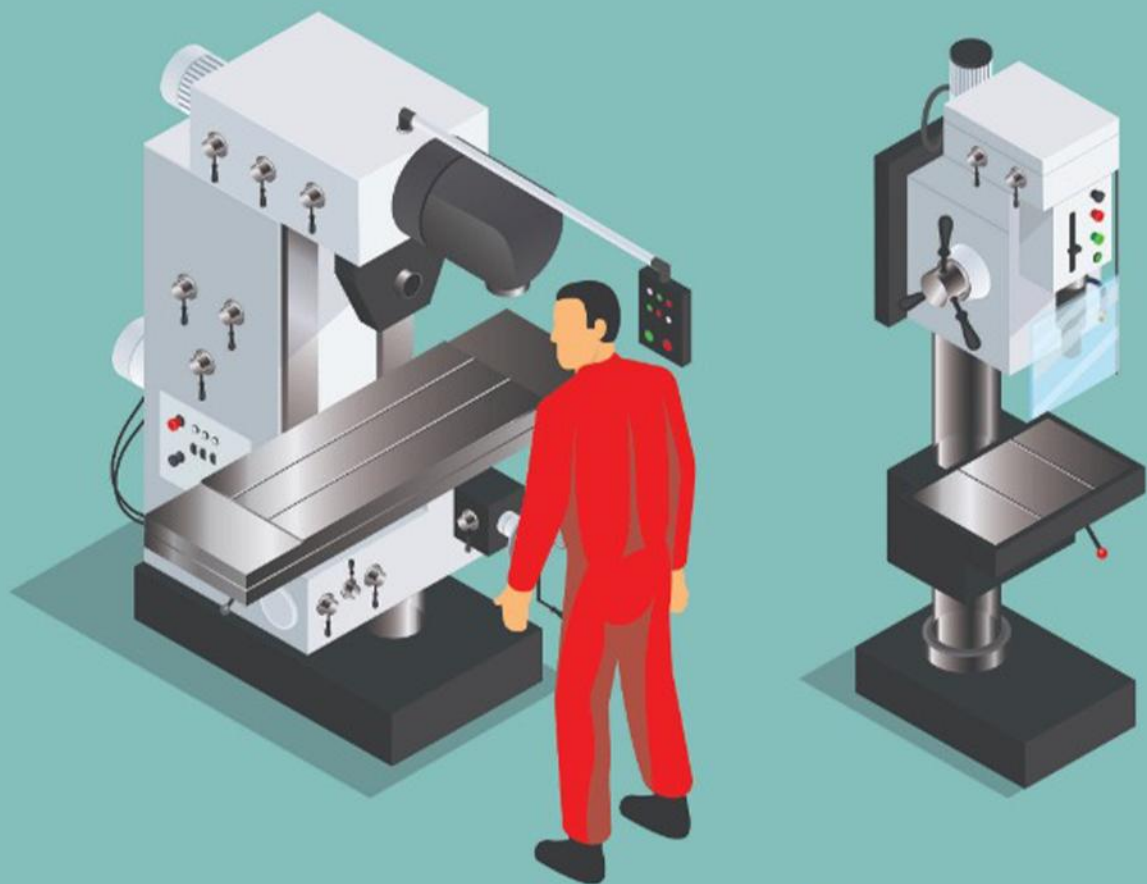




DIREKTORAT PEMBINAAN SMK  
KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN  
REPUBLIK INDONESIA  
2019



# TEKNIK PEMESINAN NC/CNC DAN CAM



BIDANG KEAHLIAN TEKNOLOGI DAN REKAYASA  
PROGRAM KEAHLIAN TEKNIK MESIN

KOMPETENSI KEAHLIAN:  
**TEKNIK PEMESINAN**

Caesar Ever A.  
Dhamas Faisal Hakim

**Pengarah:**  
Direktur Pembinaan SMK  
Kepala Sub Direktorat Kurikulum  
Kepala Seksi Penilaian  
Kepala Seksi Pembelajaran

**Penulis:**  
Caesar Ever  
Dhamas Faisal Hakim

**Pengendali Mutu:**  
Winih Wicaksono

**Penyunting:**  
Rais Setiawan  
Erna Fauziah

**Editor:**  
Nur Aini Farida

**Desain Sampul:**  
Sonny Rasdianto

**Loyout/Editing:**  
Intan Sulistyani Widiarti  
Ratna Murni Asih  
Indah Mustika Ar Ruum

## KATA PENGANTAR

Dalam menyediakan referensi materi pembelajaran bagi guru dan peserta didik di SMK, Direktorat Pembinaan SMK berupaya menyediakan bahan ajar kejuruan yang sesuai dengan kebutuhan pembelajaran di SMK pada mata pelajaran C2 dan CJ dari 142 kompetensi keahlian yang ada pada Perdirjen Dikdasmen Nomor 06/D.DS/KK/2018 tanggal 7 Juni 2018 tentang Spektrum Keahlian SMK/MAK dan Struktur Kurikulum 2013 sesuai Perdirjen Dikdasmen Nomor 07/D.DS/KK/2018 tanggal 7 Juni 2018 tentang Struktur Kurikulum SMK/MAK.

Bahan ajar yang disusun pada tahun anggaran 2019 diharapkan dapat menumbuhkan motivasi belajar bagi peserta didik maupun guru kejuruan di SMK. Karena bahan ajar yang telah disusun ini selain menyajikan materi secara tertulis, juga dilengkapi dengan beberapa materi yang bersifat interaktif dengan penggunaan tautan pencarian yang dapat memperluas pemahaman individu yang menggunakannya.

Bahan ajar kejuruan yang disusun pada tahun 2019 ini disusun oleh para guru kejuruan di SMK yang telah berpengalaman menyelenggarakan proses pembelajaran sesuai dengan kompetensi keahlian masing-masing. Oleh karena itu, diharapkan dapat menjadi referensi bagi guru yang mengampu mata pelajaran yang sama pada program keahlian sejenis di SMK seluruh Indonesia.

Kepada para guru penyusun bahan ajar kejuruan yang telah mendedikasikan waktu, kompetensi, dan perhatiannya, Direktorat Pembinaan SMK menyampaikan ucapan terimakasih. Diharapkan karya ini bukan merupakan karya terakhir, namun seterusnya akan dilanjutkan dengan karya-karya berikutnya, sehingga SMK mempunyai guru-guru yang produktif dan kreatif dalam menyumbangkan pemikiran, potensi dan kompetensinya bagi pengembangan pembelajaran di SMK.

SMK Bisa! SMK Hebat!



Direktur Sekolah Menengah Kejuruan

Dr. Ir. M. Bakrun, M.M.

NIP. 196504121990021002

Pada dasarnya Sekolah Menengah Kejuruan adalah sekolah yang mempersiapkan siswanya untuk Siap Bekerja, Siap Melanjutkan (Kuliah), dan atau Siap Wirausaha. Maka dari itu, berbagai hal harus diberikan kepada siswa agar setelah lulus mempunyai bekal untuk menghadapi banyak sekali tantangan perkembangan zaman yang semakin maju. Komputerisasi disegala bidang, terutama bidang manufaktur harus sudah diperkenalkan kepada siswa mulai tingkat SMK. Mesin CNC (*Komputer Numerically Controled*) adalah sebuah mesin yang dikontrol menggunakan bahasa numerik (angka dan huruf). Mesin CNC adalah komputerisasi dari mesin konvensional.

Mata pelajaran Teknik Pemesinan NC/ CNC Dan CAM adalah salah satu mata pelajaran pada kompetensi keahlian Teknik Pemesinan yang berusaha menjawab tantangan untuk mempersiapkan lulusan SMK Teknik Pemesinan menghadapi revolusi industri 4.0. Teknik Pemesinan NC/ CNC dengan pemrograman secara langsung diajarkan pada tingkat XI, sedangkan pada tingkat XII diajarkan pemrograman *g*-kode menggunakan *software*.

Berbicara mengenai CAM (*Komputer Aided Manufacturing*) mau tidak mau kita berbicara *software* yang akan digunakan. Banyak sekali *software* CAM yang tersedia untuk digunakan dalam proses manufaktur, tetapi dalam buku ini hanya akan mempelajari CAM menggunakan *software* MasterCAM. Dengan fokus pada satu *software*, maka diharapkan pembelajaran CAM (*Komputer Aided Manufacturing*) bisa fokus dan tuntas. Jika sudah menguasai salah satu *software* CAM dan ingin mempelajari *software* CAM yang lain, maka sangat dimungkinkan sangat mudah untuk menyesuaikan.

Buku ini disusun untuk memperkenalkan revolusi industri 4.0 khususnya bidang teknologi manufaktur kepada siswa SMK Teknik Pemesinan dan diharapkan memberikan batu loncatan wawasan agar siap mengembangkan diri menghadapi tantangan perkembangan zaman.

Saran dan kritik dari semua pihak sangat diharapkan bukan hanya sekedar memperbaiki kualitas buku ini tetapi juga lebih luas lagi yaitu meningkatkan kualitas siswa SMK.

Caesar Ever  
Dhamas Faisal Hakim

## DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	iv
PRAKATA .....	v
DAFTAR ISI.....	vi
PETUNJUK PENGGUNAAN BUKU.....	xi
PETA BUKU .....	xii
APERSEPSI.....	xiv
<b>BAB I KONSEP DASAR KOMPUTER AIDED MANUFACTURING (CAM).....</b>	<b>1</b>
A. Komputer Aided Manufaktur (CAM) untuk proses Milling.....	3
B. Macam-macam perangkat lunak ( <i>software</i> ) Komputer Aided Manufaktur (CAM) untuk proses Milling.....	3
C. Tampilan/ <i>layout</i> Komputer Aided Manufaktur (CAM) dengan <i>software</i> MasterCam 2019 .....	4
<b>BAB II ALAT POTONG DAN PARAMETERNYA UNTUK CNC MILLING .....</b>	<b>21</b>
A. Macam-macam tool untuk milling pada MasterCAM 2019 .....	22
B. Pengaturan Parameter Pemotongan .....	33
<b>BAB III FUNGSI PERINTAH UNTUK PEMBUATAN PROGRAM CONTOUR 2D &amp; 3D.....</b>	<b>42</b>
A. Contour 2 Dimensi.....	43
B. Contour 3 Dimensi.....	65
<b>BAB IV FUNGSI PERINTAH UNTUK MEMBUAT PROGRAM DRILL TOOLPATH .....</b>	<b>89</b>
A. Gambar 2 Dimensi.....	90
B. Spot Drill .....	93
C. Drill.....	102
D. Helix Bore.....	106
<b>BAB V ALAT POTONG DAN PARAMETERNYA UNTUK CNC MILLING .....</b>	<b>115</b>
A. Gambar 2 dimensi.....	117
B. <i>Toolpath Pocket</i> .....	132
C. Finishing.....	140
<b>BAB VI FUNGSI PERINTAH UNTUK MEMBUAT PROGRAM SURFACE ROUGHING AND FINISHING.....</b>	<b>149</b>
A. Gambar 2 dimensi.....	150
B. Surface Roughing .....	157
C. <i>Surface finishing</i> .....	165
<b>BAB VII MENGANALISIS PROGRAM CAM MILLING MELALUI PROSES SIMULASI.....</b>	<b>183</b>
A. Menganalisa <i>toolpath</i> .....	184
<b>BAB VIII TRANSFER DAN MENGEKSEKUSI PROGRAM G-KODE KE MESIN CNC MILLING.....</b>	<b>201</b>
A. <i>Editing G-Kode</i> .....	202
B. Transfer G-kode.....	210
C. Eksekusi program .....	211

<b>PENILAIAN AKHIR SEMESTER GASAL .....</b>	<b>219</b>
<b>BAB IX CUTTING TOOL UNTUK MASTERCAM LATHE .....</b>	<b>237</b>
A. Cutting Tool.....	238
<b>BAB X Memahami Kode Pemrograman CNC Lathe .....</b>	<b>255</b>
A. Kode G .....	256
B. Kode M .....	258
C. Kode pemrograman mesin bubut CNC .....	259
D. Penjabaran Kode G .....	260
<b>BAB XI Proses Pengerjaan EXTERNAL TURNING .....</b>	<b>272</b>
A. Facing .....	274
B. Roughing.....	276
C. Finishing .....	279
<b>BAB XII Proses Pengerjaan External Grooving dan External Threading .....</b>	<b>299</b>
A. Grooving .....	300
B. Ulir (Thread) .....	308
C. Proses External Roughing External Finishing dan Grooving .....	311
D. Proses Pengerjaan Facing External Roughing External Finishing Grooving Dan Threading .....	323
<b>BAB XIII INTERNAL ROUGHING, INTERNAL FINISHING dan DRILLING .....</b>	<b>339</b>
A. Drilling .....	340
B. Proses <i>Drilling INTERNAL Roughing</i> dan <i>INTERNAL Finishing</i> .....	342
C. Proses pengerjaan External Facing, Rounghing, Finishing ,Drilling dan Internal Roughing serta Finishing .....	355
<b>BAB XIV INTERNAL THREADING DAN INTERNAL GROOVING.....</b>	<b>377</b>
A. Proses Pembuatan <i>Internal Grooving</i> .....	378
B. Proses Pembuatan <i>Internal Threading</i> dan <i>Internal Grooving</i> .....	388
<b>BAB XV CNC PROCES pada CNC Simulator .....</b>	<b>409</b>
A. Menu Pada CNC Simulator Lathe .....	410
B. PENGOPERASIAN.....	411
<b>PENILAIAN AKHIR SEMESTER GENAP .....</b>	<b>419</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>430</b>
<b>GLOSARIUM.....</b>	<b>432</b>
<b>BIODATA PENULIS .....</b>	<b>433</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1, Teknologi CAM .....	2
Gambar 1.2 Ikon Mastercam 2019 .....	4
Gambar 1.3 Tampilan awal Mastercam 2019.....	4
Gambar 1.4 Ikon home pada mastercam 2109.....	5
Gambar 1.5 menggambar manual .....	15
Gambar 1.6 Dr Paul J. Hanratty, penemu CAD .....	15
Gambar 1.7 Proses di mesin CNC setelah CAM .....	16
Gambar 2.1 macam-macam tool yang digunakan pada CNC milling.....	22
Gambar 2.2 Machining dengan Ballnose endmill .....	22
Gambar 2.3. Ballnose endmill mastercam 2019 .....	23
Gambar 2.4. Pengaturan tip/ corner treatment .....	23
Gambar 2.5. chamfering dan beveling.....	24
Gambar 2.6. Chamfer mill.....	24
Gambar 2.7. Pengaturan tip/ corner treatment pada chamfer mill .....	24
Gambar 2.8. sudut countersink .....	25
Gambar 2.9. countersink pada mastercam 2019 .....	25
Gambar 2.10. Pengaturan tip/ corner treatment pada countersink .....	25
Gambar 2.11. Endmill with radius .....	26
Gambar 2.12. Pengaturan tip/ corner treatment pada endmill with radius .....	26
Gambar 2.13. face mill .....	26
Gambar 2.14. face mill pada mastercam 2019.....	27
Gambar 2.16. Machining dengan flat endmill .....	27
Gambar 2.17. Flat endmill pada mastercam 2019.....	28
Gambar 2.18 Pembuatan ulir dalam menggunakan CNC milling .....	28
Gambar 2.19. Right-hand tap.....	29
Gambar 2.20. Pengaturan right-hand tap .....	29
Gambar 2.21. Proses pengeboran dengan CNC milling .....	30
Gambar 2.22. Drill .....	30
Gambar 2.23. pengaturan tip treatment pada Drill.....	31
Gambar 2.24. Proses spot Drill .....	31
Gambar 2.25, spot Drill .....	31
Gambar 2.26, pengaturan tip treatment pada spot Drill .....	32
Gambar 2.27, Thread mill .....	32
Gambar 2.28, Thread mill pada mastercam 2019.....	32
Gambar 2.29, Pengaturan define Thread mill .....	33
Gambar 2.30, Pengaturan parameter pemotongan pada mastercam 2019 .....	34
Gambar 2.31, jumlah flute/ mata potong .....	36
Gambar 2.32. Pengaturan arah putaran spindel pada mastercam 2019 .....	37
Gambar 2.33, Pilihan material tool pada Mastercam 2019 .....	37
Gambar 3.1 Tollpath contour .....	43
Gambar 4.1 Proses Helix Bore .....	90
Gambar 5.1 Toolpath facing dan pocketing .....	116
Gambar 6.1 Toolpath surface Roughing dan finishing.....	150
Gambar 8.1 Transfer dan eksekusi g-kode.....	202
Gambar 9.1. Contoh Benda Jadi Pada Simulasi Mastercam .....	238

Gambar 10.1 Mesin CNC Cutting.....	256
Gambar 10.2 Mesin CNC EDM.....	269
Gambar 11.1 Menu Toolpath Parameter Proses Facing .....	274
Gambar 11.2 Menu Face Parameter .....	276
Gambar 11.3 Menu Toolpath Parameter Proses Roughing .....	277
Gambar 11.4 Menu Rough Parameter.....	278
Gambar 11.5 Menu Toolpath Parameter Proses Finishing .....	279
Gambar 11.6 Menu Finish Parameter.....	280
Gambar 11.8 Menu Edit Line.....	282
Gambar 11.9 Menu Edit Chamfer Entities .....	283
Gambar 11.10 Menu Edit Fillet Entities .....	284
Gambar 11.11 Gambar 2D yang digambar Bab 11 .....	284
Gambar 11.12 Menu Lathe Default .....	285
Gambar 11.13 Menu Toolpaths .....	285
Gambar 11.14 Menu Edit Stock Setup .....	286
Gambar 11.15 Menu Edit Chuck Set Up .....	287
Gambar 11.16 Simulasi Benda Kerja Gambar Bab 11 .....	295
Gambar 11.17 Program Mastercam untuk Desain 9, Lathe 9, Mill 9 dan Wire 9.....	295
Gambar 11.18 Menu utama mastercam Desain9 dengan gambar yang dihasilkan	296
Gambar 12.1 Animasi Crank Shaft Mobil .....	300
Gambar 12.2 Menu Lathe Groove .....	303
Gambar 12.3 Menu Groove Finish Parameter .....	308
Gambar 12.4 Menu Thread Shape Parameter .....	309
Gambar 12.5 Thread Table .....	310
Gambar 12.6 Thread Cut Parameter .....	311
Gambar 13.1 Proses Animasi CAD CAM .....	340
Gambar 13.2 Toolpath parameter Drilling.....	341
Gambar 13.3 Setelah menggambar 2D .....	343
Gambar 13.4 Menu Edit Simple Drill No Peck.....	347
Gambar 13.6 Hasil Gambar 2D Gambar 2 .....	357
Gambar 13.7 Hasil Simulasi Gambar 2 .....	372
Gambar 13.8 Gambar Rangka Bantalan Mesin Bubut.....	373
Gambar 13.9 Pembubutan Bubut Zaman Kuno .....	373
Gambar 13.10 Gambar Proses Pembubutan Kuno Orang China.....	374
Gambar 14.1 Pembuatan Grooving .....	378
Gambar 14.2 Simulasi Gambar 1 .....	387
Gambar 14.3 Simulasi Gambar 2 .....	404
Gambar 14.4 Komponen elektro dan mekanik CNC .....	405
Gambar 15.1 Mesin CNC .....	410
Gambar 15.2 Bagian CNC Simulator.....	410
Gambar 15.3 Tool Magazine Cnc Simulator.....	413
Gambar 15.4 Contoh Program Yang Telah Di Masukkan.....	415

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Cutting speed material bahan .....	35
Tabel 9.1 Jenis- Jenis Pahat Roughing Dan Finishing Pada Mastercam .....	239
Tabel 9.2 Jenis Jenis Pahat Alur Pada Mastercam .....	243
Tabel 9.3 Jenis Jenis Pahat Threading Pada Mastercam .....	246
Tabel 9.4 Jenis Jenis Mata Bor/ Drilling Pada Mastercam .....	248
Tabel 10.1 Macam – Macam G-Kode .....	257
Tabel 10.2 Macam-Macam M-Kode .....	258
Tabel 10.3 Contoh Penulisan Struktur Program .....	259

Puji Syukur kami panjatkan kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmatnya sehingga dapat menyelesaikan buku ini.

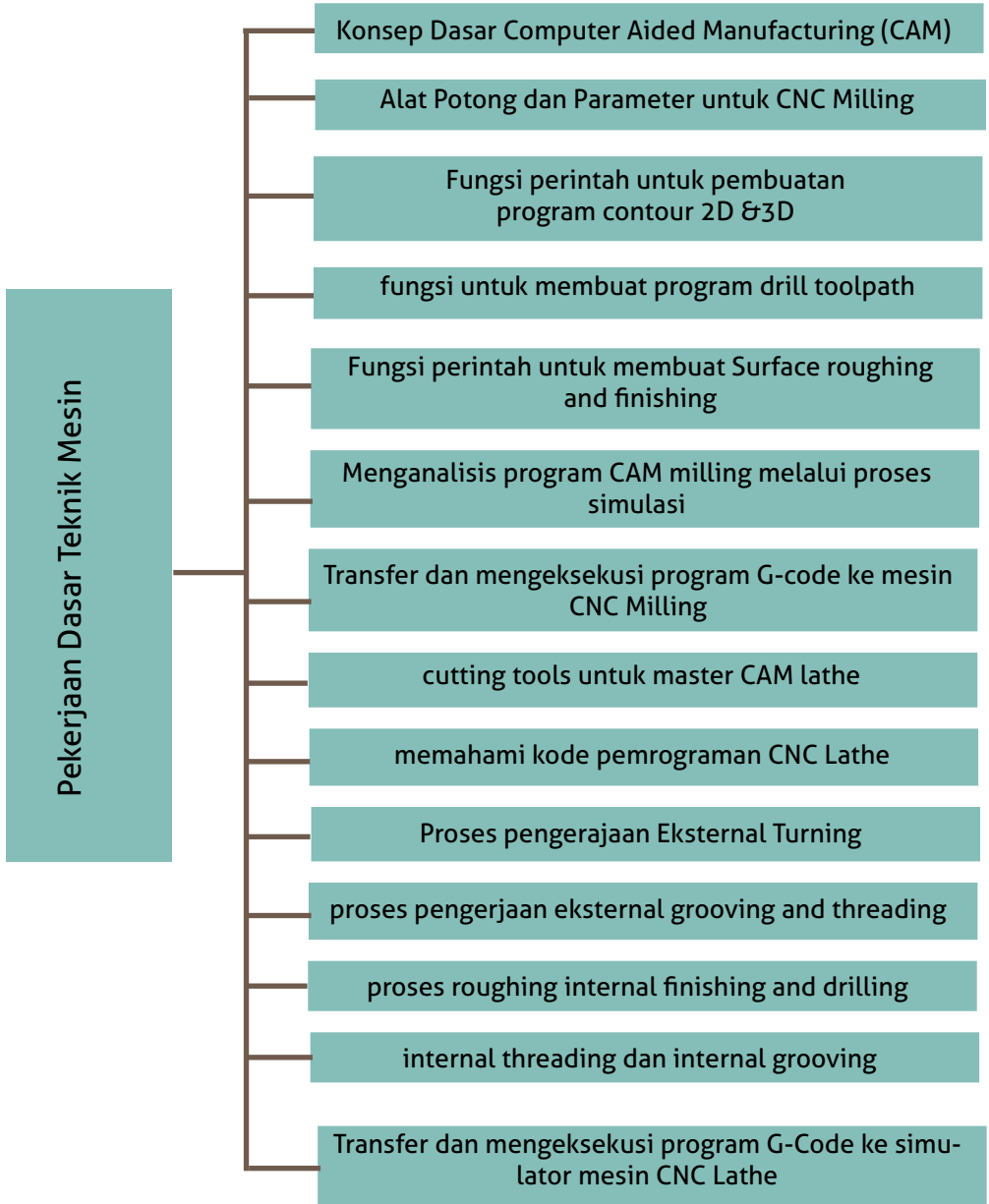
Buku ini merupakan buku pelajaran Teknik Permesinan NC/CNC dan CAM yang diharapkan dapat menjadi panduan, memperkaya dan meningkatkan penguasaan pengetahuan dan keterampilan bagi peserta didik. Mengingat pentingnya buku ini, disarankan memperhatikan hal-hal sebagai berikut.

1. Bacalah tujuan pembelajaran terlebih dahulu untuk mengetahui apa yang akan kamu capai dalam bab ini serta lihatlah peta konsep untuk mengetahui pemetaan materi.
2. Bacalah buku ini dengan teliti dan saksama, serta bila ada yang kurang jelas bisa ditanyakan kepada guru.
3. Lakukan kegiatan literasi pada bagian cakrawala dan jelajah internet untuk memperluas wawasanmu.
4. Pada bagian akhir bab terdapat tes kompetensi yang dapat kalian gunakan untuk mengetahui apakah sudah menguasai materi dalam bab ini.

Untuk membantu Anda dalam menguasai kemampuan di atas, materi dalam buku ini dapat kamu cermati tahap demi tahap. Jangan memaksakan diri sebelum benar-benar menguasai bagian demi bagian dalam modul ini karena masing-masing saling berkaitan. Pada akhir bab dilengkapi dengan Penilaian Harian. Jika Anda belum menguasai 75% dari setiap kegiatan, maka Anda dapat mengulangi untuk mempelajari materi yang tersedia dalam buku ini. Apabila Anda masih mengalami kesulitan memahami materi yang ada dalam bab ini, silahkan diskusikan dengan teman atau guru Anda.

Buku ini terdapat bagian-bagian untuk memperkaya dan menguji pengetahuan dan keterampilanmu. Adapun bagian-bagian tersebut adalah:

<b>Contoh Soal</b>	Digunakan untuk memberikan gambaran soal yang akan ditanyakan dan cara menyelesaikannya.
<b>Praktikum</b>	Lembar acuan yang digunakan untuk melatih keterampilan peserta didik sesuai kompetensi keahliannya.
<b>Jelajah Internet</b>	Fitur yang dapat digunakan peserta didik untuk menambah sumber belajar dan wawasan. Menampilkan link sumber belajar dan <i>QR code</i> yang dapat diakses melalui <i>QR code scanner</i> yang terdapat pada <i>smartphone</i> .
<b>Cakrawala</b>	Berisi tentang wawasan dan pengetahuan yang berkaitan dengan ilmu yang sedang dipelajari.
<b>Tugas Mandiri</b>	Kegiatan yang bertujuan untuk melatih peserta didik dalam memahami suatu materi dan dikerjakan secara individu.
<b>Rangkuman</b>	Berisi ringkasan pokok materi dalam satu bab.
<b>Penilaian Harian</b>	Digunakan untuk mengetahui sejauh mana kompetensi yang sudah dicapai peserta didik setelah mempelajari satu bab.
<b>Penilaian Semester Akhir</b>	Digunakan untuk mengevaluasi kompetensi peserta didik setelah mempelajari materi dalam satu semester.
<b>Refleksi</b>	Kegiatan yang dapat dilakukan oleh peserta didik maupun guru di akhir kegiatan pembelajaran guna mengevaluasi kegiatan belajar mengajar.



## APERSEPSI

Dewasa ini banyak peralatan yang berguna bagi masyarakat khususnya membantu pekerjaan menjadi lebih ringan. Semakin bertambahnya waktu, peralatan yang digunakan untuk membantu pekerjaan sehari-hari mengalami peningkatan dari segi teknologi. Selain dari segi teknologi yang meningkat, kebutuhan akan peralatan tersebut juga ikut meningkat. Contohnya saja sebelum tahun 2007 belum banyak orang mempunyai kendaraan pribadi seperti sepeda motor atau bahkan mobil. Waktu sebelum tahun 2007 masih banyak masyarakat yang lebih suka jalan kaki paling banyak bersepeda.

Pada tahun di atas 2010 orang-orang mulai meninggalkan kegiatan jalan kaki dan bersepeda karena mereka lebih memilih untuk memakai sepeda motor. Itu dikarenakan dengan murahnya biaya pembelian sepeda motor dan mudahnya mereka untuk memakai beberapa cara agar sepeda motor yang diinginkan menjadi miliknya. Dahulu, hanya orang-orang dewasa dan orang-orang yang memiliki uang yang bisa membeli sepeda motor. Sekarang, banyak sekali orang yang memakai sepeda motor di jalanan bahkan anak sekolah pun memakai sepeda motor. Dengan banyaknya yang memakai sepeda motor, produsen sepeda motor seperti Honda, Kawasaki, Suzuki bahkan Yamaha selalu meng-*upgrade* dan membuat variasi baru pada sepeda motor buatanya.

Industri manufaktur sepeda motor sangat membutuhkan banyak peralatan canggih untuk membuat desain model sepeda motor buatan pabrik mereka menjadi lebih menarik. Dalam membuat ataupun merancang sepeda motor, dibutuhkan perencanaan yang matang. Aplikasi mastercam adalah aplikasi yang berguna untuk membuat desain dan perancangan jadi lebih mudah. Aplikasi mastercam juga bisa digunakan untuk membuat Kode Program yang dapat dijalankan pada mesin CNC agar pekerjaan membuat sebuah *Part* menjadi lebih cepat sehingga bisa menghemat waktu lebih banyak.

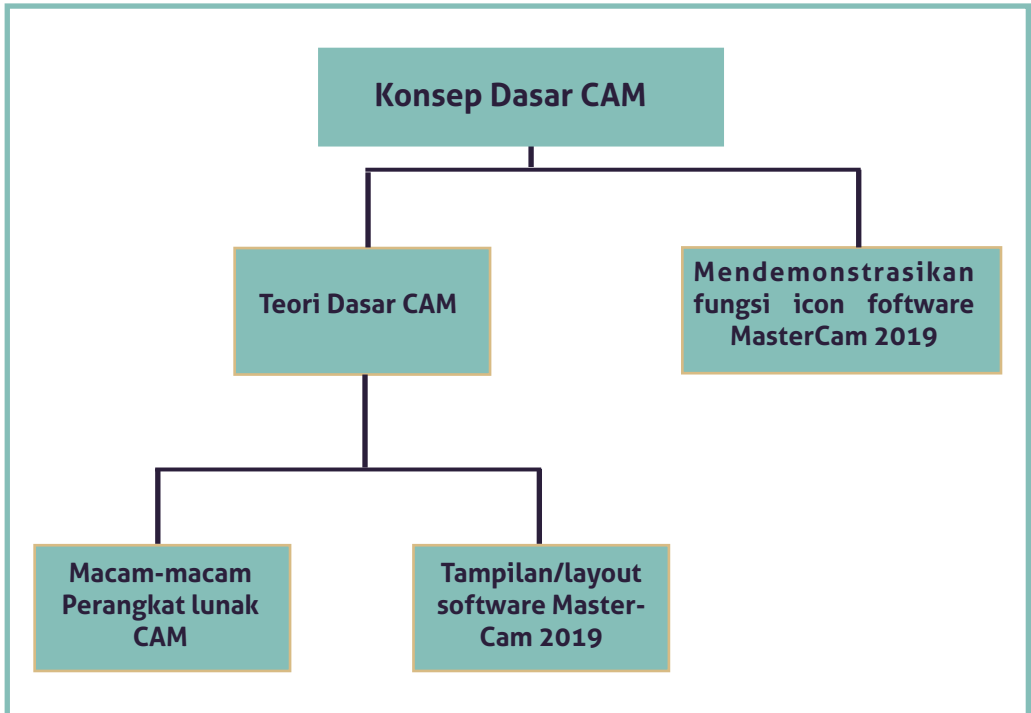
Dalam buku ini, membahas tentang bagaimana cara menjalankan Aplikasi Mastercam khususnya Mastercam tahun 2019. Didalam buku ini, penulis membahas tentang *shortCut* yang terdapat pada aplikasi mastercam dan juga cara dan langkah-langkah menggunakannya. Didalam buku juga membahas tentang cara untuk mentransfer kode dari mastercam ke mesin CNC sehingga bapak ibu guru yang mengajar bisa mengapikasinya secara langsung ke komputer.

TUJUAN PEMBELAJARAN



Setelah menganalisis konsep dasar *Komputer Aided Manufacturing* (CAM) untuk proses *Milling*, siswa dapat menjelaskan dan mendemostrasikan fungsi perintah-perintah dalam perangkat lunak CAM *Milling*

PETA KONSEP

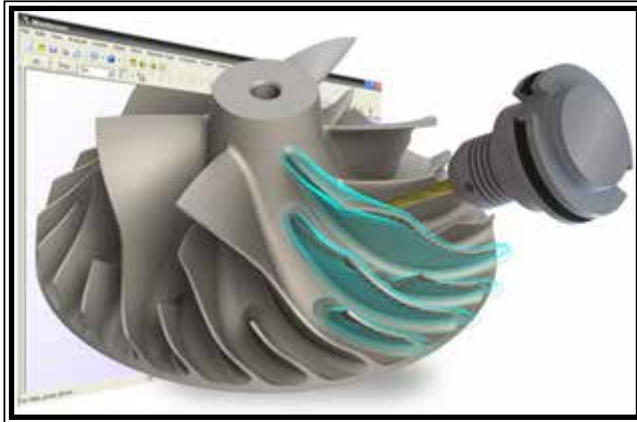


KATA KUNCI



*Komputer Aided Manufacturing* (CAM), *milling*, ikon.

## PENDAHULUAN



Gambar 1.1, Teknologi CAM

Sumber : <https://blog.misumiusa.com/komputer-aided-desain-pt-2-cad-meets-cam/>

Jika dahulu mengikir, menggergaji, dan sebagainya adalah sebuah kompetensi inti dari proses manufaktur dan seiring dengan perkembangan zaman berubah menjadi kompetensi dasar setelah mesin konvensional mulai familiar dikalangan industri. Saat ini, di era revolusi industri 4.0, kemampuan dan pemahaman tentang mesin konvensional bisa jadi hanya sebuah kompetensi dasar bagi proses pemesinan.

Jika dahulu operator membaca gambar kerja kemudian membuat produk menggunakan mesin konvensional, sekarang dari gambar kerja bisa dibuat program *numerical control* yang akan diinput ke mesin CNC (*Komputer Numerically Controled*) untuk mengerjakan sebuah produk.

Revolusi industri 4.0 dalam bidang industri sudah semakin canggih. Komputerisasi dalam bidang proses produksi sudah semakin merata disemua lini. Penggunaan mesin CNC (*Komputer Numerically Controled*) dari yang sederhana (*2 axis, 3 axis*) sampai yang kompleks (*multi axis*) sudah mulai menggantikan peran manusia dalam proses produksi pemesinan.



### A. Komputer Aided Manufaktur (CAM) untuk proses Milling

Mempelajari tentang *Komputer Aided Manufaktur (CAM)*, tentu tidak bisa dilepaskan dari pengetahuan tentang CAD (*Komputer Aided Desain*). CAM sendiri adalah sebuah proses lanjutan dari CAD dalam proses manufaktur. Diawali dari rancangan sebuah produk menggunakan *software* CAD, kemudian dilanjutkan dengan pengaturan mesin, *tool* (alat potong) yang akan digunakan dalam proses pembentukan produk yang akan dibuat. Hasil akhir dari proses CAD-CAM adalah menghasilkan program *g*-kode untuk diinput pada mesin CNC (*Komputer Numerically Controled*) yang akan memproses gambar rancangan menjadi produk jadi. Jadi pemahaman dan kemampuan tentang gambar teknik, baik secara manual maupun menggunakan *software* CAD (*Komputer Aided Desain*) sangat lebih baik dikuasai terlebih dahulu sebelum mempelajari materi CAM (*Komputer Aided Manufaktur*).

*Milling* atau *frais* adalah sebuah proses pemesinan dimana benda kerja diam disayat oleh *tool/Cutter*/alat potong yang berputar pada *spindel*. Mesin *milling* sederhana biasanya digunakan untuk membentuk bidang datar, bertingkat, sudut, dan yang lain sebagainya. Tetapi untuk mesin CNC *milling* yang kompleks, bidang lengkung, bidang silindris dapat dikerjakan dengan mudah.

### B. Macam-macam perangkat lunak (*software*) Komputer Aided Manufaktur (CAM) untuk proses Milling

*Software* CAM biasanya berhubungan erat dengan *software* CAD. Beberapa produsen selain membuat *software* CAD juga membuat *software* CAM. Contohnya *Solidwork* dan *SolidCAM*, dan lain-lain. Tetapi pada *software* CAM pun juga bisa untuk proses menggambar 2 dimensi dan 3 dimensi, yang nantinya akan langsung dilanjutkan proses penentuan *toolpath* untuk dikonversi menjadi *g*-kode.

Beberapa *software* CAM yang beredar didunia industri manufaktur antara lain :

1. MasterCAM
2. SolidCAM
3. ArtCAM
4. RhinoCAM
5. SheetCAM
6. OneCNC CAD/CAM
7. EspritCAM
8. Dan masih banyak yang lain.

Dari sekian banyak *software* CAM tentu masing-masing memiliki kelebihan dan kelemahan. Jika penilaiannya adalah lebih mudah atau susah digunakan, maka itu semua lebih tergantung pada *software* mana lebih sering dan familiar kita menggunakannya. Pada bahan ajar ini, dalam mempelajari Teknik Pemesinan NC/ CNC Dan CAM akan menggunakan *software* MasterCAM dengan beberapa pertimbangan antara lain:

1. Paling banyak digunakan di dunia pendidikan SMK; dan
2. *Software* yang digunakan pada lomba kompetensi siswa dari tingkat kabupaten sampai tingkat nasional.

MasterCAM seri terbaru adalah MasterCAM 2019, maka dalam pembahasan materi pelajaran Teknik Pemesinan NC/ CNC Dan CAM pada buku ini akan menggunakan MasterCAM 2019. Sedangkan untuk versi sebelumnya masih bisa mengikuti modul ini dengan beberapa penyesuaian. Pada dasarnya menu-menu *toolbar* nya hampir sama hanya penempatan yang berbeda.



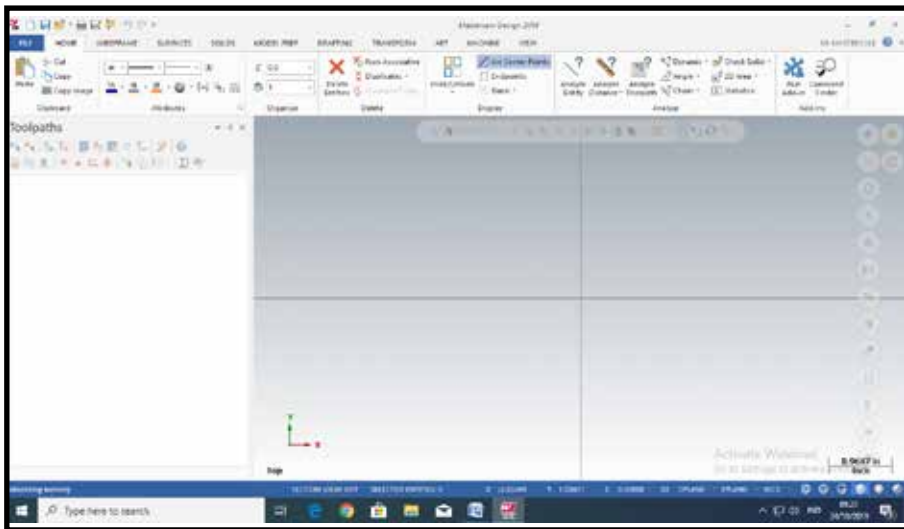
C. Tampilan/layoutKomputer Aided Manufaktur (CAM) dengan software MasterCam 2019

1. Ikon mastercam 2019



Gambar 1.2 Ikon Mastercam 2019

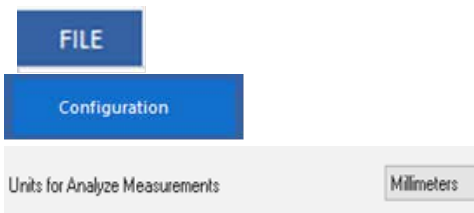
2. Tampilan awal software MasterCam 2019



Gambar 1.3 Tampilan awal Mastercam 2019

3. Merubah satuan

Satuan yang biasa digunakan adalah satuan *metric*, tetapi jika pada aplikasi mastercam 2019 yang ter *default* adalah satuan inci, maka dapat disesuaikan sebagai berikut.



Klik *file*

Klik *configuration*

*Unit for Analyze ... :*  
*millimeters*



```
Current: c:\users\musaka\documents\my mca... \mcamxm.config <Metric>
```

Current c:\  
user\.... <metric>

1. Ikon software MasterCam 2019

a. Home



Gambar 1.4 Ikon home pada mastercam 2109

1) Clipboard

a) **Cut** Untuk memotong/ menghilangkan objek yang akan dimunculkan lagi ditempat lain



b) **Copy** Untuk menggandakan/ menduplikasi objek



c) **Paste** Untuk memunculkan/ menampilkan objek yang telah di Copy atau di Cut.



