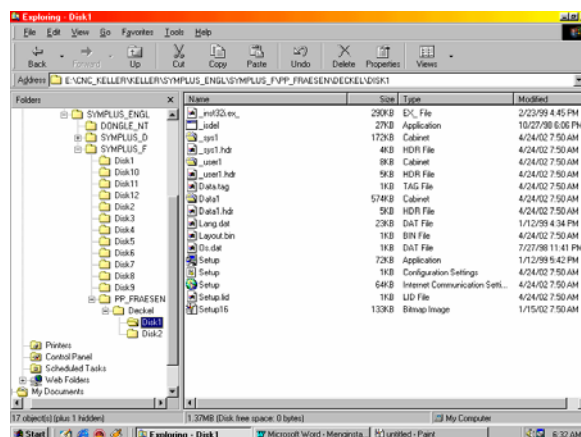


- k. *Setup Complete* pilih *Instal KELLERplus postprocessor* dan *Instal KELLERplus control simulator* kemudian klik *Finish*.

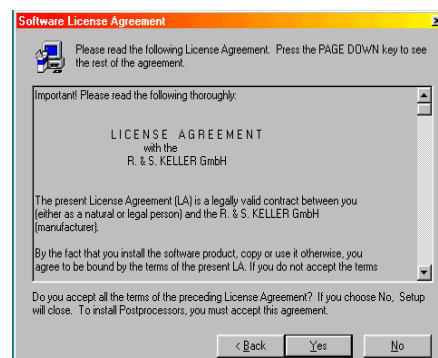
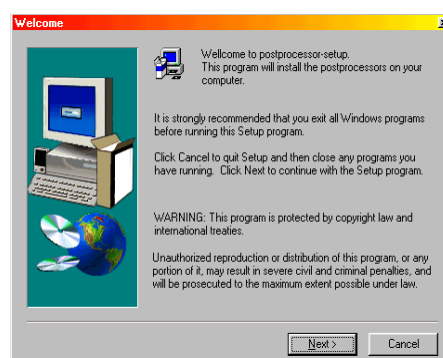


## Tahap II

- Klik *PP\_FRAESEN* kemudian *Deckel* dan pilih Disk 1
- Cari Setup Klik 2 kali

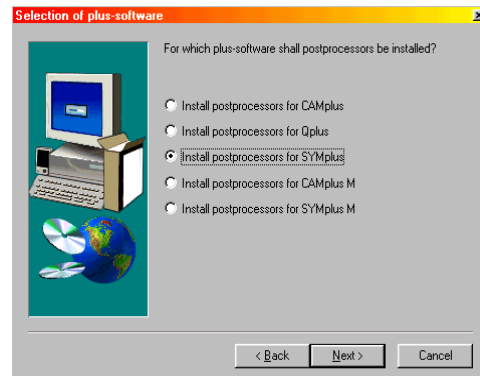


- Welcome* klik *next*, *Software Licence Agreement* Klik *Next*

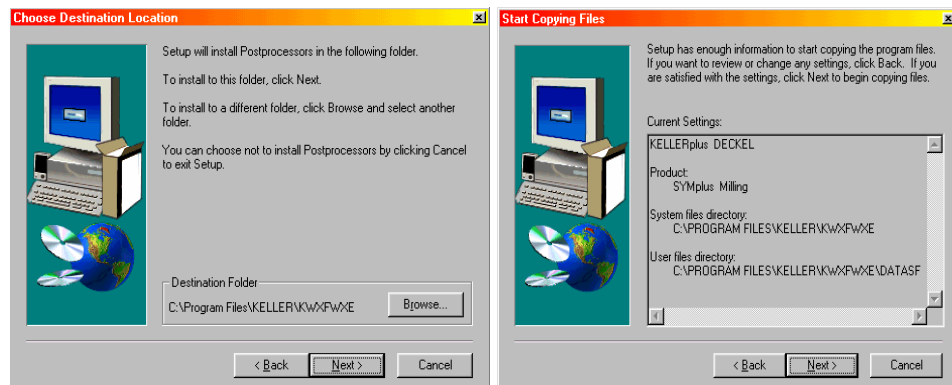


d. *Selection of plus software pilih install postprocessors for SYMplus,*

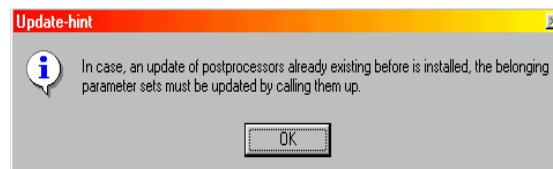
*klik next*



e. *Choose Destination Location klik next, Start Copying Files klik next*

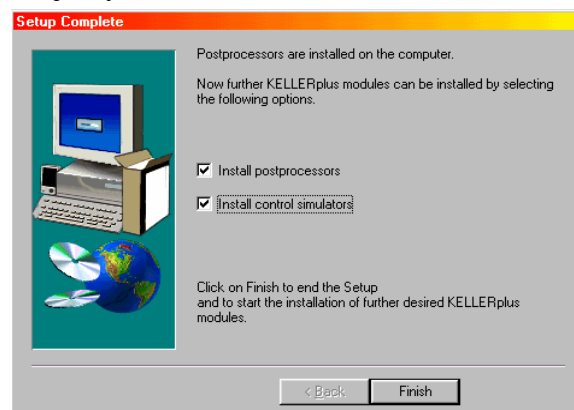


f. *Update hint klik OK*



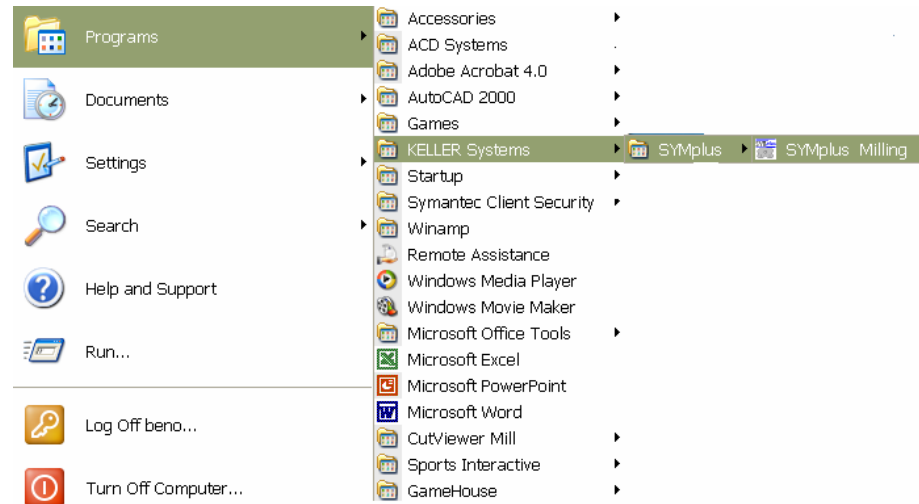
g. *Setup Complete pilih install postprocessors dan install control*

*simulators selanjutnya klik Finish*



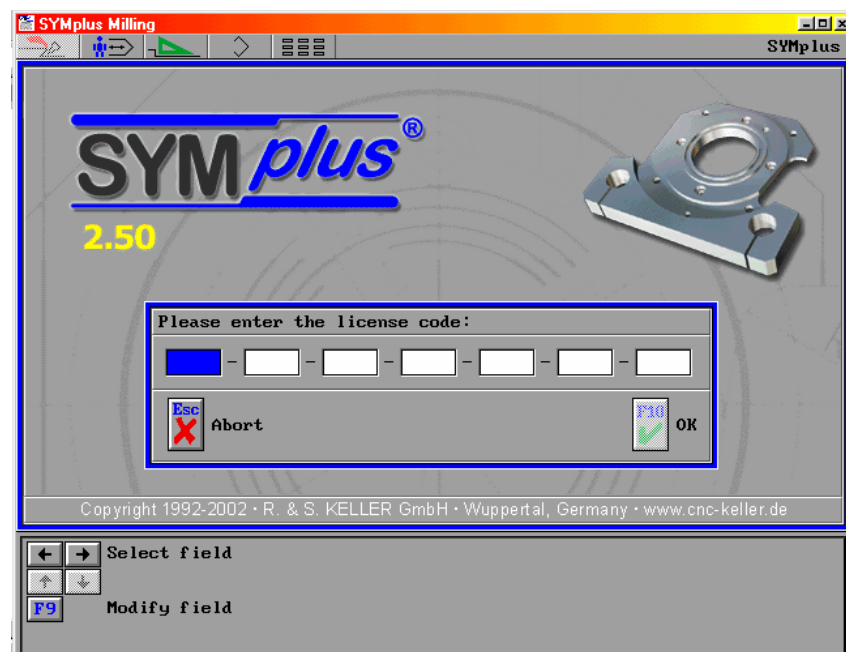
### Tahap III

- a. Klik *START*, pilih program selanjutnya *KELLER System* dan pilih *SYMplus Milling*.