2) Attributes

a) Untuk memilih jenis garis

Line style



b) Untuk memilih ketebalan garis

Line width



c) Untuk memilih warna rangka

Wireframe colour



d) Untuk memilih warna benda pejal

Solid colour





MATERI PEMBELAJARAN

e) Untuk memilih warna kulit

*Surface colour*



f) Untuk mengembalikan ke warna asal

*Clear colour*



g) Untuk menyesuaikan pemilihan *toolpath* 2D atau 3D

*C-plane*



3) *Organize*

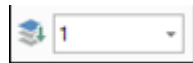
a) Set Z *depth*

Untuk menentukan kedalaman saat proses penggambaran



b) Levels

Untuk menentukan level saat proses penggambaran



4) *Delete*

a) Untuk menghapus *entities*/objek

*Delete entities*



b) Untuk menghapus objek ganda yang bertumpuk

*Duplicates*



5) *Analyze*

a) *Analyze entity*

Untuk menganalisa garis, radius, dll.



b) *Analyze distance*

Untuk menganalisa jarak





c) *Analyze angle*



Untuk menganalisa sudut

d) *Analyze chain*



Untuk menganalisa hubungan antar objek. Tersambung atau tidak

b. *Wireframe*

1) *Points*

a) *Point position*



Untuk menentukan atau membuat posisi/ titik

b) *Bolt circle*



Untuk membuat beberapa lingkaran/ arc dengan acuan satu titik pusat

2) *Lines*

a) Untuk membuat garis dari titik awal ke titik berikutnya

*Line endpoints*



b) Untuk membuat/ menduplikasi garis yang sejajar dengan garis sebelumnya

*Line parallel*



c) Untuk membuat garis tegak lurus terhadap garis sebelumnya

*Line perpendicular*



d) Untuk membuat garis penghubung antar dua *entities*

*Line closed*



3) *Arcs*

a) *Circle center point* Untuk membuat lingkaran dengan titik pusat



b) *Arc 3 point*

Untuk membuat garis lengkung dengan acuan 3 titik





MATERI PEMBELAJARAN

c) *Arc tangent*



Untuk membuat garis lengkung yang salah satu *quadrant* dibatasi oleh 2 *entities*

d) *Arc endpoint*



Untuk membuat garis lengkung dengan ujung lengkungan berdasarkan 2 titik

4) *Splines*

a) Digunakan untuk membuat garis lengkung bebas

*Spline manual*



5) *Shapes*

a) *Rectangle*



Untuk membuat bentuk persegi (kotak)

b) *Ractangular shapes*



Untuk membuat kotak dengan sisi tegak membentuk radius

c) *Polygon*



Untuk membuat *polygon*

d) *Ellipse*



Untuk membuat *ellips* (lonjong)

6) *Modify*

a) Untuk memotong, membagi, memperpanjang garis/ kurva



b) Untuk memotong garis/ kurva menjadi 2 bagian

*Break two piece*



c) Untuk menggabungkan garis/ kurva

*Join entities*



d) Untuk memotong garis/ kurva menjadi beberapa bagian

*Break many*





- e) *Trim* : memotong  
*Extend* : memperpanjang

*Divide*



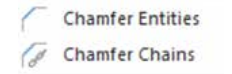
- f) *Fillet entities* : membuat garis lengkung pada sudut dua *entities*  
*Fillet chain* : membuat garis lengkung pada semua sudut pada sebuah rantai *entities*

*Fillet*



- g) *Chamfer entities* : membuat *chamfer* pada sudut dua *entities*  
*Chamfer chain* : membuat *chamfer* pada semua sudut pada sebuah rantai *entities*

*Chamfer*



- h) *Offset entities* : Untuk menggAndakan satu *entities* dengan jarak tertentu  
*Offset chain* : Untuk menggAndakan rantai *entities* dengan jarak tertentu

*Offset*



d. *Solid*

1) *Simple*

- a) *Cylinder*

Untuk membuat bentuk tabung pejal



- b) *Block*

Untuk membuat bentuk balok pejal



- c) *Sphere*

Untuk membuat bentuk bola pejal



- d) *Cone*

Untuk membuat bentuk kerucut pejal



- e) *Torus*

Untuk membuat bentuk cincin pejal



2) *Create*

- a) Untuk memberikan ketebalan pada gambar 2 dimensi sehingga menjadi gambar 3 dimensi dengan arah tertentu

*Extrude*








MATERI PEMBELAJARAN

- |   |                     |   |
|---|---------------------|---|
| b) Untuk membuat benda pejal dengan acuan sumbu putar   | <i>Revolve</i>      |  |
| c) Untuk membuat benda pejal dengan metode <i>loft</i>  | <i>Loft</i>         |  |
| d) Untuk membuat benda pejal dengan metode <i>sweep</i>                                       | <i>Sweep</i>        |  |
| e) Untuk menggabungkan atau mengurangi benda pejal dengan metode <i>add</i> dan <i>remove</i> | <i>Boolean</i>      |  |
| f) Untuk membuat lubang pada benda pejal  | <i>Hole</i>         |  |
| g) Untuk membuat benda solid dari kulit ( <i>surface</i> )                                    | <i>From surface</i> |  |

3) *Modify*

- |                                |   |   |
|--------------------------------|---|---|
| a) <i>Constanta fillet</i>     | Untuk membuat bidang lengkung pada sudut benda pejal  |  |
| b) <i>One distance chamfer</i> | Untuk membuat bidang miring pada sudut benda pejal. Ada pilihan " <i>two distance</i> " dan " <i>distance and angel</i> " |  |
| c) <i>Shell</i>                | Untuk membuat rongga pada benda pejal   |  |



d. Transform

1) Position

a) Untuk memindahkan/ mengggAndakan objek

Translate



b) Untuk memutar objek

Rotate



c) Untuk menggeser titik objek pada titik origin

Move to origin



d) Untuk mencerminkan objek

Mirror



2) Offset

a) Entity

Untuk mengggAndakan satu entities dengan jarak tertentu



b) Chains

Untuk mengggAndakan rantai entities dengan jarak tertentu



3) Size

a) Untuk membentangkan objek dengan ukuran tertentu

Stretch



b) Untuk membentangkan objek dengan skala tertentu

Scale



e. View

1) Zoom

a) Fit

Untuk menampilkan seluruh objek pada ukuran monitor





MATERI PEMBELAJARAN

b) *Window*



Untuk memperbesar objek pada bagian yang diblok

c) *Unzoom 50%*



Untuk memperkecil tampilan objek dengan skala 50% dari tampilan awal

d) *Unzoom 80%*



Untuk memperkecil tampilan objek dengan skala 80% dari tampilan awal

2) *Graphics view*

Adalah tampilan/ sudut pAndang suatu objek dilihat



- a) *Top* : pandangan atas
- b) *Isometric* : pandangan 3 dimensi
- c) *Right* : pandangan samping kanan
- d) *Front* : pandangan depan

3) *Appearance*

a) Untuk menampilkan rangka sebuah objek

*Wireframe*



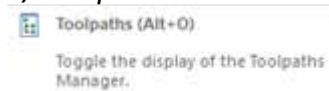
b) Untuk menampilkan benda pejal sebuah objek

*Outline shaded*



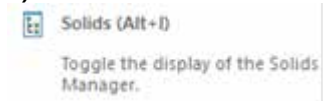
4) *Manager*

a) *Toolpaths*



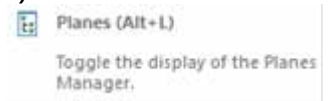
Tempat pengaturan program yang akan dibuat

b) *Solids*



Tempat riwayat gambar benda pejal (*solid*)

c) *Planes*



Arah pandangan yang akan dipakai dalam membuat program



d) Levels



Tingkatan dalam  
penggambaran 2 dimensi /  
3 dimensi

f. Machine

4) Machine type

a) Mill



Mesin *milling* / *frais*

b) Lathe



Mesin *turning* / *bubut*

5) Simulator

a) Untuk mensimulasikan  
jalannya *tools*

*Backpot*



b) Untuk mensimulasikan  
proses penyayatan dalam  
tampilan 3 dimensi  
(animasi)

*Verify*



6) Post

*Generate*



Untuk mengonversi  
rancangan *toolpaths*  
menjadi *NC* kode

g. Drafting

*Dimension*

1) *Smart dimension*



Dapat untuk memberikan semua bentuk  
/ posisi ukuran

2) *Horizontal*



Untuk memberikan ukuran bentuk garis  
horizontal

3) *vertical*



Untuk memberikan ukuran bentuk garis  
vertikal

4) *Circular*



Untuk memberikan ukuran radius atau  
diameter



MATERI PEMBELAJARAN

5) *Angular*

Untuk memberikan ukuran sudut



6) *Parallel*

Untuk memberikan ukuran sejajar dengan garis



7) *Perpendicular*

Untuk memberikan ukuran tegak lurus dengan garis



h. *Surface*

1) *Simple*

a) Untuk menggambar kulit berbentuk silinder/ tabung

*Cylinder*



b) Untuk menggambar kulit berbentuk balok

*Block*



c) Untuk menggambar kulit berbentuk bola

*Sphere*



2) *Create*

a) *From solid*

Untuk membuat kulit dari benda pejal



b) *Flat boundary*

Untuk membuat kulit untuk bidang yang rata



c) *Offset*

Untuk memindah kulit dengan jarak tertentu.





## GAMBAR TEKNIK DARI MASA KE MASA

Sejarah industri perancangan dan manufaktur.

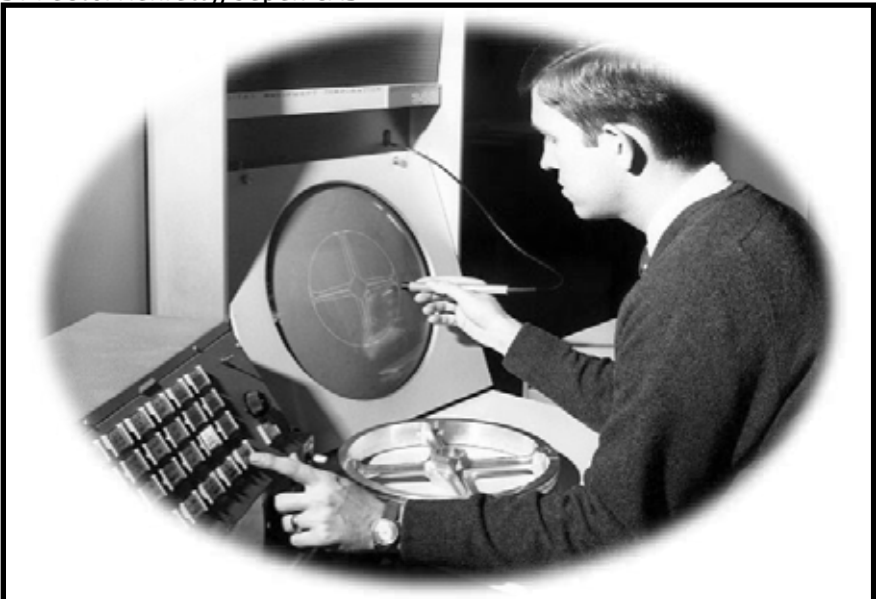
A. Foto *drafter* sebelum adanya *software* CAD



Gambar 1.5 menggambar manual

Sumber : <https://hamidabdillah.wixsite.com/profile/single-post/2017/04/12/SEJARAH-SINGKAT-CAD-KOMPUTER-AIDED-DESAIN>

B. Dr Paul J. Hanratty, bapak CAD



Gambar 1.6 Dr Paul J. Hanratty, penemu CAD

Sumber : <http://gstaracadoriginal.blogspot.com/2015/04/sejarah-software-komputer-aided-desain-cad.html>



## C. Mesin CNC 5 axis



Gambar 1.7 Proses di mesin CNC setelah CAM

Sumber : <http://indonesian.CNCmachiningprototype.com/sale-8540029-five-axis-CNC-machining-for-Machinery-spare-parts-aluminium-material.html>



## JELAJAH INTERNET

Untuk menambah wawasan mengenai *Komputer Aided Manufaktur* (CAM) dapat dipelajari secara mandiri melalui internet. Berbagai macam *software* CAM, kesamaan dan perbedaan antara satu dengan yang lainnya dapat dilihat dan dipelajari secara mandiri, berkelompok, maupun dengan bimbingan guru.

Beberapa *website* yang dapat dikunjungi untuk mempelajari dan menambah pengetahuan tentang *Komputer Aided Manufaktur* (CAM) bisa scan QR-kode di bawah ini .



SCAN ME

[https://www.youtube.com/watch?v=xG90fhO\\_t\\_M](https://www.youtube.com/watch?v=xG90fhO_t_M)



SCAN ME

<https://www.youtube.com/watch?v=0dRFfcZLxOY>



SCAN ME

<https://www.youtube.com/watch?v=3AAY6gpUX5U>



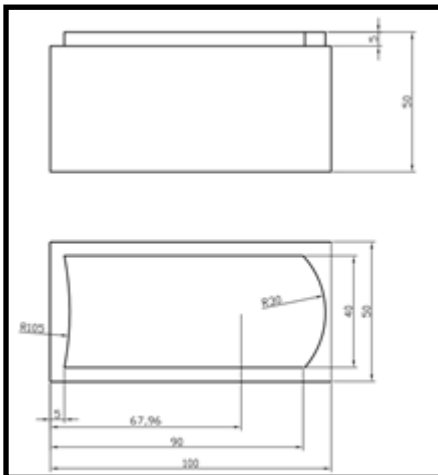
- A. Proses lengkap untuk kegiatan manufaktur dimulai dari merancang gambar kerja menggunakan *software* CAD, kemudian dilanjutkan mengatur proses pemesinan dan alat yang digunakan menggunakan *software* CAM, kemudian mengonversi menjadi *g*-kode. Dari *g*-kode yang dihasilkan dari *software* CAM kemudian ditransfer ke mesin CNC untuk memproses rancangan produk menjadi produk jadi.
- B. Untuk mempelajari *Komputer Aided Manufacturing* (CAM) sangat disarankan untuk memperdalam pengetahuan dan ketrampilan tentang materi CAD
- C. *Software* MasterCAM digunakan pada pembahasan *Komputer Aided Manufacturing* (CAM) pada buku ini dengan beberapa pertimbangan antara lain:
  1. Paling banyak digunakan di dunia pendidikan SMK.
  2. *Software* yang digunakan pada lomba kompetensi siswa dari tingkat kabupaten sampai tingkat nasional.

## TUGAS MANDIRI



Carilah gambar kerja yang paling sederhana pada mata pelajaran Teknik Pemesinan *Frais*, baik kelas XI atau kelas XII. Gambar ulang menggunakan *software* MasterCAM 2019. Jika sudah selesai segera laporkan atau kirimkan foto hasil gambar ulang kepada guru pengampu untuk dilakukan penilaian. Contoh *jobsheet* *frais* konvensional/ CNC yang digambar ulang menggunakan *software* mastercam 2019

1.

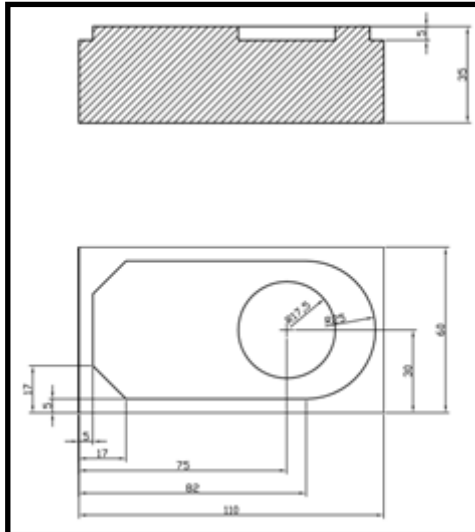


Sumber : Modul Pemesinan *Frais* CNC, B. Sentot Wijanarka



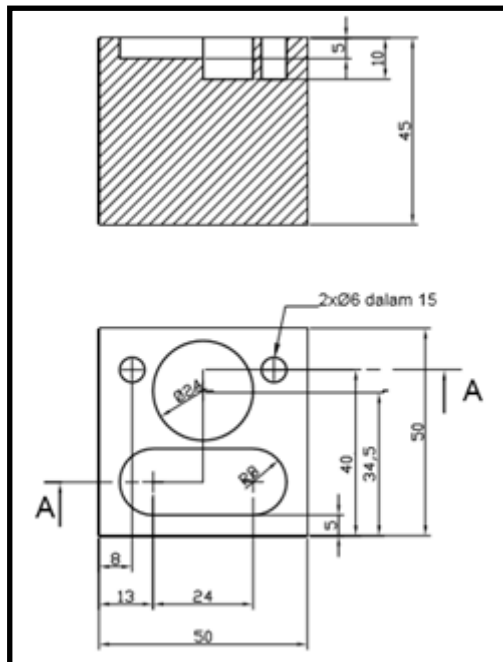
TUGAS MANDIRI

2.



Sumber : Modul Pemesinan *Frais* CNC, B. Sentot Wijanarka

3.

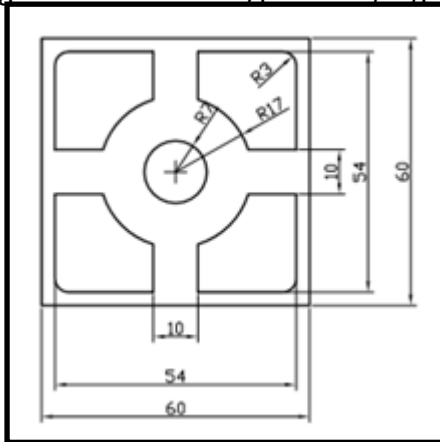


Sumber : Modul Pemesinan *Frais* CNC, B. Sentot Wijanarka



Kerjakan soal di bawah ini dengan benar!

1. Hubungan antara CAD, CAM, dan CNC adalah ...
2. Jika seseorang mempelajari CAM tetapi dia buta sama sekali tentang CAD, maka yang terjadi adalah ...
3. Dalam menggambar 2 dimensi menggunakan *software* CAD, untuk membuat gambar di bawah ini, perintah yang digunakan antara lain ...



Sumber : Modul Pemesinan *Frais* CNC, B. Sentot Wijanarka

4. Terangkan perbedaan fungsi perintah *rectangle* dengan mengaktifkan *anchor to center* dengan yang tidak!
5. Perbedaan penggunaan tanda titik dan koma pada penulisan titik koordinat adalah ...
6. Terangkan langkah-langkah dalam membuat *polygon*!
7. Fungsi perintah *Analyze chains* digunakan untuk ...
8. Terangkan langkah-langkah membuat gambar 3 dimensi dari gambar 2 dimensi!
9. Terangkan perbedaan *wireframe*, *solid*, dan *surface*!
10. Coba lihat kembali pada *point* E "CAKRAWALA". Pada gambar "A", terangkan kelebihan dan kekurangan menggambar teknik secara manual!



## REFLEKSI

Setelah mempelajari bab pertama, Anda tentu sudah lebih mengenal tentang konsep dasar dan *software Komputer Aided Manufacturing (CAM)* untuk proses *Milling*. Dari materi yang disajikan, jika ada hal-hal yang belum dipahami coba didiskusikan bersama teman maupun guru Anda. Juga penguatan menggambar menggunakan *software CAD* karena akan menjadi dasar untuk mempelajari tentang CAM.

ALAT POTONG DAN PARAMETERNYA UNTUK CNC MILLING

TUJUAN PEMBELAJARAN



Setelah memahami jenis alat potong dan parameternya untuk CNC *milling*, siswa dapat menentukan alat potong dan parameter pemotongan yang digunakan pada CAM *Milling*

PETA KONSEP



ALAT POTONG DAN PARAMETERNYA UNTUK CNC MILLING

Macam-macam *tool* untuk *milling*  
pada Master CAM 2019

Parameter pemotongan pada  
*software* MasterCam 2019 proses  
*Milling*

KATA KUNCI



*Cutter, endmill, Cutting speed, spindle speed.*

## PENDAHULUAN



Gambar 2.1 macam-macam tool yang digunakan pada CNC milling

Sumber : <http://fab.academany.org/2019/labs/berlytech/students/nagiabdelnour/week%208.html>

*Tool* yang digunakan untuk proses CNC *milling* banyak sekali jenisnya. Pemilihannya disesuaikan dengan pekerjaan yang akan dilakukan. Ada yang digunakan untuk membuat lubang, bidang miring, radius, dan yang lain sebagainya. Selain jenis *tool*, bahan *tool* juga mempengaruhi pemilihan untuk proses pemesinan CNC *milling*.

## A. Macam-macam tool untuk milling pada MasterCAM 2019

### 1. Ballnose endmill

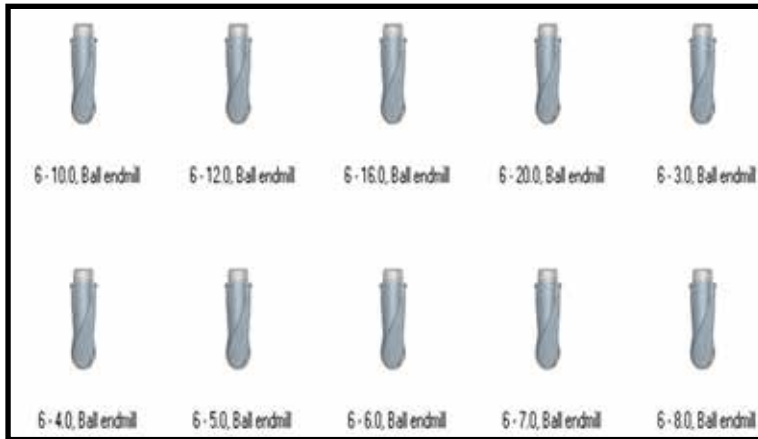


Gambar 2.2 Machining dengan Ballnose endmill

Sumber : [https://www.sandvik.coromant.com/en-gb/products/coromill\\_plura/pages/solid-carbide-ball-nose-end-mill-for-micro-machining.aspx](https://www.sandvik.coromant.com/en-gb/products/coromill_plura/pages/solid-carbide-ball-nose-end-mill-for-micro-machining.aspx)

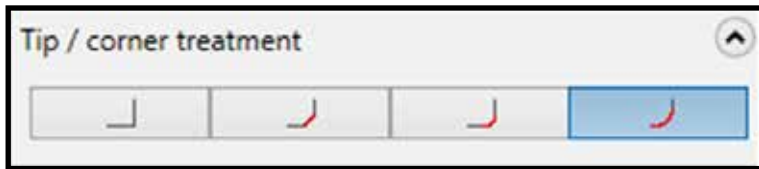
Adalah *endmill Cutter* dengan bentuk ujung memiliki lengkungan/ radius setengah lingkaran. Digunakan untuk membentuk bidang lengkung pada sisi luar maupun sisi dalam.

Pilihan *ballnose endmill* pada mastercam 2019 berdasarkan dari diameter *Cutter* dan radius ujung *Cutter*.



Gambar 2.3. Ballnose endmill mastercam 2019

Pilihan *tip/ corner treatment* ada pada setiap pengaturan *tool/ Cutter*. Pilihan *tip/ corner treatment* secara otomatis menyesuaikan jenis *tool* yang dipilih.



Gambar 2.4. Pengaturan *tip/ corner treatment*

Untuk *ballnose endmill* pilihan *tip/ corner treatment* adalah *full radius* (ujung *tool* membentuk setengah bola). Jika yang dipilih adalah sudut 90 derajat (*flat*), berarti *tool* yang dipakai adalah *flat endmill*, jika yang dipilih *Cutter* dengan ujung *Cutter* membentuk bidang miring, maka *tool* yang dipakai adalah *chamfer mill* dan jika radius maka *tool* yang dipakai adalah *bullmill*.

Pengaturan diameter maupun *tip/ corner treatment* bisa bebas diubah, tetapi harus disesuaikan dengan *ballnose* yang akan digunakan nanti saat eksekusi dimesin CNC *milling* sehingga pada saat pemesinan antara pengaturan *toolpath* dan *tool* yang digunakan dapat sesuai.

## 2. Chamfer mill

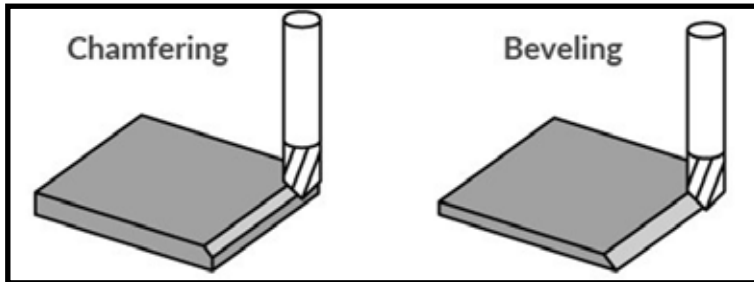
Adalah jenis *endmill Cutter* yang bagian ujungnya berbentuk bidang miring. Pada akhir proses pemesinan, seringkali meninggalkan sisi tajam pada sudut-sudut benda kerja, salah satu fungsi *chamfer* adalah menghilangkan sisi tajam tersebut. Selain itu secara estetika, tampilan benda kerja jadi lebih menarik.

Selain untuk *chamfering*, *chamfer mil* juga sering digunakan untuk proses *beveling*. *Chamfer* dan *bevel* adalah dua proses pemesinan yang hampir sama. Perbedaannya adalah jika *chamfer* membentuk bidang

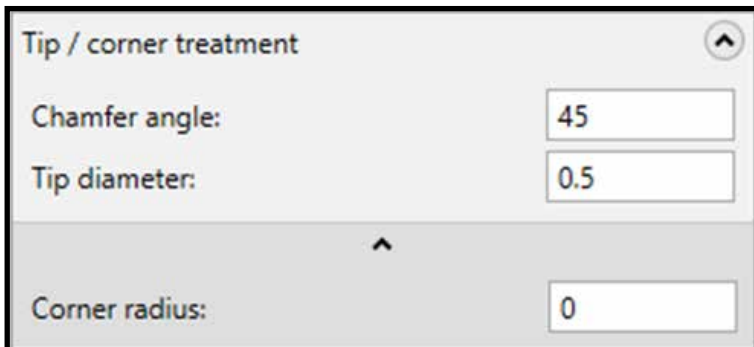


## MATERI PEMBELAJARAN

miring pada sebagian sisi sisi benda kerja, sedangkan *bevel* adalah proses membentuk bidang miring pada seluruh salah satu sisi benda kerja.

Gambar 2.5. *chamfering* dan *beveling*

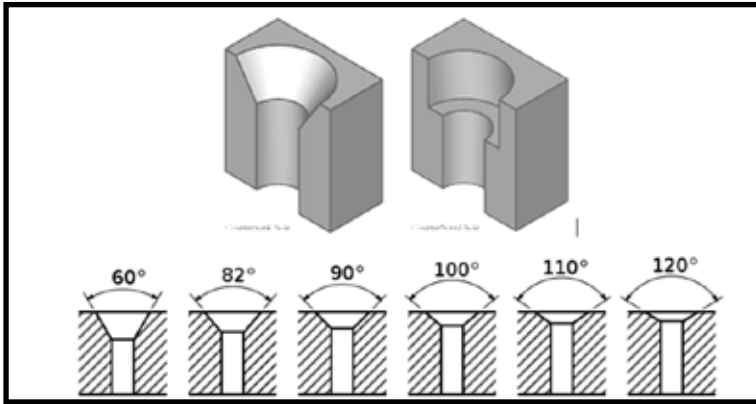
Sumber : <https://www.harveyperformance.com/in-the-loupe/multiple-uses-chamfer-mill/>

Pilihan *chamfer mill* pada mastercam 2019Gambar 2.6. *Chamfer mill*Pilihan *tip/ corner treatment*Gambar 2.7. Pengaturan *tip/ corner treatment* pada *chamfer mill*

Sama seperti pengaturan jenis *Cutter* yang lain, pengaturan *chamfer angle* dan *tip diameter* pada *chamfer mill* disesuaikan pada *chamfer mill* yang disiapkan untuk proses eksekusi dimesin CNC *milling* nantinya.



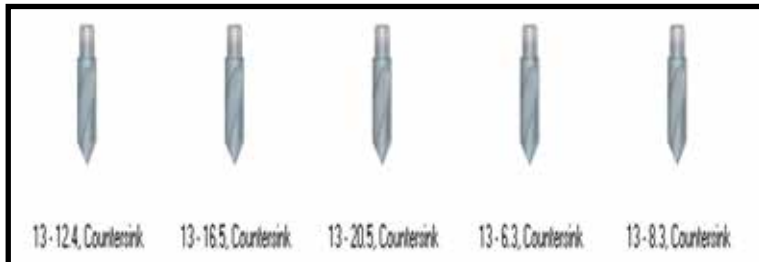
### 3. Countersink



Gambar 2.8, sudut countersink  
Sumber : <https://en.wikipedia.org/wiki/Countersink>

Adalah salah satu jenis mata bor yang digunakan untuk membuat bentuk konis/ *chamfer* pada pangkal lubang. Hasil dari proses menggunakan *countersink* biasanya sebagai tempat kepala baut yang berbentuk konis. Di bengkel-bengkel kecil dan yang tidak membutuhkan kepresisian tinggi, fungsi *countersink* dapat digantikan menggunakan mata bor yang lebih besar daripada diameter lubang

Pilihan *countersink* pada mastercam 2019 tersedia dalam beberapa macam diameter *tool*.



Gambar 2.9. *countersink* pada mastercam 2019

Pilihan *tip/ corner treatment* terdapat fitur pengaturan *tip angle*. Pengaturan ini disesuaikan dengan *countersink* yang akan dipakai dalam proses pemesinan



Gambar 2.10. Pengaturan *tip/ corner treatment* pada *countersink*

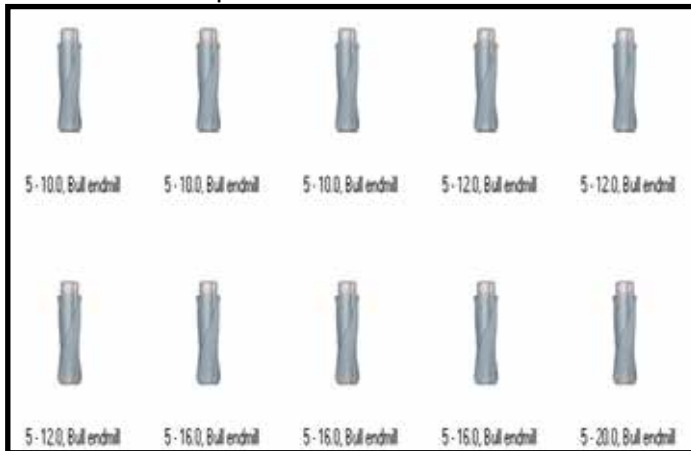


## MATERI PEMBELAJARAN

4. *Endmill with radius/ Bull endmill*

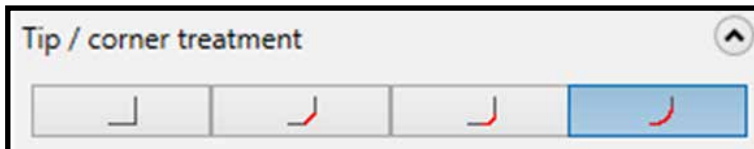
Adalah *endmill* yang ujung *tool* membentuk sedikit lengkungan, tetapi tidak sampai *full radius* atau membentuk setengah bola. Fungsinya hampir sama dengan *ballnose endmill*, digunakan untuk membentuk bidang yang berbentuk lengkungan.

Pilihan *bull endmill* pada mastercam 2019



Gambar 2.11. *Endmill with radius*

Pilihan *tip/ corner treatment*



Gambar 2.12. Pengaturan *tip/ corner treatment* pada *endmill with radius*

*Tip/ corner treatment* yang dipilih adalah radius. Pengaturan radius disesuaikan dengan *tool* yang tersedia.

5. *Face mill*

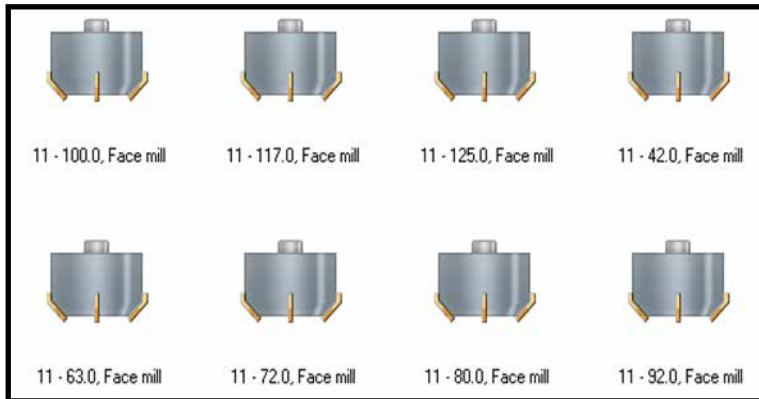
Gambar 2.13, *face mill*

Sumber : <https://www.canadianmetalworking.com/canadianindustrialMachinery/article/metalworking/the-art-of-milling>



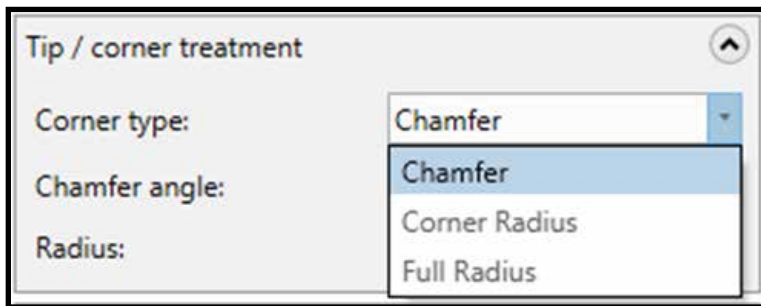
Adalah jenis pisau *frais* yang digunakan untuk mengefrais bidang datar dan luas. Mata potong pada *face mill* biasanya berjenis sisip/ *inserted* yang dipasang dengan dibaut atau dilas pada badan *Cutter*.

Pilihan *face mill* pada mastercam 2019 didasarkan pada diameter *face mill* dan jumlah *flute* (mata potong)



Gambar 2.14. *face mill* pada mastercam 2019

Pilihan *tip/ corner treatment* pada *face mill* terdapat pilihan *chamfer*, *corner radius*, dan *full radius*.



Gambar 2.15. Pengaturan *tip/ corner treatment* pada *face mill*

## 6. Flat endmill



Gambar 2.16, *Machining* dengan *flat endmill*

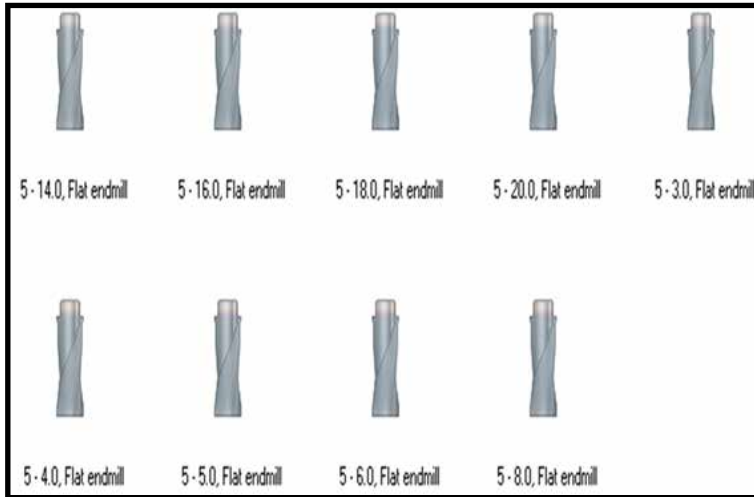
Sumber : [https://www.123rf.com/photo\\_78829381\\_the-CNC-milling-Machine-Cutting-the-sample-part-with-the-flat-endmill-in-light-blue-scene-the-Rough-.html](https://www.123rf.com/photo_78829381_the-CNC-milling-Machine-Cutting-the-sample-part-with-the-flat-endmill-in-light-blue-scene-the-Rough-.html)



## MATERI PEMBELAJARAN

Adalah jenis pisau *endmill* yang mempunyai ujung *Cutter* berbentuk datar. Biasa disebut pisau jari. Fungsi utama dari *flat endmill* adalah untuk membuat alur, tetapi sering pula digunakan untuk *facing* permukaan yang tidak terlalu luas. Jumlah mata potong pada *flat endmill* juga bermacam-macam, ada yang 2, 4, 6, dll.

Pilihan *flat endmill* pada mastercam 2019 tersedia dalam berbagai macam diameter dan panjang *tool* walaupun nanti dalam *edit tool*, diameter dan panjang *tool* bisa diatur ulang.



Gambar 2.17. *Flat endmill* pada mastercam 2019

## 7. *Right hand tap*



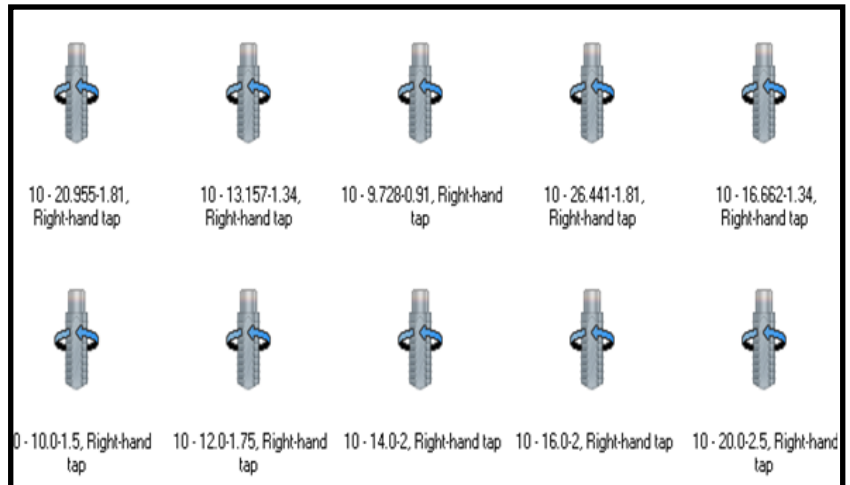
Gambar 2.18 Pembuatan ulir dalam menggunakan CNC *milling*

Sumber : <https://www.osgtool.com/>

Adalah *tool* alat yang digunakan untuk membuat ulir dalam menggunakan CNC *milling*. Terdapat pilihan untuk membuat ulir *metris* maupun ulir *widworth*.

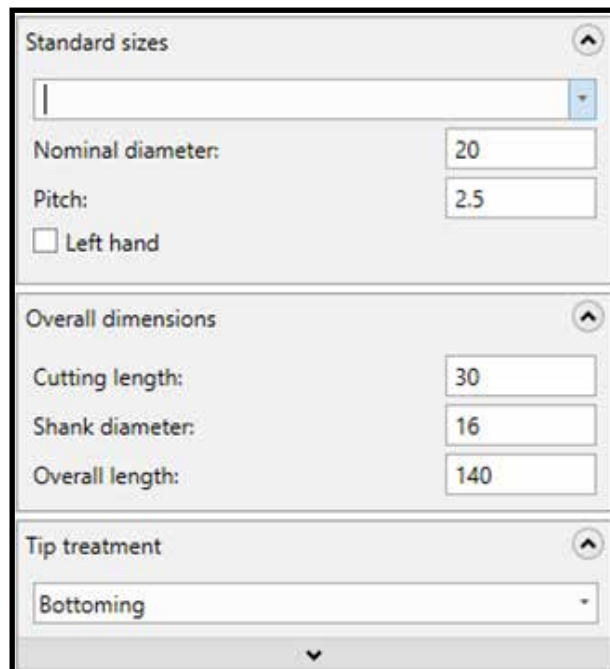


Pilihan *right handtap* pada mastercam 2019



Gambar 2.19. *Right-hand tap*

Pilihan *define tap*



Gambar 2.20. Pengaturan *right-hand tap*

Terdapat pengaturan nominal diameter dan *pitch*, disesuaikan dengan ulir yang akan dibuat. *Cutting length*, *shank diameter*, dan *overall length* disesuaikan dengan *tool* yang tersedia. Jangan sampai *overall length* lebih pendek dari kedalaman lubang yang dibuat ulir.



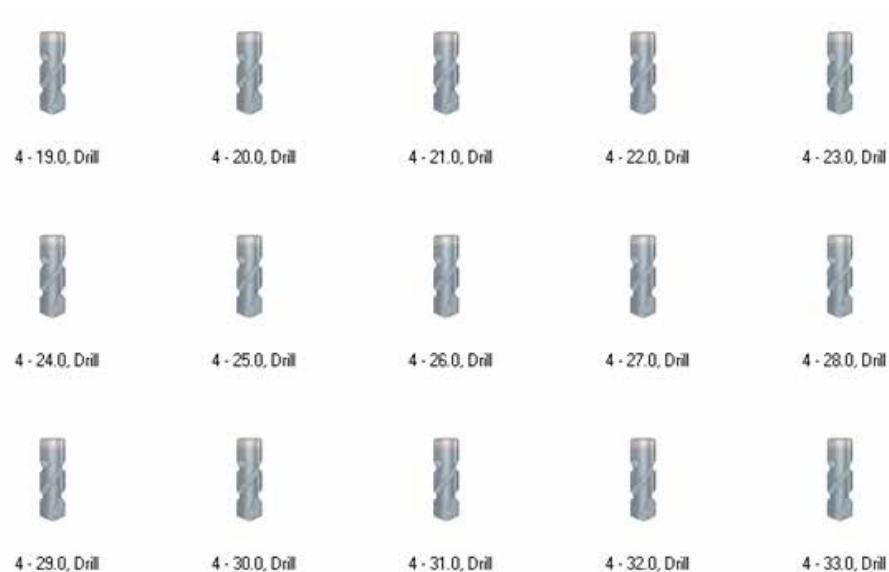
## MATERI PEMBELAJARAN

Jika ingin membuat ulir kiri maka *left hand* dicentang. Tentunya *hand tap* yang disiapkan juga tipe ulir kiri.


8. *Drill*

Gambar 2.21 Proses pengeboran dengan CNC *milling*  
Sumber : <https://geomiq.com/cnc-machining-technology/>

Adalah proses untuk membuat lubang dengan mata bor. Diameter mata bor dipilih sesuai dengan diameter lubang yang akan dibuat. Proses pengeboran dimulai dengan bor titik, kemudian dibor menggunakan mata bor yang lebih kecil, baru terakhir menggunakan mata bor sesuai dengan lubang yang diinginkan.

Pilihan *Drill* pada mastercam 2019

Gambar 2.22. *Drill*

Pilihan *tip treatment*Gambar 2.23. pengaturan *tip treatment* pada *Drill*

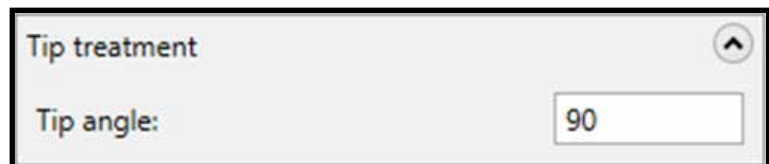
*Tip angle* diatur sesuai dengan mata bor yang akan dipakai pada proses pemesinan. Jenis mata bor dipilih berdasarkan material yang akan dibor. Untuk mengebor aluminium, tentu menggunakan mata bor yang berbeda dengan yang digunakan untuk mengebor logam *ferro*, dan sudut mata bor nya pun juga berbeda.

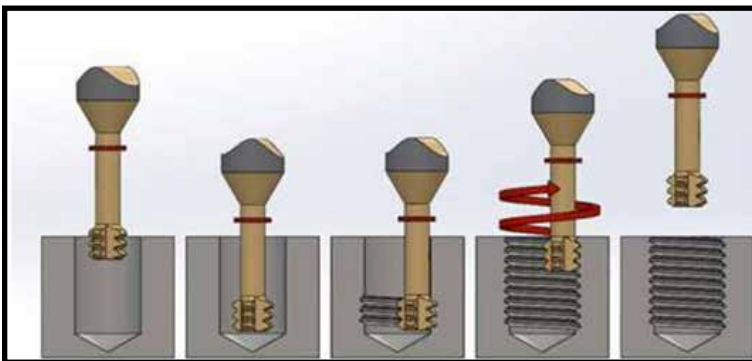
9. *NC Spot Drill*Gambar 2.24 Proses *spot Drill*

Sumber : [https://www.123rf.com/photo\\_90081297\\_the-center-Drill-tool-on-the-CNC-milling-Machine-in-blue-scene-.html](https://www.123rf.com/photo_90081297_the-center-Drill-tool-on-the-CNC-milling-Machine-in-blue-scene-.html)

Atau bor titik, adalah *tool* yang digunakan untuk membuat titik sebagai proses awalan pengeboran. Untuk memastikan bahwa mata bor tidak bergeser dari titik yang akan dibor.

Pilihan *spot Drill* pada mastercam 2019. Terdapat berbagai macam diameter yang tersedia

Gambar 2.25, *spot Drill*

Pilihan *tip treatment*Gambar 2.26, pengaturan *tip treatment* pada *spot Drill*10. *Thread mill*Gambar 2.27, *Thread mill*

Sumber : <https://www.stanleyengineeredfastening.com/tools/accessories/spiralock-Thread-milling-Cutters>

Adalah *tool* yang digunakan untuk membuat ulir dalam. Biasanya digunakan untuk membuat ulir dengan diameter nominal yang cukup besar yang tidak tersedia ukuran pada *right-hand tap*. Prinsip kerja dari *Thread mill* berbeda dengan *right-hand tap*. Jika *right-hand tap* berputar pada sumbu poros, maka *Thread mill* akan bergerak *spiral* mengikuti diameter lubang yang *relatif* besar.

Gambar 2.28, *Thread mill* pada *mastercam 2019*



### Define Thread mill

Parameter	Value
Thread form	Metric
Pitch	2
Outside diameter	12
Overall length	89
Cutting length	32

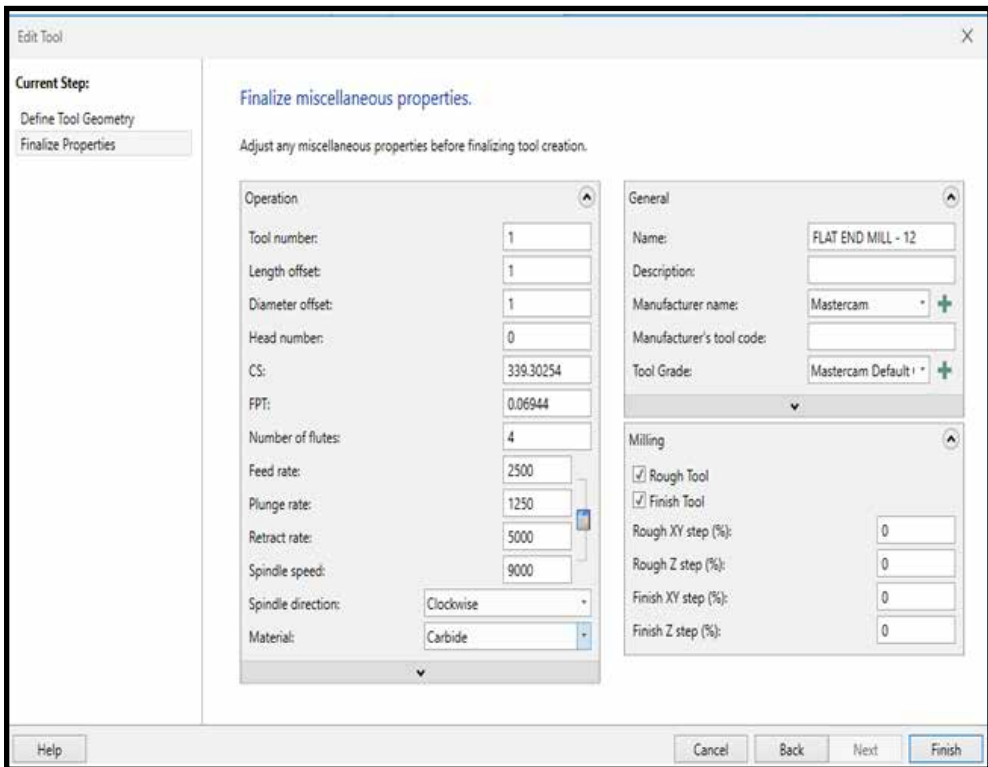
Gambar 2.29, Pengaturan *define Thread mill*

Pengaturan *define Thread mill* disesuaikan dengan ulir yang akan dibuat dan *tool* yang tersedia. Terdapat pengaturan jenis ulir, *metric* atau *whitworth*. Pengaturan kisar/ *pitch*, diameter batang *tool*, dan sebagainya.

#### B. Pengaturan Parameter Pemotongan

Parameter pemotongan pada mesin CNC *frais* adalah semua hal yang berhubungan dengan informasi mulai dari dasar-dasar perhitungan, rumus, sampai tabel yang mendasari proses *pengefraisan*.

Pada mastercam 2019, pengaturan parameter pemotongan dapat dilakukan setelah memilih *tool* yang akan digunakan. Setelah *tool* dipilih kemudian double klik pada *tool* tersebut sehingga muncul kotak dialog seperti gambar di bawah ini.



Gambar 2.30, Pengaturan parameter pemotongan pada mastercam 2019

Parameter pemotongan terdiri dari

### 1. Tool number

Adalah nomer posisi *tool*. Nomer posisi *tool* yang terpasang pada *magazine* mesin CNC *milling* harus sesuai dengan pengaturan pada *tool number* ini. Jika dalam proses *machining* tidak ada *tool change* maka *tool number* ini bisa diabaikan.

### 2. Pengaturan Cutting speed

Adalah kecepatan gerakan penyayatan/ memotong benda kerja secara aman dalam satuan panjang/ waktu (meter/ menit). Pada dasarnya kecepatan pemotongan suatu material tidak pas jika dihitung secara matematis, karena setiap material memiliki kecepatan potong sendiri sendiri berdasarkan dari karakter masing-masing material

Ada beberapa cara yang dapat dilakukan dalam melakukan pengaturan *Cutting speed*:

- Secara teoritis, rumus untuk mencari kecepatan penyayatan adalah

$$\text{Dimana :} \quad C_s = \pi \times d \times n$$

$$\pi = 3,14$$

d = diameter *Cutter*

n = putaran mesin



- b. Berdasarkan pada *tabel tool* yang terdapat pada *katalog* dari *tool* yang digunakan.
- c. Berdasarkan pada material *tool* dan material benda kerja yang dikerjakan. Pengaturan kecepatan potong berdasarkan material benda kerja :

Tabel 2.1 Cutting speed material bahan

No	Material Benda Kerja	Cs (m/ menit)
1	Kuningan, perunggu keras	30 – 45
2	Besi tuang	14 – 21
3	Baja > 70	10 – 14
4	Baja 50 – 70	14 – 21
5	Baja 34 – 50	20 – 30
6	Tembaga, perunggu lunak	40 – 70
7	Aluminium murni	300 – 500
8	Plastik	40 – 60

- d. Selain itu pengaturan *Cutting speed* bisa diatur berdasarkan kebiasaan yang digunakan dalam praktik keseharian karena berhubungan dengan kemampuan dan karakter mesin masing-masing.
3. Pengaturan FPT (*feed per tooth*)

Adalah kecepatan penyayatan per mata potong. Pengertian secara lengkap adalah gerak meja dalam *millimeter* selama waktu *Cutter* berputar pada benda kerja dari satu mata potong ke mata potong berikutnya. Dengan FPT yang sama, *Cutter* dengan 4 mata potong tentu lebih cepat dalam penyayatan daripada *Cutter* dengan 2 mata potong.

Secara teoritis, rumus *feed per tooth* (*fz*) adalah ;

$$fz = \frac{Vf}{n \times Z}$$

Dimana :

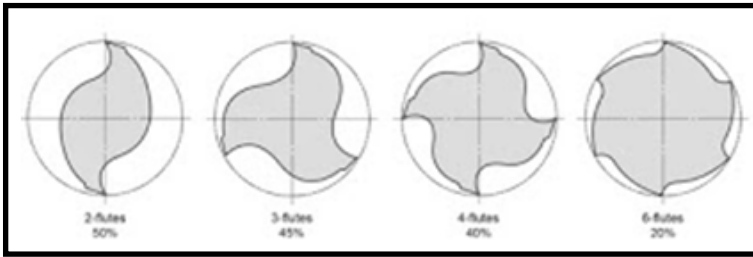
*Vf* = *feed* (mm/menit)

*N* = *spindle speed*

*Z* = jumlah mata potong

4. *Number of flute*

Adalah jumlah mata potong dari *tool* yang dipilih. Jumlah mata potong diisi berdasarkan *Cutter* yang akan digunakan pada proses pemesinan

Gambar 2.31, jumlah *flute*/ mata potong

### 5. Pengaturan *Feed rate*

Adalah pengaturan besarnya gerak makan. Maksud dari gerak makan disini adalah jarak pergerakan *tool* dalam satu putaran *tool*. Ditentukan berdasarkan dari beberapa faktor antara lain :

- a. Kekerasan material benda kerja
- b. Kedalaman penyayatan
- c. Sudut sayat atam potong
- d. Bahan *tool*
- e. Ketajaman mata potong
- f. Karakter/ kesiapan mesin yang digunakan

Untuk proses *Roughing*, biasanya digunakan *feed rate* yang tinggi karena tidak memerlukan hasil dengan kualitas permukaan yang halus dengan maksud agar waktu *machining* lebih cepat. Sedangkan untuk proses *finishing* pengaturan *feed rate* menggunakan kecepatan rendah agar kualitas permukaan hasil *machining* lebih halus tetapi dengan risiko waktu *machining* yang lebih lama.

Secara rumus untuk mencari kecepatan pemakanan adalah :

$$F = f \times n$$

Dimana :

$f$  = besar bergesernya pahat (mm/ putaran)

$n$  = putaran mesin (putaran/ menit)

### 6. Pengaturan *Plunge rate*

Adalah kecepatan sebelum penyayatan. Yaitu gerak *tool* menuju titik awal penyayatan.

### 7. Pengaturan *Retract rate*

Adalah kecepatan pembebas. Yaitu kecepatan gerak *tool* menjauhi benda kerja menuju posisi *retract* yang sudah diatur.



### 8. Pengaturan *Spindle speed*

Adalah kecepatan putaran *spindel* untuk melakukan penyayatan dalam satu menit. *Speed spindle* sangat berpengaruh terhadap kecepatan potong dan waktu yang dibutuhkan untuk proses *machining*. Beberapa faktor yang menjadi pertimbangan dalam menentukan kecepatan putaran *spindle* adalah :

- a. Material benda kerja
- b. Bahan *Cutter/ tool*
- c. Diameter *tool*

Secara teoritis kecepatan putaran *spindel* mesin dapat dicari dengan rumus berikut.

$$n = \frac{Cs \times 1000}{\pi \times d}$$

Keterangan :

- Cs = kecepatan penyayatan  
 $\pi$  = 3,14  
 d = diameter *Cutter*

Dalam pengisian *Cutting speed* (Cs) dan *Feed per tooth* (FPT) ada keterkaitan dengan *federate* dan *spindel speed*

### 9. *Spindle direction*

Adalah arah putaran *spindle*. Ada tiga pilihan yaitu :

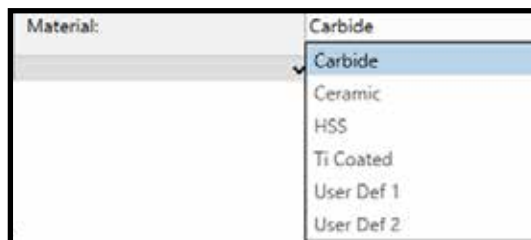
- a. *Clockwise* : putaran *spindel* searah jarum jam
- b. *Counterclockwise* : putaran *spindel* berlawanan arah jarum jam
- c. *Static* : diam tidak berputar



Gambar 2.32. Pengaturan arah putaran *spindel* pada mastercam 2019

### 10. Material

Adalah pilihan dari material/ bahan *tool* yang digunakan.



Gambar 2.33. Pilihan material *tool* pada Mastercam 2019



## CAKRAWALA

Mesin *komputer numerically control* (CNC) sangat memudahkan operator dalam proses manufaktur. Dalam hal kepresisian dan waktu pemesinan, mesin konvensional sangat tertinggal jauh dibandingkan mesin CNC. Termasuk dalam membuat berbagai bentuk permukaan benda kerja.

Jika pada mesin konvensional jika akan membuat bidang miring atau lengkung harus menggunakan *tool* yang sudah sesuai dengan apa yang akan dibentuk, maka dengan mesin CNC jika akan membuat bidang miring atau permukaan cembung bisa menggunakan *flat endmill* yang *lengthabene* memiliki sudut rata pada ujung *tool*.



## JELAJAH INTERNET

Untuk menambah wawasan mengenai alat potong dan parameternya untuk CNC *milling* dapat dipelajari secara mandiri melalui internet. Berbagai macam bentuk dan fungsi dari berbagai macam *tool* yang digunakan dalam pemesinan CNC *milling* dapat dilihat dan dipelajari secara mandiri, berkelompok, maupun dengan bimbingan guru. Beberapa *website* yang dapat dikunjungi untuk mempelajari dan menambah pengetahuan tentang alat potong dan parameternya untuk CNC *milling* di bawah ini



<https://www.autodesk.com/products/fusion-360/blog/top-8-milling-tools-new-CNC-machinists/>



[https://www.youtube.com/watch?v=glUS\\_OxfeGg](https://www.youtube.com/watch?v=glUS_OxfeGg)



<https://www.youtube.com/Cx8YRPUDM&pbjreload=10>



1. *Tool* yang digunakan untuk proses CNC *milling* banyak sekali jenisnya. Pemilihannya disesuaikan dengan pekerjaan yang akan lakukan.
2. Pemilihan dalam satu jenis *tool* pada mastercam 2019 dibedakan berdasarkan diameter dan panjang *tool*.
3. *Tool* yang sudah dipilih masih bisa diubah/ diedit dimensinya, tetapi harus tetap memperhatikan *tool* yang tersedia yang nantinya akan digunakan dalam proses *machining*.
4. Ada beberapa cara dalam menentukan pengaturan parameter pemotongan antara lain :
  - a. Menggunakan perhitungan rumus teoritis;
  - b. Menggunakan *table*; dan
  - c. Berdasarkan kebiasaan/ pengalaman dari mesin yang digunakan.
5. Dalam pengisian *Cutting speed* ( $C_s$ ) dan *Feed per tooth* (FPT) ada keterkaitan dengan *federate* dan *spindel speed*

TUGAS MANDIRI








Carilah di bengkel Anda, masing-masing satu dari jenis *Cutter milling* di atas. Difoto dan *diprint* dilengkapi dengan data *Cutting speed* dan *spindel speed* berdasarkan dari perhitungan teoritis atau katalog *tool* yang dimaksud. Kumpulkan pada guru untuk dinilai.

Contoh jawaban :

No	Gambar dan nama <i>tool</i>	<i>Cutting speed</i>	<i>spindel speed</i>
1.	<p><i>Ballnose endmill</i></p> 		
2.	<p><i>Flat endmill</i></p> 		



TUGAS MANDIRI

No	Gambar dan nama tool	Cutting speed	spindel speed
3.	<p><b>Countersink</b></p> 		
4.	<p><b>Drill</b></p> 		
5.	<p><b>NC Drill</b></p> 		
6.	<p><b>Dove tail mill</b></p> 		
7.	<p><b>Right-hand tap</b></p> 		

**Kerjakan soal-soal di bawah ini dengan baik dan benar!**

1. Jika akan membuat bidang miring tetapi yang tersedia adalah *flat endmill*. Yang dapat dilakukan adalah ...
2. Kenapa dalam proses pengeboran tersedia pilihan *tool NC spot Drill*?
3. Jika pengaturan *spindel speed* jauh lebih tinggi dari yang disarankan pada tabel *tool*, yang terjadi adalah ...
4. Sama-sama untuk membuat ulir dalam, perbedaan dari *Thread mill* dan *right-hand tap* adalah ...
5. Apa yang menjadi pertimbangan jika memilih pengaturan *Cutting speed* berdasarkan pengalaman praktik harian di bengkel?
6. Jika pengisian *tool number* yang tidak sesuai antara *magazine* mesin dan pengaturan pada *toolpath*, maka yang terjadi adalah ...
7. Kenapa saat proses *Roughing* pengaturan *feed rate* dibuat tinggi/ penyayatan tebal?
8. Perbedaan *ballnose endmill* dan *endmill with radius* adalah ...
9. Kekurangan melakukan *facing* menggunakan *flat endmill* dibandingkan dengan *face mill* adalah ...
10. Sebuah baja lunak akan di *facing* menggunakan *flat endmill* dengan diameter 20 mm dengan kecepatan potong (Cs) 25 meter/ menit. Berapa kecepatan *spindel* mesinnya?

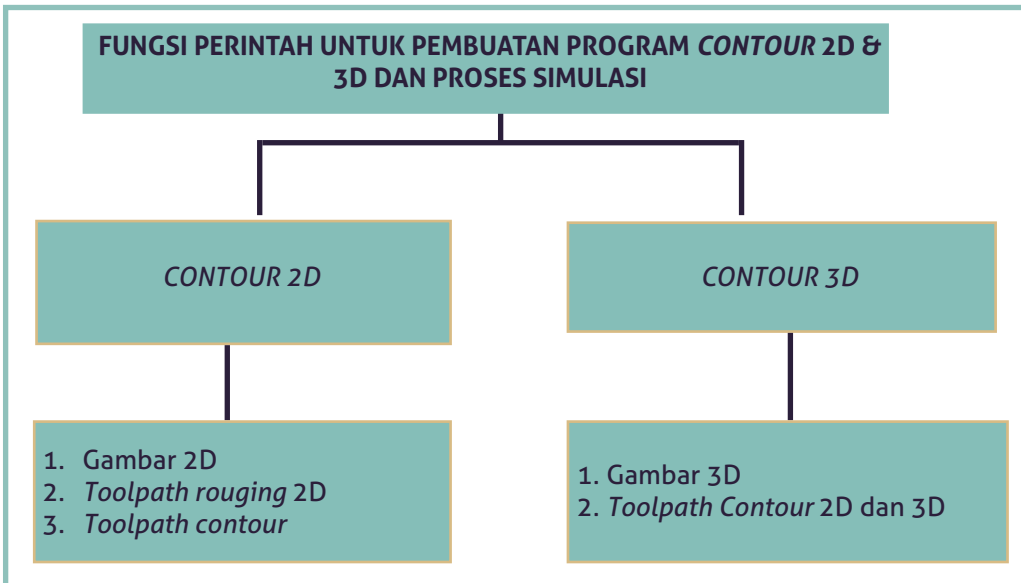
## REFLEKSI



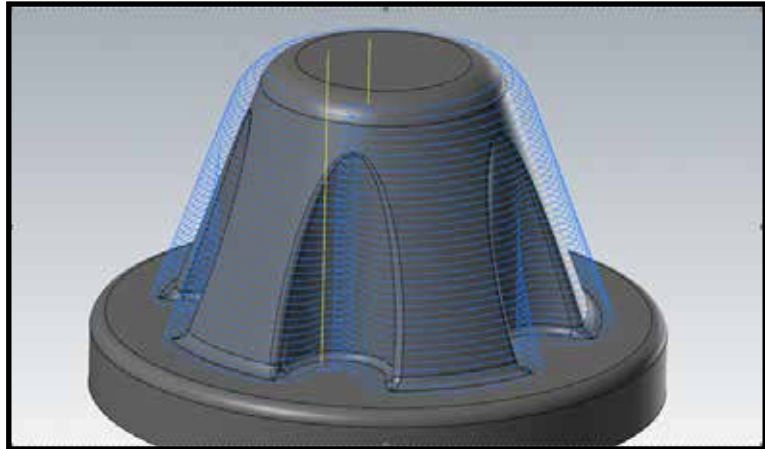
Setelah mempelajari bab kedua, Anda tentu sudah lebih mengenal jenis-jenis *tool* yang bisa digunakan untuk proses CNC *milling*. Anda juga diharapkan mampu mengatur parameter pemotongan saat proses pemesinan sehingga diharapkan proses pemotongan dapat berlangsung efektif, mendapatkan hasil yang sempurna, dan mesin dan *tool* yang digunakan tidak mengalami kerusakan akibat salah dalam pengaturan. Dari materi yang disajikan, jika ada hal-hal yang belum dipahami coba didiskusikan bersama teman maupun guru Anda.

**BAB  
III****FUNGSI PERINTAH UNTUK PEMBUATAN  
PROGRAM *CONTOUR* 2D & 3D****TUJUAN PEMBELAJARAN**

Setelah memahami fungsi perintah program *contour* 2d & 3d, siswa dapat menentukan dan membuat program *contour* 2d & 3d serta proses simulasi

**PETA KONSEP****KATA KUNCI**

*Toolpath, contour, Rouging, finishing, rectangle, wireframe*



Gambar 3.1 Toolpath contour

<https://www.mastercam.dk/docs/hsmpp/Strategy3DContour.html>

Dalam semua pembuatan *toolpath* pasti dimulai dengan menggambar baik 2 dimensi maupun 3 dimensi. Dalam pembahasan semua *toolpath* nantinya juga akan dimulai dengan Langkah-langkah membuat gambar 2D/3D. *Toolpath* adalah arah pergerakan alat potong yang terjadi karena besar kecepatan dan arah perubahan alat potong yang berpengaruh pada waktu pemesinan (Monreal dan Rodriquea-2003)

*Toolpath contour* biasanya digunakan untuk proses *finishing* yang masih menyisakan kelebihan ukuran 0.2-0.5 mm dari ukuran yang diinginkan. *Toolpath contour* akan memerintahkan alat potong untuk bergerak mengikuti rangkaian garis yang sudah dipilih.

## MATERI PEMBELAJARAN



## A. Contour 2 Dimensi

## 1. Menggambar 2 dimensi

Pembahasan *toolpath contour*, terlebih dahulu ada proses *Roughing* menggunakan *toolpath area mill, dynamic mill*, atau yang lain. Pada pembahasan di bawah ini, pembahasan *contour* akan diawali proses *Roughing* menggunakan *toolpath area mill* kemudian dilanjutkan proses *finishing* menggunakan *toolpath contour*.

Untuk lebih jelas, silakan ikuti langkah-langkah pembuatan dimulai dari gambar 2 dimensi menggunakan MasterCam 2019 di bawah ini.

## a. Double klik ikon MasterCam 2019





## MATERI PEMBELAJARAN

b. Buat *rectangle* dengan ukuran 80 x 80 mm

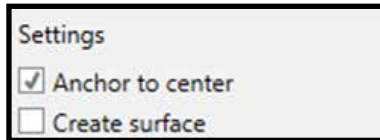
1) Masuk ke *wireframe*



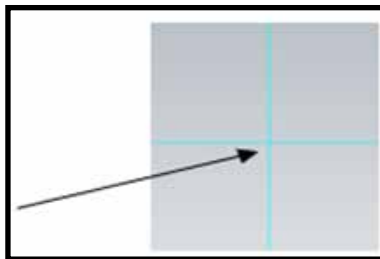
2) Klik *rectangle*



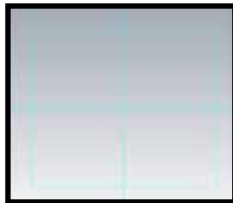
3) Centang *anchor to center*



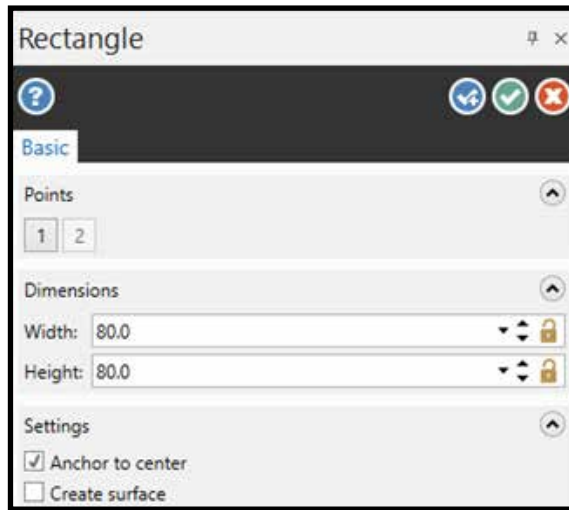
4) Klik pada titik *origin*



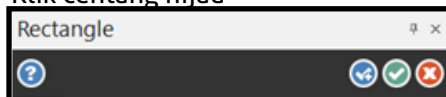
5) Bentuk sebuah kotak dan klik di titik bebas



6) Masukkan nilai *width* dan *height* (80 dan 80)

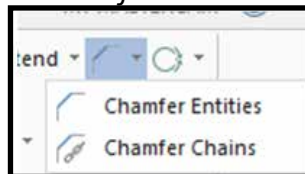


7) Klik centang hijau

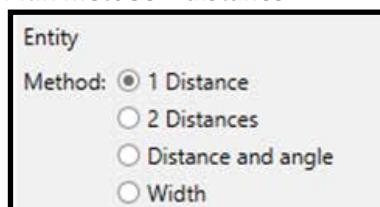


c. Chamfer 1 distance (10)

1) Klik *chamfer entities*



2) Pilih metode 1 *distance*

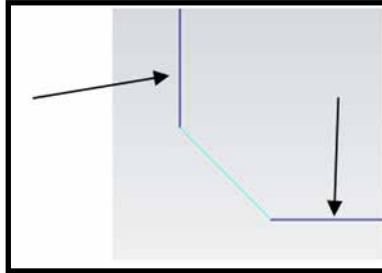


3) Masukkan nilai *distance 1 = 10*

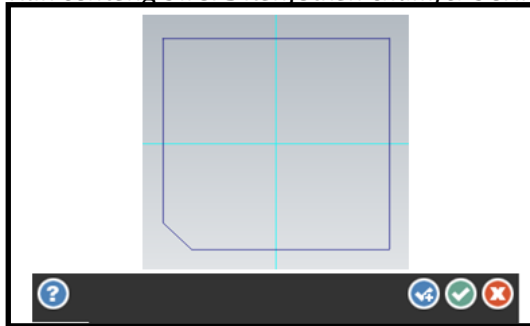




- 4) Klik 2 *entities* yang sudutnya akan dibuat *chamfer*

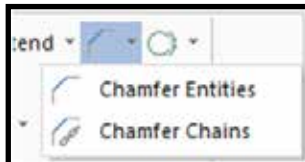


- 5) Klik centang biru. Dilanjutkan *chamfer* berikutnya

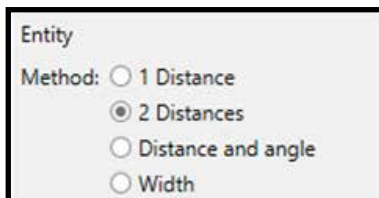


d. *Chamfer 2 distance*

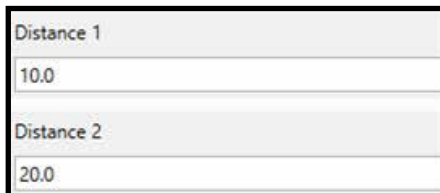
- 1) Klik *chamfer entities*



- 2) Pilih metode *2 distance*

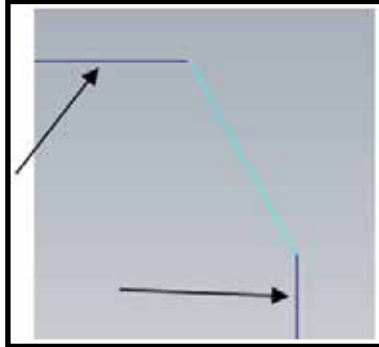


- 3) Masukkan nilai *distance 1 = 10*, *distance 2 = 20*

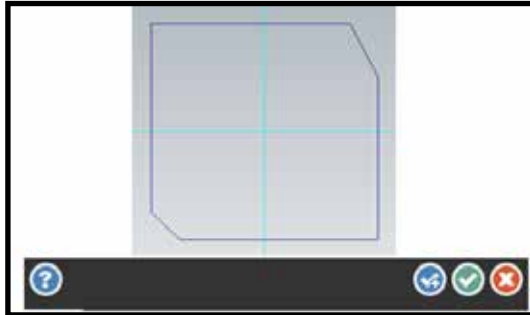




- 4) Klik 2 *entities* yang sudutnya akan dibuat *chamfer*. *Entities* yang di klik pertama akan berjarak 10, dan yang di klik kedua akan berjarak 20 dari titik sudut awal.



- 5) Klik centang hijau. Proses *chamfer* selesai seluruhnya.

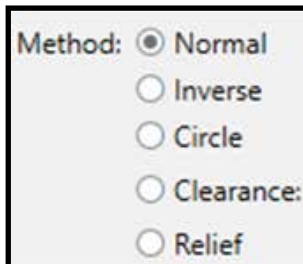


e. *Fillet normal r10*

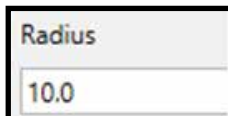
- 1) Klik *fillet entities*



- 2) Pilih metode normal

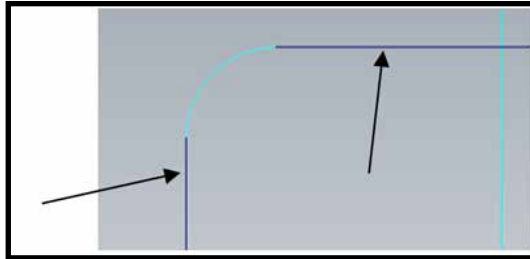


- 3) Masukkan nilai radius (10)

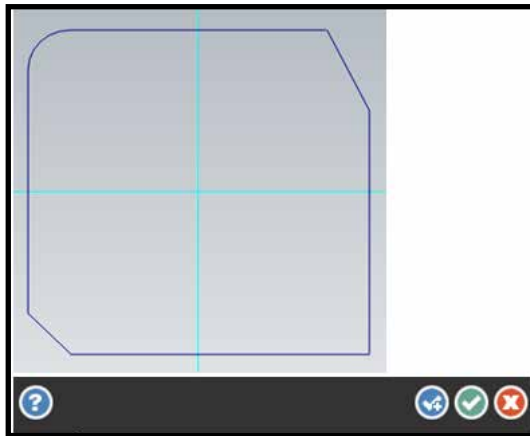




- 4) Klik 2 *entities* yang sudutnya akan dibuat *fillet*

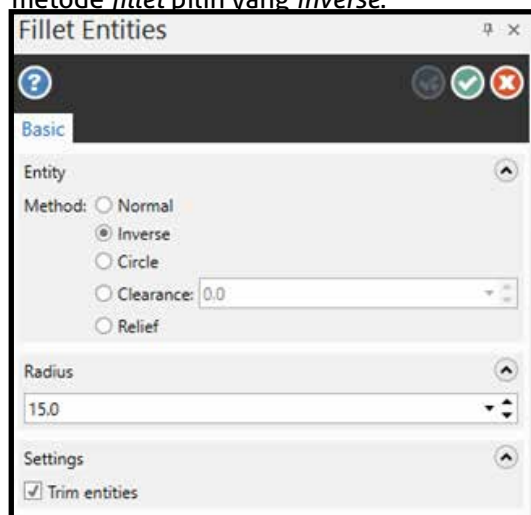


- 5) Centang biru. Selesai membuat *fillet* sebelumnya dan akan melanjutkan membuat *fillet* berikutnya.

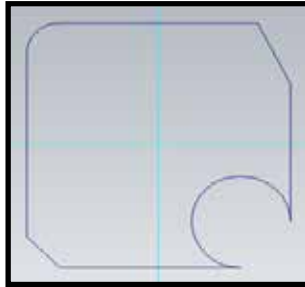


*f. Fillet inverse r15*

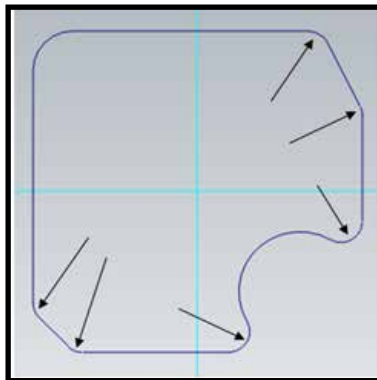
- 1) Langkah pengerjaan sama dengan *fillet* sebelumnya, tetapi metode *fillet* pilih yang *inverse*.



- 2) Hasil



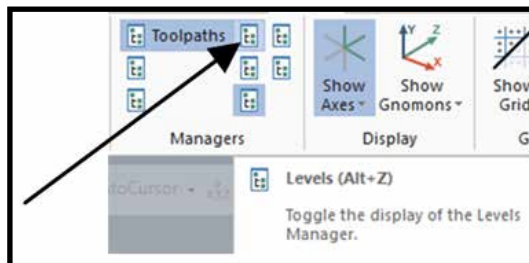
- 3) Klik centang hijau. Selesai.  
g. Fillet normal r5



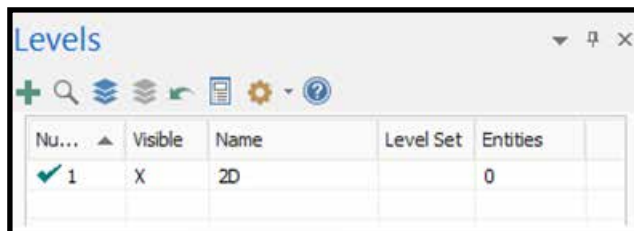
h. Level

Pembedaan *level* antara gambar 2 dimensi, material awal benda kerja, gambar 3 dimensi (*solid*, *surface*), dan *toolpath* dimaksudkan agar jika nanti akan meng *edit* atau menonaktifkan pada salah satu *level* maka tidak akan mempengaruhi *level* yang lain.

- 1) Klik *level*



- 2) Pada *level number* 1, diberi nama 2D (atau nama yang lain)





Number:	1
Name:	2D

3) Ganti *number level* menjadi 2

Number:	2
Name:	raw material

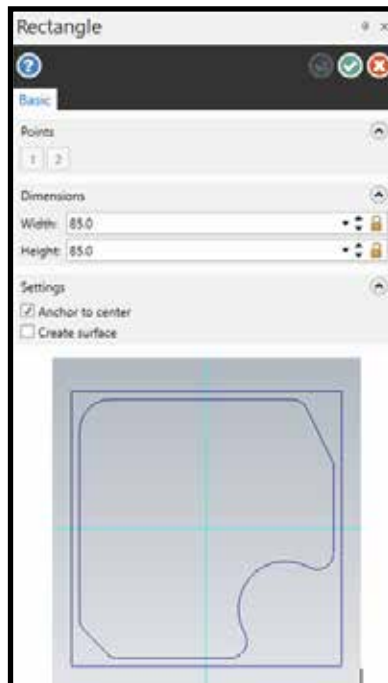
4) Beri nama *level – raw material*

Levels				
Nu...	Visible	Name	Level Set	Entities
1	X	2D		8
✓ 2	X	raw material		0

i. *Raw material*

Jika gambar 2 dimensi di atas adalah bentuk yang akan dibuat/ menjadi target proses pemesinan, berarti harus ada material awal yang masih utuh.

Masuk ke *wireframe*, buat kotak dengan ukuran yang disesuaikan dengan material benda kerja yang sudah tersedia. Misalkan disini ukuran *raw material* adalah 85 x 85 mm.

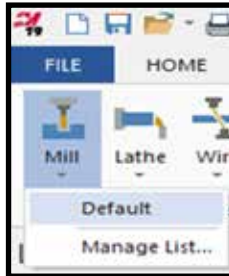
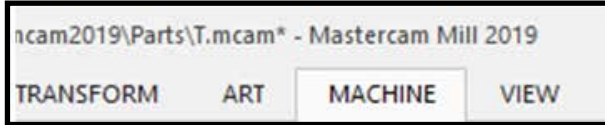




2. *Toolpath Roughing 2D*

a. Pilih *Machine*

Masuk ke *Machine* – pilih *mill* – *default*.



b. Penambahan *level*

Lakukan menambah *level* seperti cara di atas.

Nu...	Visible	Name	Level Set	Entities
1	X	2D		8
2	X	raw material		4
✓ 3	X	toolpath		0

c. Munculkan *toolpath*

Mulai untuk melakukan pengaturan *toolpath*. Merencanakan *tool* dan proses pemesinan pada gambar kerja yang sudah dibuat.

Klik *view* – *toolpath*.



Aktifkan *toolpath*.



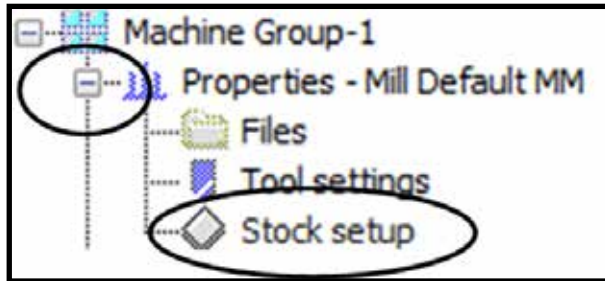


MATERI PEMBELAJARAN

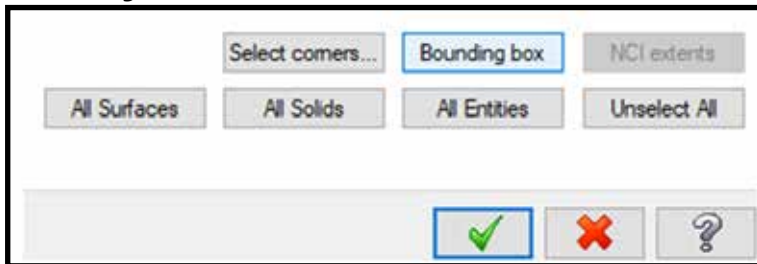
d. *Stock setup*

Melanjutkan ke proses pengaturan ketebalan benda kerja awal.

- 1) Klik tanda + pada *properties*. Klik *stock setup*

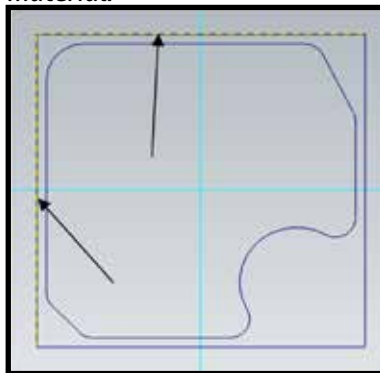


- 2) Isikan nilai panjang, lebar, dan tebal material. Atau klik *bounding box*.



- 3) *Bounding box*

Klik 2 *entities* yang menunjukkan panjang dan lebar *raw material*.