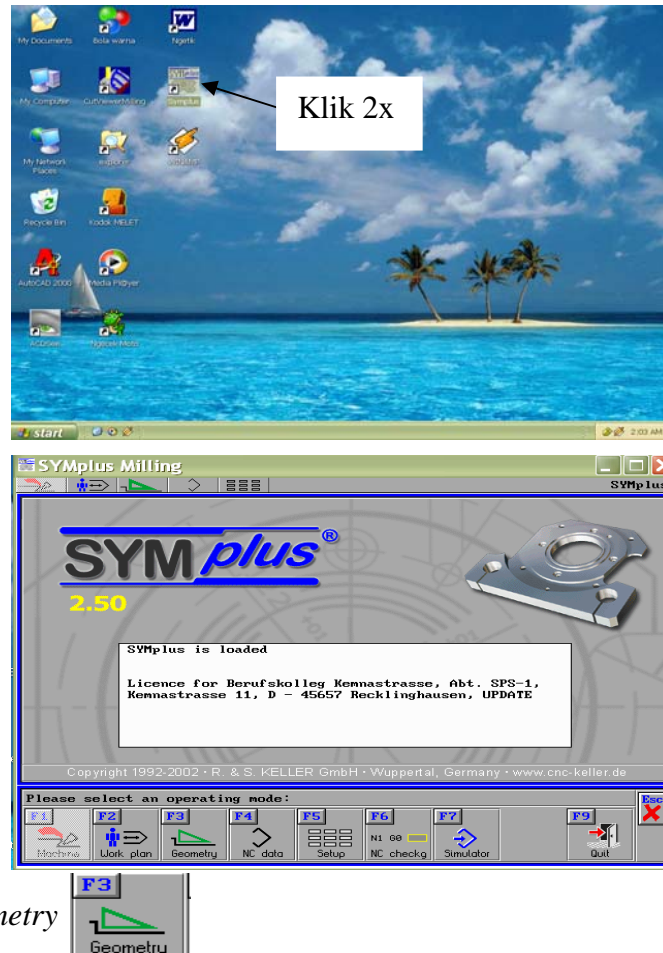


- b. Masukkan *License code* **Fräsen LT-7UK-1B75-BMF-I2C-AF7-**

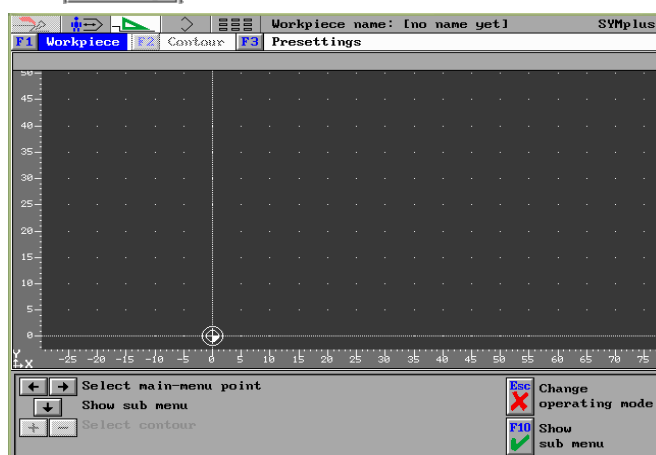
**15SQ** klik OK



2. Aktifkan *CNCMilling KELLER Q plus*, caranya klik 2x icon *CNC KELLER Q plus* yang ada pada *desktop*.



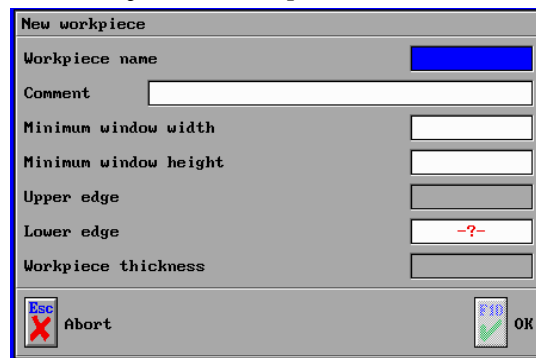
3. Klik *Geometry*



4. Klik **F1 Workpiece**

5. Klik **F1 Create**

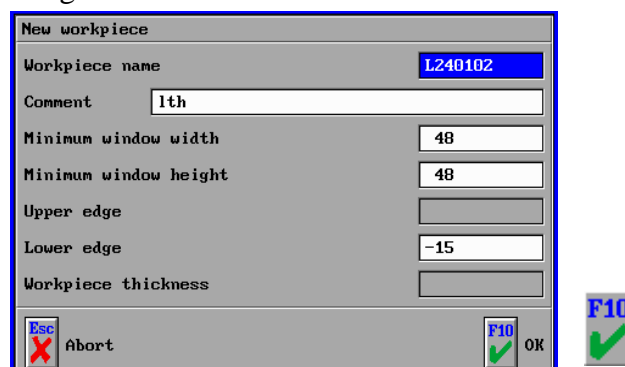
Akan keluar lembar kerja *New workpiece*.



The 'New workpiece' dialog box contains the following fields and controls:

- Workpiece name: [Empty text box]
- Comment: [Empty text box]
- Minimum window width: [Empty text box]
- Minimum window height: [Empty text box]
- Upper edge: [Empty text box]
- Lower edge: [Text box containing '-?']
- Workpiece thickness: [Empty text box]
- Buttons: 'Esc' (with a red X icon) labeled 'Abort' and 'F10' (with a green checkmark icon) labeled 'OK'.

Isilah lembar dialog tersebut.



The 'New workpiece' dialog box is now filled with the following data:

- Workpiece name: L240102
- Comment: lth
- Minimum window width: 48
- Minimum window height: 48
- Upper edge: [Empty text box]
- Lower edge: -15
- Workpiece thickness: [Empty text box]
- Buttons: 'Esc' (with a red X icon) labeled 'Abort' and 'F10' (with a green checkmark icon) labeled 'OK'.

7. Klik **Contour**



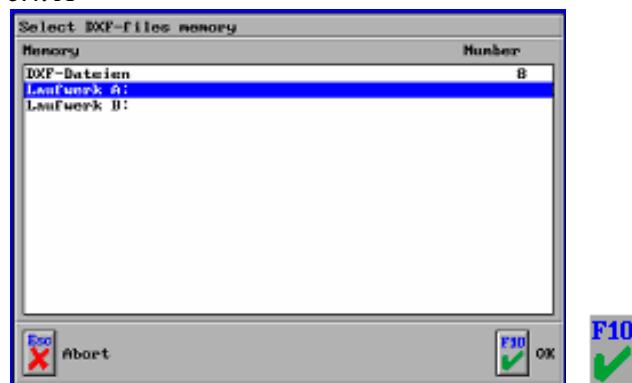
9. Klik **F1 Drawing**

10. Klik **F1 Select ...**

11. Klik **F1 Load DXF file**

12. Klik **F1 Select another memory**

Pilih *Laufwerk A*



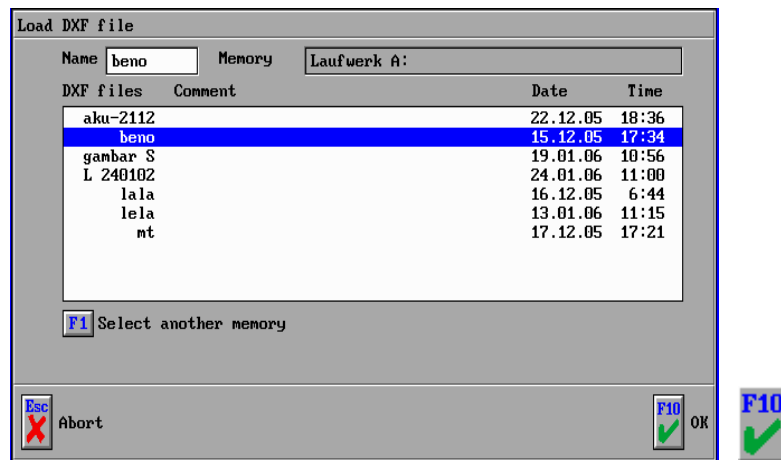
The 'Select DXF-files memory' dialog box shows a list of memory locations:

Memory	Number
DXF-Dateien	8
Laufwerk A:	
Laufwerk B:	

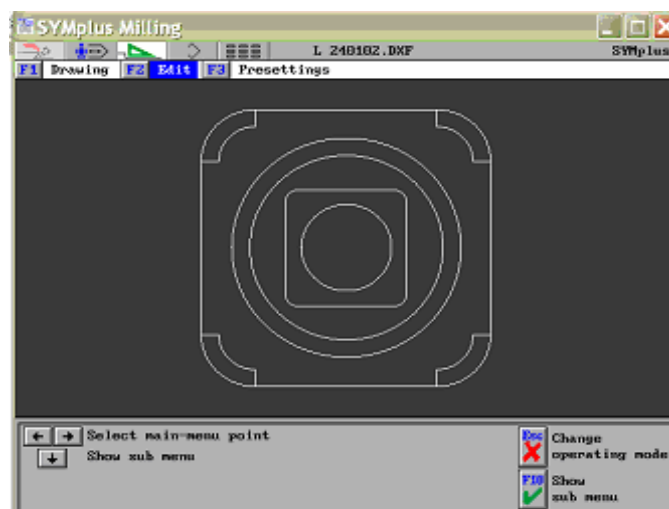
The 'Laufwerk A:' entry is highlighted in blue. At the bottom, there are 'Esc' (with a red X icon) labeled 'Abort' and 'F10' (with a green checkmark icon) labeled 'OK' buttons.



Pilih nama gambar yang telah kita simpan

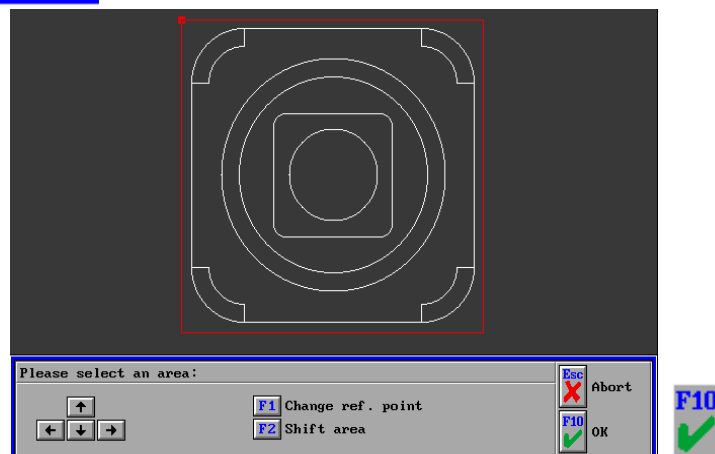


Pada layar monitor akan tampil desain benda kerja yang telah kita buat pada *software* AutoCAD 2000.