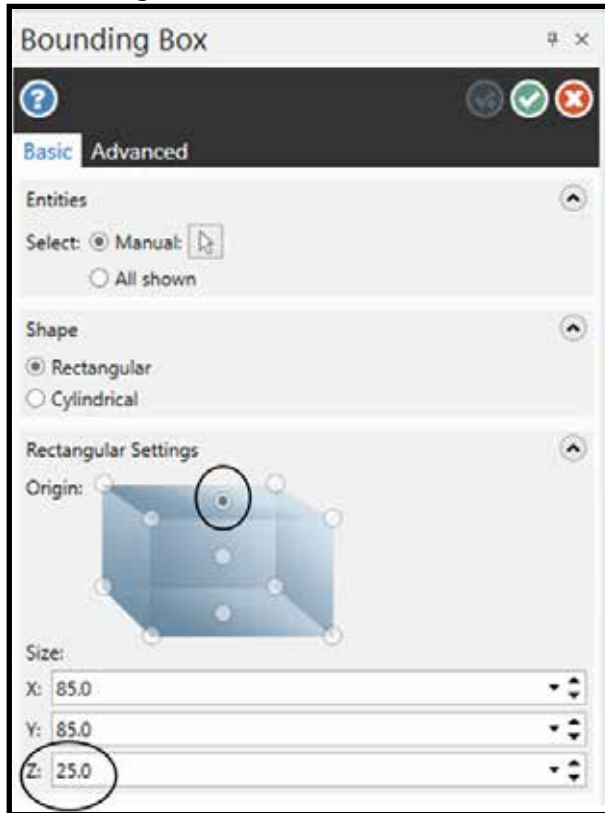


*Klik end selection*

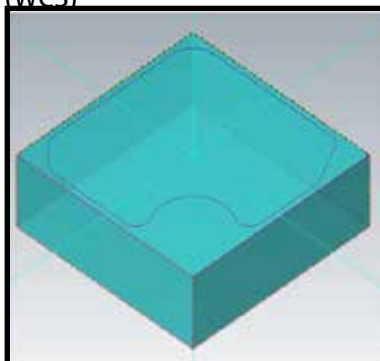




- 4) Pilih *origin* di permukaan atas tengah dan isikan nilai Z, misalkan 25.

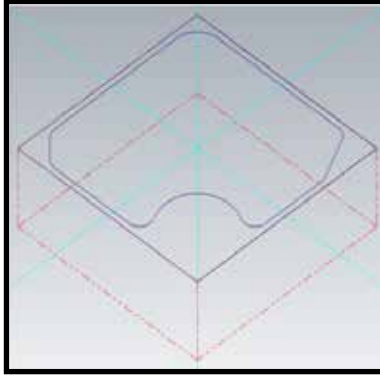


Ubah pandangan menjadi *isometric view*. Klik kanan – *isometric (WCS)*

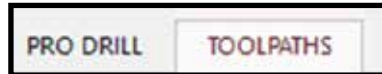




5) Centang hijau 2 kali

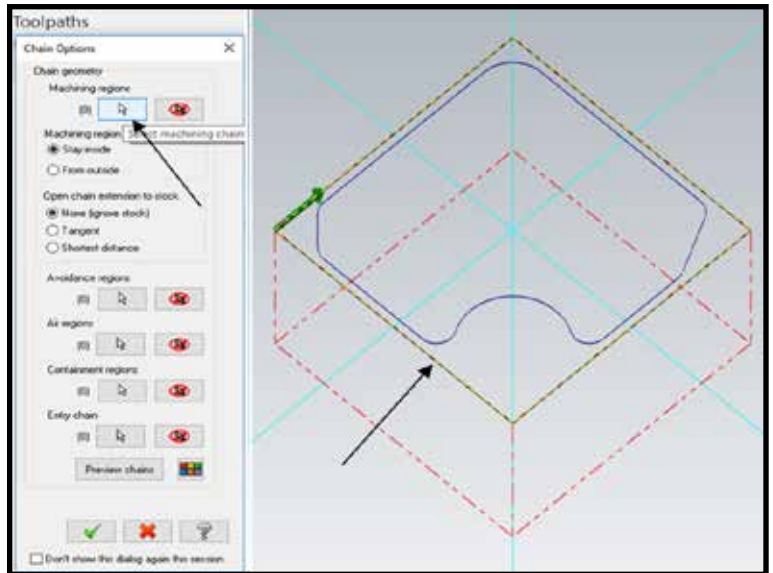


- e. Pengaturan proses *machining* membentuk *area target*.  
1) *Toolpath – area mill*



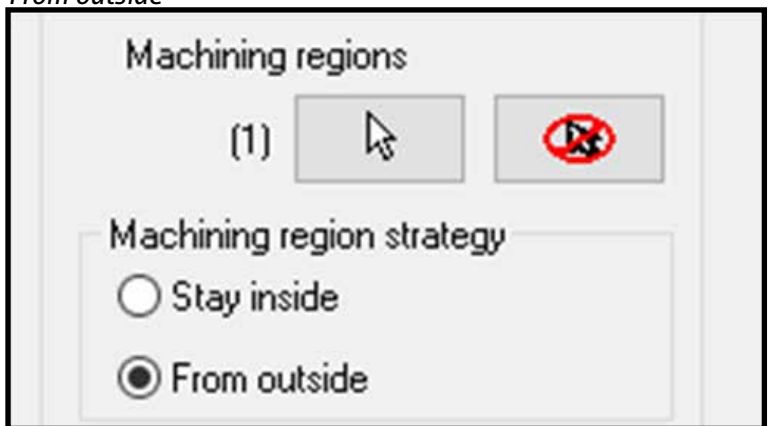


2) *Machine region*



- a) Klik tanda panah pada *Machine regions*.
- b) Klik *raw material*.
- c) Jangan dicentang hijau terlebih dahulu.

3) *From outside*



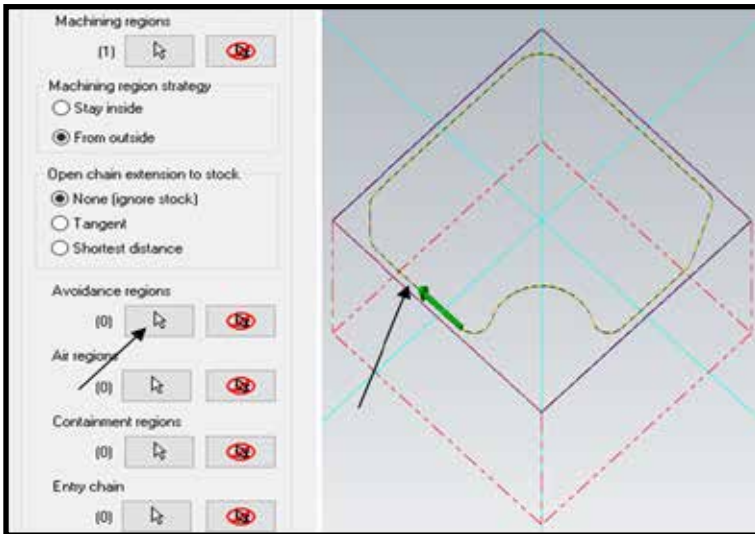
*Machining region strategy* dipilih *from outside* dengan tujuan nanti *tool* akan melakukan penyayatan dari luar *raw material*.

4) *Avoidance regions*

Adalah area yang dihindari untuk proses *machining*. Klik panah pada *avoidance regions*, klik garis target (gambar 2 dimensi)



MATERI PEMBELAJARAN



5) Ok (centang hijau)

f. *Toolpath type – area mill*



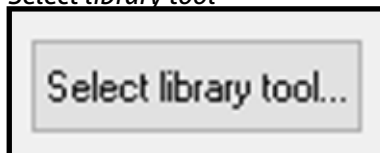
g. *Tool -select library tool*

Memilih *tool/ Cutter* yang akan digunakan. Disesuaikan dengan *tool* yang tersedia di bengkel masing-masing.

1) Masuk ke *tool*



2) *Select library tool*



3) Pilih *tool*. Misalkan *tool* yang dipilih adalah *flat endmill* diameter 10 mm



Tool Selection - C:\Users\Public\Documents\shared Mcam2019\Mill\Tools\Mill\_mrn.tooldb

C:\Users\Public\Docu...\_Mill\_mrn.tooldb

#	Tool Name	Dia.	Cor. rad.	Length	# Flutes	Type	Rad. ...
11	FACE MILL - 55/63	55.0	0.0	8.0	5	Face mill	None
11	FACE MILL - 63/71	63.0	0.0	8.0	6	Face mill	None
11	FACE MILL - 72/80	72.0	0.0	8.0	7	Face mill	None
11	FACE MILL - 80/88	80.0	0.0	8.0	7	Face mill	None
11	FACE MILL - 92/100	92.0	0.0	8.0	8	Face mill	None
5	FLAT END MILL - 10	10.0	0.0	16.0	4	Flat endmill	None
5	FLAT END MILL - 12	12.0	0.0	19.0	4	Flat endmill	None
5	FLAT END MILL - 14	14.0	0.0	22.0	4	Flat endmill	None
5	FLAT END MILL - 16	15.0	0.0	26.0	4	Flat endmill	None
5	FLAT END MILL - 18	18.0	0.0	29.0	4	Flat endmill	None
5	FLAT END MILL - 20	20.0	0.0	32.0	4	Flat endmill	None
5	FLAT END MILL - 3	3.0	0.0	5.0	4	Flat endmill	None
5	FLAT END MILL - 4	4.0	0.0	7.0	4	Flat endmill	None
5	FLAT END MILL - 5	5.0	0.0	8.0	4	Flat endmill	None
5	FLAT END MILL - 6	6.0	0.0	10.0	4	Flat endmill	None
5	FLAT END MILL - 8	8.0	0.0	13.0	4	Flat endmill	None
10	FORMING THREAD TAP - G1 x 2.31	33.24	0.0	28.0	1	Right-hand tap	None

4) Double klik di tool yang sudah terpilih

#	Assembly Na	Tool Name	H
5	--	FLAT END MILL - 10	

5) Lakukan pengaturan panjang *flute* dan panjang total *Cutter*.  
Sesuaikan dengan *Cutter* yang ada.

Overall dimensions

Cutting diameter:

Overall length:

Cutting length:

Klik next.

6) Lakukan pengaturan *spindle speed* dan *Cutting speed*.  
Ada beberapa cara pengaturan *Cutting speed (Cs)*, *Feed per Tooth (FPT)*, *Spindel speed*, dll;

- Atur berdasarkan rumus teoritis.
- Atur berdasarkan *table tool*.
- Atur sesuai kemampuan mesin/kebiasaan dalam praktik keseharian.

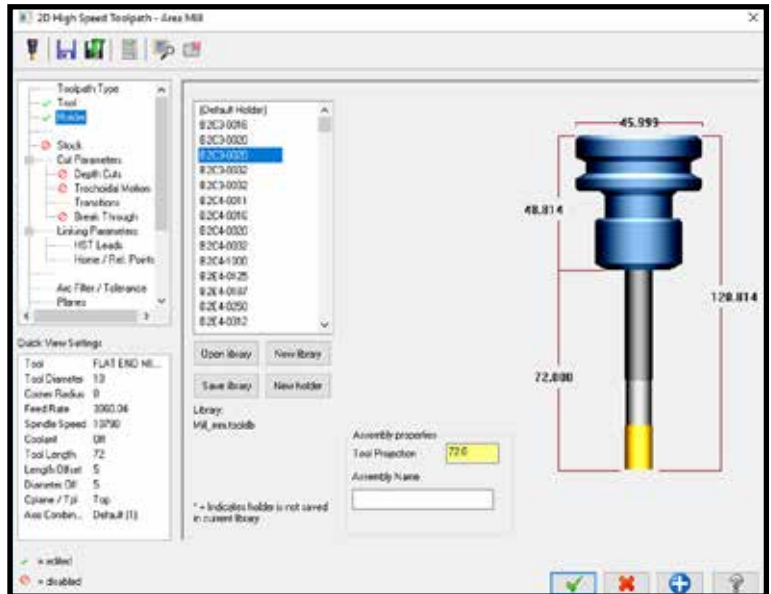


Operation	
Tool number:	5
Length offset:	5
Diameter offset:	5
Head number:	0
CS:	250.01571
FPT:	0.07854
Number of flutes:	4
Feed rate:	2500
Plunge rate:	1250
Retract rate:	5000
Spindle speed:	8000
Spindle direction:	Clockwise
Material:	Carbide

Klik *finish*

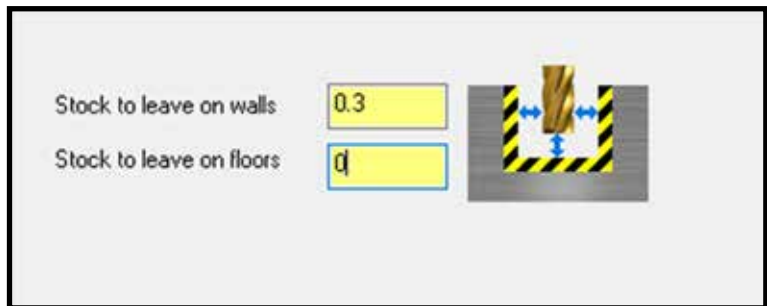
h. *Holder*

Jika dalam proses pemesinan nanti tidak melakukan *tool change*, atau *Cutter* yang digunakan hanya satu, pengaturan *holder* tidak diperlukan.



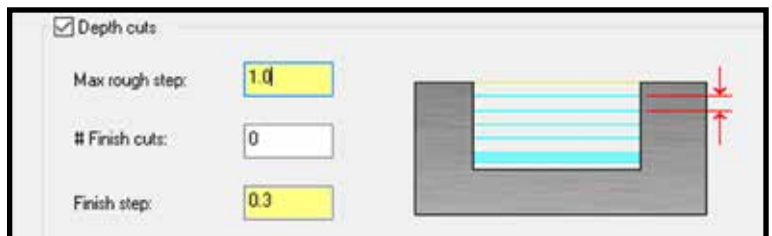
i. *Cut parameter*

Pada *Cut parameter* ini yang harus diperhatikan adalah bagian *stock to leave*, baik *on walls* maupun *on floors*. Jika diisi nilai, maka harus ada proses *finishing*, tetapi jika diisi 0 maka ukuran yang dihasilkan sudah sesuai dengan apa yang diinginkan tetapi hasil permukaan belum halus karena tanpa proses *finishing*.



j. *Depth Cut*

- 1) Centang pada *depth Cut*.
- 2) *Max Rough step*, adalah kedalaman maksimal sekali penyayatan
- 3) *Finish step*, adalah kedalaman penyayatan ketika sudah mendekati titik akhir.

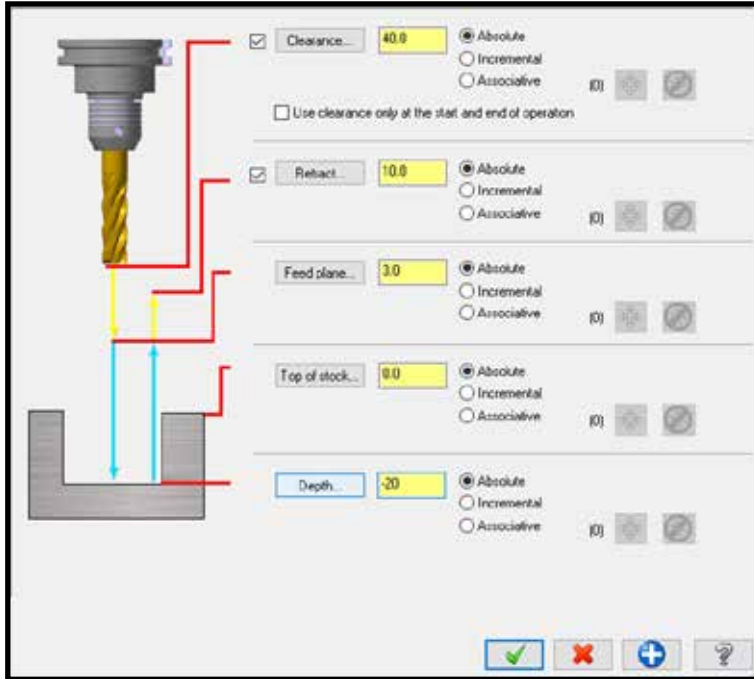




MATERI PEMBELAJARAN

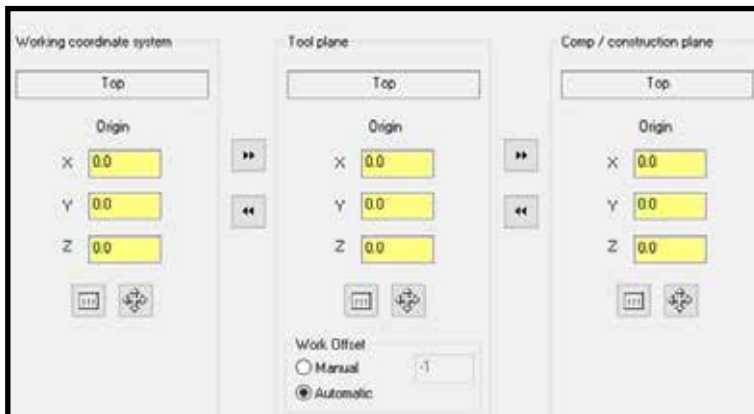
k. *Linking parameter*

Pengaturan *clearance, retract, feed plane, top of stock, depth*. Untuk lebih aman, pilih *absolute* semua. Nilai *depth* menggunakan **tanda minus**.



l. *Plane*

Pastikan bahwa *plane* pada posisi *top* semua

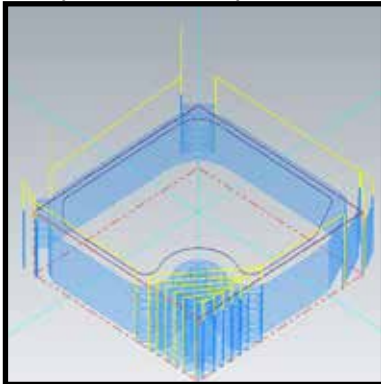


m. Ok / centang hijau



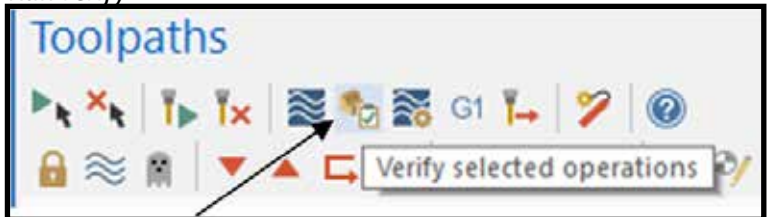
3. Simulasi

a. *Backplot* / lintasan pahat

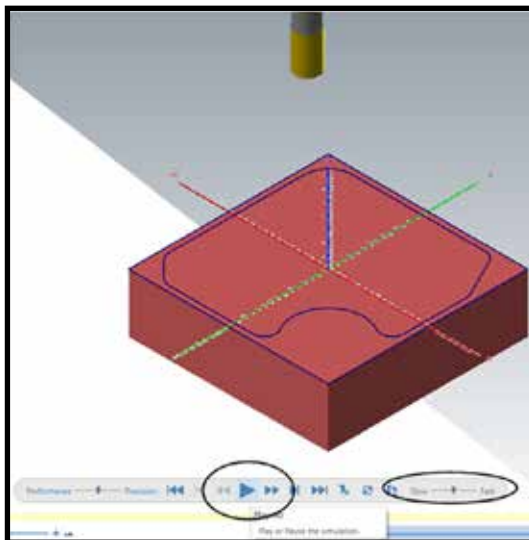


b. *Verify* / Simulasi 3 dimensi

1) Klik *verify*



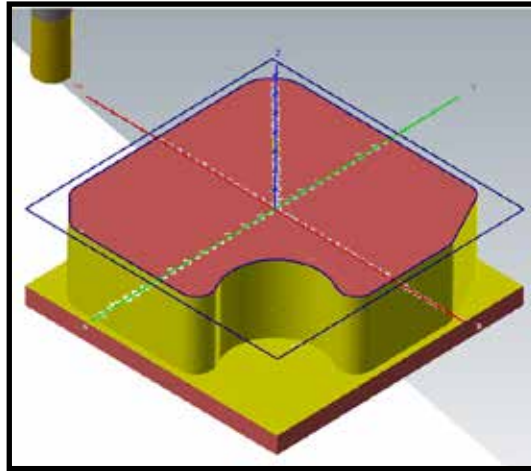
2) Klik *play*. Kecepatan simulasi bisa diatur dengan menggeser ke *slow* atau *fast*.



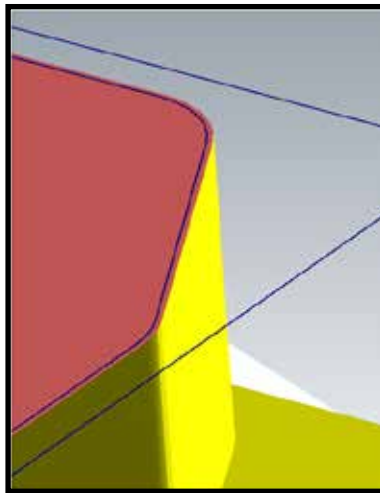
3) Hasil



## MATERI PEMBELAJARAN



Dari hasil simulasi bisa dilihat bahwa proses *machining* belum sampai pada garis gambar kerja yang berarti bahwa ukuran belum sampai pada yang diinginkan. Karena sebelumnya dalam pengaturan *stock to leave* pada *Cut parameter* diisikan nilai 0.3. Maka dari itu masih diperlukan sebuah proses *finishing*.



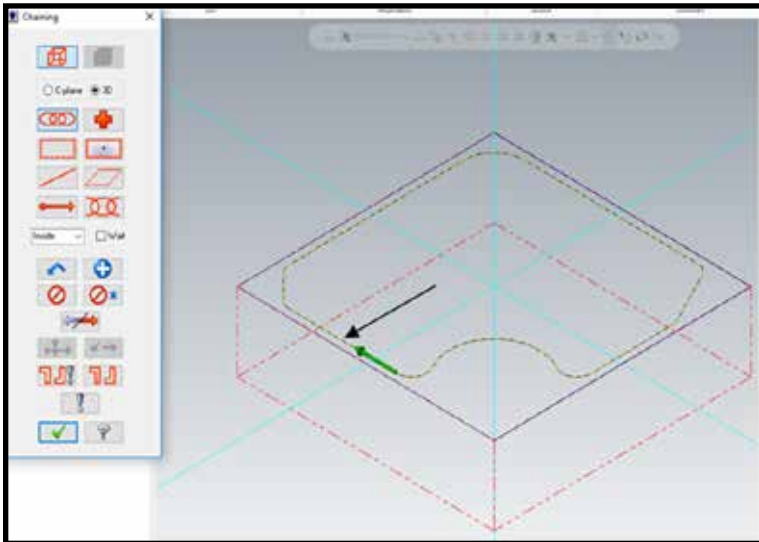
4. *Finishing* menggunakan *contour*
  - a. Masuk ke *toolpath*, klik *contour*





b. Pilih *chaining*

Klik target yang akan di *contour*. Proses *contour* sendiri adalah proses dimana *Cutter* akan melakukan penyayatan mengikuti *chain entities* yang dipilih.



c. *Toolpath type – contour*



d. *Tool dan holder* menggunakan jenis yang sama dengan yang digunakan pada *toolpath area mill*

e. *Cut parameter*



*Stock to leave on walls/ floors* pastikan bernilai 0.00

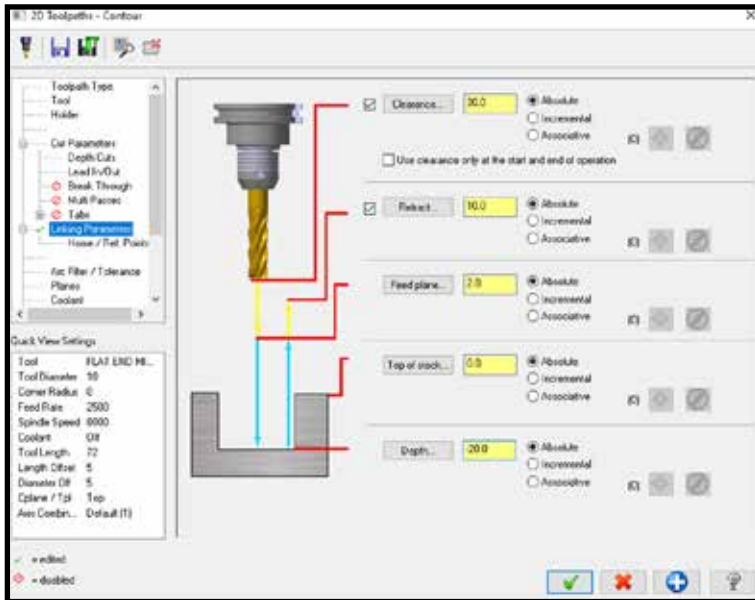
f. *Depth Cut*





Karena yang di *machining* hanya sedikit yang tersisa pada benda kerja (0.3 mm), maka pada *depth Cut* tidak perlu dicentang. Dalam arti bahwa proses *finishing* ini dilakukan sekali penyayatan kedalaman. Dengan catatan panjang *flute* mencukupi untuk sekali kedalaman penyayatan, jika tidak maka *depth Cuts* harus diaktifkan dan nilai *max Rough step* maksimal sama dengan panjang *flute* (sisi tajam *Cutter*)

g. *Linking parameter*

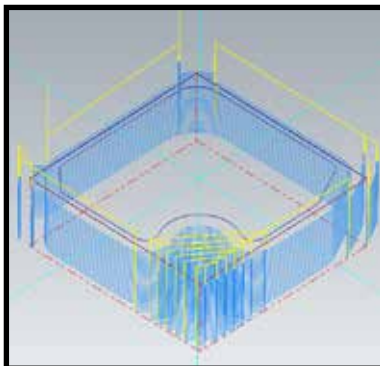


Isikan nilai yang kurang lebih sama dengan pengaturan pada saat proses *Roughing*

- h. Cek *planes*  
Pastikan *planes* pada posisi *top* semua.
- i. Ok/ centang hijau. Selesai

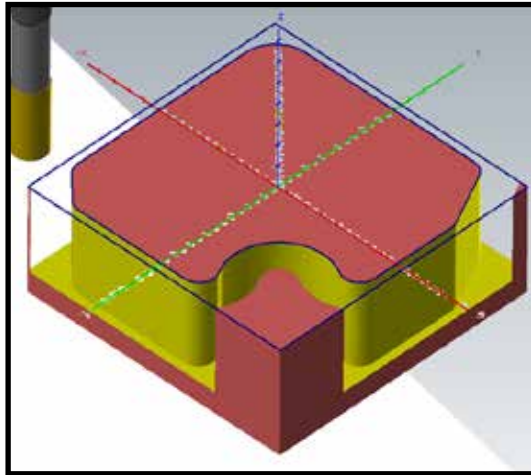
5. Simulasi

- a. *Backplot* / lintasan pahat

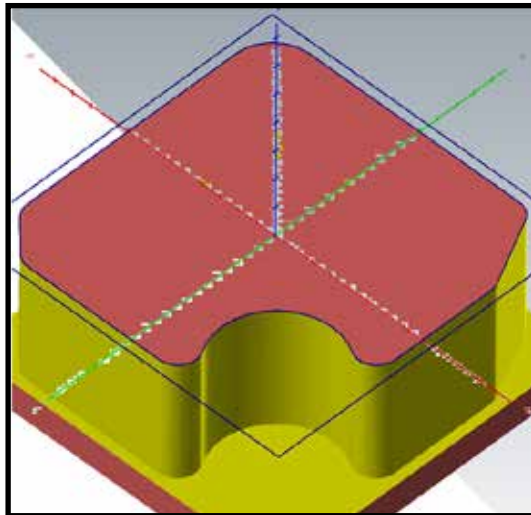




b. Hasil simulasi khusus *toolpath contour*



c. Simulasi keseluruhan (*area mill + contour*)



B. *Contour 3 Dimensi*

Pada pembahasan *contour 3 dimensi*, akan dipelajari menggunakan *toolpath contour* untuk *finishing* bidang miring (dinding miring). Jika pada *contour 2 dimensi*, *toolpath* dibuat berdasarkan gambar 2 dimensi, maka pada pembahasan *contour 3 dimensi* ini, *toolpath* dibuat dari gambar *solid*.

Ada dua *toolpath contour* yang bisa digunakan untuk proses *finishing* bidang miring, yaitu *contour 2D* dan *contour 3D*.

Silakan diperhatikan dan diikuti langkah-langkah di bawah ini .

1. Menggambar 3 Dimensi

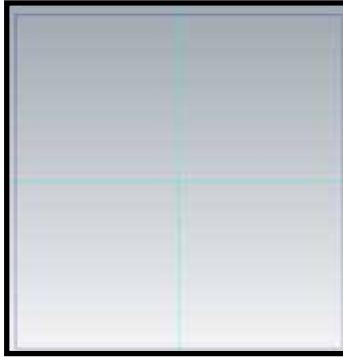
a. *Rectangle 80 x 80*

- 1) Masuk ke *wireframe*
- 2) Klik *rectangle*



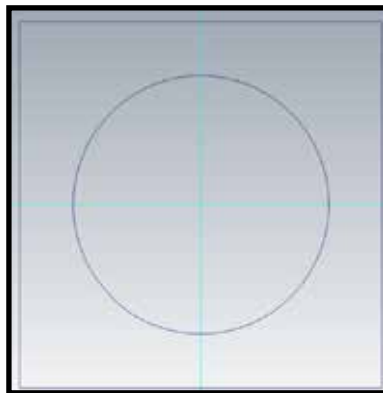
## MATERI PEMBELAJARAN

- 3) Klik di titik *origin*
- 4) Masukkan nilai *width* dan *weight* = 80 dan 80



## b. Circle center point r30

- 1) Masuk ke *wireframe*
- 2) Klik *circle center point*
- 3) Klik di titik *origin*
- 4) Masukkan nilai *size radius* 30



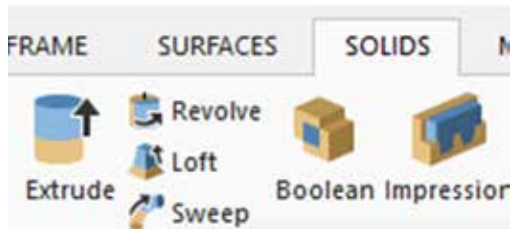
## c. Ganti level

- 1) *Number level* : 2
- 2) *Name level* : *solid*

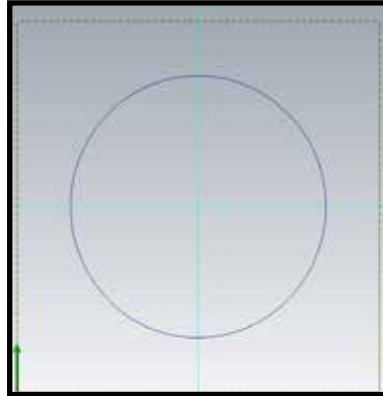
Levels					
Nu...	Visible	Name	Level Set	Entities	
1	X	2d		14	
2	X	solid		4	

d. *Solid* – *extrude*

- 1) Masuk ke *solid*
- 2) Klik *extrude*



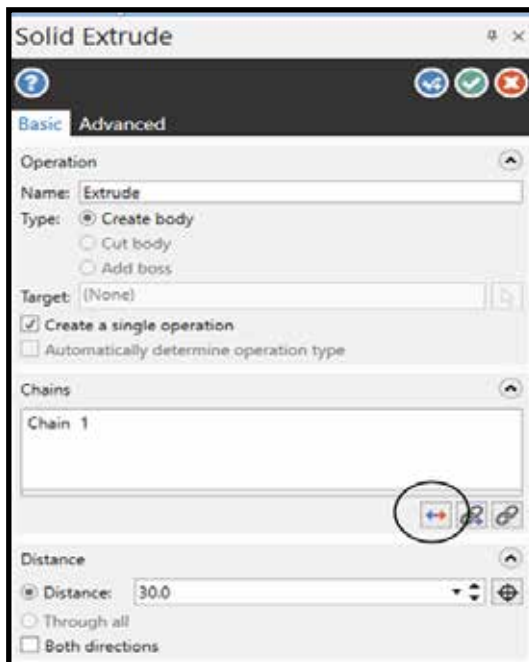
3) *Chaining*, pilih kotak luar

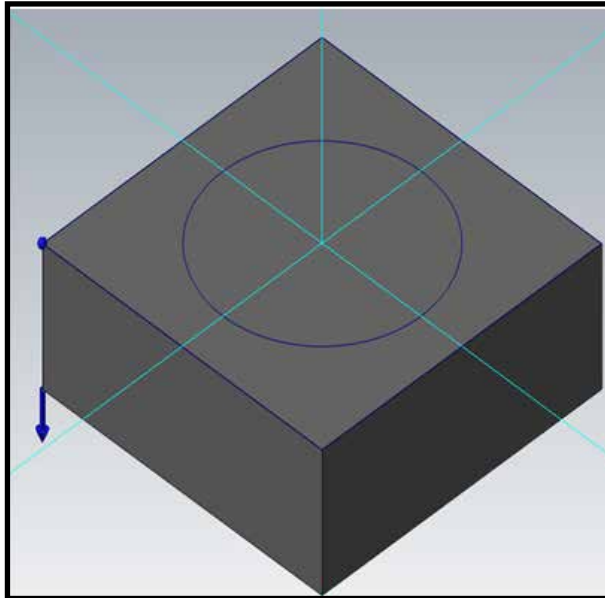


4) OK

e. *Create body*

- 1) Pilih *create body*
- 2) Tanda panah ke arah bawah. Untuk membalik arah panah gunakan tanda pada lingkaran.
- 3) Masukkan nilai *distance*

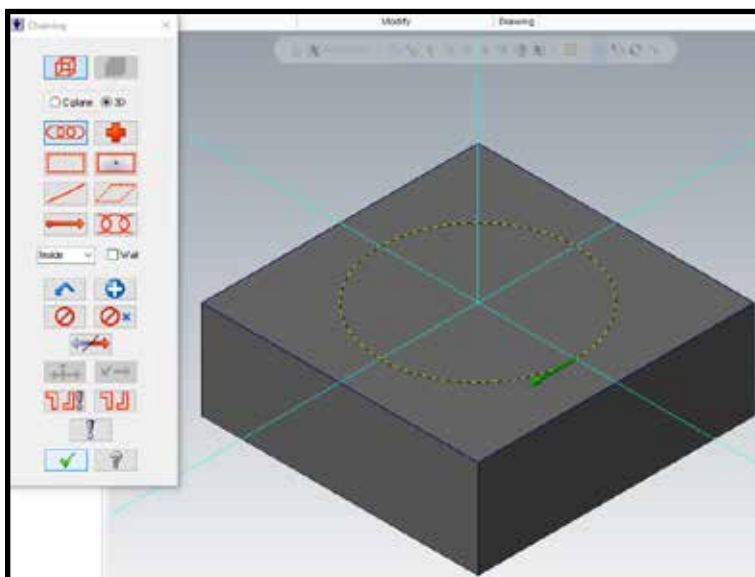




- f. Centang biru, melanjutkan proses *extrude*.



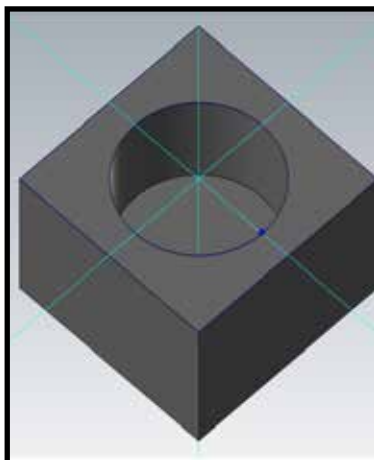
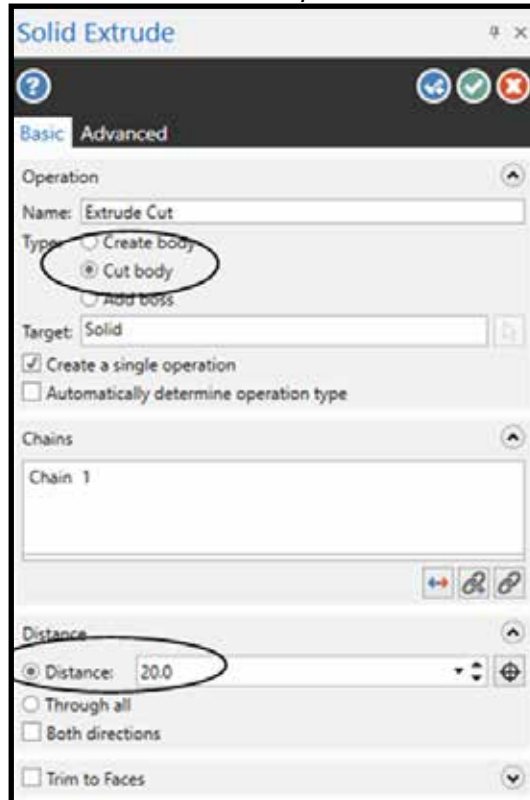
- g. *Chaining*, pilih lingkaran.





h. *Cut body*

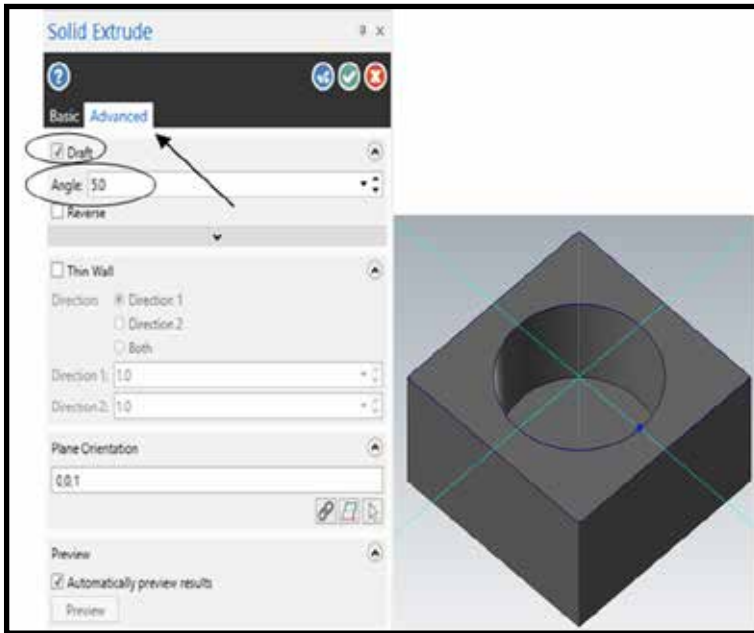
- 1) Pilih *Cut body*
- 2) Arah panah ke bawah
- 3) Masukkan nilai *distance* ; 20



- 4) Masuk ke *advance*
- 5) Centang *draft*
- 6) Nilai *angle* : 5



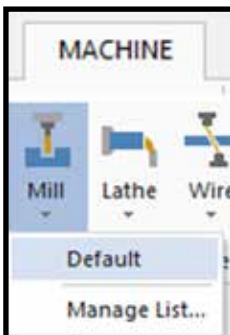
MATERI PEMBELAJARAN



Hasil pembentukan kolom/ kantong/ *pocket* dengan dinding miring 5°

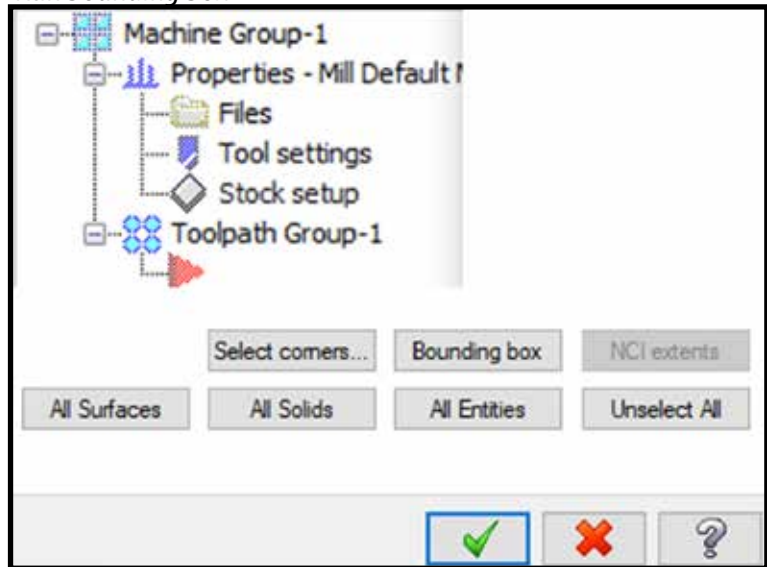


2. *Contour 2D*
  - a. Pilih mesin

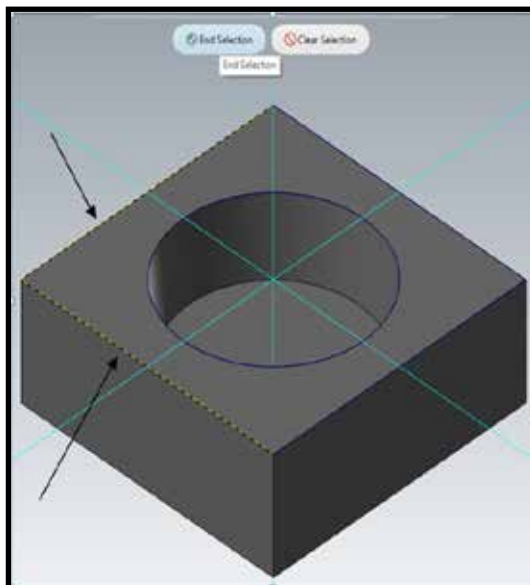




- 1) *Properties – stock setup*  
Klik *bounding box*



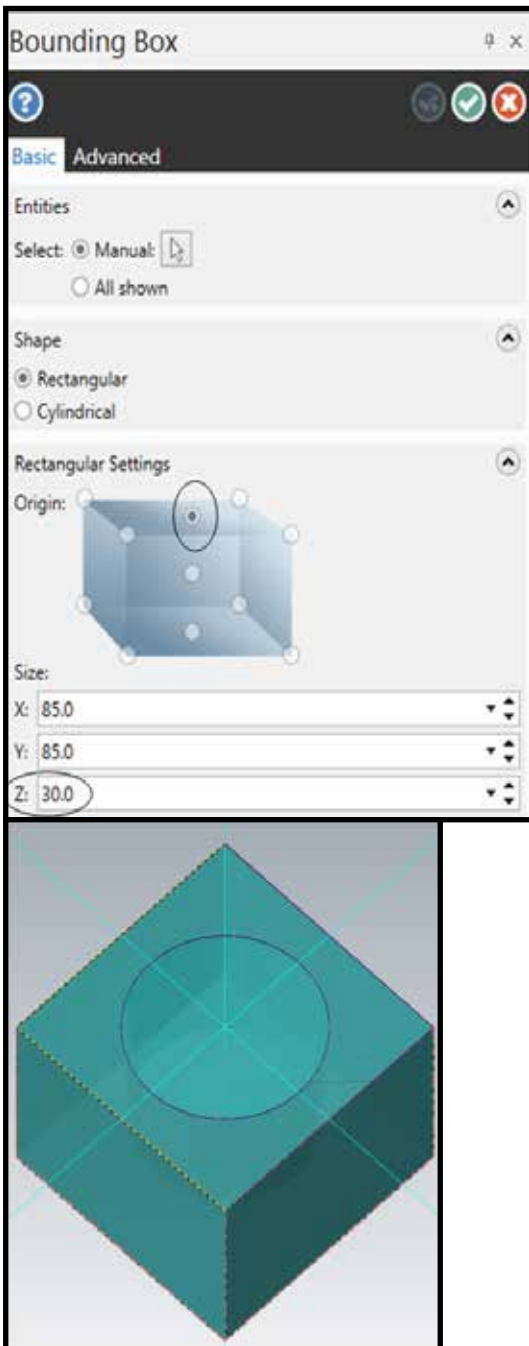
- 2) *Bounding box*
  - a) Pilih 2 *entitiy* yang menunjukkan ukuran panjang dan lebar material
  - b) *Klik end selection*