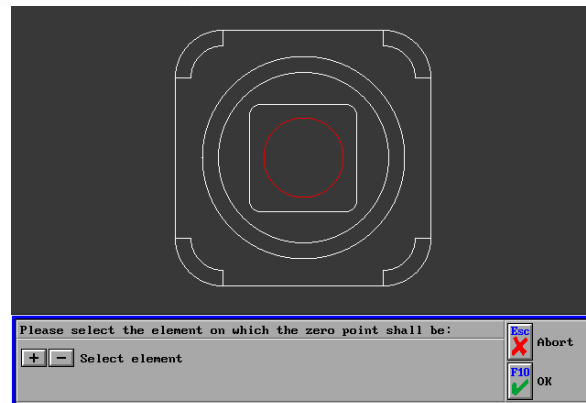
13. Klik **F2 Edit**

14. Klik **F1 Area**

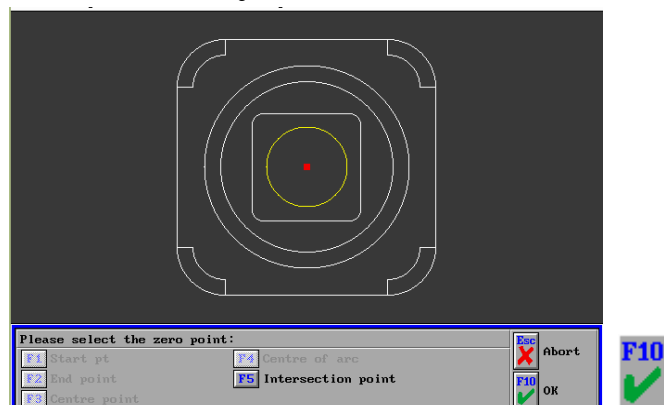


15. Klik **F2 Edit**

16. Klik **F2 Zero point**

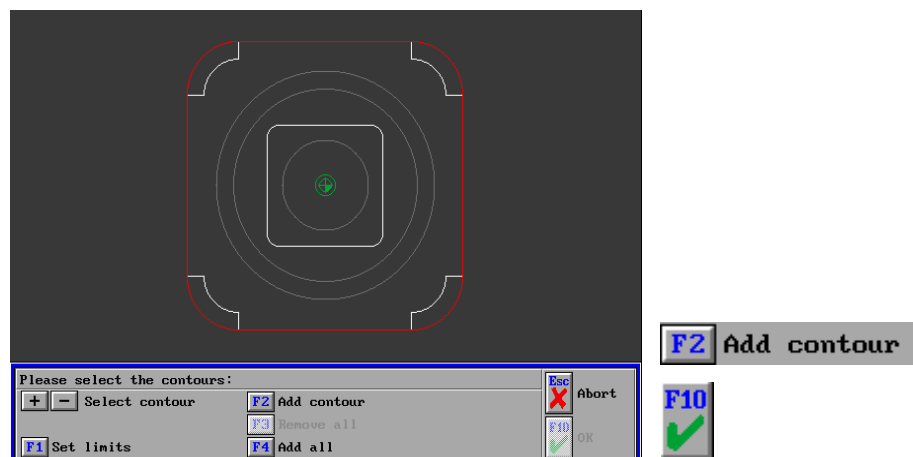


Pada monitor akan tampil seperti gambar dibawah. Tanda titik merah pada lingkaran menunjukkan bahwa titik nol yang dipilih adalah ditengah atau di *center* dari benda kerja.

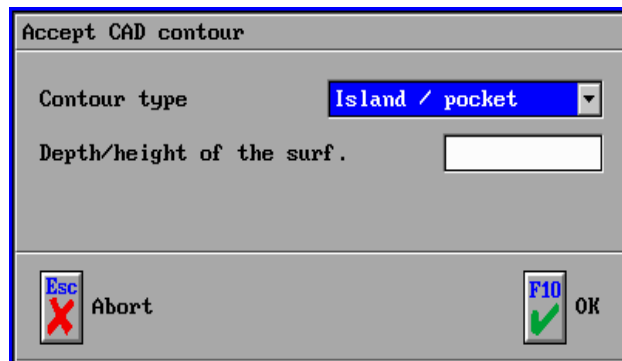


17. Klik **F2 Edit**

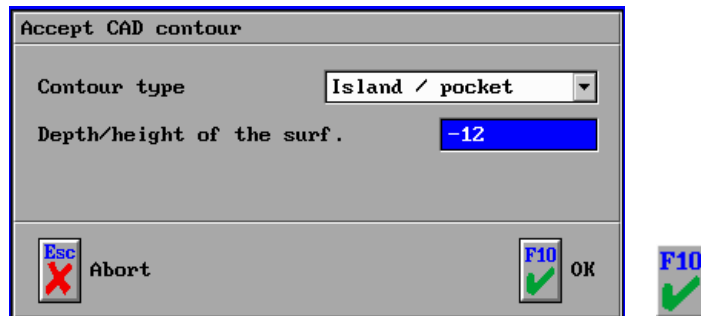
18. Klik **F5 Automatic**



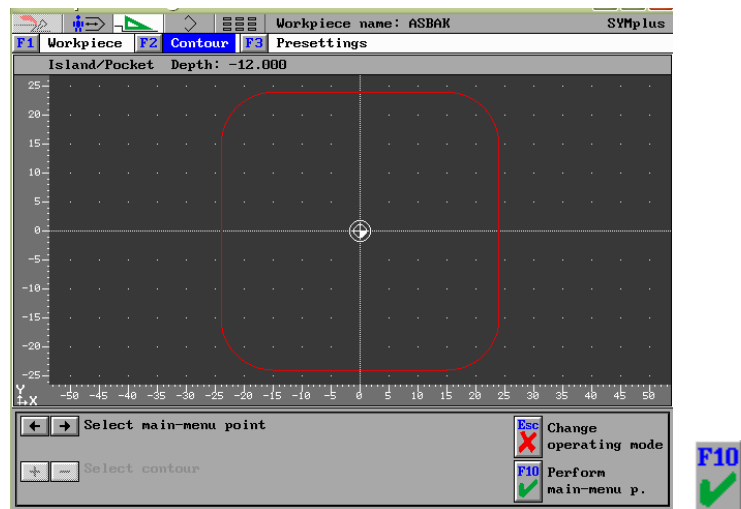
Akan muncul kotak dialog untuk memilih kontur dan tebal benda kerja.



Isilah sesuai dengan rencana benda kerja yang akan kita buat.



Akan tampak seperti gambar.



19. Klik

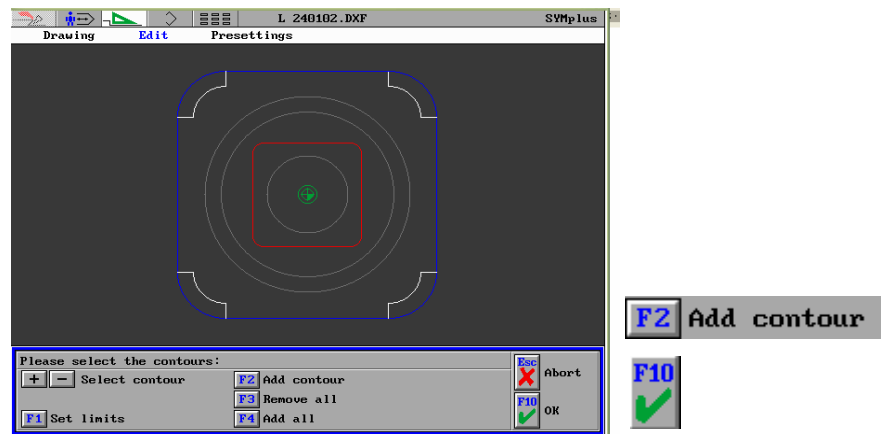


20. Klik

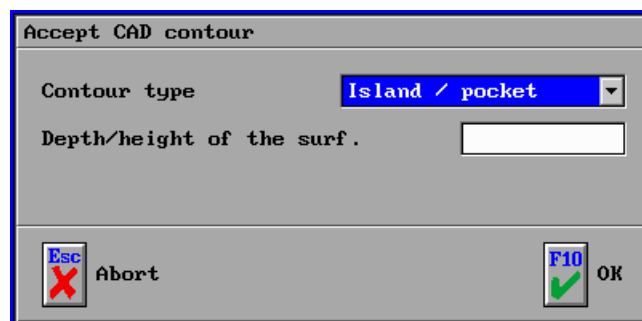



21. Klik

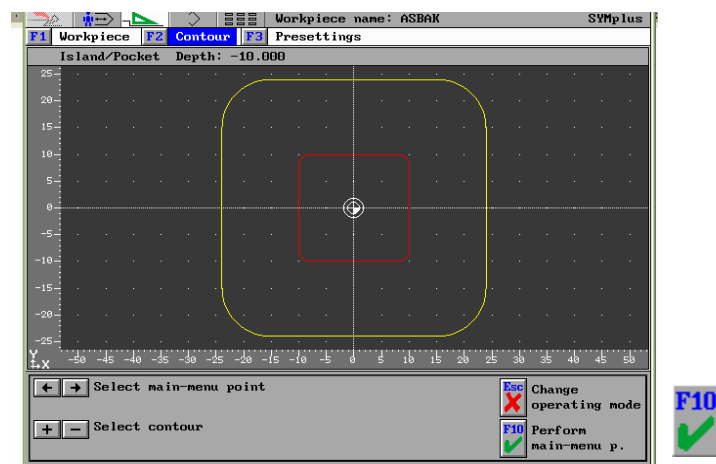




Isilah kotak dialog dibawah (caranya sama dengan yang diatas)



Setelah diisi, klik 

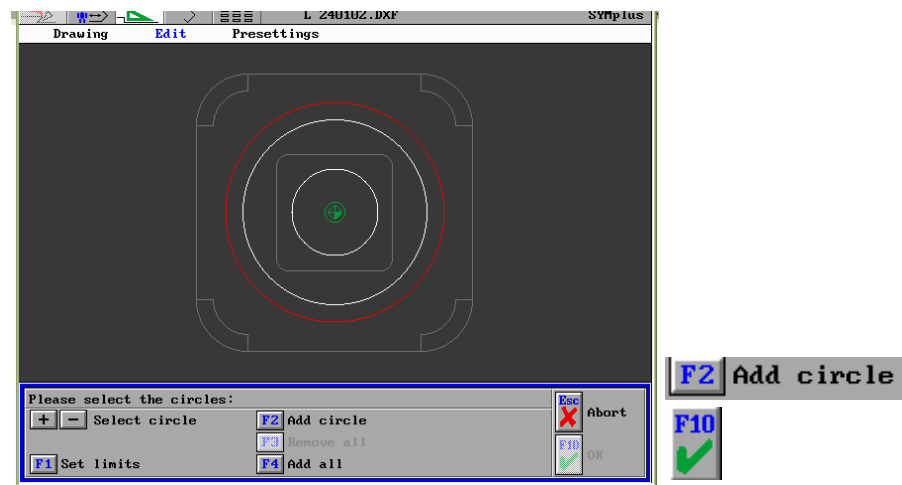


22. Klik

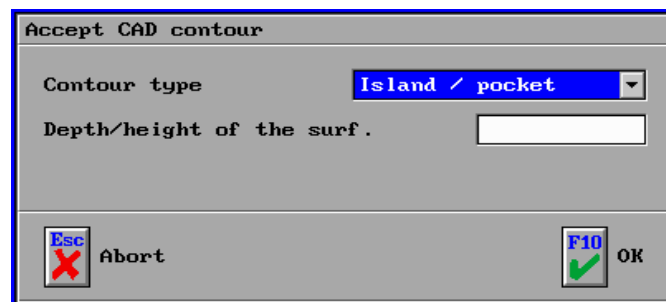


23. Klik 

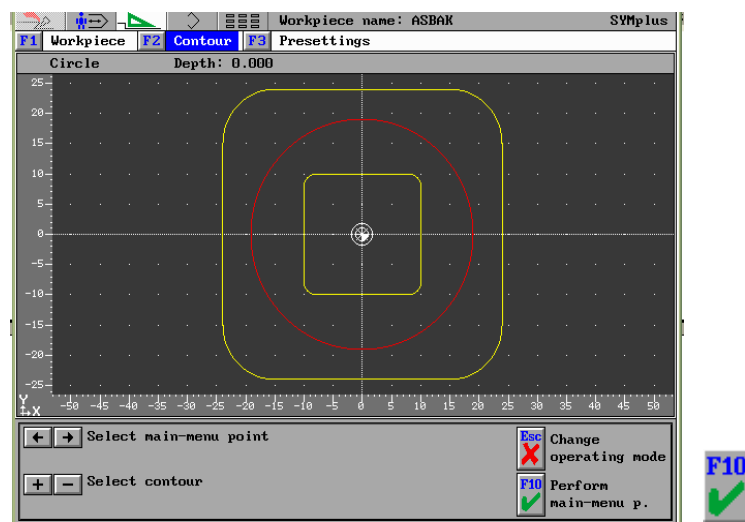
24. Klik **F7** **Circles**



Isilah kotak dialog



Setelah diisi, klik **F10**

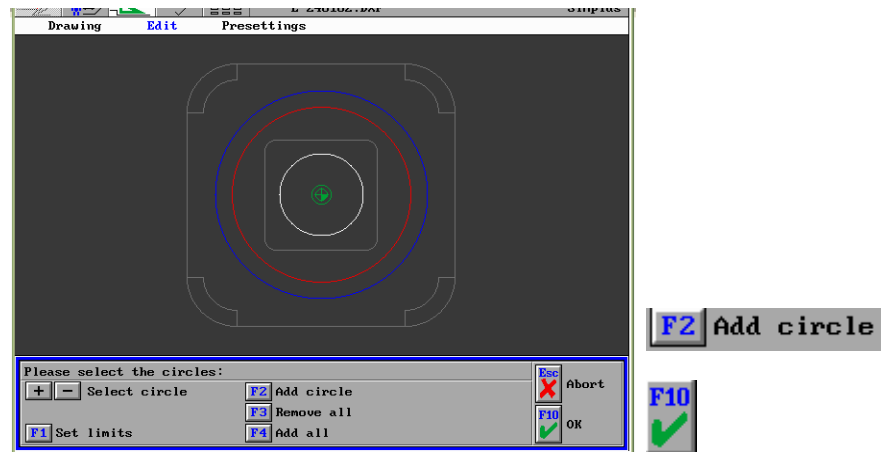


25. Klik

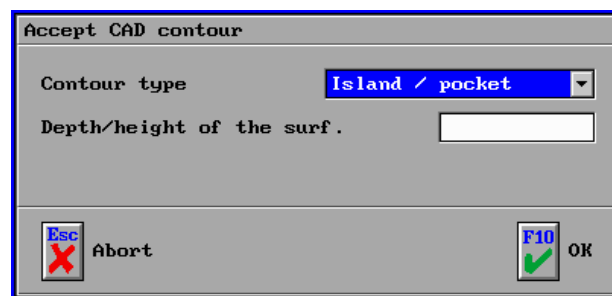


26. Klik **F2 Edit**

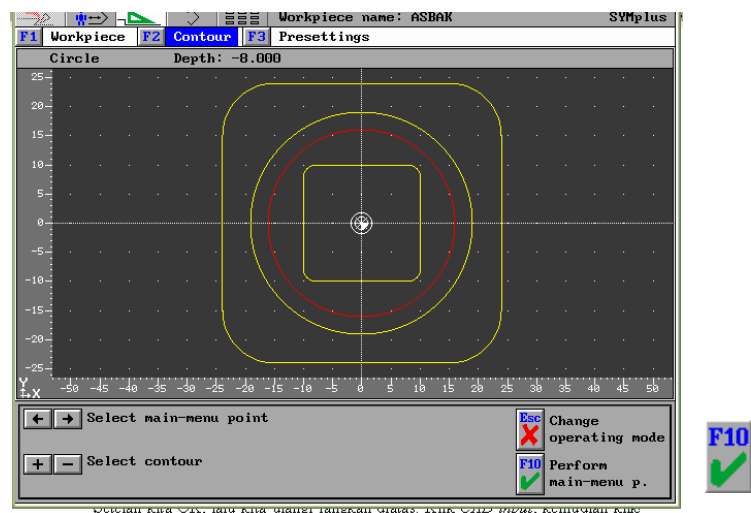
27. Klik **F7 Circles**



Isi kotak dialog



Setelah diisi, klik **F10**

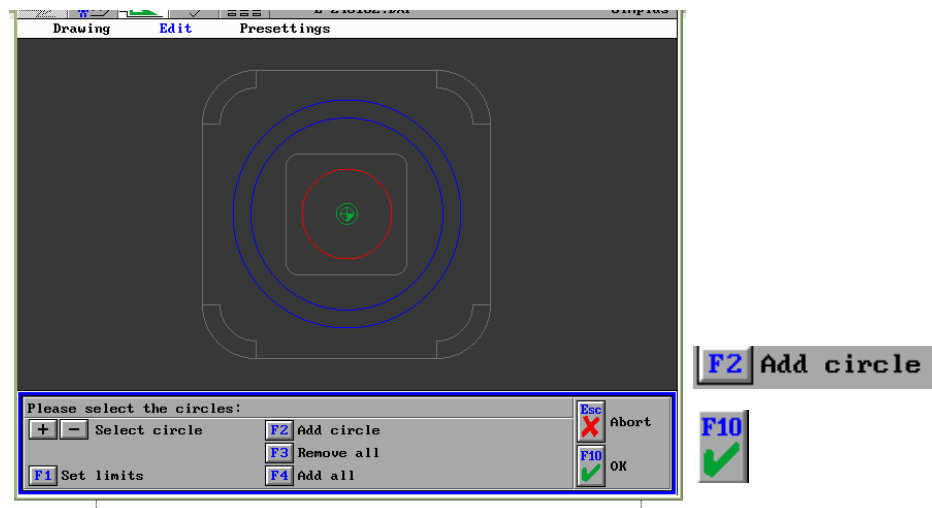


28. Klik

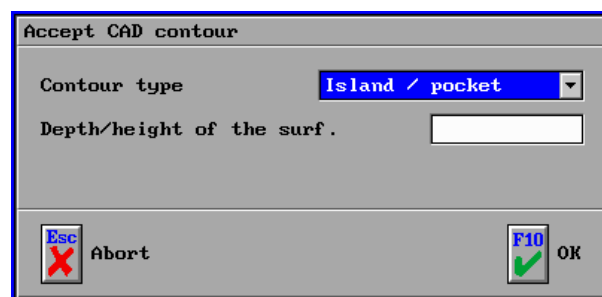


29. Klik **F2 Edit**

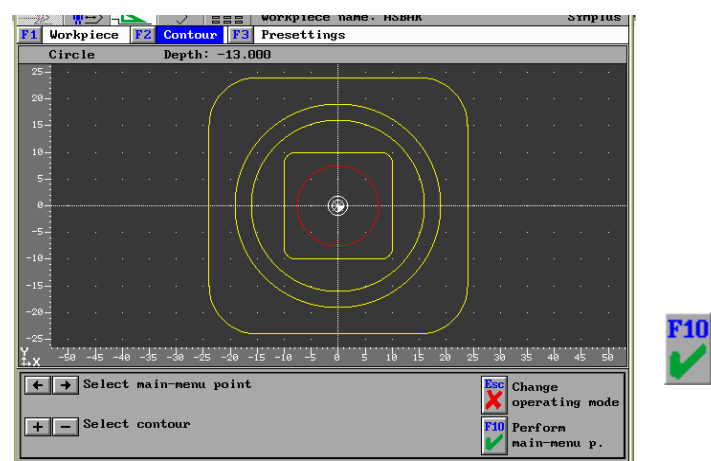
30. Klik **F7 Circles**



Isi kotak dialog



Setelah diisi, klik **F10**

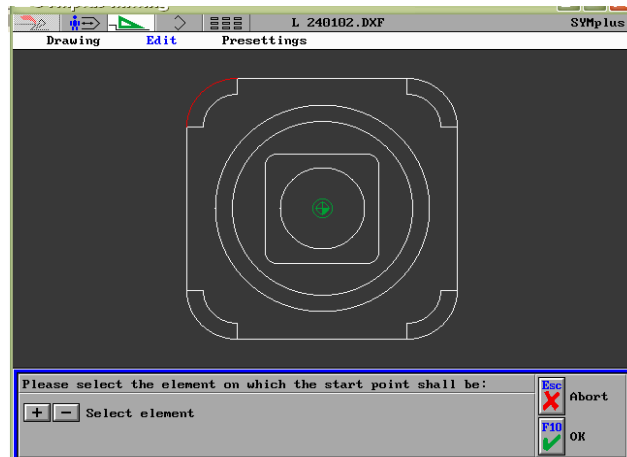


31. Klik



32. Klik **F6** Manual

Kita gunakan manual karena kita harus menyeleksi per garis. Gunakan tanda (+) dan (-) untuk memilih garis yang akan dipindah. Tekan F10.

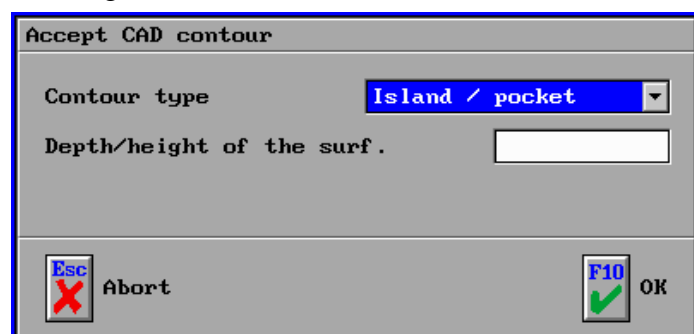


33. Pilih *End point* (F2) lalu OK (F10)

34. Klik *next point*, tekan OK. Tekan *next end point* lalu OK. Ulangi langkah ini terus sampai elemen gambar berwarna kuning semua.