- c) Pada *bounding box*, pilih *origin* di tengah atas
- d) Masukkan nilai Z : 25

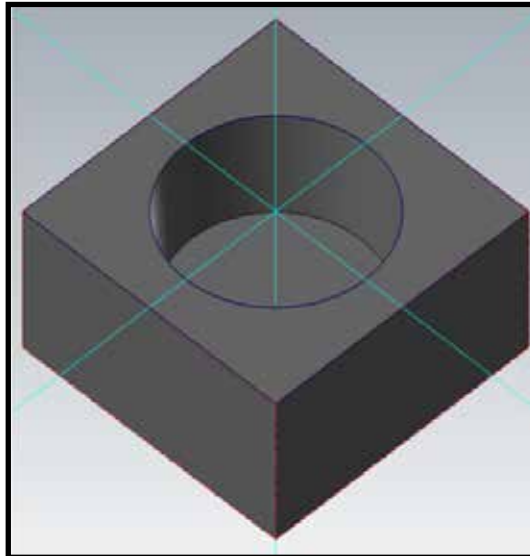


MATERI PEMBELAJARAN



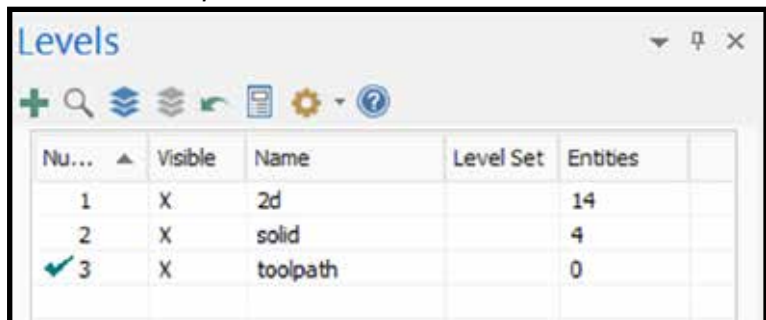


3) OK



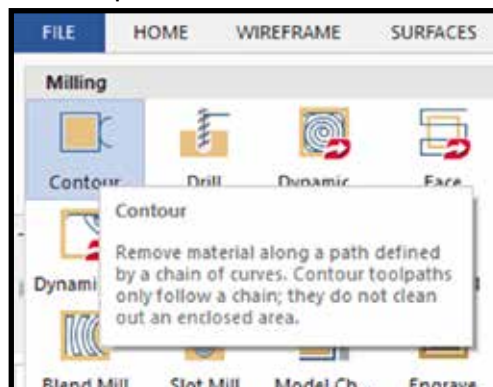
b. Ganti level

- 1) Number level : 3
- 2) Name level : *toolpath*



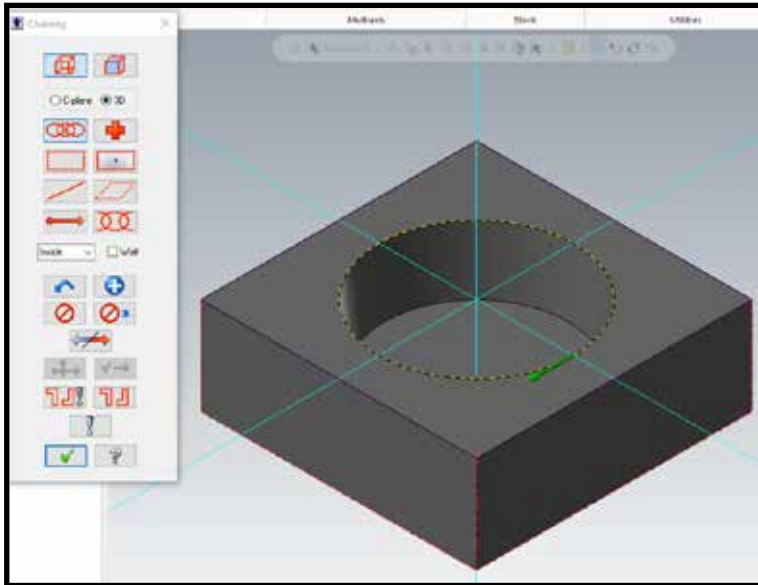
c. *Toolpath – contour*

- 1) *Masuk ke toolpath*
- 2) *Pada 2D, pilih contour*

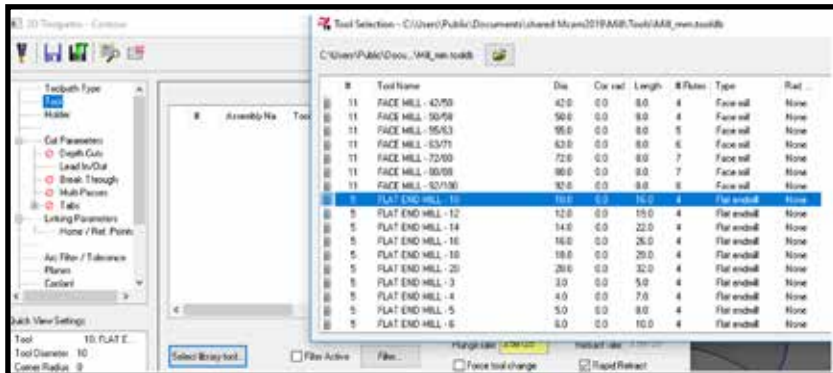




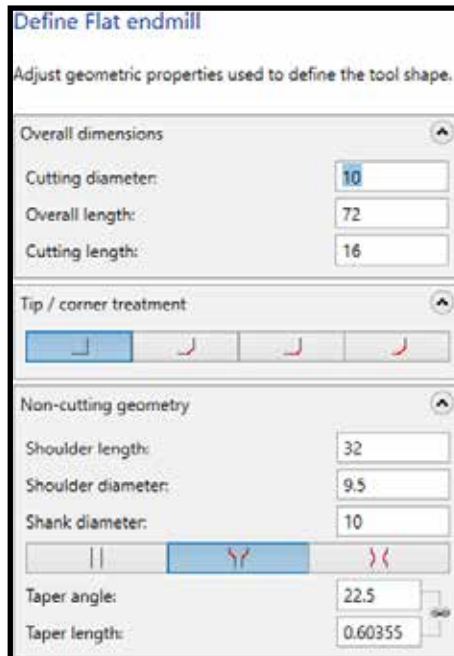
3) *Chaining*  
Klik pada lingkaran



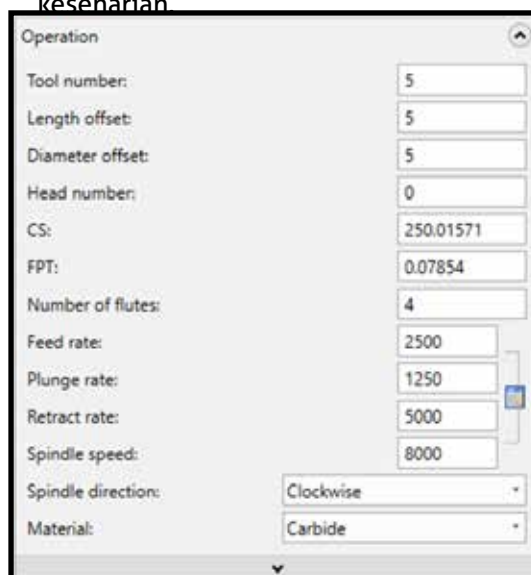
4) *Tool – select library tool – flat endmill 10*  
a) Pada tool, select library tool  
b) Pilih salah satu tool yang akan digunakan. Misal *flat endmill* diameter 10 mm



5) *Edit tool*  
a) *Double* klik pada tool yang sudah dipilih  
b) Lakukan pengaturan dimensi *Cutter*. Sesuaikan dengan *Cutter* yang ada



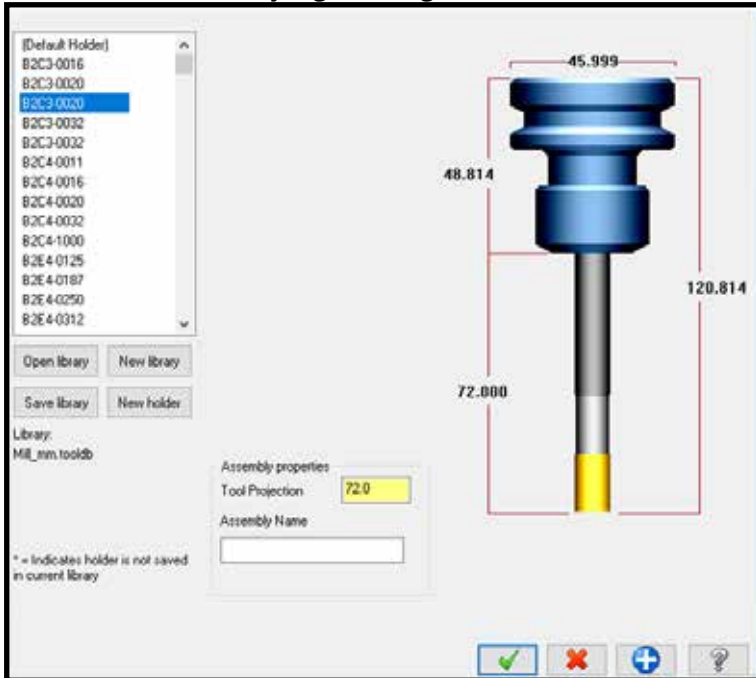
- c) Klik *next*
- d) Lakukan pengaturan *spindle speed* dan *Cutting speed*.  
Ada beberapa cara pengaturan *Cutting speed (Cs)*, *Feed per Tooth (FPT)*, *Spindel speed*, dll.
- (1) Atur berdasarkan rumus teoritis.
  - (2) Atur berdasarkan *table tool*.
  - (3) Atur sesuai kemampuan mesin/ kebiasaan dalam praktik keseharian



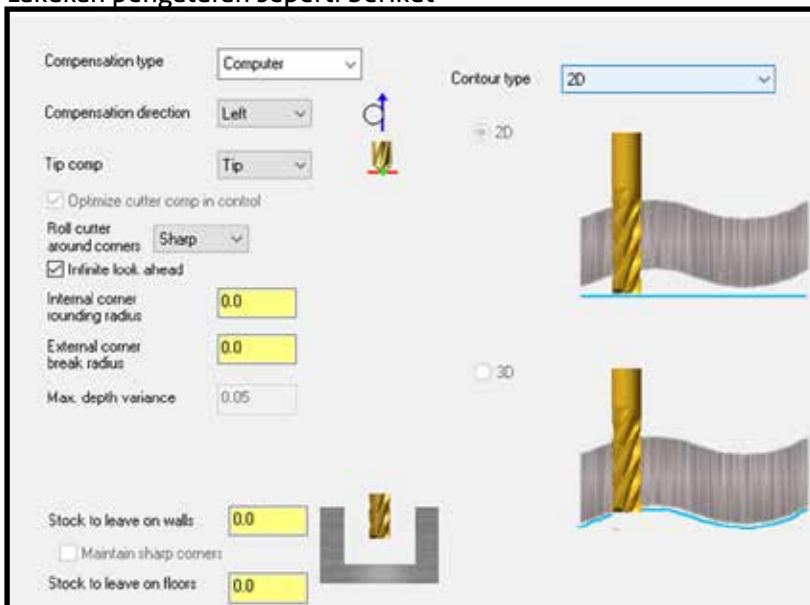


MATERI PEMBELAJARAN

- e) Klik *finish*
- 6) *Holder*  
Pilih salah satu *holder* yang akan digunakan



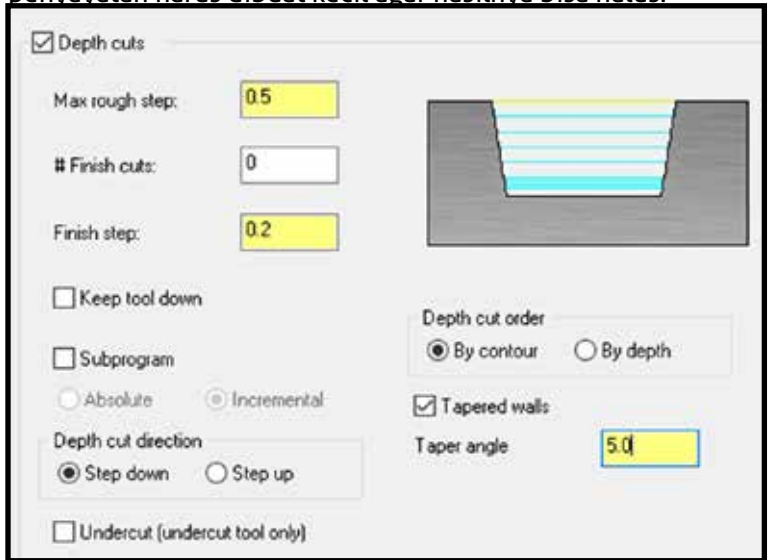
- 7) *Cut parameter*  
Lakukan pengaturan seperti berikut





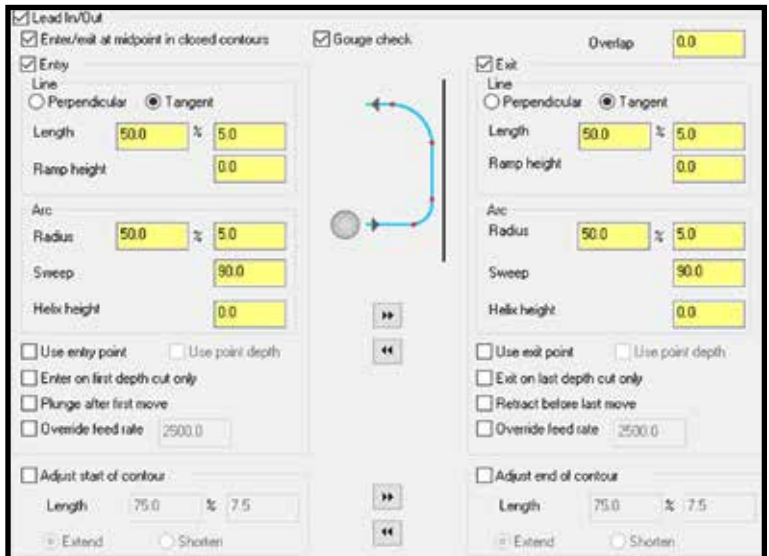
8) *Depth Cuts*

Karena yang akan *difinishing* menggunakan *toolpath contour* adalah bidang miring, maka kedalaman sekali penyayatan harus dibuat kecil agar hasilnya bisa halus.



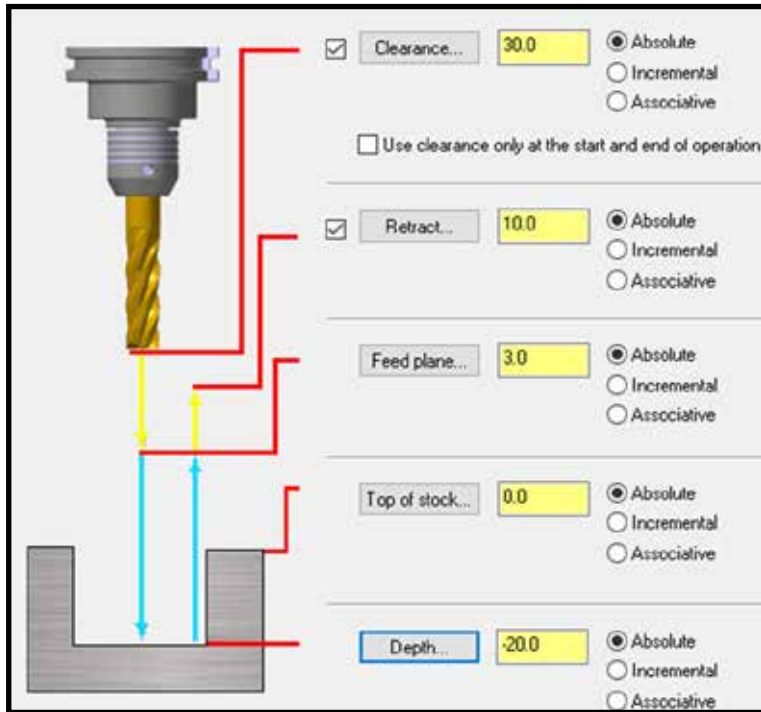
9) *Lead in/ out*

Pada *entry* maupun *exit*, *length* dan *arc* adalah 100%. Persentase *length* dan *arc* harus diturunkan jika selisih antara lebar lubang dengan diameter *Cutter* tidak terlalu besar.



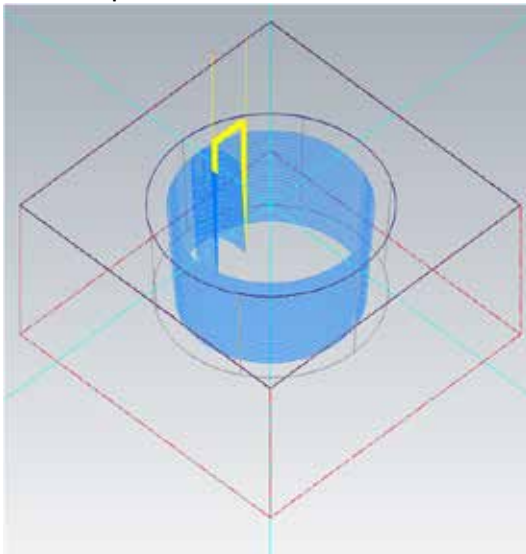


10) Linking parameter



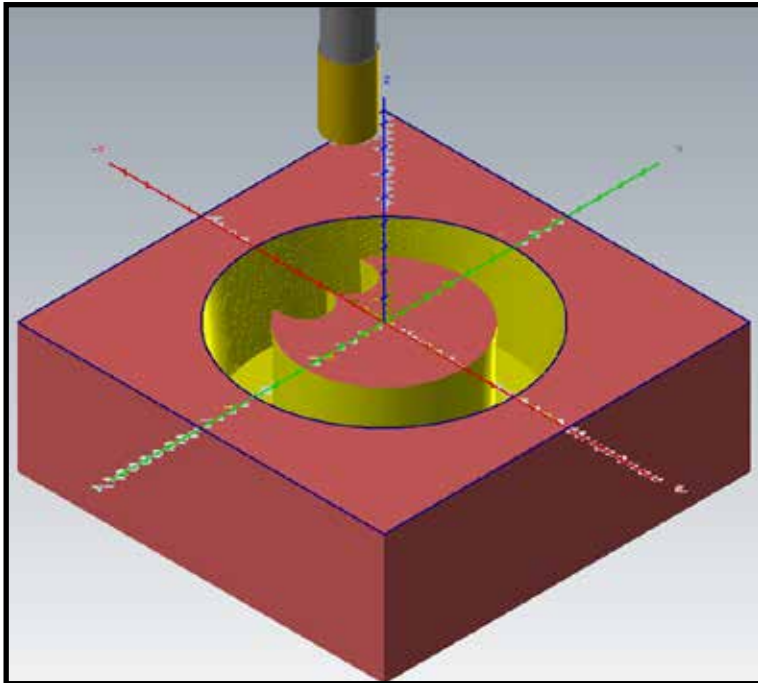
3. Simulasi

a. Lintasan pahat



b. Simulasi 3 dimensi

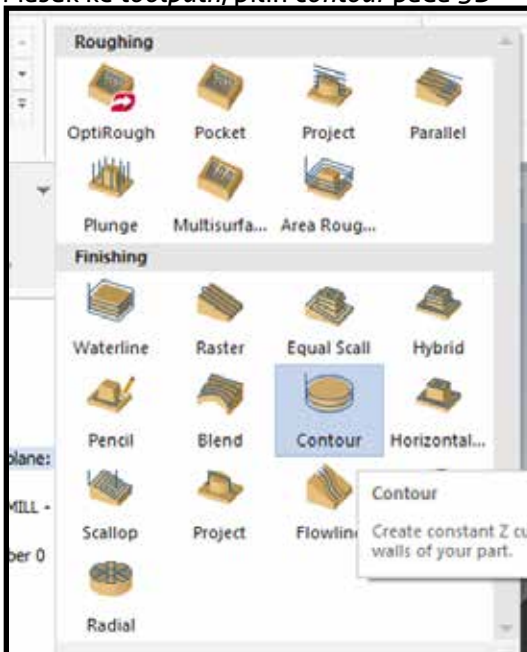
Dalam simulasi ini hanya proses *finishing* menggunakan *toolpath contour*. Seharusnya sebelum proses *finishing*, terlebih dahulu dilakukan proses *Roughing* menggunakan *toolpath pocket*. Pembahasan *toolpath pocket* akan dipelajari pada bab berikutnya.



4. *Finishing* menggunakan *toolpath contour 3D*

Pada pembahasan *contour 3D* kita akan menggunakan gambar dua dimensi yang sama seperti di atas. Setelah gambar 3 dimensi (solid) sudah siap, silakan ikuti Langkah-langkah berikut :

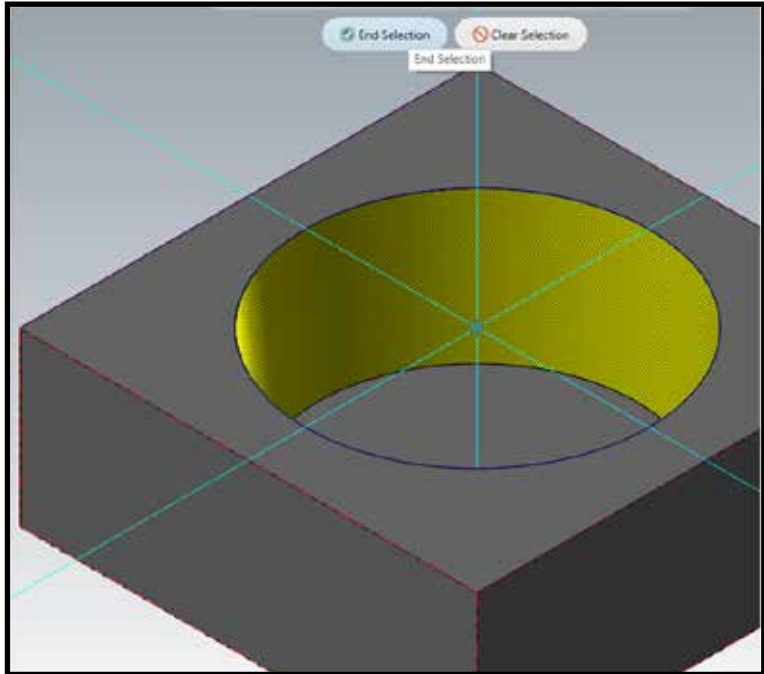
- a. Masuk ke *toolpath*, pilih *contour* pada 3D



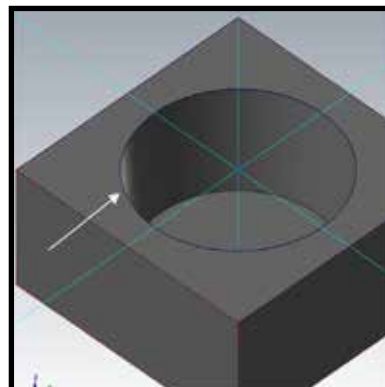


MATERI PEMBELAJARAN

- b. Klik area  
Pilih bidang miring/ dinding yang akan dimachining menggunakan *toolpath contour 3D*. Klik *end selection*.

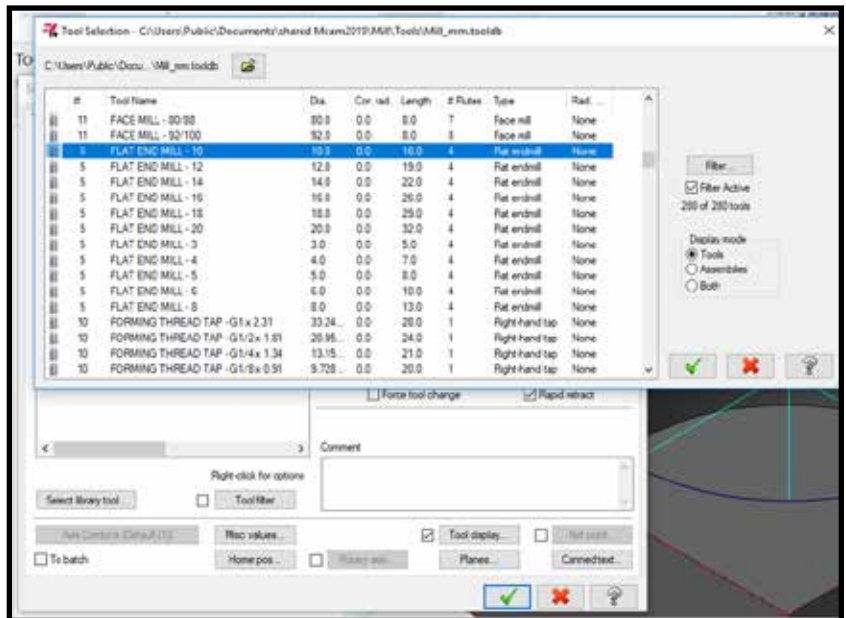


Pada *containment*, pilih lingkaran atas

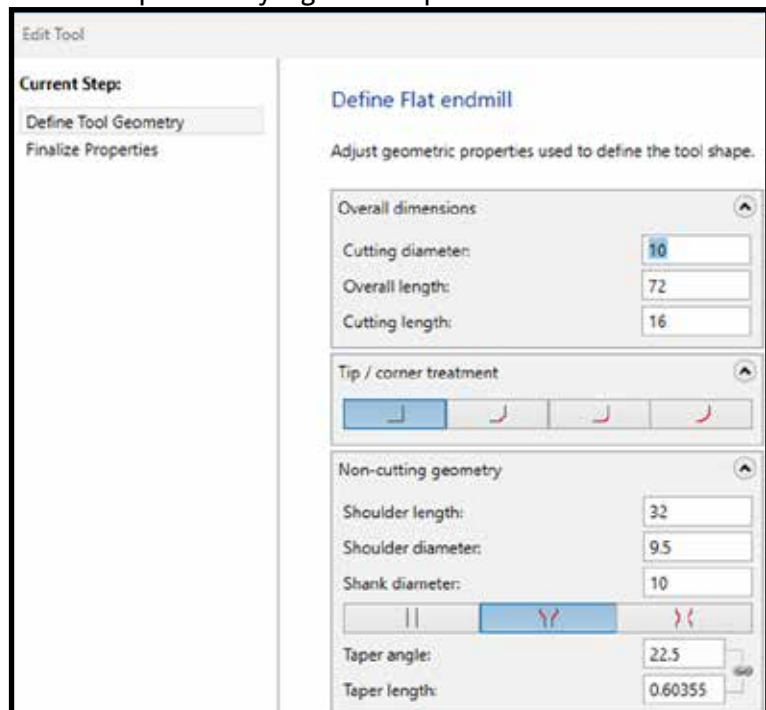




- c. *Toolpath parameter*  
Pilih tool pada *select library*,



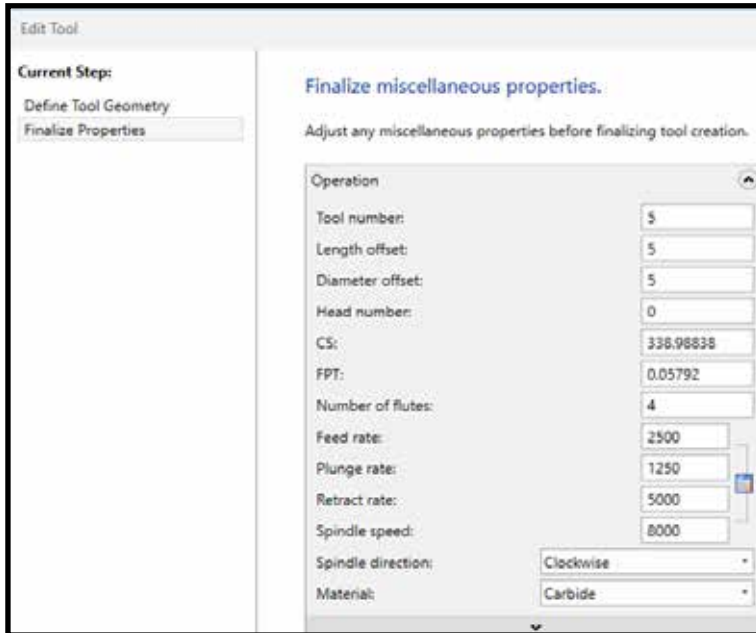
Double klik pada tool yang sudah dipilih untuk melakukan *edit tool*.





MATERI PEMBELAJARAN

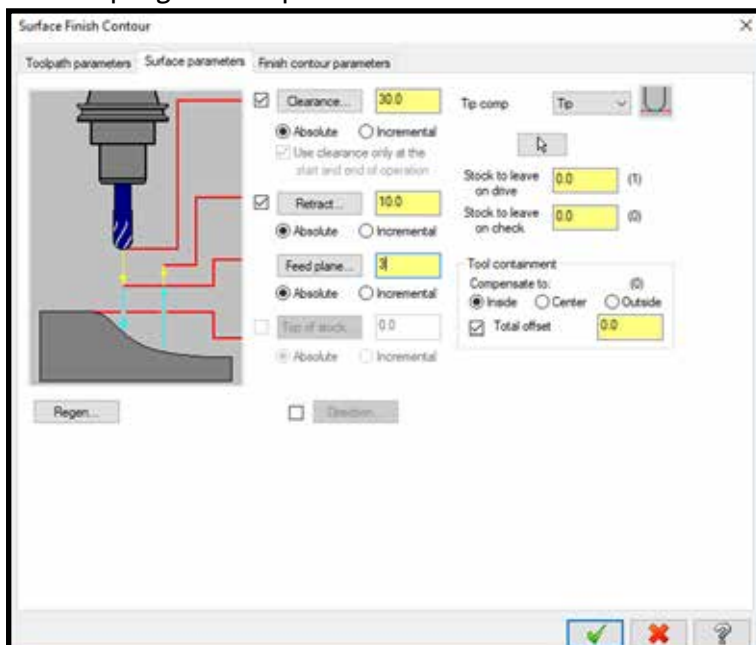
- 1) Isikan *overall length*, *Cutting length*, dan lainnya menyesuaikan *tool* yang akan digunakan saat proses *machining*.
- 2) Klik *next*.



- 3) Isikan *tool number*, *feed rate*, *plunge rate*, *retract rate*, *spindel speed*.
- 4) Klik *finish*.

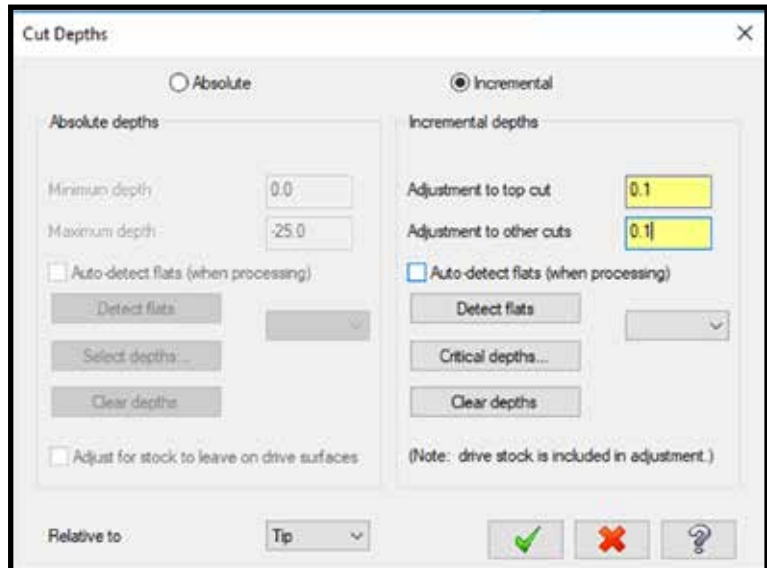
d. *Surface parameter*

Lakukan pengaturan seperti di bawah ini

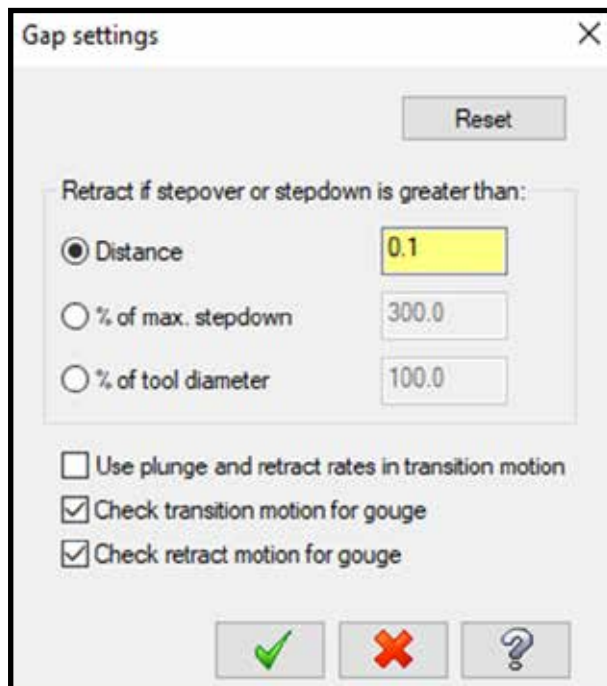




- e. *Finish contour parameter*  
1) *Cut depth*



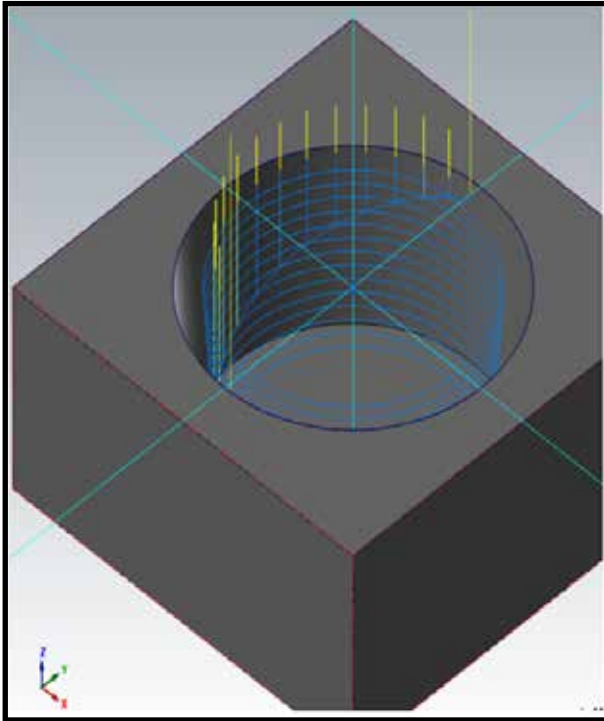
- 2) *Gap setting*



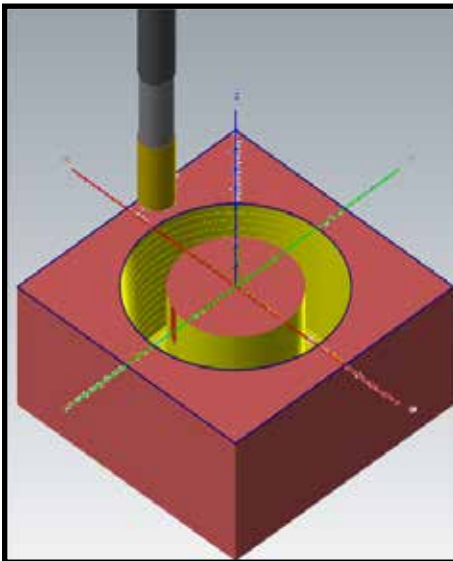


## MATERI PEMBELAJARAN

5. Simulasi
  - a. Lintasan pahat (*backplot*)



- b. Verify / simulasi 3 dimensi

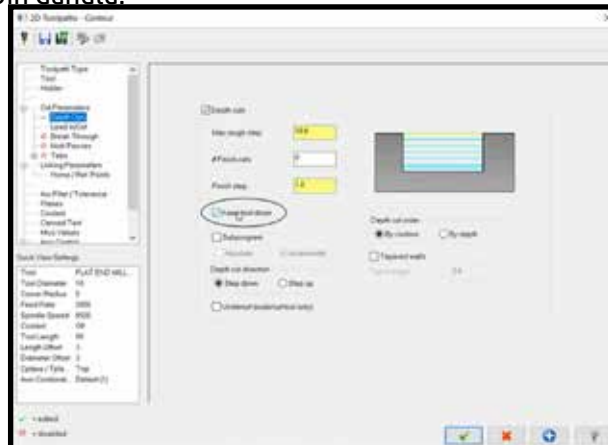


Sama seperti sebelumnya bahwa *toolpath contour* merupakan *toolpath* untuk proses *finishing* yang seharusnya diawali dengan proses *Roughing*.



### DEPTH CUTH DAN KEEP TOOL DOWN

Pada pengaturan *depth Cuth* terdapat pilihan *keep tool down*. Misalkan kedalaman total yang akan di *machining* adalah 20 mm, kemudian sekali kedalaman penyayatan adalah 10 mm, maka akan ada dua kali proses. Jika pada pilihan *keep tool down* tidak dicentang maka setelah pengerjaan *contour* yang pertama *Cutter* akan kembali ke titik *retract* terlebih dahulu baru kemudian melanjutkan proses yang kedua. Tetapi jika pilihan *keep tool down* dicentang, dari proses pertama *tool* akan langsung menuju ke proses berikutnya tanpa mampir ke titik *retract* terlebih dahulu.



### JELAJAH INTERNET



Untuk menambah wawasan mengenai *toolpath contour* dapat dilihat secara mandiri melalui internet. Pengetahuan tentang *toolpath contour* dapat berupa makalah maupun video dapat dilihat dan dipelajari secara mandiri, berkelompok, maupun dengan bimbingan guru.

Beberapa *website* yang dapat dikunjungi untuk mempelajari dan menambah pengetahuan tentang *toolpath contour* bisa scan QR-kode di bawah ini.