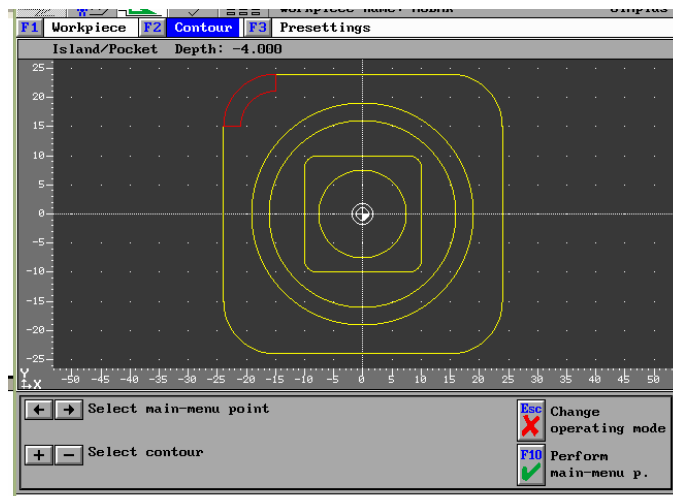


Isi kotak dialog

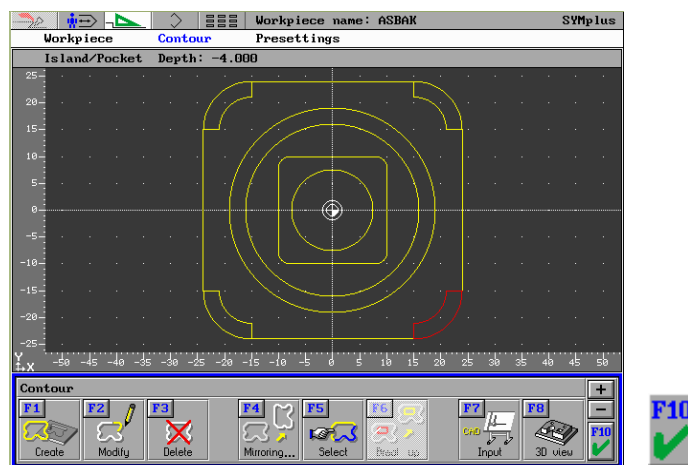




Setelah diisi, klik



Ulangi langkah pengerjaan manual ini sebanyak tiga kali, sehingga semua gambar lengkungan disudut di proses semua. Hasilnya dapat dilihat seperti gambar

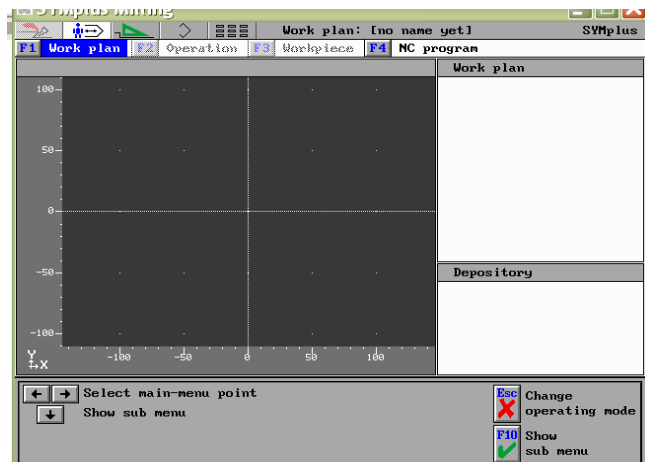


35. Klik **F1 Workpiece**

36. Klik **F4 Save**

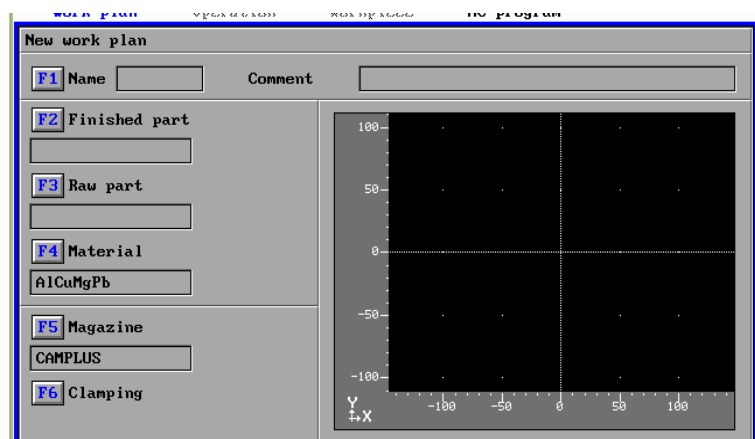
Gambar benda kerja sudah tersimpan dalam *software CNC Milling KELLER Q plus*

37. Klik



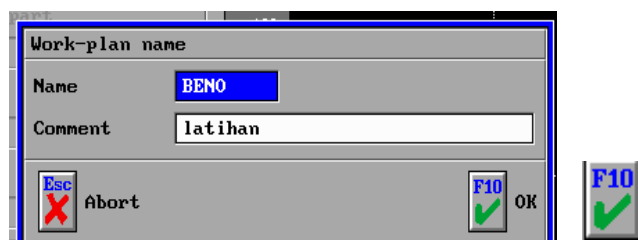
38. Klik **F1** **Work plan**

39. Klik **F1** **Create**



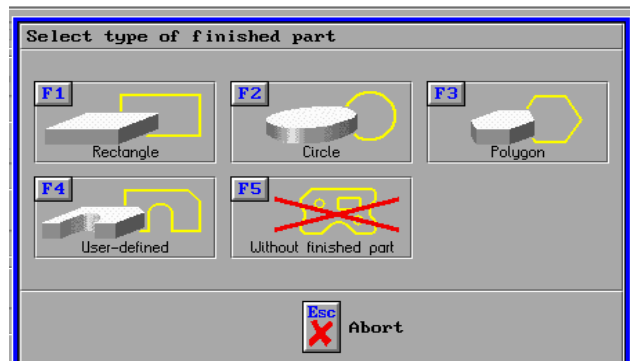
40. Klik **F1** Name

Akan muncul kotak dialog *Work plan name/*. Isilah kotak dialog tersebut seperti gambar dibawah.

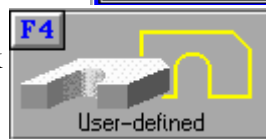


41. Klik 

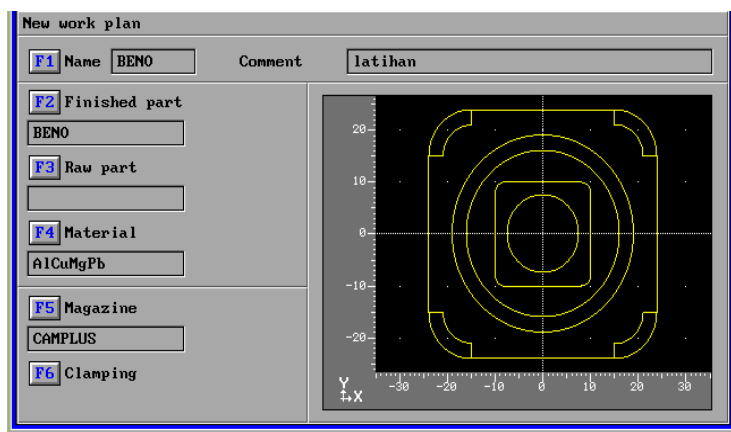
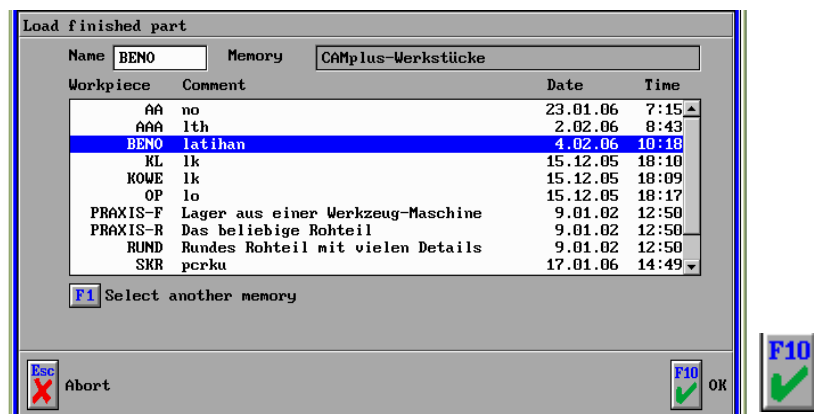
Pilih hasil akhir dari benda kerja yng kita buat



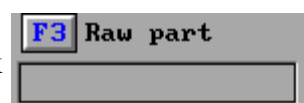
42. Klik



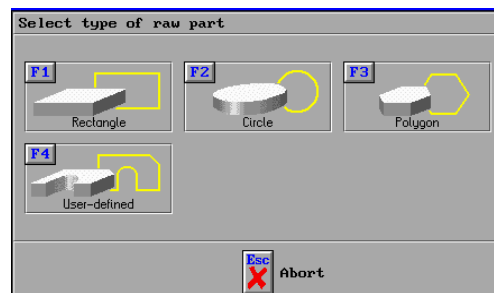
Akan muncul lebar *load finished part*



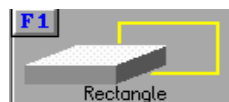
43. Klik



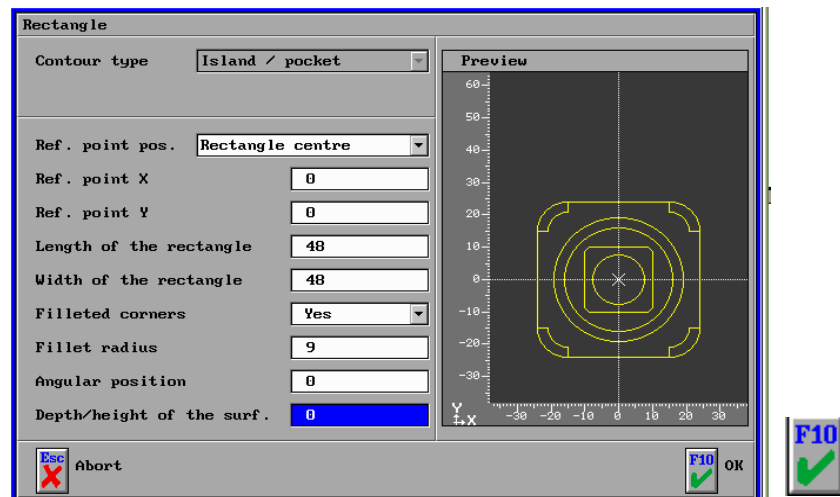
Pilih jenis *raw part*



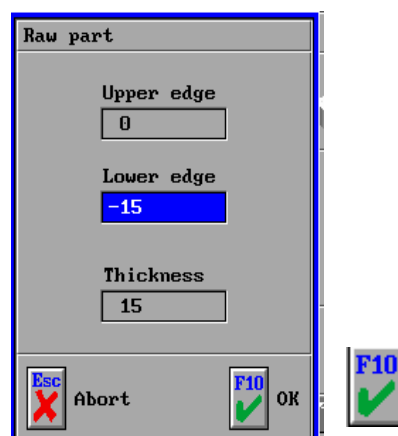
44. Klik



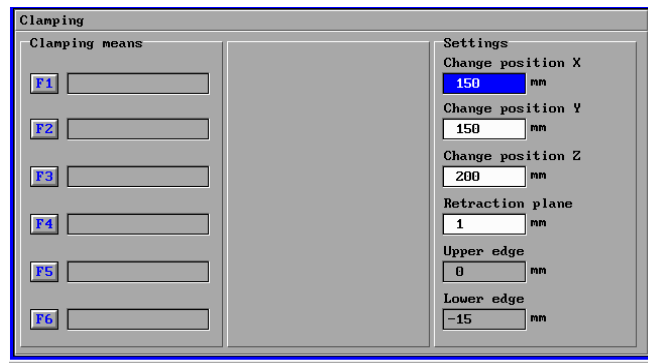
Akan muncul lembar kerja dari *raw part rectangle*, isilah sesuai dengan ukuran benda kerja yang kita buat.



Setelah diisi maka akan keluar laporan mengenai tebal bahan benda kerja.



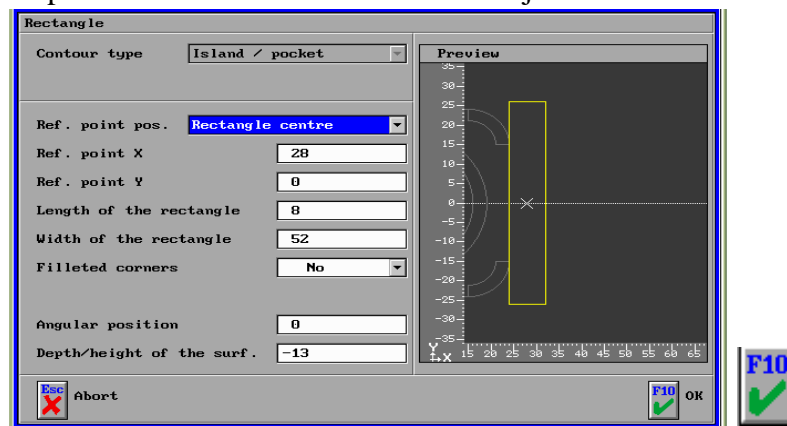
47. Klik **F6 Clamping**



Kita akan menggunakan empat pengecaman yaitu pada sisi kanan, kiri dan bawah kanan kiri. Maka kita perlu mengisi empat buah pengaturan pengecaman.

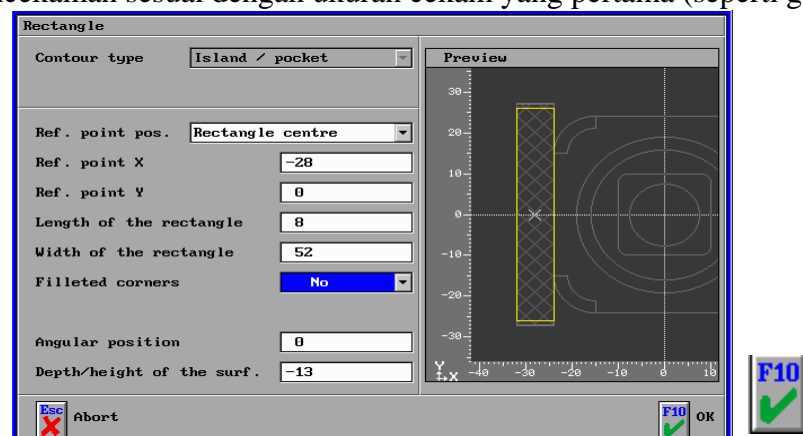
48. Klik **F1** 

Aturlah pengecaman sesuai ukuran benda kerja.



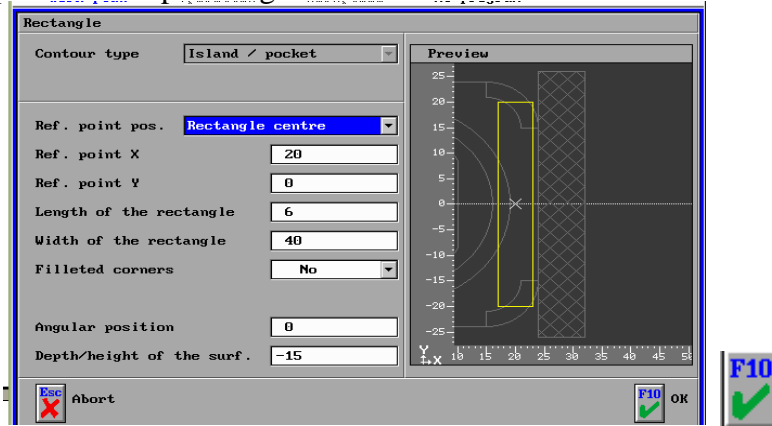
49. Klik **F2** 

Untuk mengatur pengecaman yang ke dua pada sisi kiri. Aturlah pengecaman sesuai dengan ukuran cekam yang pertama (seperti gambar).



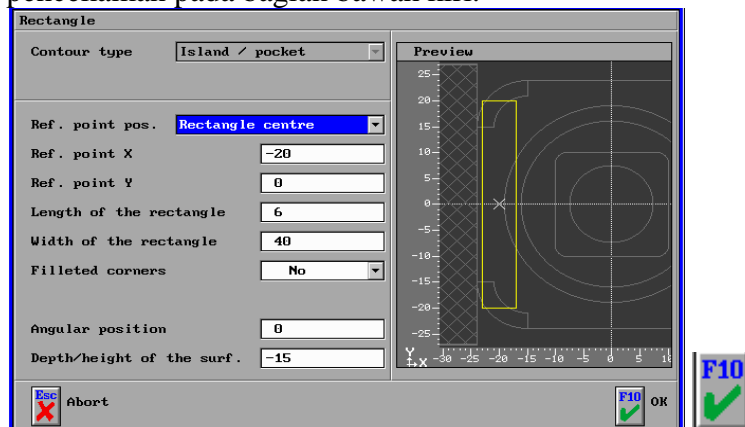
50. Klik **F3**

Atur pengecaman pada bagian bawah kanan.



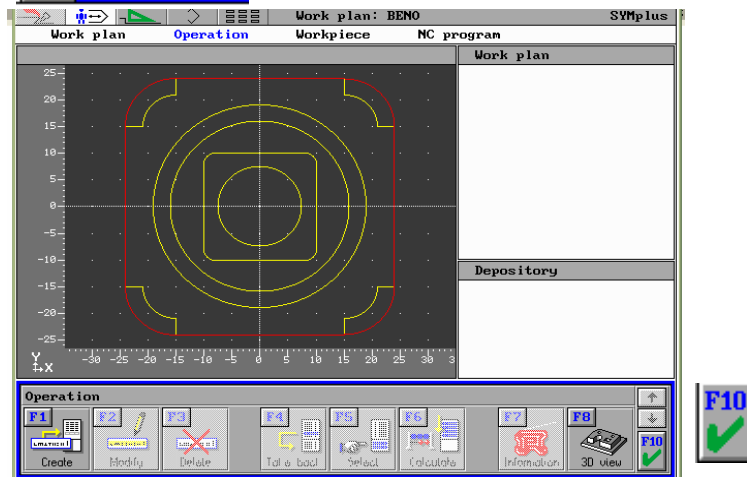
51. Klik **F4**

Atur pengecaman pada bagian bawah kiri.



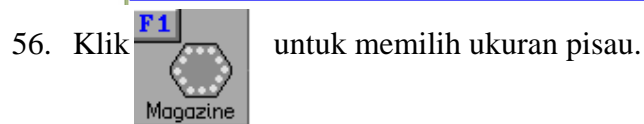
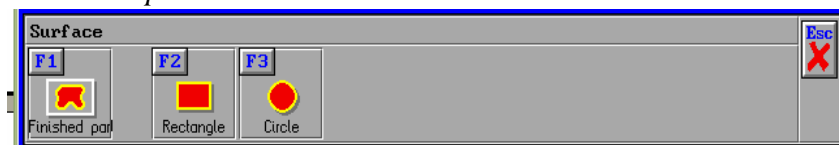
Setelah semua diatur, selanjutnya mensimulasikan hasil pembuatan benda kerja tersebut pada *software CNC Milling Keller Q plus*.

52. Klik **F2 Operation**

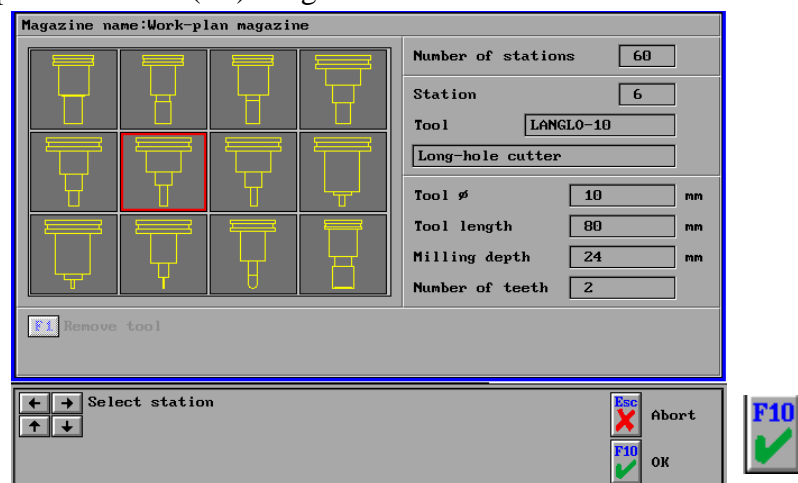




55. Klik *Finished part*

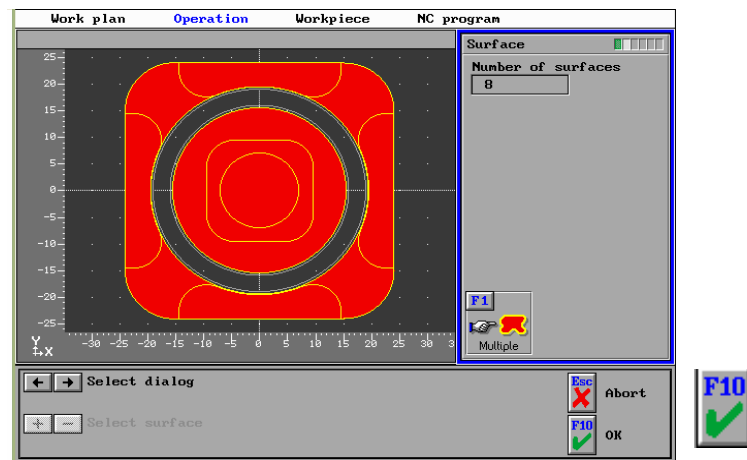


Pilih pisau *station 6* (T6) dengan diameter 10 mm. lalu tekan F10.