SCAN ME

<https://www.youtube.com/tch?v=s3wUnjJPX38>



SCAN ME

[https://www.youtube.com/ch?v=H\\_27dSDiX4M](https://www.youtube.com/ch?v=H_27dSDiX4M)



SCAN ME

[https://www.youtube.com/watch?v=8N6s5hd-v\\_s](https://www.youtube.com/watch?v=8N6s5hd-v_s)



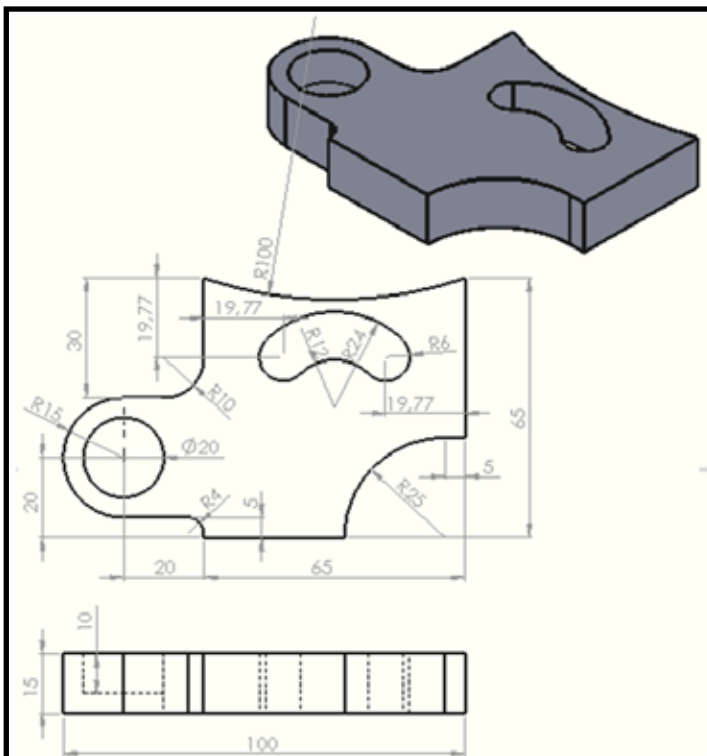
## RANGKUMAN

1. Setiap pembuatan *toolpath* untuk proses *machining* harus tersedia gambar 2 dimensi/ gambar 3 dimensi yang akan di rancang *toolpath*nya.
2. *Toolpath contour* digunakan untuk proses *finishing* bidang vertikal.
3. Sebelum proses pemesinan dengan *toolpath contour*, harus diawali dengan proses *Roughing*. Pada proses *Roughing* terdapat beberapa *toolpath* yang bisa dipilih sesuai kebutuhan.
4. Pada *toolpath contour*, arah gerak *tool/ Cutter* mengikuti rangkaian garis yang sudah ditentukan sebelumnya.



## TUGAS MANDIRI

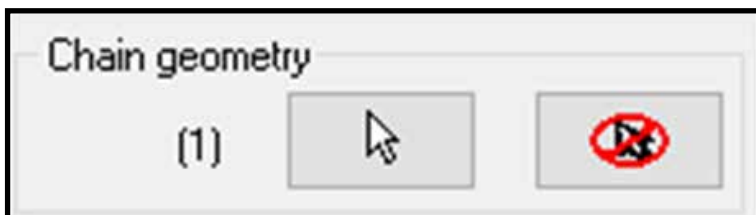
Gambar ulang gambar di bawah ini menggunakan MasterCam 2019. Dilanjutkan dengan perancangan *toolpath contour*. Titik berat pada tugas ini adalah *toolpath contour*. Jika diawali dengan proses *Roughing*, maka itu lebih baik. Jika sudah selesai segera laporkan kepada guru pengampu untuk dilakukan penilaian.



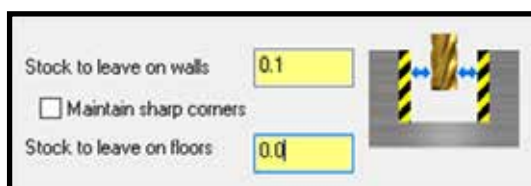


**Kerjakan soal-soal di bawah ini dengan baik dan benar!**

1. Kenapa dalam proses CAM *Milling* menggunakan *toolpath contour* untuk bidang vertikal?
2. Jika dalam proses *contour* tanpa didahului dengan proses *Roughing*, maka yang terjadi adalah ...
3. Jika dinding yang akan di *machining* dengan *toolpath contour* mempunyai derajat kemiringan, yang harus diperhatikan pada saat pengaturan *toolpath* adalah ...
4. Terangkan perbedaan dalam membuat *contour* untuk dinding dalam dan dinding luar!
5. Jika kita dalam menentukan kecepatan putaran *spindle* didasarkan pada rumus teoritis, yang harus diperhatikan antara lain ...
6. Perbedaan *contour 2D* dan *contour 3D* adalah ...
7. Pengaturan *depth* pada *linking parameter* berfungsi untuk mengatur ...
8. Jika pada pengaturan *max Rough step* pada pengaturan *depth Cut* diisi angka 0, maka yang terjadi adalah ...
9. *Chain geometry* pada *contour* digunakan untuk ...



10. Jika pada pengaturan *Cut parameter, stock to leave on wall* diisi angka 0.1, maka yang terjadi adalah ...





## REFLEKSI

Setelah mempelajari bab ketiga, Anda tentu sudah lebih mengenal tentang *toolpath contour* baik 2D maupun 3D pada proses *Milling*. Dari materi yang disajikan, jika ada hal-hal yang belum dipahami coba didiskusikan bersama teman maupun guru Anda. Juga penguatan dalam menggambar 2D maupun 3D menggunakan *software* MasterCam maupun *software* CAD yang lain karena akan memperlancar dalam mempelajari tentang CAM.

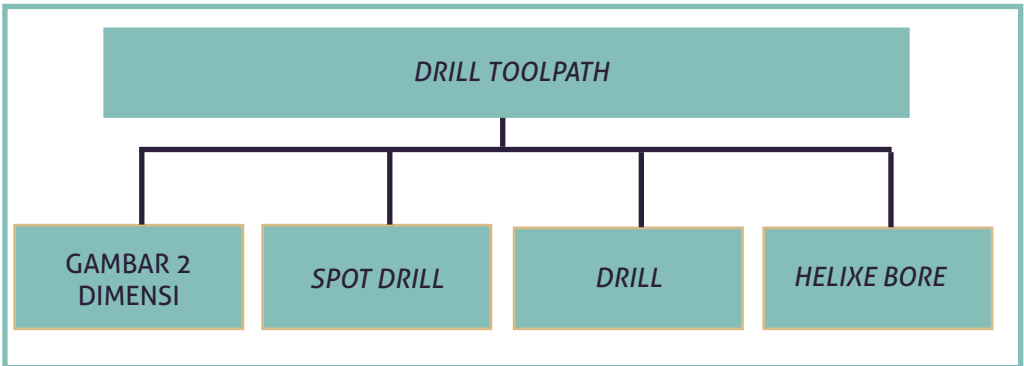
**FUNGSI PERINTAH UNTUK MEMBUAT PROGRAM *DRILL TOOLPATH***

**TUJUAN PEMBELAJARAN**



Setelah memahami fungsi perintah untuk membuat program *Drill toolpath*, siswa dapat menggunakan fungsi perintah membuat program *Drill toolpath* serta proses simulasi

**PETA KONSEP**



**KATA KUNCI**



*Spot Drill, Drill, toolpath, depth, helix bore.*

## PENDAHULUAN

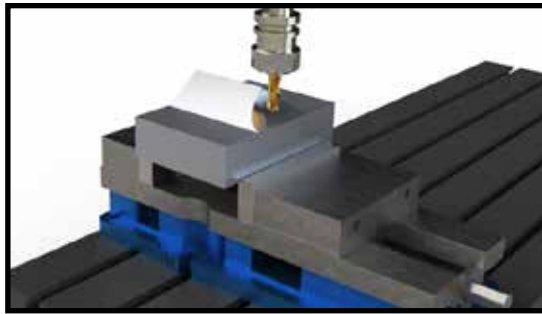
*Toolpath Drill* adalah strategi proses *machining* untuk pengeboran benda kerja. Jika pada bor manual atau bor konvensional, pada titik pengeboran harus diberi tanda dengan penitik terlebih dahulu agar mata bor tidak bergeser dari titik pemneboran, maka pada pengeboran dengan mesin CNC pun di diperlukan pengarah mata bor untuk mengedor tepat di titik pengeboran. Untuk itu diperlukan pekerjaan pendahuluan sebelum proses pengeboran,

Langkah-langkah pengeboran adalah sebagai berikut :

1. Memberi tanda dengan bor titik;
2. Pengeboran dengan mata bor kecil terlebih dahulu; dan
3. Pengeboran dengan mata bor tujuan.

Selain membuat lubang dengan *toolpath Drill*, ada lagi *toolpath* yang lain yang dapat digunakan untuk membuat lubang yaitu *toolpath helix bore*. *Helix bore* digunakan untuk membuat lubang yang relatif besar, yang mata bor dengan ukuran tersebut tidak tersedia untuk mesin *milling*. *Tool* yang digunakan adalah *flat endmill* dengan catatan diameter *flat endmill* tersebut lebih kecil daripada diameter lubang yang akan dibuat.

Pembahasan *toolpath Drill* ini akan dimulai dengan membuat gambar 2 dimensi baru kemudian dilanjutkan dengan perencanaan *toolpath* nya.



<https://www.lynda.com/Mastercam-tutorials/Helix-bore-milling/802848/3504204-4.html>

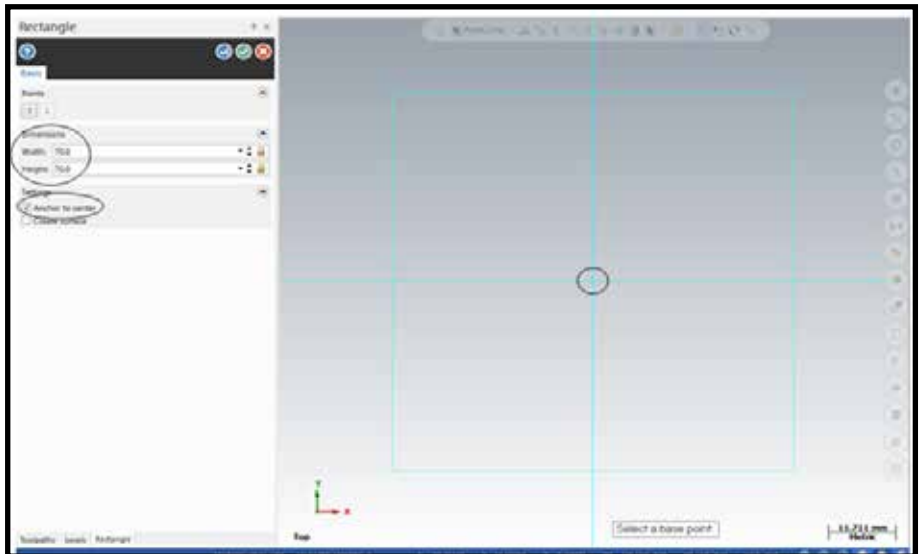
Gambar. 4.1 Proses Helix Bore

### A. Gambar 2 Dimensi

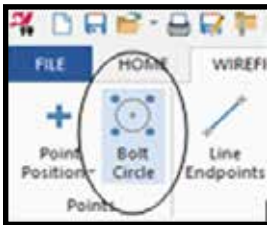
1. Buat kotak dengan ukuran 70 x 70 mm
  - a. Masuk ke *wireframe*
  - b. Klik *rectangle*



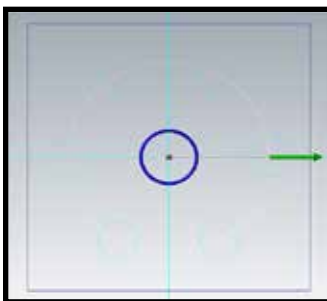
- c. Centang *anchor to center*
- d. Klik pada titik *origin*
- e. Geser kursor membentuk persegi, klik di area bebas
- f. Masukkan nilai *width* dan *height*; 70 dan 70
- g. OK



2. *Bolt circle*
  - a. Masuk ke *wireframe*
  - b. Klik *bolt circle*



- c. Klik pada titik *origin*
  - d. Geser kursor membentuk lingkaran, klik di area bebas



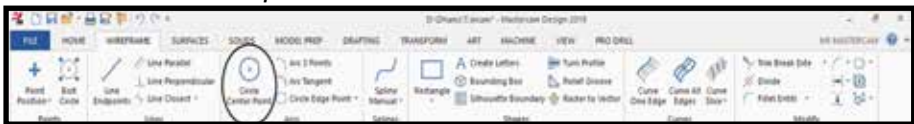
- e. Pada metode *full circle*, masukkan *number* (jumlah lingkaran) : 6
  - f. Isikan diameter sebaran lingkaran : 50
  - g. Isikan *arc diameter* : 10
  - h. OK



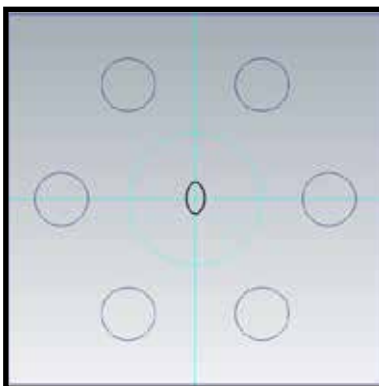
MATERI PEMBELAJARAN



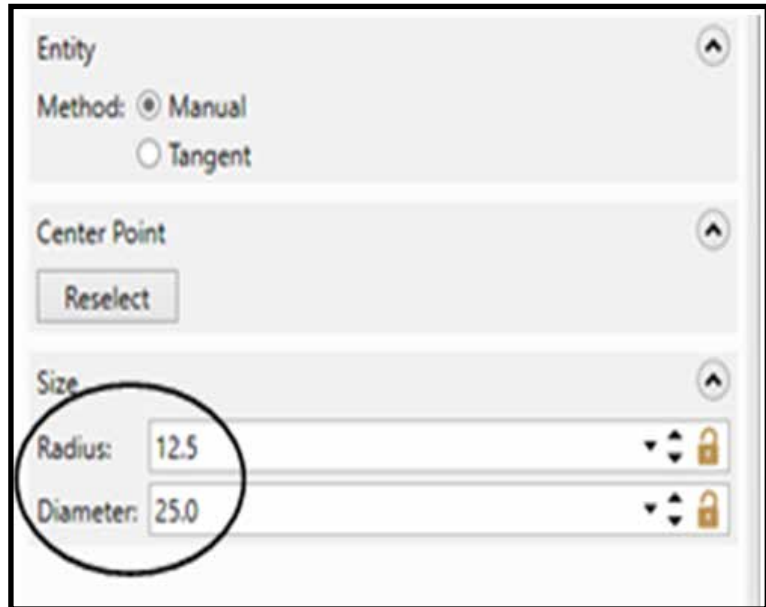
3. Buat lingkaran dengan diameter 25 mm
  - a. Masuk ke *wireframe*
  - b. Klik *circle center point*



- c. Klik di titik *origin*
- d. Geser kursor membentuk lingkaran, klik di area bebas



- e. Masukkan nilai radius : 12.5 (tanda koma menggunakan tanda titik) atau nilai diameter : 25 (pilih salah satu)
- f. OK. Selesai

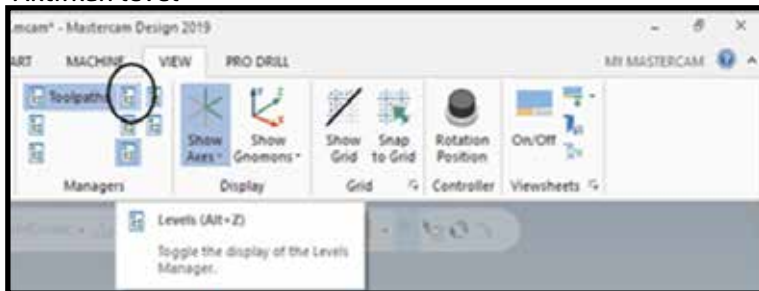


**B. Spot Drill**

1. Ganti level

Sebenarnya tanpa membedakan level dari awal sampai akhir proses, perencanaan *toolpath machining* juga bisa dikerjakan, tetapi untuk membedakan proses satu dengan yang lain lebih baik dibuat pada level yang beda.

a. Aktifkan level



b. Number 1 diberi nama "2d"

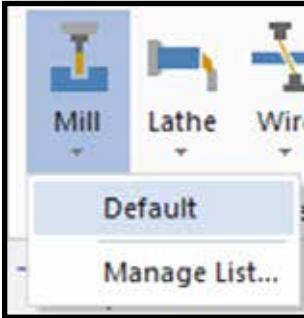
c. Ganti *number* menjadi "2", beri nama level 2 "*toolpath*"



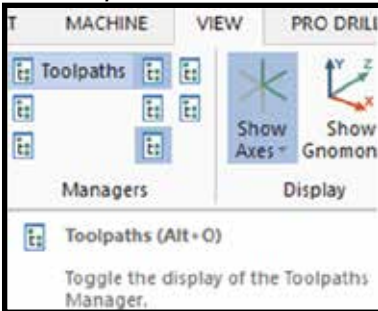


MATERI PEMBELAJARAN

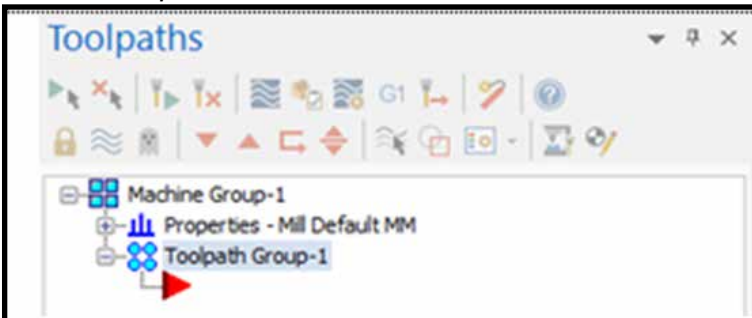
2. Pilih *Machine – mill – default*
  - a. Masuk ke *Machine*
  - b. Pilih *mill-default*



3. Aktifkan *toolpath*
  - a. Masuk ke *view*
  - b. Klik *toolpath*

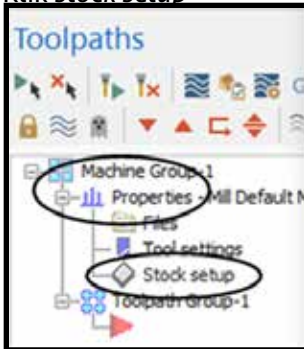


- c. Aktifkan *toolpath*

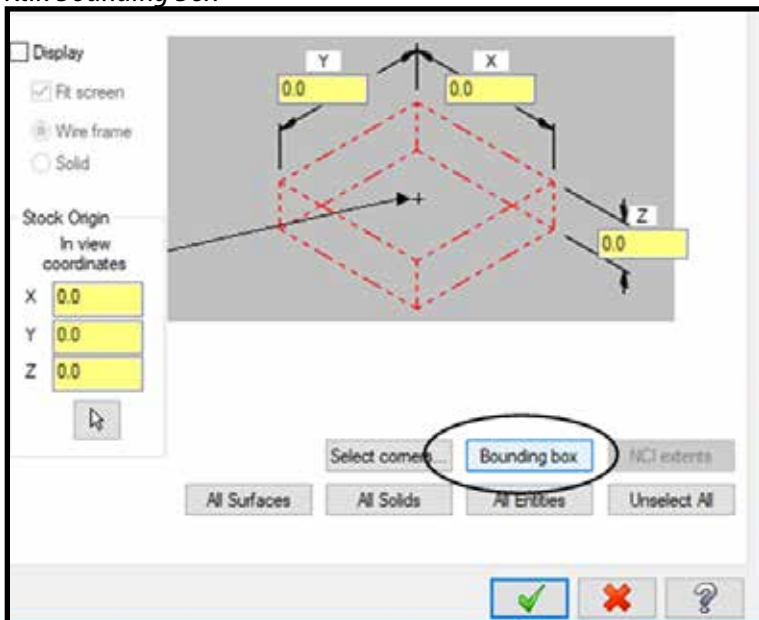




4. Pengaturan dimensi benda kerja
  - a. Klik tanda "+" pada *properties*
  - b. Klik *stock setup*



- c. Klik *bounding box*

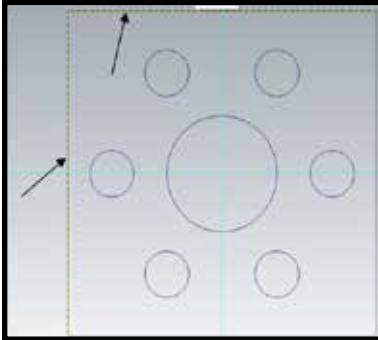




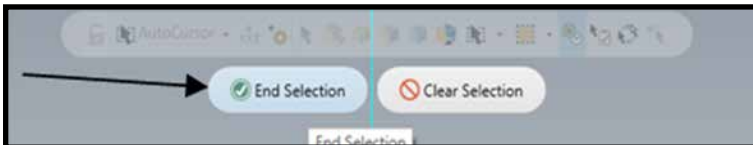
MATERI PEMBELAJARAN

5. Bounding box

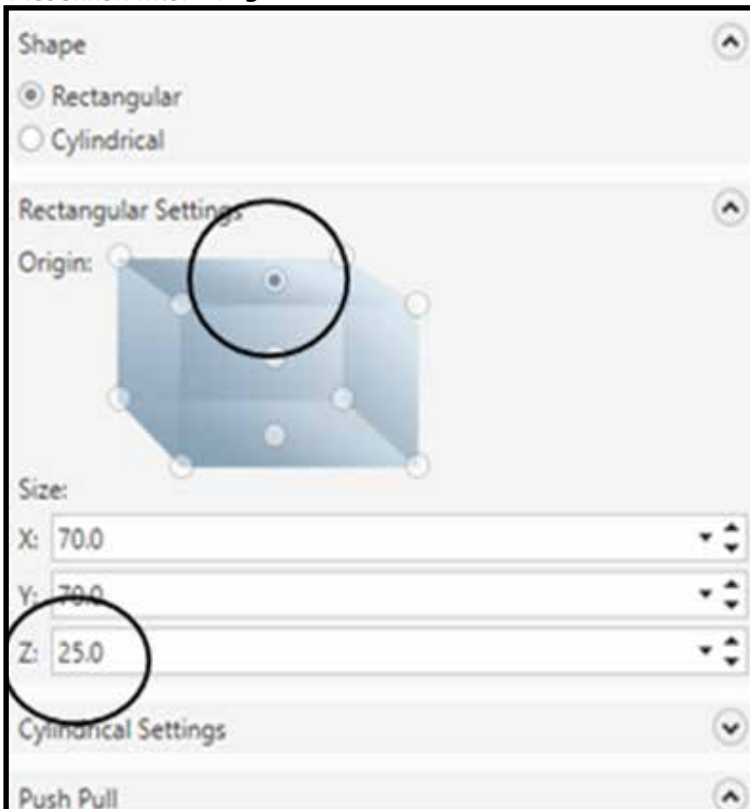
- a. Klik dua *entity* yang menunjukkan panjang dan lebar benda kerja



- b. Klik *end selection*



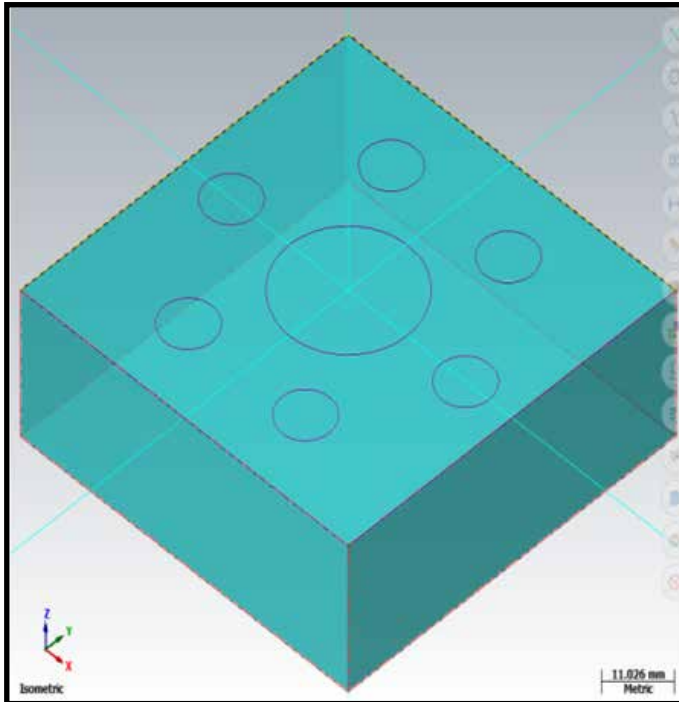
- c. Pilih *origin* pada titik tengah atas  
d. Masukkan nilai Z : 25



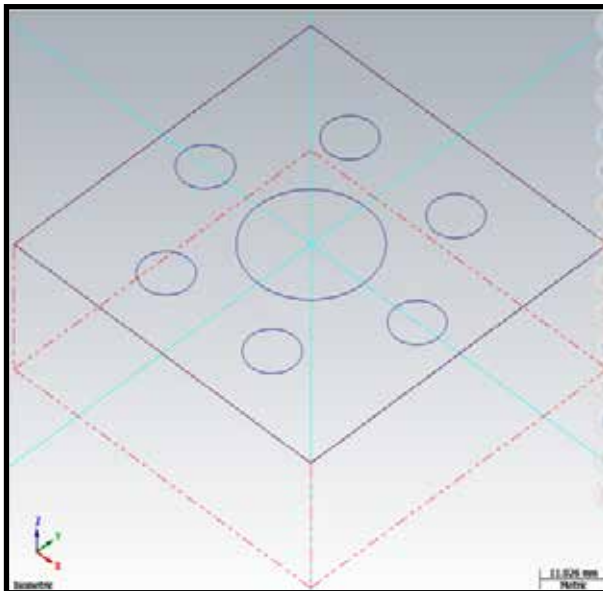


6. *Isometric view*

Klik kanan, klik *isometric* (WCS)



7. OK



8. *Toolpath – Drill*

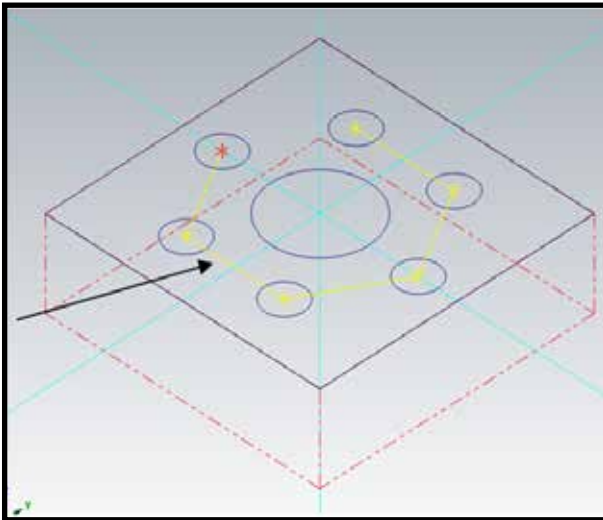
- a. Masuk ke *toolpath*
- b. Klik *Drill*



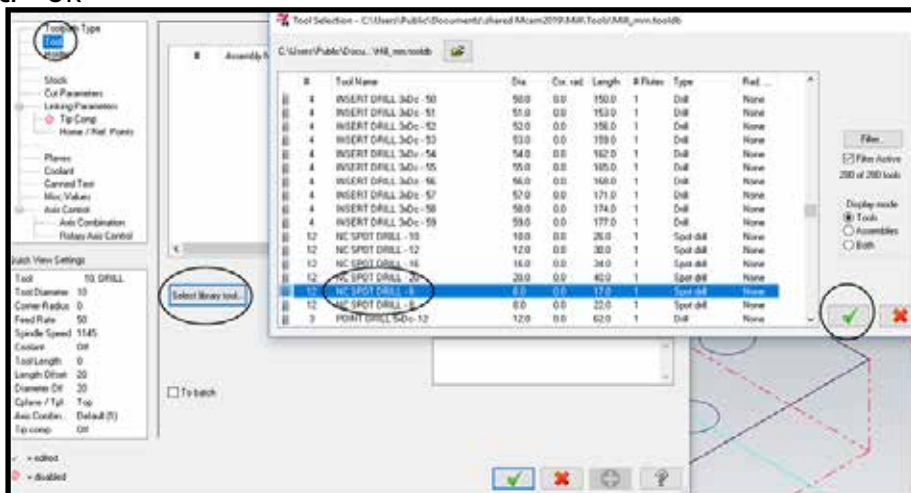
MATERI PEMBELAJARAN



- c. Klik lingkaran yang akan dibor secara berurutan. Garis kuning menunjukkan urutan pengeboran
- d. OK



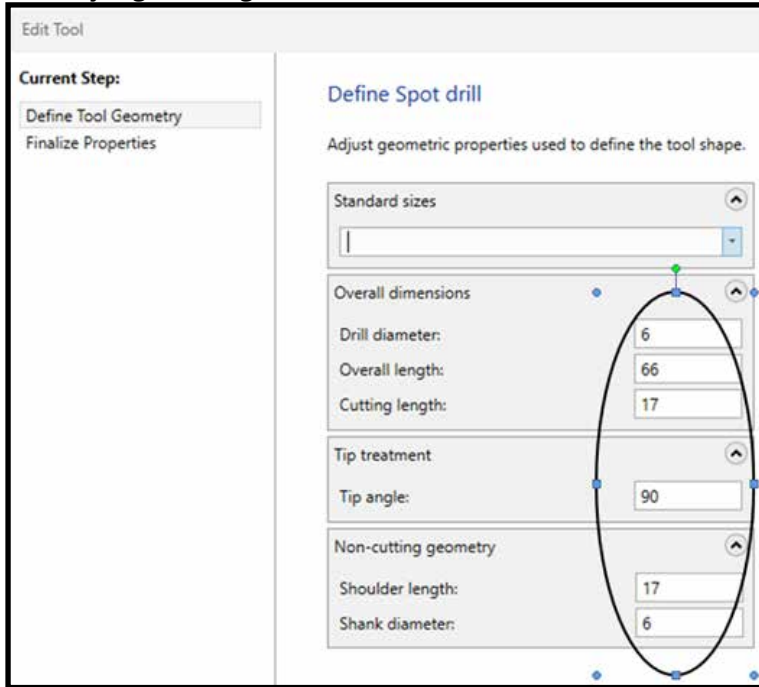
- 9. Pilih tool
  - a. Pada tool, *select library tool*
  - b. Pilih salah satu NC spot Drill. Akan membuat bor titik terlebih dahulu
  - c. OK



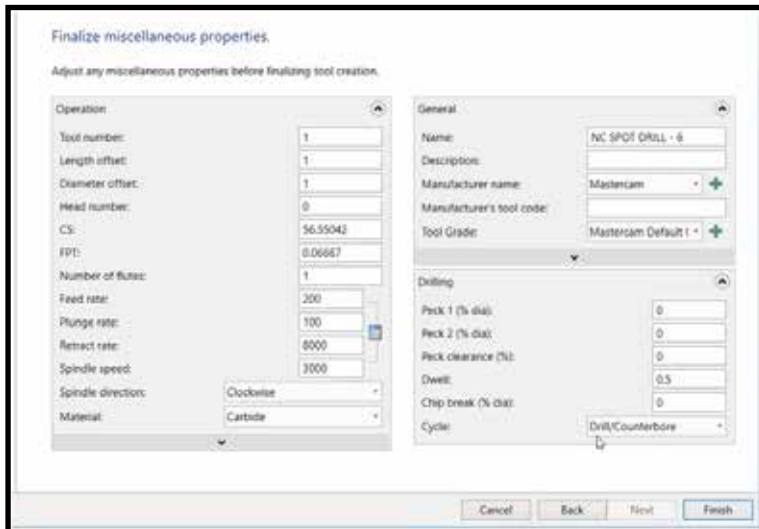


10. Define spot Drill

- a. Pada *define tool geometry*, lakukan pengaturan geometri NC Spot Drill sesuai yang akan digunakan.

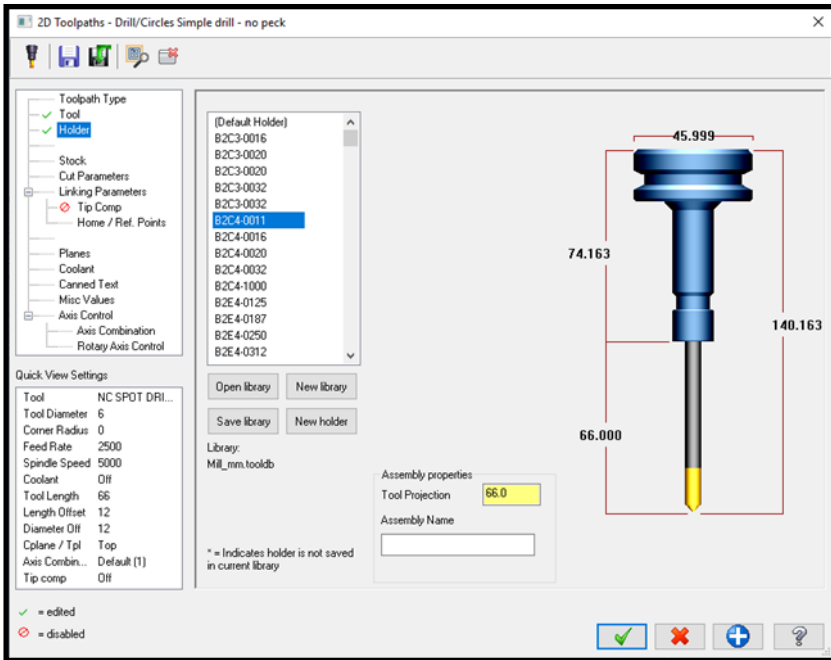


- b. Pada *finalize properties*, lakukan pengaturan *spindle speed*, *feed rate*, dsb



11. Holder

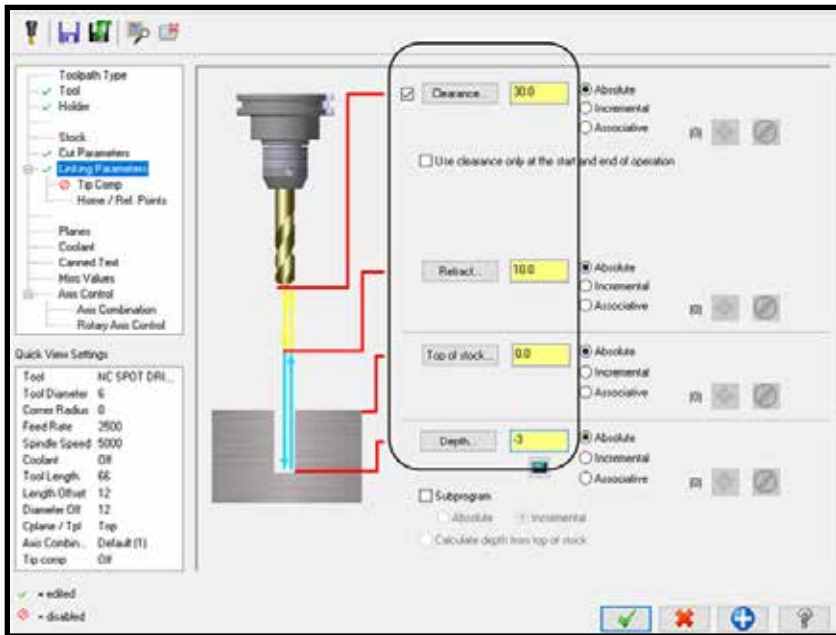
Pilih salah satu tipe holder



12. *Cut parameter*  
Pada cycle, pilih *Drill/ counterbore*

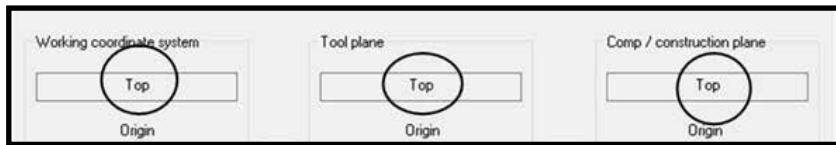


13. *Linking parameter*  
Lakukan pengaturan seperti gambar di bawah ini .



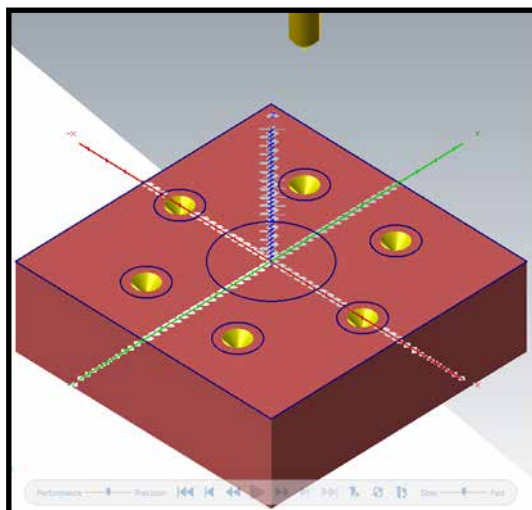
14. Cek planes

Pastikan semua pandangan pengerjaan pada posisi top



15. Hasil simulasi

Simulasi dari spot Drill



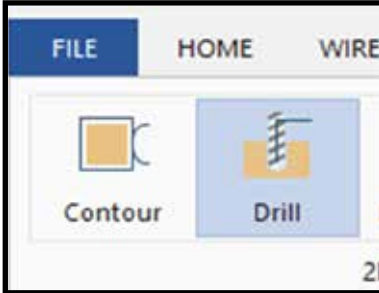


## MATERI PEMBELAJARAN

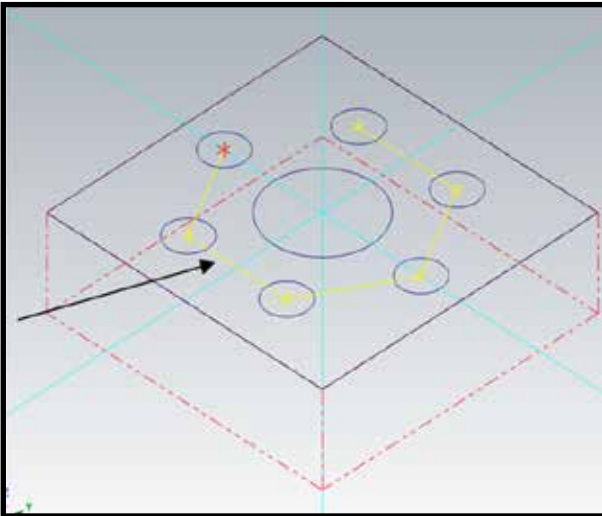
## C. Drill

Langkah selanjutnya adalah melakukan pengeboran dengan mata bor diameter kecil terlebih dahulu

1. Masuk ke *toolpath – Drill*

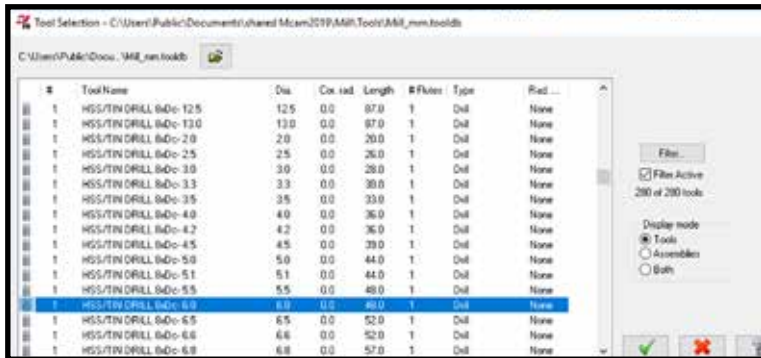


2. Klik lingkaran yang akan dibor secara berurutan.
3. OK

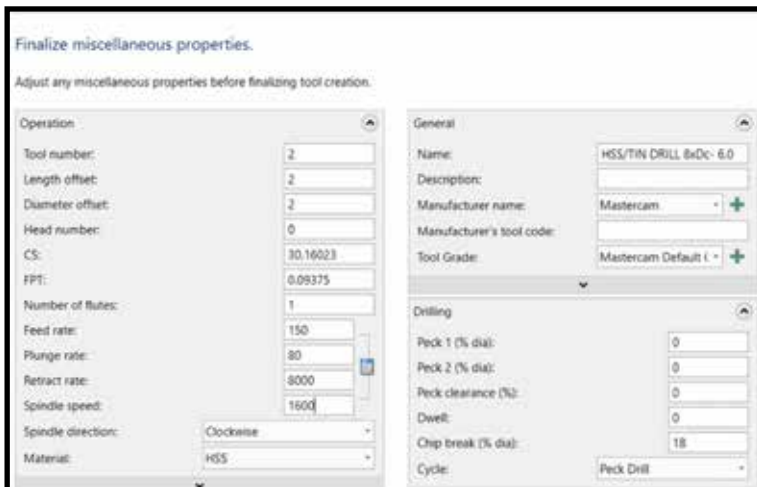




4. Pada *tool*, pilih HSS/TIN DRILL



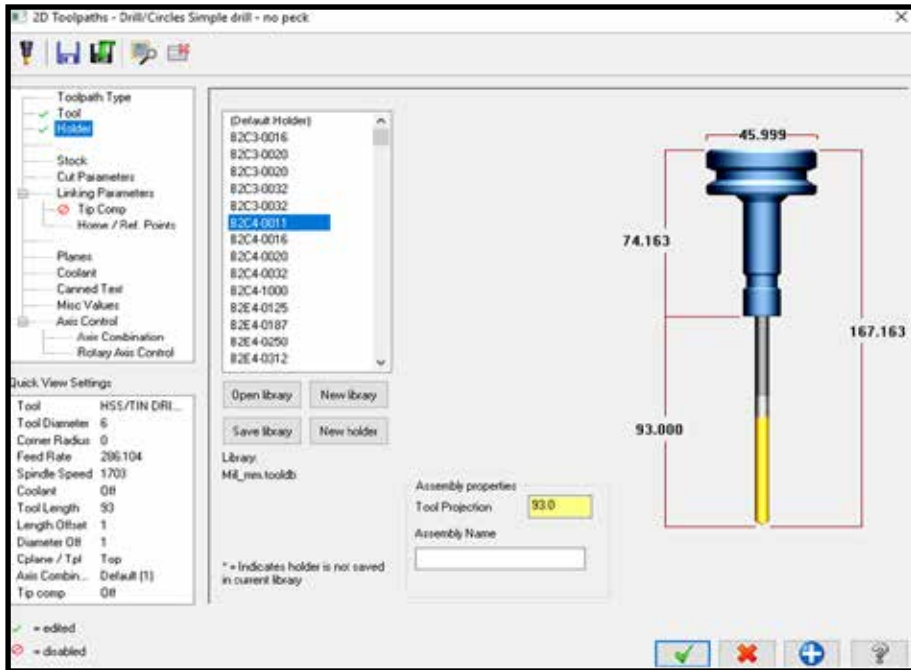
5. Lakukan *edit tool*.