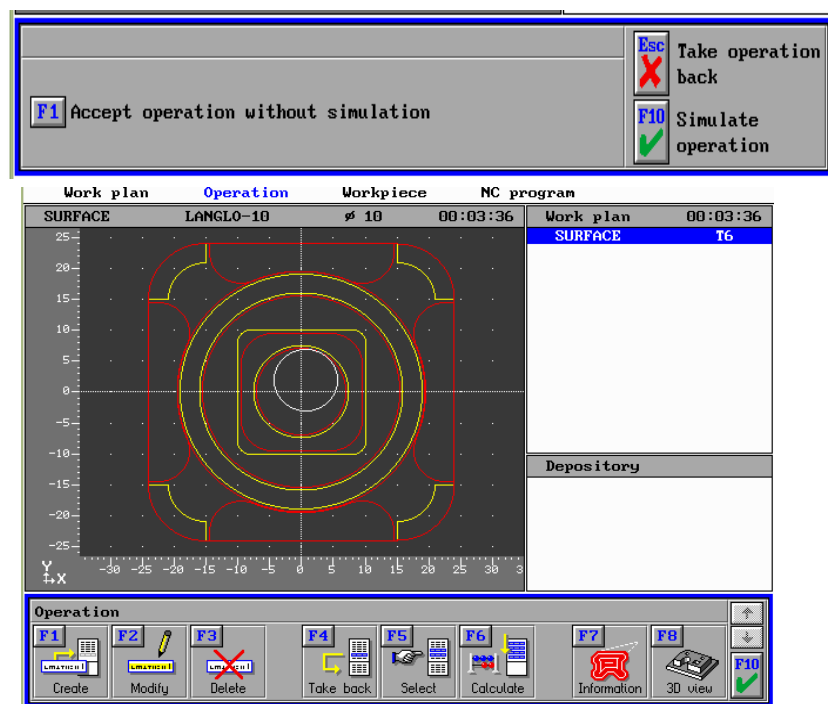


58. Klik 

Pada monitor akan tampil gambar yang akan dikenai pisau (berwarna merah).



59. Klik F1 (*Accept operation without simulation*). Maka komputer akan menyimpan perintah itu .



60. Klik

61. Klik *Surface*.

62. Klik *Finished part.*

63. Klik F1 (*Magazine*).

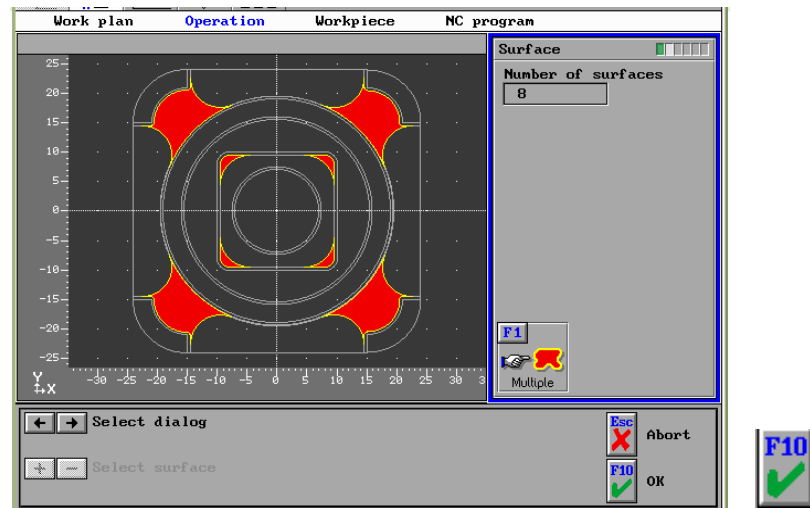
Pilih pisau *station* 10 (T10) dengan diameter 6 mm. Tekan F10.



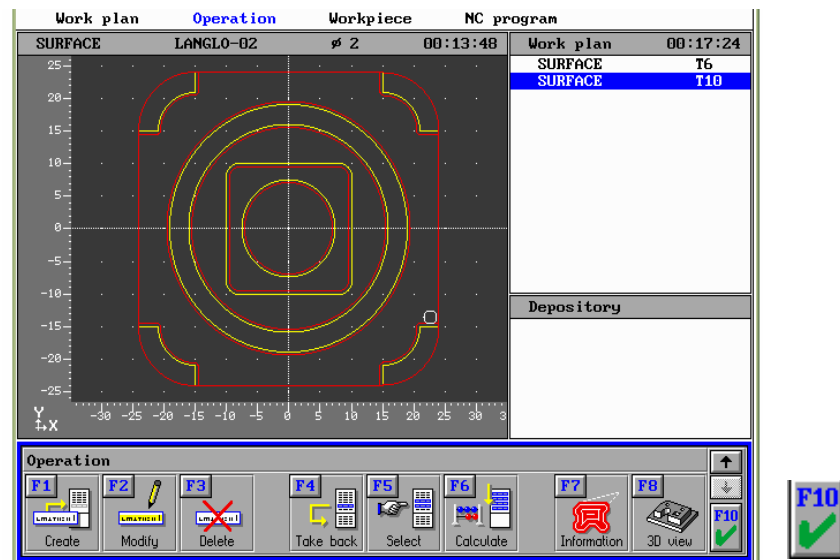
64. Klik F1 (*multiple*).

65. Klik F2 (*add all*). Tekan F10

Pada monitor akan tampil gambar yang akan dikenai pisau (berwarna merah). Tekan F10.




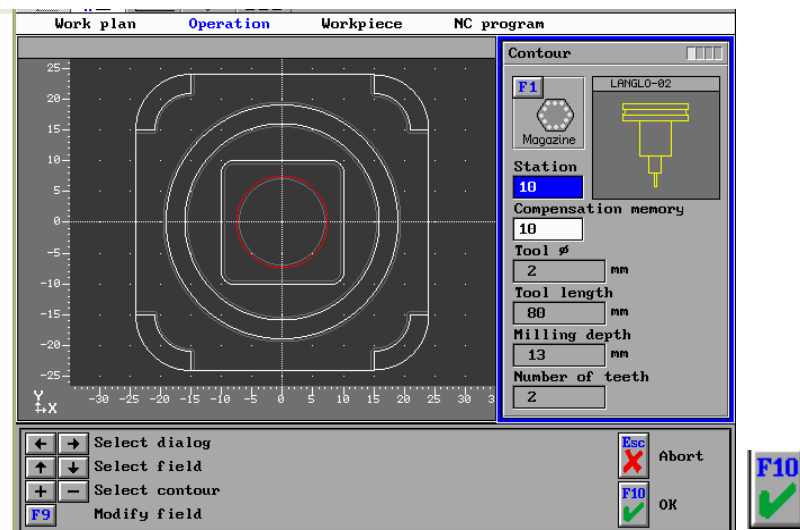
66. Klik F1 (*Accept operation without simulation*). Maka komputer akan menyimpan perintah itu .



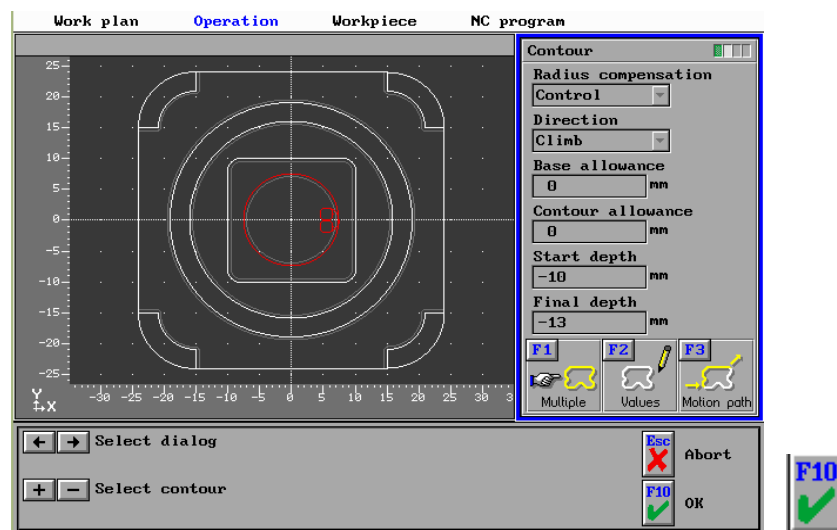
67. Klik



68. Klik  F2 (Contour)
69. Klik *Select contour*, untuk memilih bagian yang dikenai penyayatan (berwarna merah). Untuk pisau yang kita gunakan sama yaitu *station 10* dengan diameter 6 mm.



70. Klik F3 (*Motion path*)
71. Klik F1 (*Define conour path*)
72. Klik F10 terus sampai muncul gambar dengan garis berwarna merah (yang mengalami penyayatan).

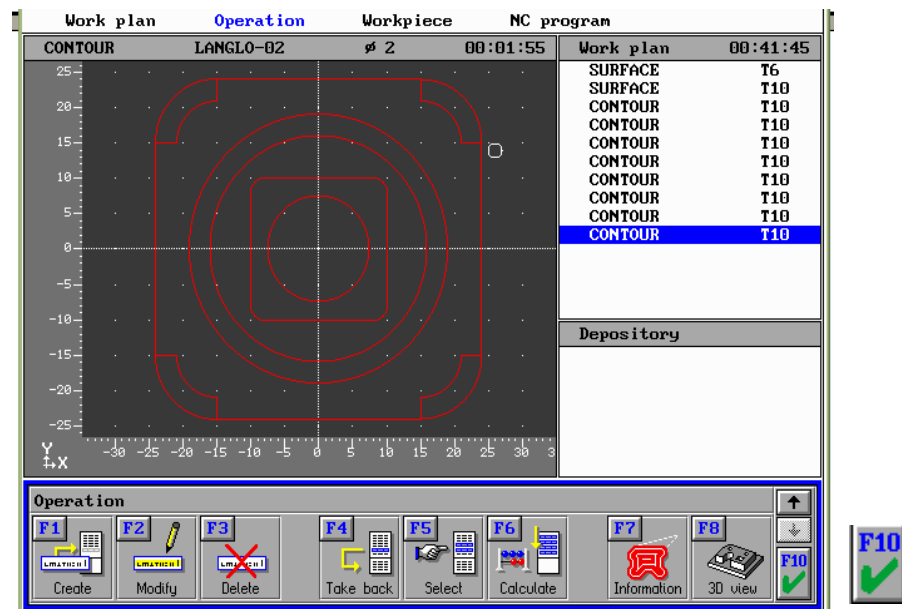


73. Klik F1 (*Accept operation without simulation*). Maka kita akan kembali

ke sub menu operation

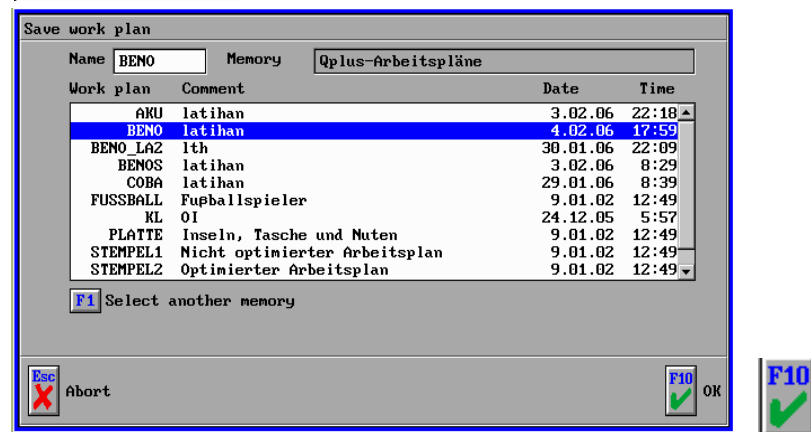


Lakukan langkah kontur ini (seperti diatas) sampai semua gambar berwarna merah.