Isikan nilai CS dan FPT berdasarkan tabel atau katalog *tool*.

6. *Holder*

Pilih salah satu *holder*



7. *Cut parameter*

- a. *Pilih peck Drill.*

Pengeboran secara bertahap

- b. *First peck*

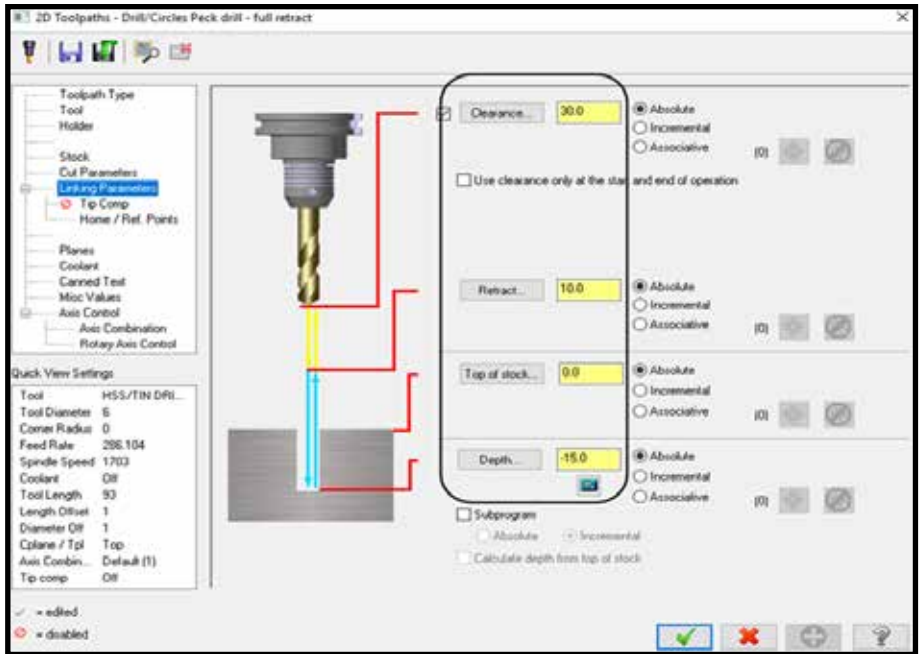
Kedalaman pemakanan kemudian berhenti untuk mengeluarkan tatal, misalkan diisi : 1



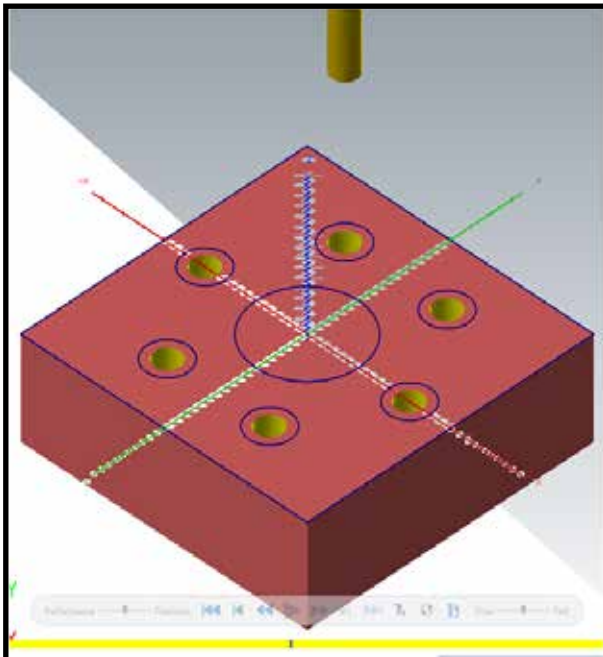
8. *Linking parameter*

Lakukan pengaturan misalkan seperti gambar di bawah ini

Kedalaman pengeboran diisi dengan tanda minus. Jika akan mengebor tembus, maka nilai *depth* dlebihihkan dari ketebalan benda kerja karena ujung mata bor berbentuk tirus.



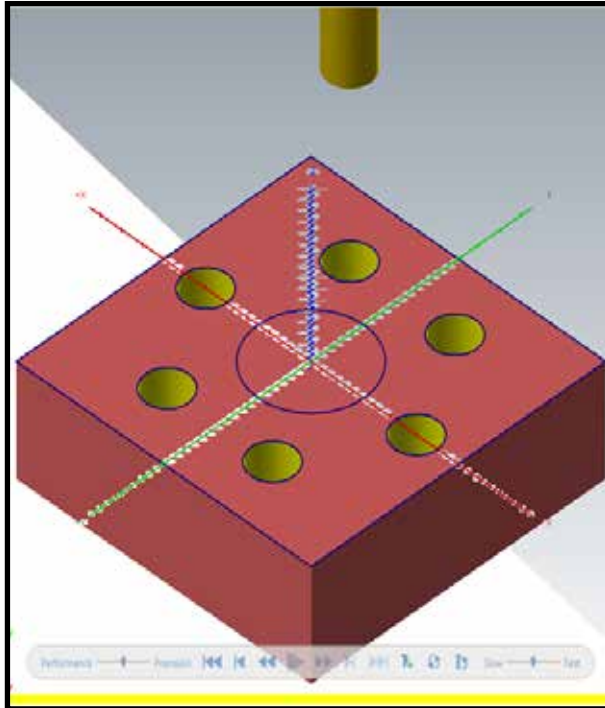
### 9. Hasil simulasi





## MATERI PEMBELAJARAN

10. Proses diulang lagi dengan langkah yang sama tetapi dengan mata bor diameter 10 mm.
11. Hasil simulasi *toolpath Drill* menggunakan mata bor 10 mm



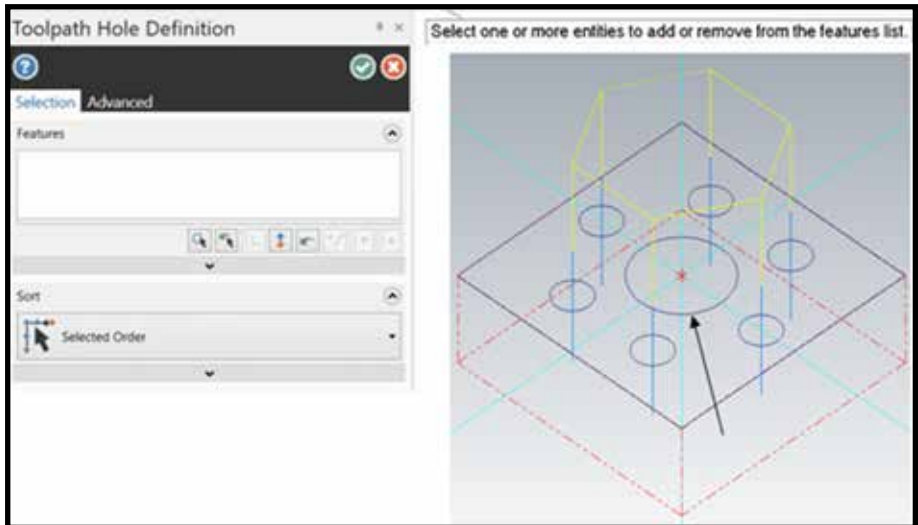
#### D. Helix Bore

Jika akan membuat lubang dengan diameter yang relatif besar dan tidak tersedia mata bor dengan ukuran yang dimaksud, maka bisa menggunakan *strategi toolpath helix bore*. Tool yang digunakan adalah *flat endmill* biasa. Prinsip dari *toolpath* ini adalah tool akan bergerak perlahan secara *spiral* (melingkar) masuk ke benda kerja untuk membuat lubang.

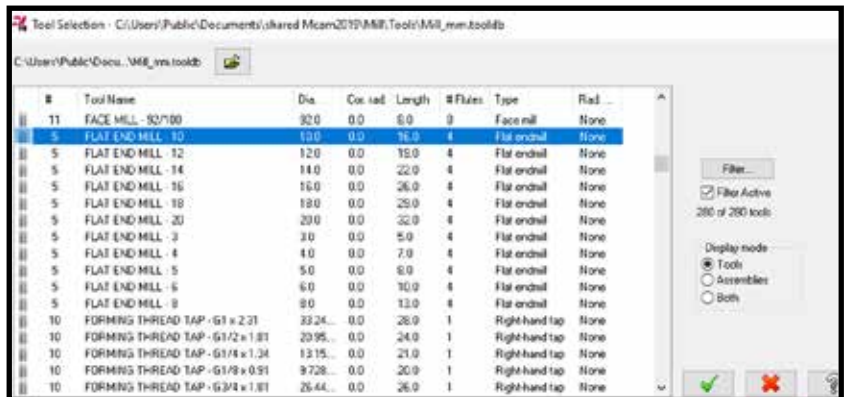
1. Masuk ke *toolpath – helix bore*



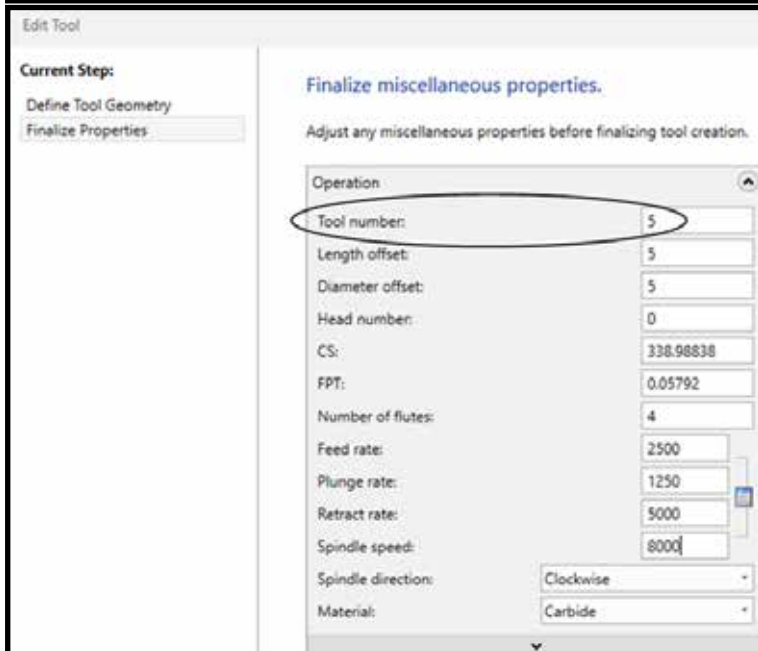
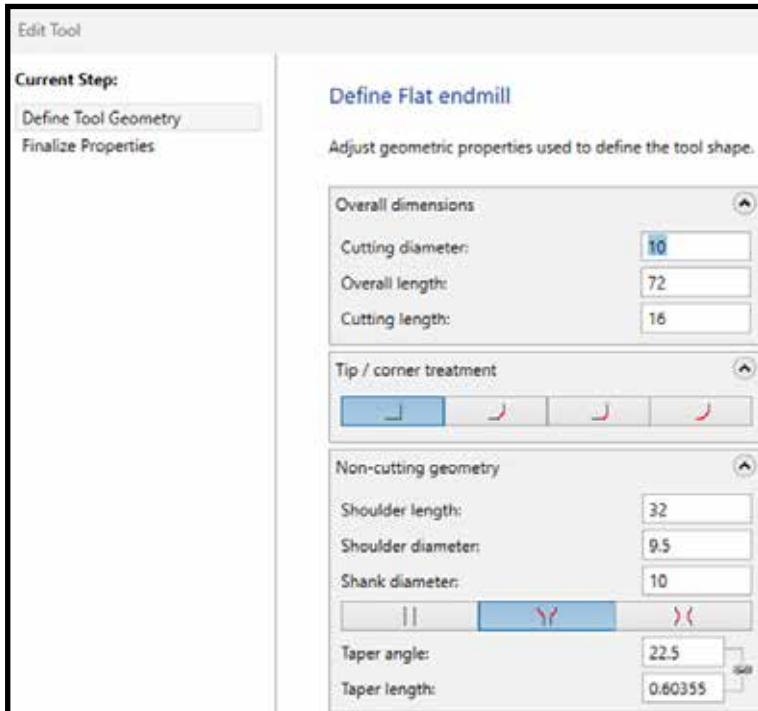
2. Klik pada target lubang yang akan dibuat



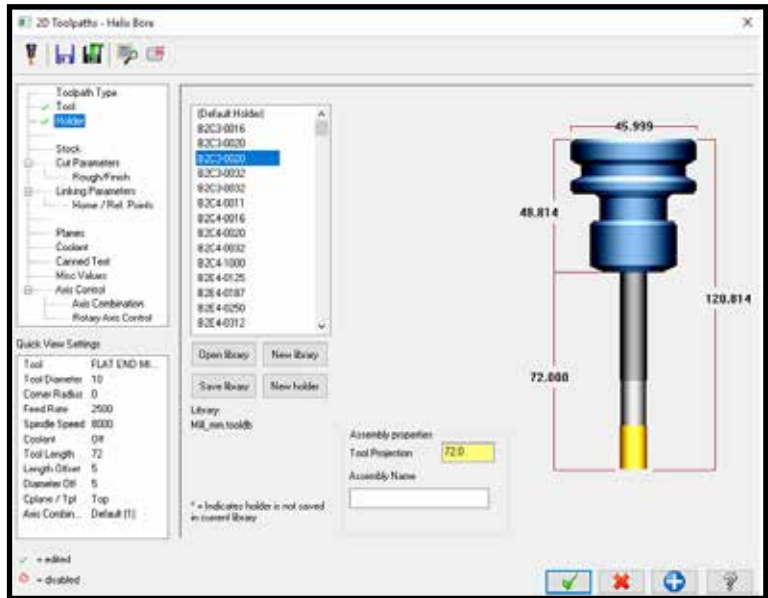
3. *Tool*
  - a. Masuk ke *library tool*
  - b. Pilih *tool – flat endmill diameter 10*



- c. *Double klik* pada *tool* yang sudah dipilih, lakukan *edit tool*  
Jika dalam satu proses *machining* menggunakan lebih dari satu *tool*, sesuaikan *number tool* dengan posisi *tool* pada *magazine*

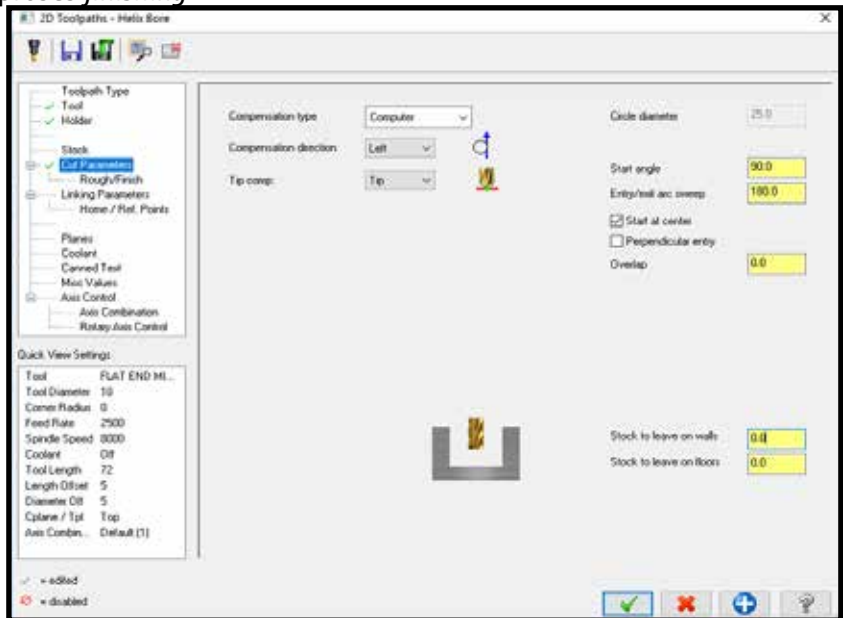


4. *Holder*  
Pilih salah satu *holder*



5. *Cut parameter – stock to leave*

*Stock to leave* dibuat 0 atau diberi nilai lebih dari 0 jika akan dilakukan proses *finishing*

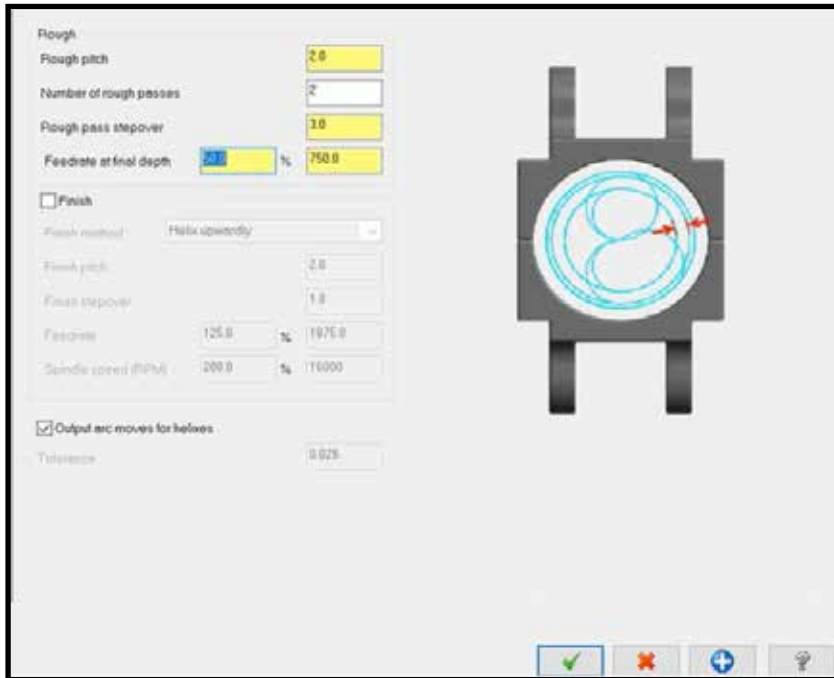


6. *Rough/ finish*

Adalah nilai sekali penambahan kedalaman *Cutter* dalam melakukan penyayatan

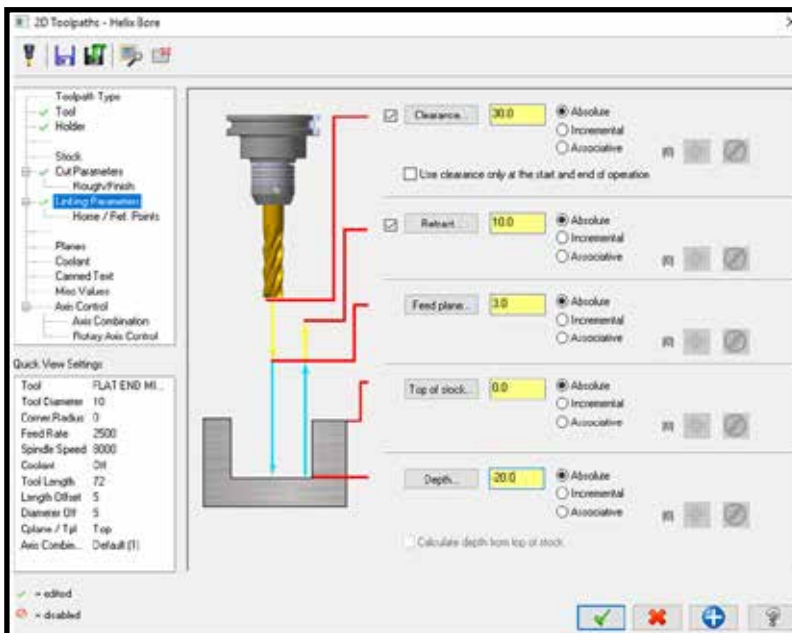


MATERI PEMBELAJARAN



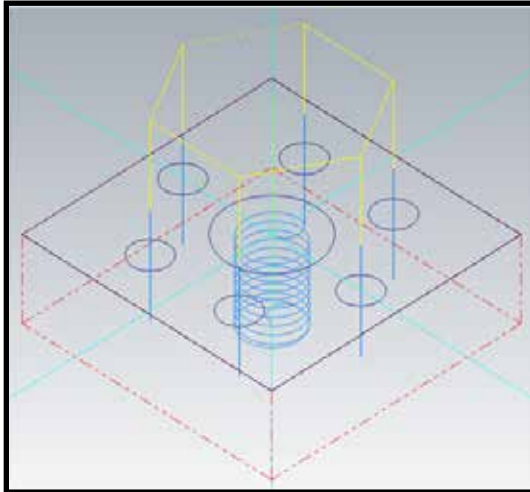
7. *Linking parameter*

Lakukan pengaturan misalkan seperti gambar di bawah ini  
Jika membuat lubang tembus, pengisian *depth* sama dengan atau lebih dari tebal benda kerja





8. *Backplot*  
Lintasan pergerakan *Cutter*



9. Simulasi 3 dimensi keseluruhan *toolpath*



### Fungsi *Helix Bore*

*Helix bore* adalah *toolpath* yang digunakan untuk membuat lubang yang cukup besar yang mana mata bor seukuran tersebut tidak ada atau tidak mungkin dipasang di mesin CNC *milling*. Pada mastercam sebenarnya terdapat *toolpath toolpath* yang memiliki multi fungsi. Atau sebaliknya, satu jenis pekerjaan bisa dikerjakan menggunakan beberapa *toolpath*. Cuma untuk pekerjaan pekerjaan spesifik hanya bisa menggunakan *toolpath* tertentu pula.

Salah satu jenis pekerjaan bisa dikerjakan menggunakan beberapa *toolpath* adalah membuat lubang dengan diameter yang cukup besar. Selain menggunakan *toolpath helix bore*, bisa juga menggunakan *toolpath pocket*, *toolpath contour*, *toolpath area mill*, dan lain-lain. Jadi, untuk pekerjaan pekerjaan sederhana kita masih leluasa untuk bebas memilih *toolpath* yang akan digunakan dengan kualitas hasil yang sama pula.



## JELAJAH INTERNET

Untuk menambah wawasan mengenai program *Drill toolpath* dapat dilihat secara mandiri melalui internet. Pengetahuan tentang program *Drill toolpath* dapat berupa makalah maupun video dapat dilihat dan dipelajari secara mandiri, berkelompok, maupun dengan bimbingan guru.

Beberapa *website* yang dapat dikunjungi untuk mempelajari dan menambah pengetahuan tentang program *Drill toolpath* bisa scan *QR*-kode di bawah ini .

<https://www.youtube.com/watch?v=tnYL5wWPCsw>



SCAN ME

<https://www.youtube.com/watch?v=B1M2TSK-epc>



SCAN ME

[https://www.youtube.com/watch?v=8hWW7d\\_aVdw](https://www.youtube.com/watch?v=8hWW7d_aVdw)



SCAN ME



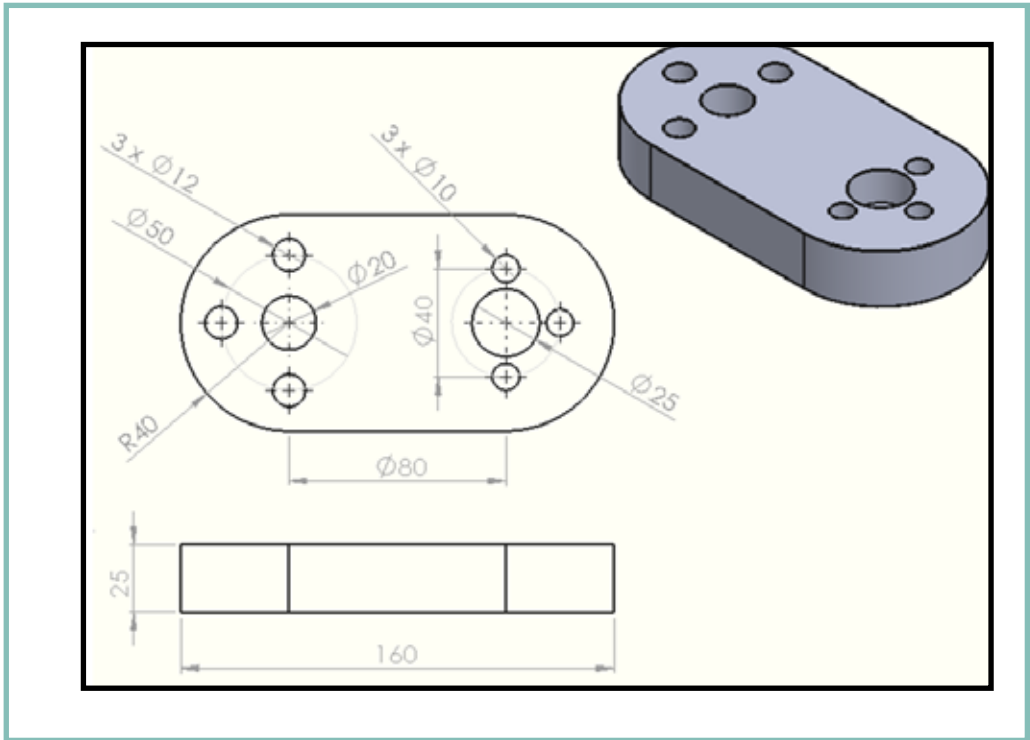
## RANGKUMAN

1. *Toolpath Drill* digunakan untuk proses pengeboran baik tembus maupun tidak.
2. Langkah pengeboran pada mesin CNC *milling* sama dengan pengeboran pada mesin konvensional. Dimulai dari pengeboran titik, dilanjutkan dengan pengeboran menggunakan mata bor kecil, baru kemudian mengebor dengan mata bor yang besar.
3. Untuk mengebor lubang dengan diameter cukup besar, yang tidak tersedia mata bor yang diinginkan pada proses *milling*, maka pembuatan lubang menggunakan *toolpath helix bore*.
4. Prinsip kerja *toolpath helix bore* adalah *tool* bergerak spiral meyyayat dan menembus benda kerja.



## TUGAS MANDIRI

Gambar ulang gambar di bawah ini menggunakan MasterCam 2019. Dilanjutkan dengan proses pengeboran. Jika sudah selesai, segera laporkan kepada guru pengampu untuk dilakukan penilaian.



PENILAIAN AKHIR BAB



Kerjakan soal di bawah ini dengan benar!

1. Perbedaan jenis *cycle Drill/ counterbore* dengan *peckDrill* adalah ...
2. Jika melakukan proses pengeboran tanpa diawali dengan *spot Drill*, yang kemungkinan terjadi adalah ...
3. Ikon di bawah ini digunakan untuk ...
4. Terangkan Langkah-langkah dalam memberikan ketebalan *raw material*!





## PENILAIAN AKHIR BAB

5. Jika setelah masuk ke *toolpath Drill*, target lubang yang dipilih diklik secara acak, maka yang terjadi saat proses pengeboran adalah ...
6. Jika dalam pengaturan parameter pengeboran, *spindel direction* dipilih *counter clockwise*, maka yang terjadi adalah ...
7. Jika akan membuat sebuah lubang diameter 10 mm tidak tembus dengan dasar lubang berbentuk *flat/datar*, maka *toolpath* dan *tool* yang dipilih adalah ...
8. Pada pengaturan linking parameter, pengisian *feed plane* : 2. Maksudnya adalah ...
9. Pada pengaturan *Cut* parameter, maksud dari *compensation direction* : *left* adalah ...
10. Perbedaan *feed rate* dengan *plunge rate* adalah ...



## REFLEKSI

Setelah mempelajari bab keempat, Anda tentu sudah lebih mengenal tentang program *Drill toolpath* pada proses *Milling*. Dari materi yang disajikan, jika ada hal-hal yang belum dipahami coba didiskusikan bersama teman maupun guru Anda. Juga penguatan dalam menggambar 2D maupun 3D menggunakan *software* MasterCam dengan variasi gambar yang lain karena akan memperlancar dalam mempelajari tentang CAM.

## ALAT POTONG DAN PARAMETERNYA UNTUK CNC MILLING

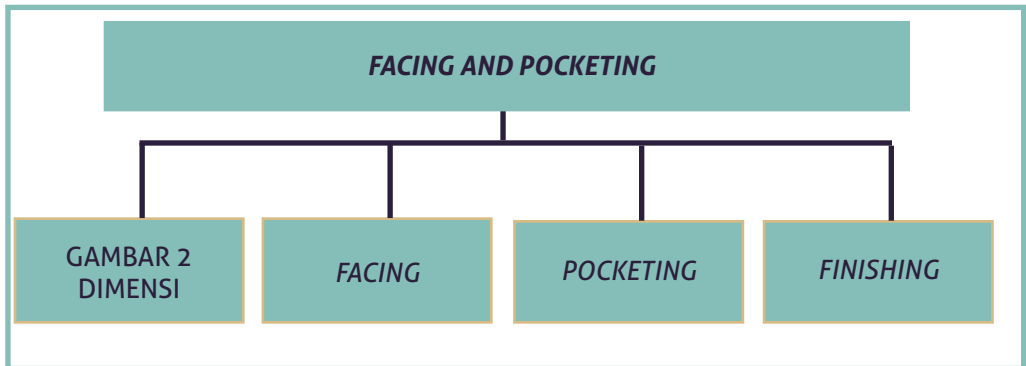
# BAB V

### TUJUAN PEMBELAJARAN



Setelah memahami fungsi perintah untuk membuat program *facing and pocketing*, siswa dapat menggunakan fungsi perintah membuat program *facing and pocketing* serta proses simulasi.

### PETA KONSEP



### KATA KUNCI



*Facing, pocketing, contour, toolpath, tool.*

## PENDAHULUAN

Gambar 5.1 *Toolpath facing* dan pocketing

<https://www.etmm-online.com/index.cfm?pid=10886&pk=402586&print=true&printtype=article>

Pada bab ini akan dibahas penggunaan dua *toolpath* sekaligus yaitu *toolpath face* dan *toolpath pocket*. *Toolpath face* secara penggunaan lebih sederhana daripada *pocket* karena parameter yang diatur tidak terlalu kompleks. *Facing* adalah sebuah proses meratakan permukaan benda kerja. Benda kerja mentah hasil potongan maupun pengecoran biasanya memiliki permukaan yang belum rata dan kadang belum tegak lurus dengan bidang yang lain, maka dari itu diperlukan proses *facing*. Proses *facing* dilakukan sebelum proses yang lain.

Penyayatan *facing* biasanya tidak terlalu tebal, tetapi semua tergantung pada kondisi awal permukaan benda kerja. Karena penyayatan yang tidak terlalu tebal, proses *facing* biasanya hanya sekali proses, tidak memerlukan proses *finishing*. *Tool* yang digunakan pada proses *facing* adalah *face mill*, tetapi untuk permukaan yang tidak terlalu lebar bisa juga menggunakan *flat endmill*.

*Toolpath pocket* digunakan untuk membuat bentuk kantong atau kolam. Kantong disini bisa berbentuk lingkaran, slot, kontur kompleks yang lain. *Pocket* dengan bentuk sederhana dan bagian dasar *flat*, maka bisa dikerjakan hanya dengan *tool flat endmill*. Tetapi jika kolam dengan bentuk kompleks bisa jadi *tool* yang digunakan lebih dari dua.

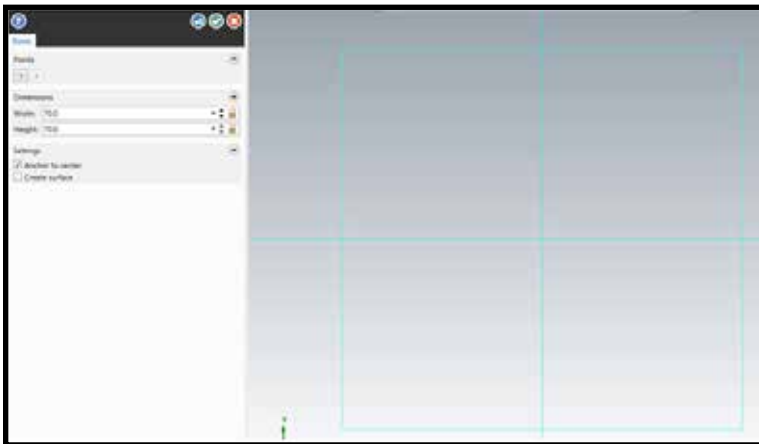
*Toolpath pocket* biasanya digunakan untuk proses *Roughing* dan memerlukan *finishing* dengan *toolpath* yang lain. Pada pembuatan *pocket* ini *tool* akan bergerak turun menabrak benda kerja, maka diperlukan kehati-hatian dalam pengaturan



### A. Gambar 2 dimensi

Sama seperti pembuatan *toolpath* yang sebelumnya, pembuatan *toolpath facing* dan *pocketing* ini juga diawali dengan pembuatan gambar 2 dimensi terlebih dahulu yang salah satu tujuannya adalah untuk mempercepat kemampuan menggambar teknik. Silakan diikuti Langkah-langkah di bawah ini.

1. Buat *rectangle* dengan *anchor to center*. Dimensi *rectangle* 70 x 70 mm
  - a. Masuk ke *wireframe*
  - b. Klik *rectangle*
  - c. Centang *anchor to center*
  - d. Klik pada titik *origin*, klik di area bebas
  - e. Masukkan panjang (*width*) dan lebar (*height*)
  - f. Selesai. Centang biru plus untuk membuat kotak berikutnya.



2. Buat *rectangle* berikutnya dengan *start point* -20,20
  - a. Klik pada tulisan seperti ini

Select a new position for the first corner.

- b. Atau langsung masukkan angka -20, 20 (menggunakan tanda koma). Tanda minus sumbu X menunjukkan berada disebelah kiri titik *origin*

-20,20

- c. Hapus centang pada *anchor to center*

Settings  
 Anchor to center  
 Create surface



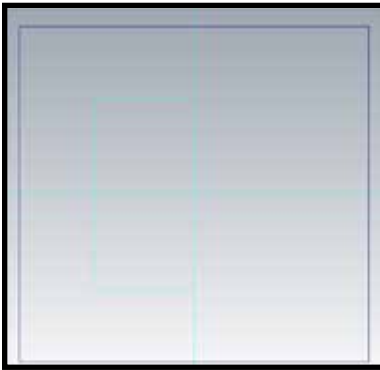
## MATERI PEMBELAJARAN

- d. Masukkan dimensi *rectangle*

Dimensions	
Width:	20.0
Height:	-40.0

Tanda negatif pada *height* menunjukkan berada di bawah ini titik *base point*.

- e. Hasil



3. *Circle* dengan *center point* 10,-10.  
a. Pada *wireframe*, klik *circle center point*.



- b. Pada *enter the center point* masukkan titik koordinat 10, -10.

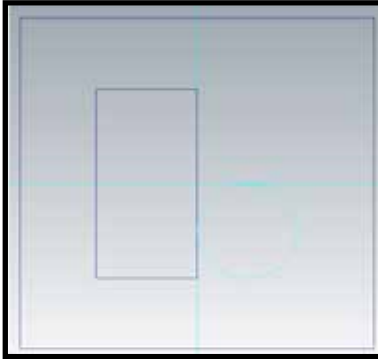
Enter the center point
------------------------

- c. Masukkan radius 10 atau diameter 20 (pilih salah satu).

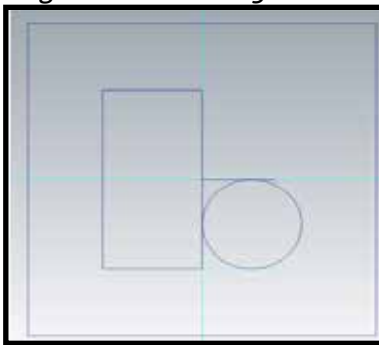
Size	
Radius:	10.0
Diameter:	20.0



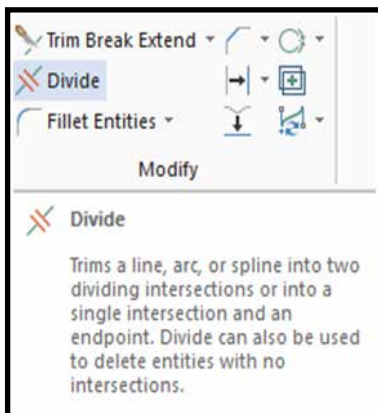
d. Hasil



4. Garis penghubung antara *circle* dengan *rectangle*  
Buat garis dengan *line endpoints*. Garis harus bersinggungan dengan *circle* dan *rectangle*. Panjang garis bebas yang penting harus terhubung dengan lingkaran dan *rectangle*.



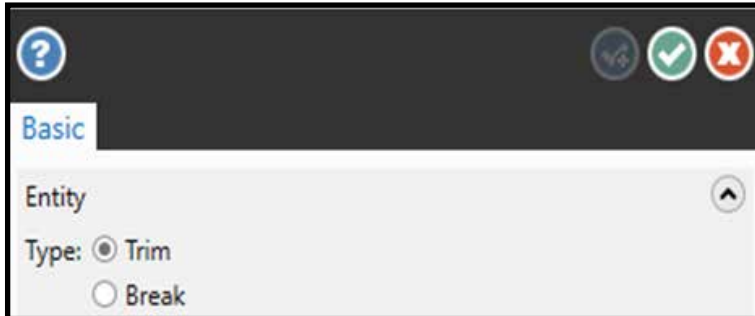
5. Potong *entities* yang tidak terpakai dengan *divide*  
a. Klik *divide*



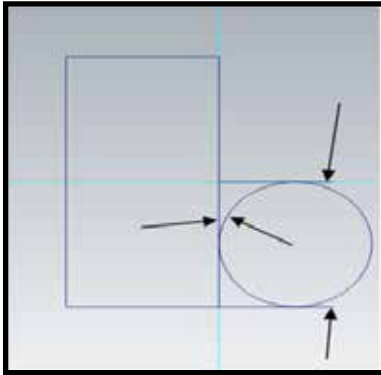


## MATERI PEMBELAJARAN

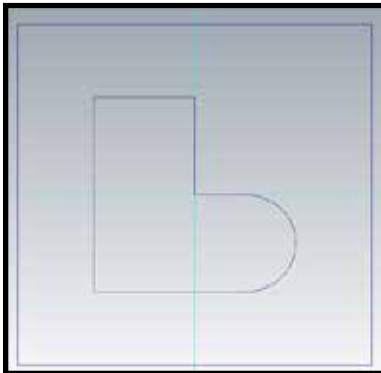
b. Pilih *trim*



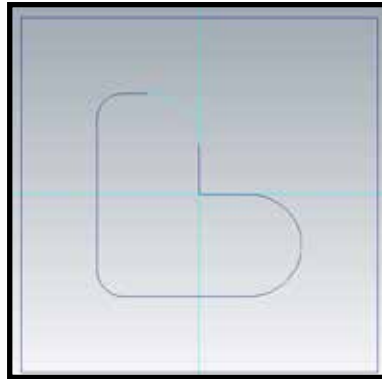
c. Klik bidang *entities* yang akan dipotong



d. Hasil



6. *Fillet* dengan r5 dan r10  
Buat *fillet* seperti pada gambar dengan *radius fillet* 5mm dan 10 mm

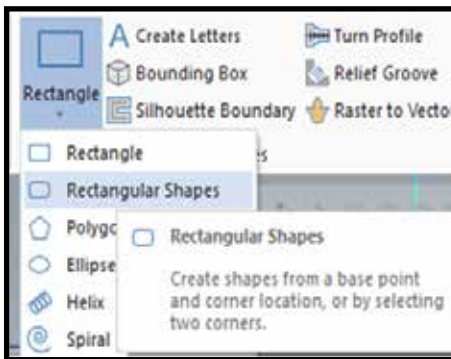


Pada *setting*, *trim entities* dicentang berarti sudut yang di *fillet* akan terhapus. Jika tidak dicentang maka garis yang membentuk sudut, maka akan tetap ada.

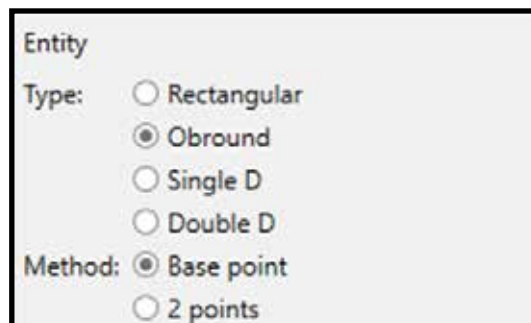


7. *Rectangular shapes*

- a. Masuk ke *wireframe*, klik panah pada *rectangle*, pilih *rectangular shapes*.