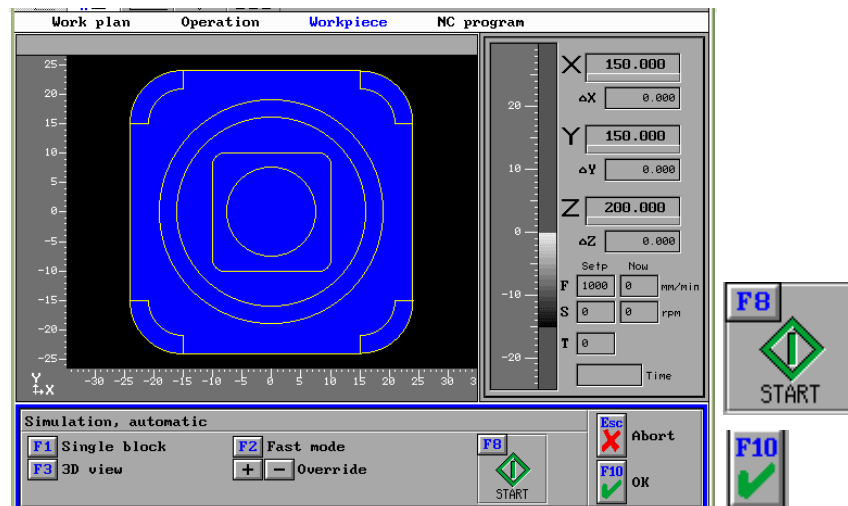
76. Klik **F1 Work plan**

77. Klik **F4 Save**



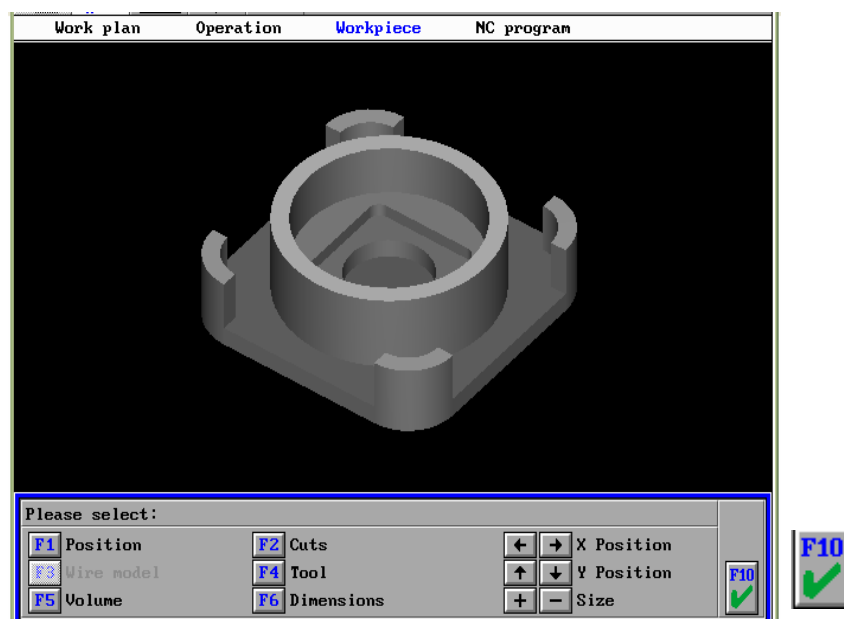
78. Klik **F3 Workpiece**

79. Klik **F2 Simulate all**



80. Klik **F3 Workpiece**

81. Klik **F1 3D view**



81. Klik **F4 NC program**

82. Klik **F1 Create**

Create NC program

Control parameter

NC program

Program number

Comment  
 latihan

Abort OK

83. Klik Control parameter

Select parameter set

Name  Memory  Parameter-Sätze

Parameter set	Comment	Date	Time
OKQFXXX0	DIN/PAL	7.02.06	14:34
BENO	lth	31.01.06	17:01
BENOS	latihan	31.01.06	23:15
DC02XXX0	lth	23.01.06	7:30
DD11XXX0	DECKEL Dialog 11	24.04.02	2:50
DD13XXX0	DECKEL Dialog 3	24.04.02	2:50
DD14XXX0	DECKEL Dialog 4	24.04.02	2:50
JUJI		15.01.06	7:39
KH	cb	28.01.06	11:19
KLH	lth	23.01.06	7:30

Select another memory

Abort OK

Create NC program

Control parameter  
 OKQFXXX0

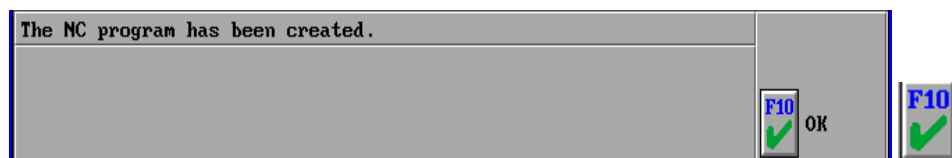
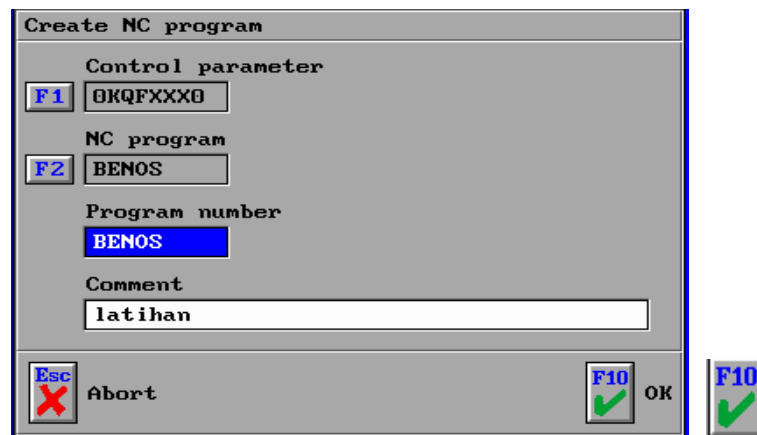
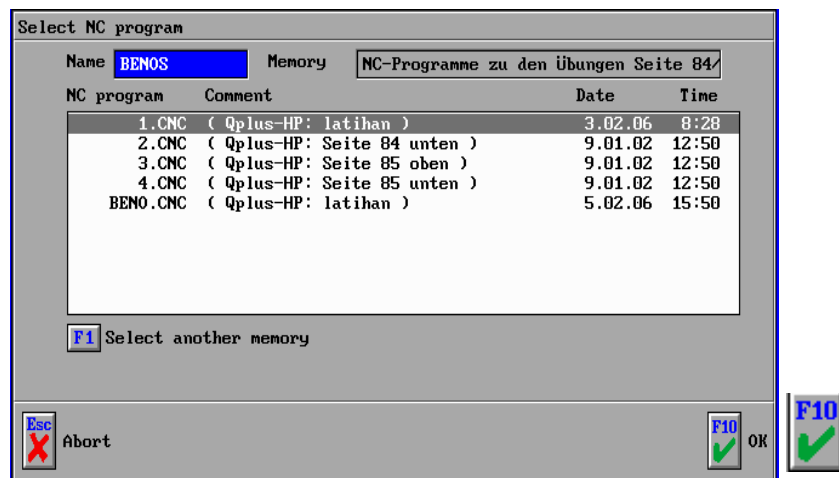
NC program

Program number

Comment  
 latihan

Abort OK

84. Klik NC program



85. Klik **F1 Work plan**

86. Klik **F4 Save**

87. Klik 

88. Klik **F4 NC program**

89. Klik **F3 Load**

Load NC program

Name:  Memory:

NC program	Comment	Date	Time
1.CNC	latihan	3.02.06	8:28
2.CNC	Seite 84 unten	9.01.02	12:50
3.CNC	Seite 85 oben	9.01.02	12:50
4.CNC	Seite 85 unten	9.01.02	12:50
BEN0.CNC	latihan	5.02.06	15:50
BENOS.CNC	latihan	7.02.06	15:34

**F1** Select another memory

**Esc** Abort **F10** OK

**F1** NC program **F2** NC blocks **F3** Transfer **F4** Lesson/Test

NC-program display

```

( SURFACE )
N1 F250 S2300 T6 M3
N2 G0 X25.607 Y25.607
N3 G0 Z-4 M8
N4 G1 X24.899 Y24.899
N5 G1 X19.243 Y19.243
N6 G3 X15 Y21 I-4.243 J-4.243
N7 G1 X12.619
N8 G2 X21 Y12.619 I-12.619 J-21
N9 G1 Y15
N10 G3 X19.243 Y19.243 I-6 J0
N11 G1 X24.899 Y24.899
N12 G0 Z1
N13 G0 X-12.619 Y30
N14 G0 Z-4
N15 G1 Y29
N16 G1 Y21
N17 G1 X-15
N18 G3 X-21 Y15 I0 J-6
N19 G1 Y12.619
N20 G2 X-12.619 Y21 I21 J-12.619
N21 G1 Y29
N22 G0 Z1

```

**←** **→** Select main-menu point  
**↓** Show sub menu

**Esc** Change operating mode  
**F10** Show sub menu

NC program: BENOS SYMplus

NC program NC blocks Transfer Lesson/Test

Comment:

PAL I J incr.

```

( SURFACE )
N1 F250 S2300 T6 M3
N2 G0 X25.607 Y25.607
N3 G0 Z-4 M8
N4 G1 X24.899 Y24.899
N5 G1 X19.243 Y19.243
N6 G3 X15 Y21 I-4.243 J-4.243
N7 G1 X12.619
N8 G2 X21 Y12.619 I-12.619 J-21
N9 G1 Y15
N10 G3 X19.243 Y19.243 I-6 J0
N11 G1 X24.899 Y24.899
N12 G0 Z1
N13 G0 X-12.619 Y30
N14 G0 Z-4
N15 G1 Y29
N16 G1 Y21
N17 G1 X-15
N18 G3 X-21 Y15 I0 J-6
N19 G1 Y12.619
N20 G2 X-12.619 Y21 I21 J-12.619
N21 G1 Y29
N22 G0 Z1

```

Please choose:

**F1** Insert block below **F3** Delete block **F9** Simulation  
**F2** Edit block **F4** Insert block above **F10**