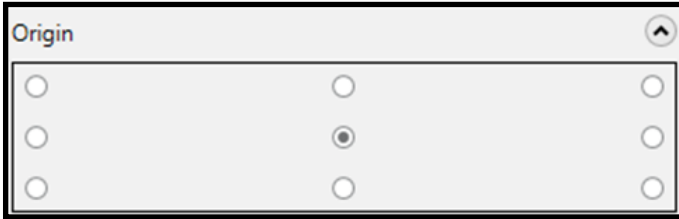
- b. *Entity tipe* pilih *obround*





MATERI PEMBELAJARAN

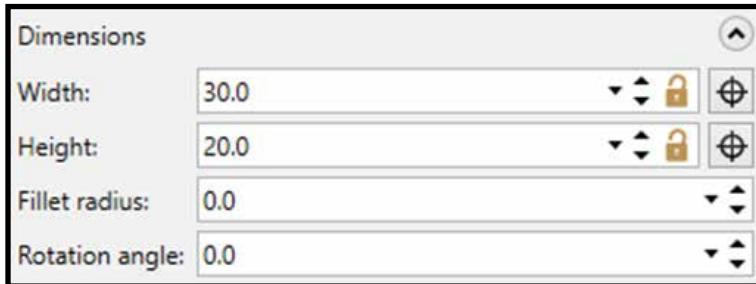
c. *Origin* pilih di tengah-tengah



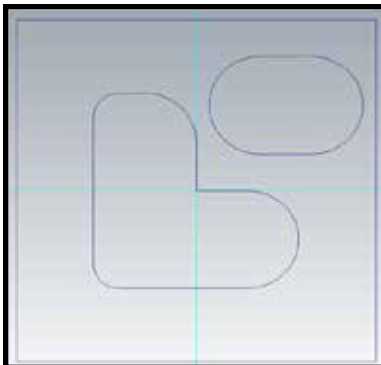
d. Klik *base point*, masukkan titik koordinat 17.5 , 17.5



e. Masukkan *width* 30 dan *height* 20



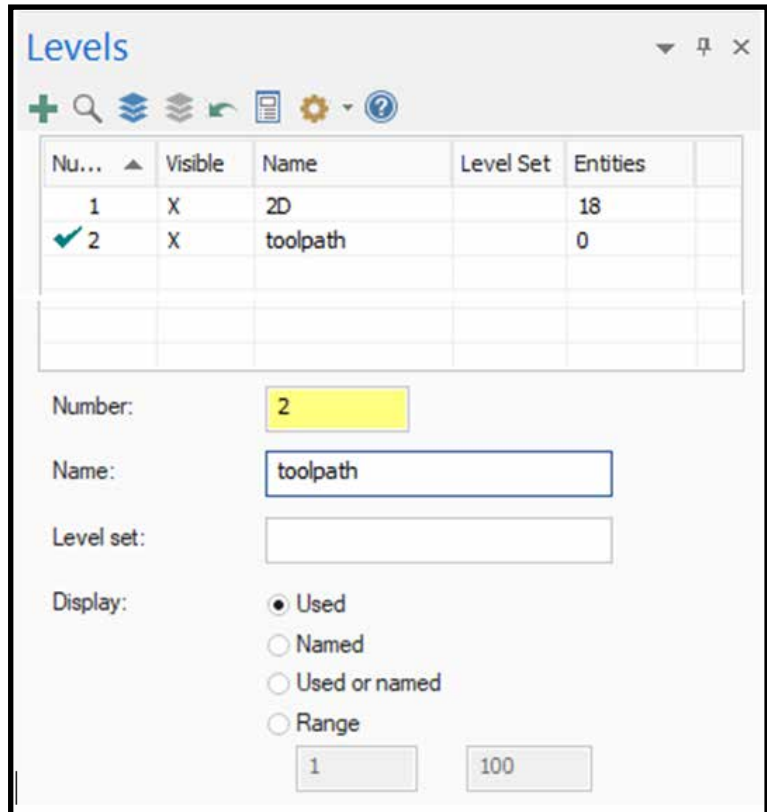
f. Hasil



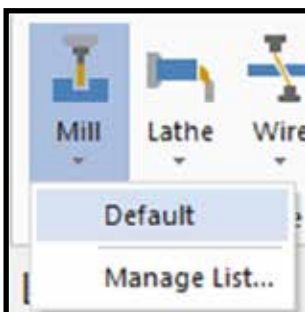
8. Gambar 2 dimensi sudah selesai

A. *Toolpath Facing*

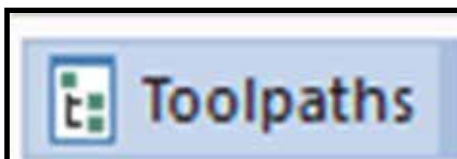
1. Ubah *level*



- Pilih *Machine*  
Masuk ke *Machine*, klik *mill – default*.



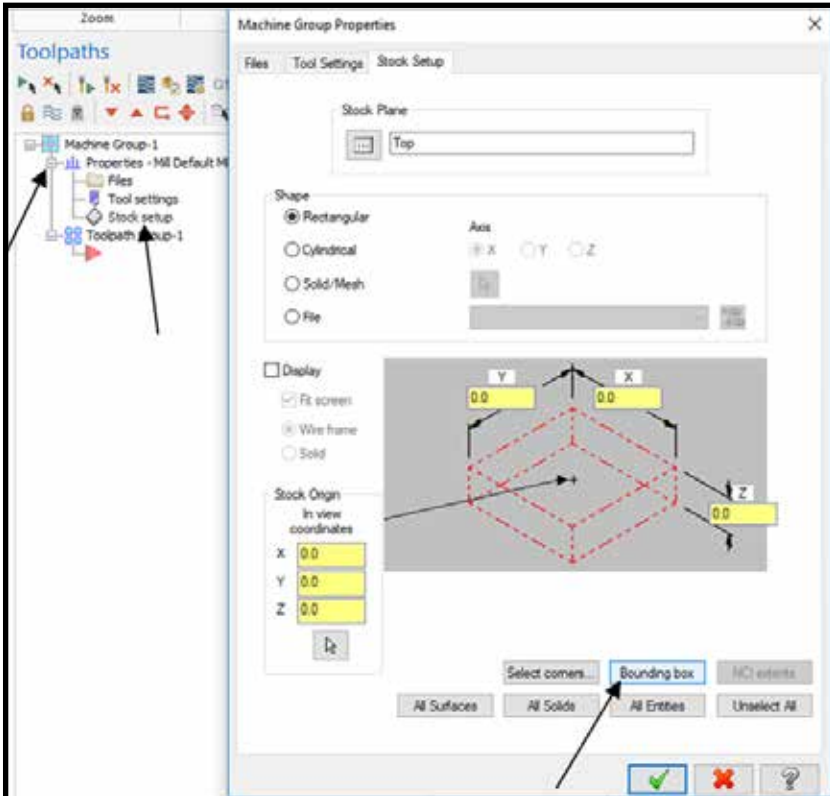
- Aktifkan *toolpath*  
Masuk ke *view*, klik *toolpath*



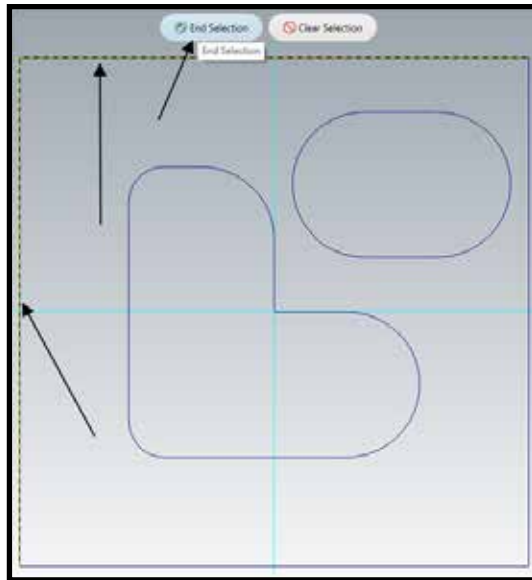


MATERI PEMBELAJARAN

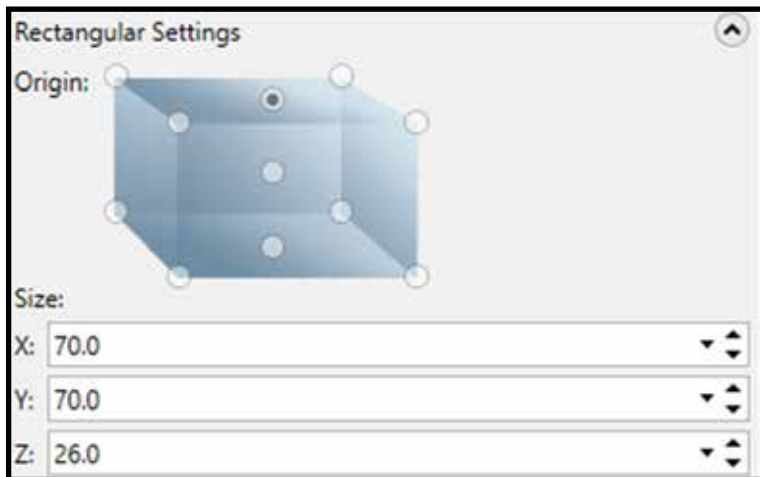
4. *Stock setup*
  - a. Klik tanda + pada *properties*
  - b. Klik *stock setup*
  - c. Klik *bounding box*



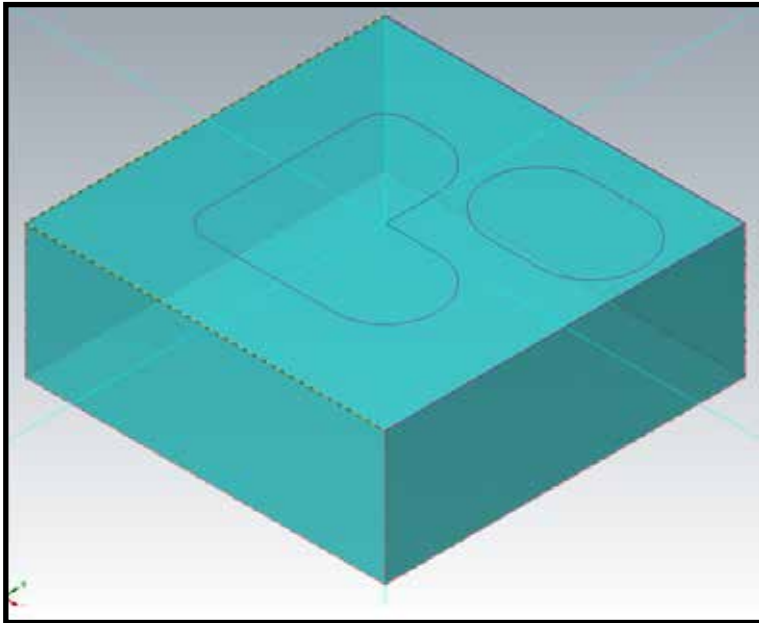
5. *Bounding box*
  - a. Klik dua *entity* yang menunjukkan panjang dan lebar benda kerja. Klik *end selection*



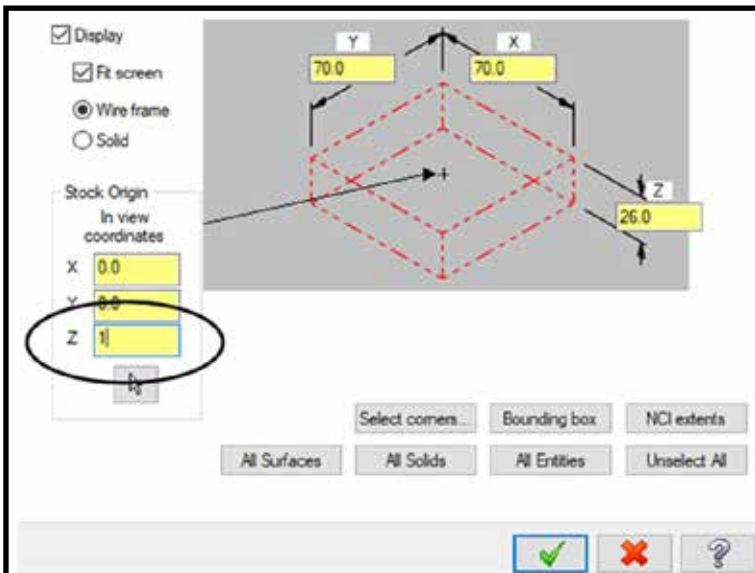
b. Pilih *origin* dan masukkan nilai Z



Z diisi 26 dengan maksud 1 mm akan di *facing*



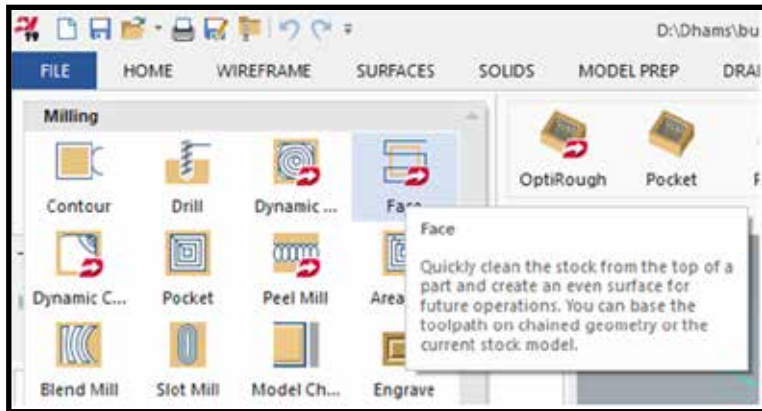
6. Masukkan Z : 1



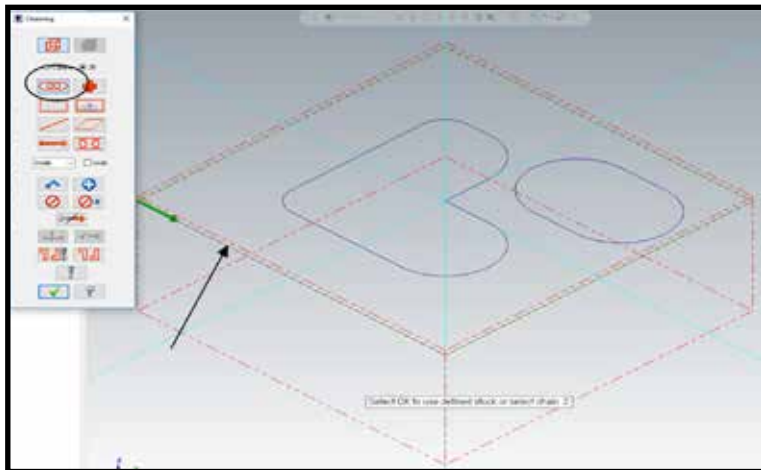
- Posisi permukaan benda kerja berada 1 mm di atas titik *origin*.
- Ketebalan yang akan di *facing* adalah 1 mm
- Ketika *setting zero* benda kerja, nilai Z pada permukaan benda kerja adalah 1 mm
- Centang hijau 2 kali. Selesai.



7. Facing



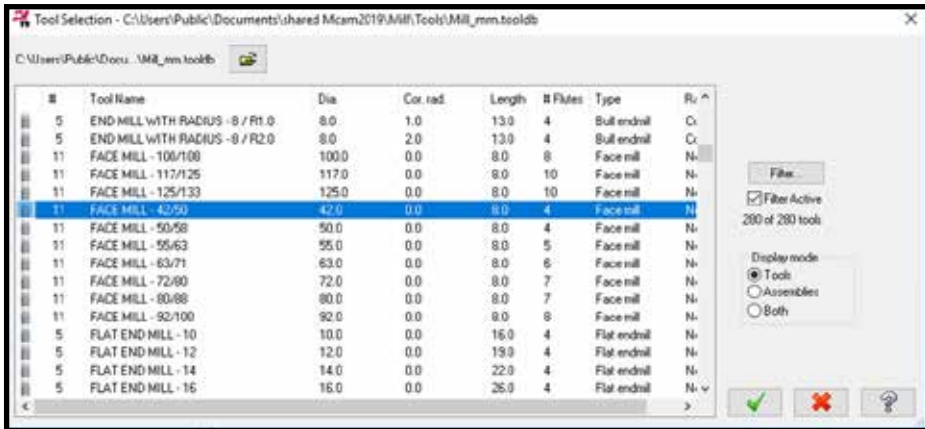
- a. Masuk ke *toolpath 2D*
  - b. Pilih *face*
8. Tentukan area yang akan di *facing*



- a. Pastikan yang aktif adalah *chain*
  - b. Klik *raw material*
9. Pilih *tool*



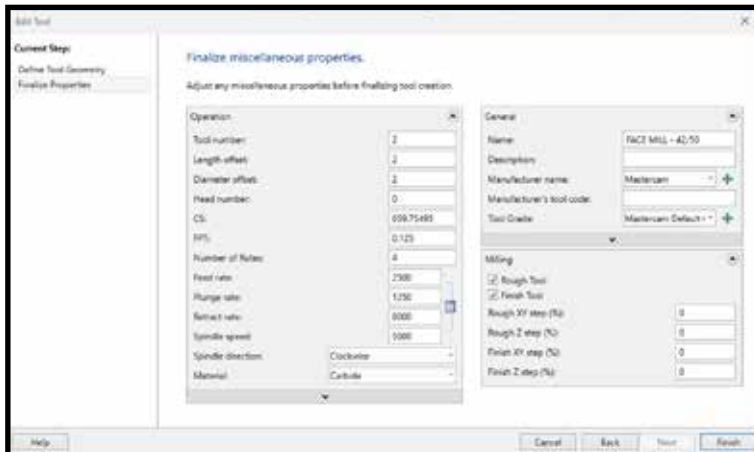
MATERI PEMBELAJARAN



- a. Masuk ke *tool*
- b. *Select library tool*
- c. Pilih salah satu *tool* untuk *facing*  
Dapat memilih *flat endmill* dengan pertimbangan :
  - 1) Area yang di *facing* tidak terlalu luas
  - 2) Lebih simpel karena tidak perlu *tool change*. *Flat endmill* bisa digunakan untuk proses yang lain.
- d. Centang hijau. OK

10. *Edit tool*

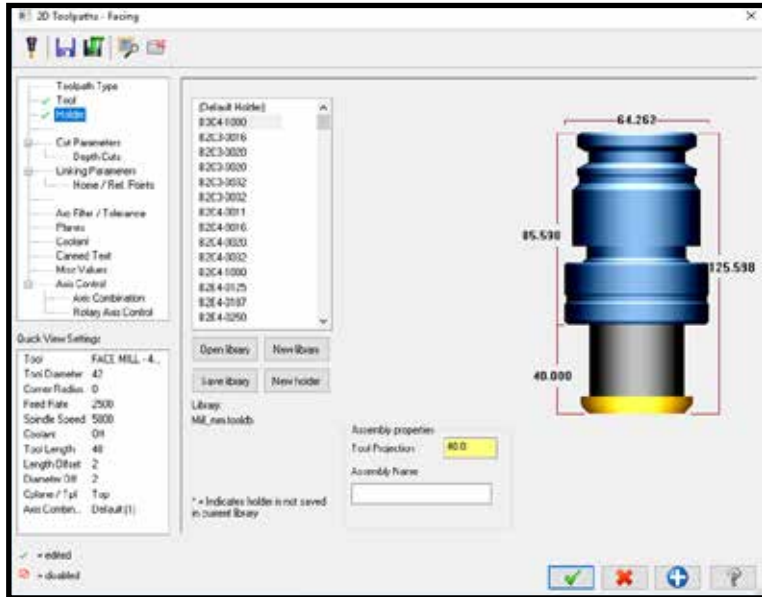
- a. Isikan geometri *tool* sama dengan *tool* yang akan dipakai saat proses *machining*



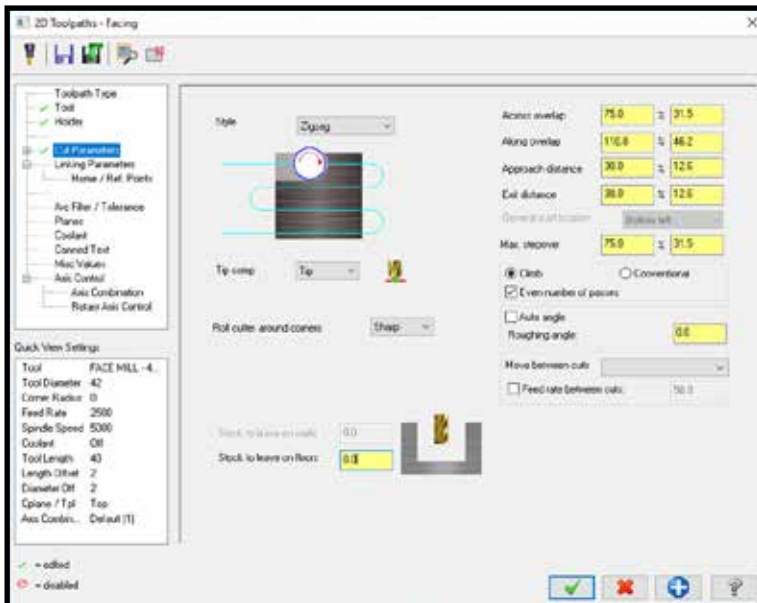
- b. *Tool number* : isikan posisi *tool* pada *magazine*
- c. Isikan CS dan FPT. Diisi berdasarkan katalog *tool*
- d. Bulatkan nilai *spindel speed* dan *feed rate*
- e. *Plunge rate* diisi 60% dari nilai *feed rate*
- f. *Retract rate* diisi kemampuan maksimal mesin



### 11. Pilih holder



### 12. Cut parameter

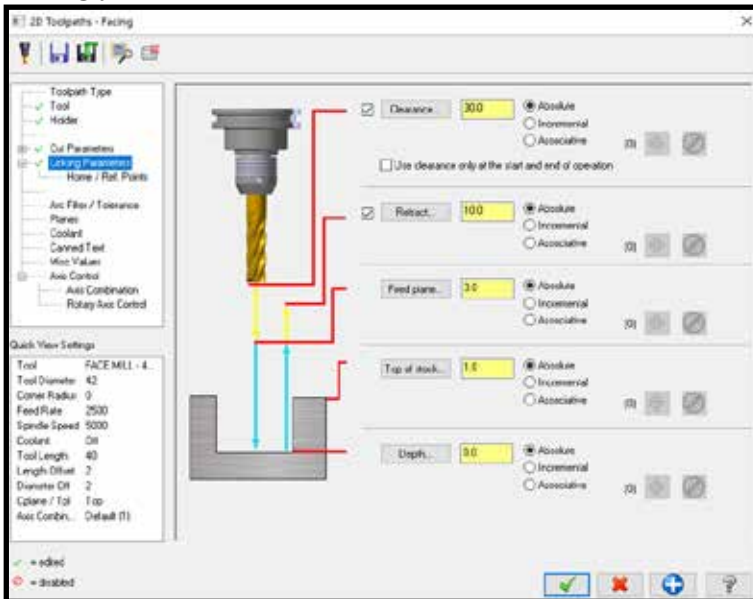




## MATERI PEMBELAJARAN

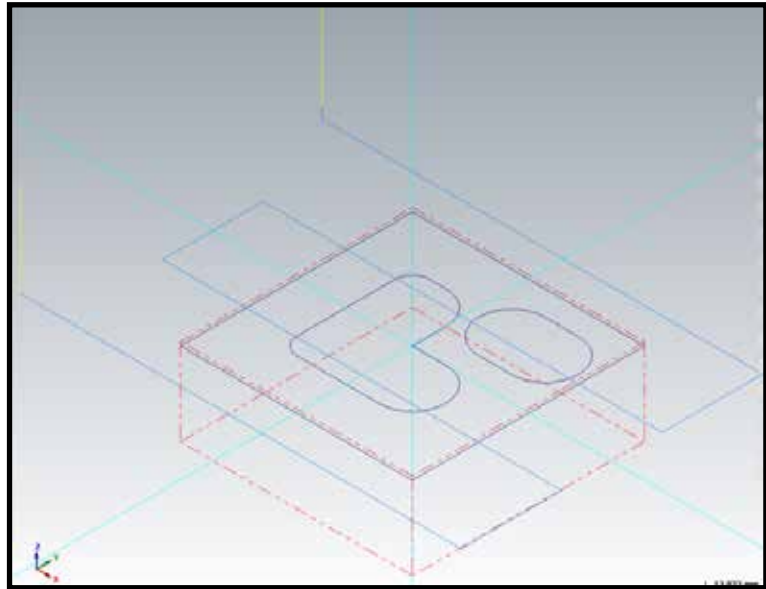
- a. *Style Zig-zag* : tool bergerak bolak-balik menyayat benda kerja
- b. *Across overlap* : posisi *tool* keluar dari benda kerja saat penyayatan pertama arah melintang. Persentase dari diameter *tool*
- c. *Along overlap* : posisi *tool* keluar dari benda kerja saat penyayatan arah memanjang. Persentase dari diameter *tool*
- d. *Approach distance* : jarak awal *tool* dari benda kerja sebelum menyayat
- e. *Exit distance* : jarak keluar *tool* dari benda kerja setelah selesai penyayatan
- f. *Max step over* : jarak maksimal pergeseran *tool*
- g. *Stock to leave on floor* : tebal material yang disisakan untuk proses *finishing*. Untuk *facing* yang tidak terlalu tebal, *stock to leave on floor* bisa diisi 0 tanpa proses *finishing*.

## 13. Linking parameter



- a. *Clearance* : posisi awal dan akhir *tool* sebelum dan setelah *machining* pada suatu area
- b. *Retract* : posisi *tool* setelah selesai satu kedalaman dan akan melanjutkan *machining* pada kedalaman berikutnya
- c. *Feed plane* : posisi *tool* saat akan menuju target lintasan
- d. *Top of stock* : posisi titik tertinggi dari target yang akan di *machining*
- e. *Depth* : kedalaman total penyayatan. Menggunakan nilai minus

14. Backplot / lintasan pahat saat *machining*

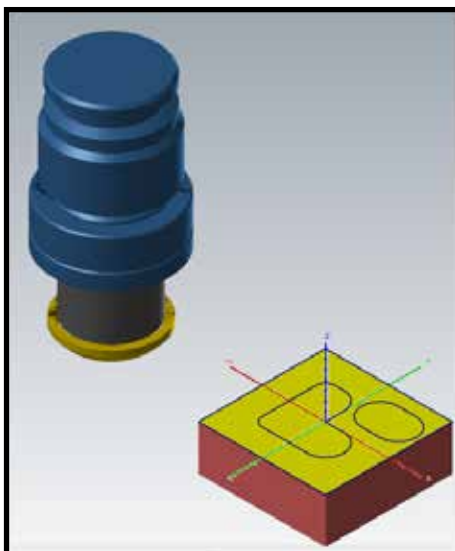


15. *Verify* / simulasi 3 dimensi

- a. Klik pada gambar di bawah ini



- b. Hasil



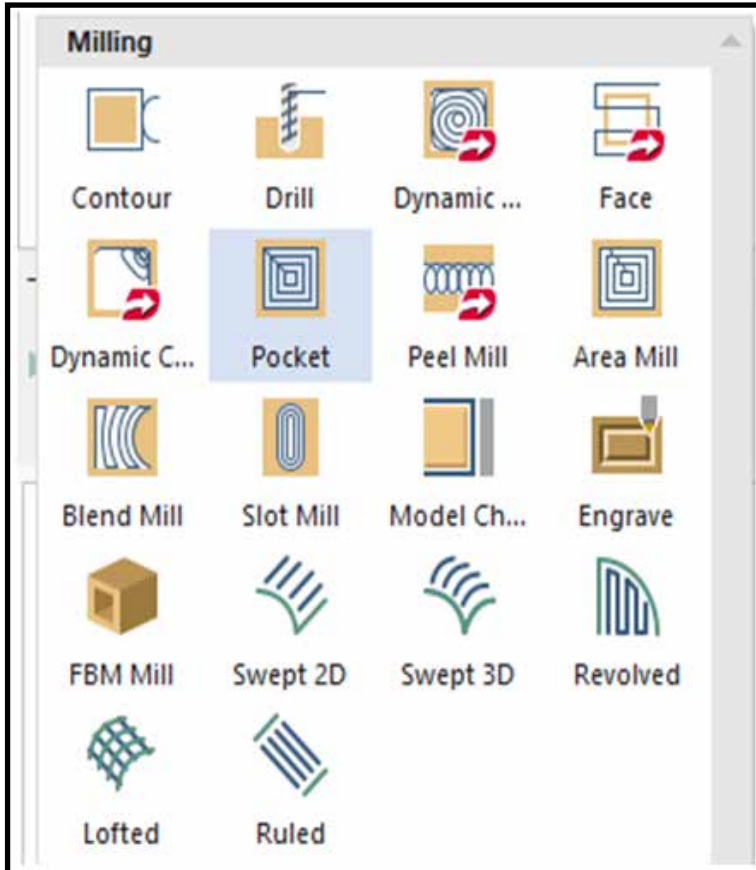


## MATERI PEMBELAJARAN

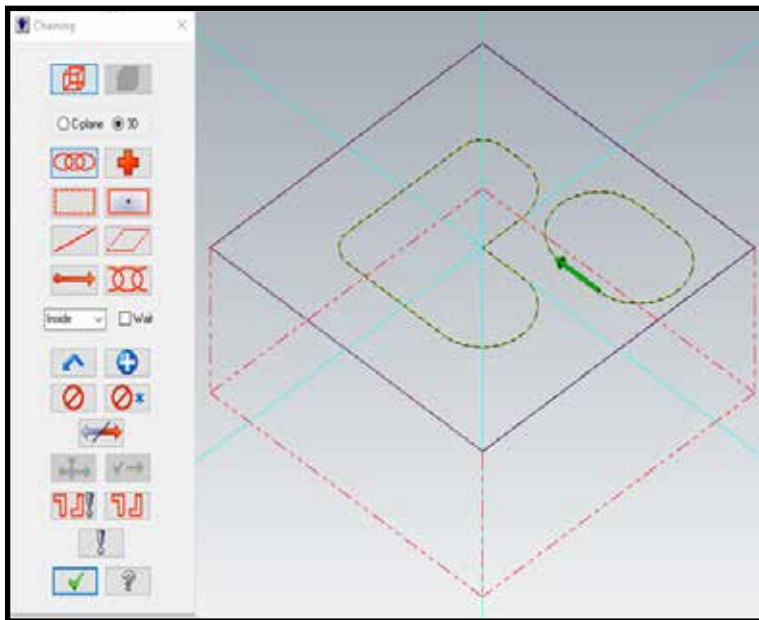
B. *Toolpath Pocket*

Memulai proses *machining* membuat *pocket*

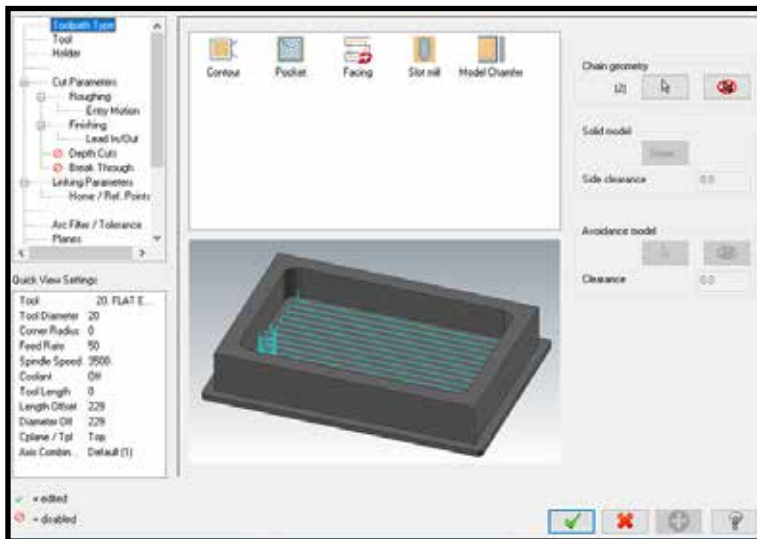
1. Masuk ke *toolpath*, klik *pocket*



2. Jika membuat *pocket* lebih dari satu, jika ukuran kedalaman sama maka kedua *pocket* bisa dikerjakan dalam 1 *toolpath*. tetapi jika kedalaman *pocket* berbeda maka harus dikerjakan satu persatu
3. Pada *chaining*, pilih area yang akan dibuat *pocket*/ kantong. OK



4. *Toolpath type, pilih pocket*



5. *Tool*

Memilih *tool / Cutter* yang akan digunakan. Disesuaikan dengan *tool* yang tersedia di bengkel masing-masing.

a. *Select library tool*





## MATERI PEMBELAJARAN

- b. Pilih *tool*. Misalkan *flat endmill* diameter 10 mm

Tool Selection - C:\Users\Public\Documents\shared Mcam2019\Mill\Tools\Mill\_mm.tooldb

C:\Users\Public\Docu...Mill\_mm.tooldb

#	Tool Name	Dia.	Cor. rad.	Length	# Flutes	Type	Rad. ...
11	FACE MILL - 55/63	55.0	0.0	8.0	5	Face mill	None
11	FACE MILL - 63/71	63.0	0.0	8.0	6	Face mill	None
11	FACE MILL - 72/80	72.0	0.0	8.0	7	Face mill	None
11	FACE MILL - 80/88	80.0	0.0	8.0	7	Face mill	None
11	FACE MILL - 92/100	92.0	0.0	8.0	8	Face mill	None
5	FLAT END MILL - 10	10.0	0.0	16.0	4	Flat endmill	None
5	FLAT END MILL - 12	12.0	0.0	19.0	4	Flat endmill	None
5	FLAT END MILL - 14	14.0	0.0	22.0	4	Flat endmill	None
5	FLAT END MILL - 16	16.0	0.0	26.0	4	Flat endmill	None
5	FLAT END MILL - 18	18.0	0.0	29.0	4	Flat endmill	None
5	FLAT END MILL - 20	20.0	0.0	32.0	4	Flat endmill	None
5	FLAT END MILL - 3	3.0	0.0	5.0	4	Flat endmill	None
5	FLAT END MILL - 4	4.0	0.0	7.0	4	Flat endmill	None
5	FLAT END MILL - 5	5.0	0.0	8.0	4	Flat endmill	None
5	FLAT END MILL - 6	6.0	0.0	10.0	4	Flat endmill	None
5	FLAT END MILL - 8	8.0	0.0	13.0	4	Flat endmill	None
10	FORMING THREAD TAP - G1 x 2.31	33.24...	0.0	28.0	1	Right-hand tap	None

- c. *Double* klik di *tool* yang sudah terpilih

#	Assembly Na	Tool Name
5	--	FLAT END MILL - 10

- d. Lakukan pengaturan panjang *flute* dan panjang total *Cutter*. Sesuaikan dengan *Cutter* yang ada.

Overall dimensions

Cutting diameter:

Overall length:

Cutting length:

Klik *next*.

- e. Lakukan pengaturan *spindle speed* dan *Cutting speed*. Atur sesuai kemampuan mesin.



Operation

Tool number: 5

Length offset: 5

Diameter offset: 5

Head number: 0

CS: 250.01571

FPT: 0.07854

Number of flutes: 4

Feed rate: 2500

Plunge rate: 1250

Retract rate: 5000

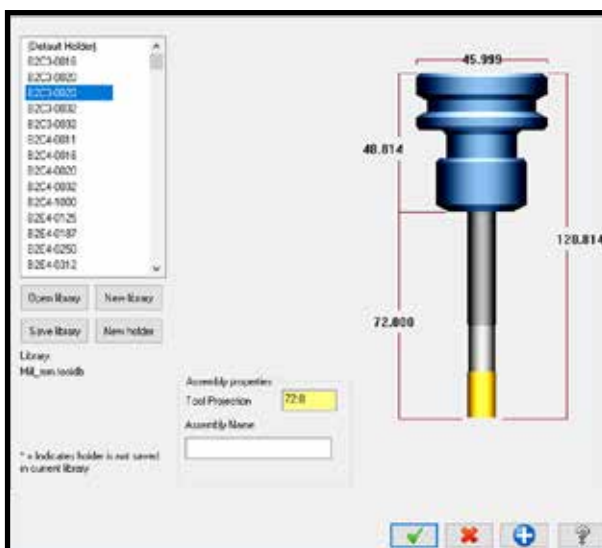
Spindle speed: 8000

Spindle direction: Clockwise

Material: Carbide

Klik finish

## 6. Holder

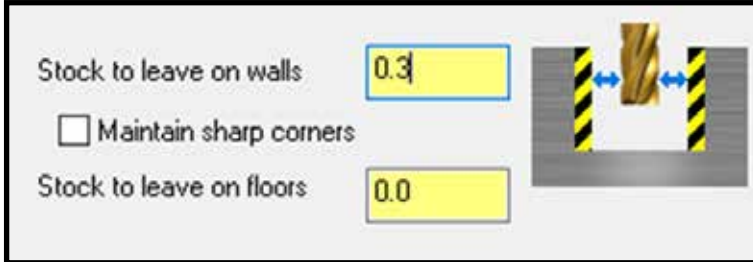




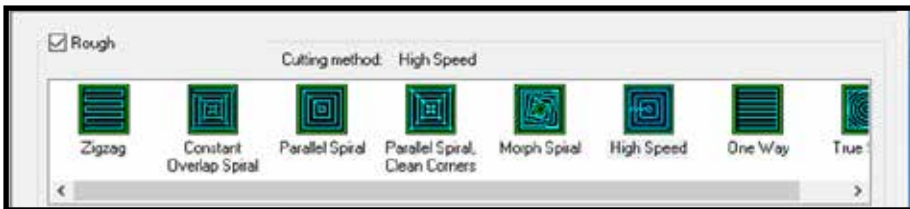
MATERI PEMBELAJARAN

7. *Cut parameter*

Lakukan pengaturan pada *stock to leave on walls* dan *on floors*. *Stock to leave* diberi nilai dengan catatan akan di *finishing* menggunakan *toolpath contour*

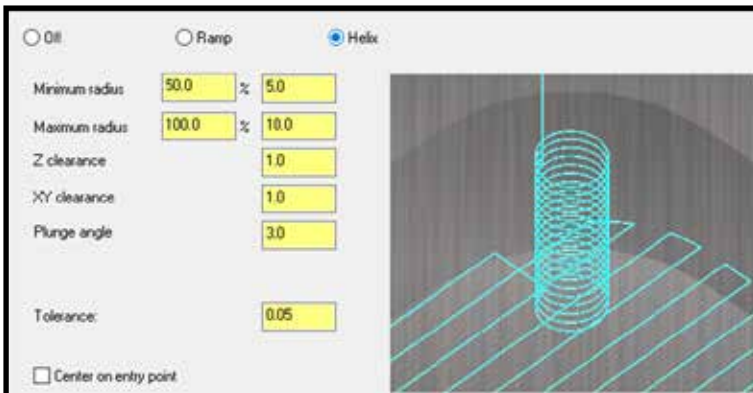


8. Metode *Roughing* bisa dipilih salah satu



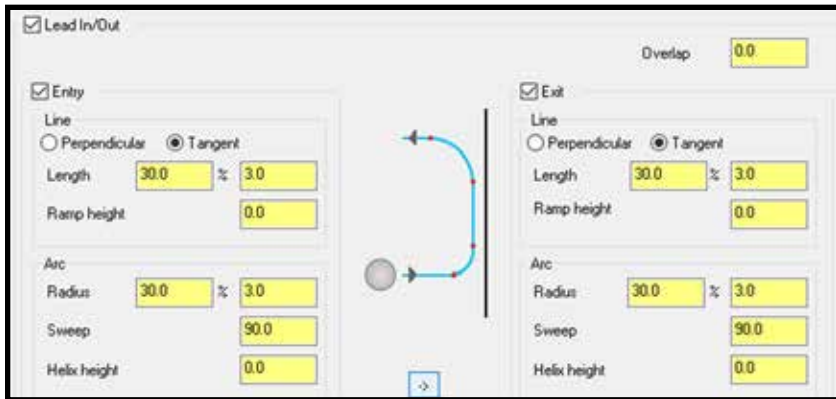
9. *Entry motions*.

Pergerakan pahat masuk kedalam BK. Pilih antara *ramp* atau *helix*. Jika dipilih *off*, maka pahat akan bergerak lurus menusuk benda kerja. Cukup rawan mengakibatkan *tool* mengalami kerusakan.



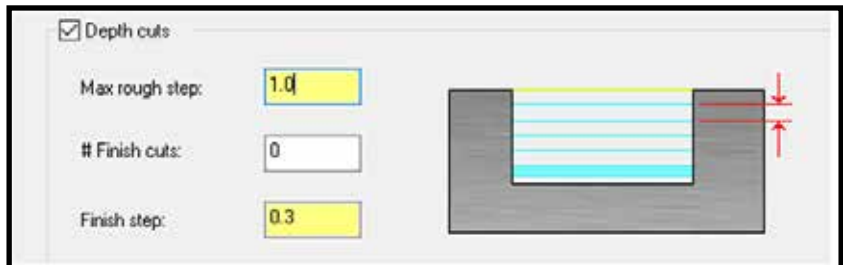
10. *Lead in /out*

Adalah cara *tool* masuk menabrak/menusuk benda kerja. Pengaturan persentase *entry* dan *exit* pada *lead in/out*. jika selisih antara lebar *pocket* dengan diameter *Cutter* cukup kecil, maka persentase *length* dan *arc* diturunkan.



### 11. Depth Cut

- Centang pada *depth Cut*.
- Max Rough step*, adalah kedalaman maksimal sekali penyayatan
- Finish Cut*, jumlah penyayatan saat mendekati titik akhir. Kedalaman penyayatan pada *finish Cut* diatur pada *finish step*.
- Finish step*, adalah kedalaman penyayatan ketika sudah mendekati titik akhir.

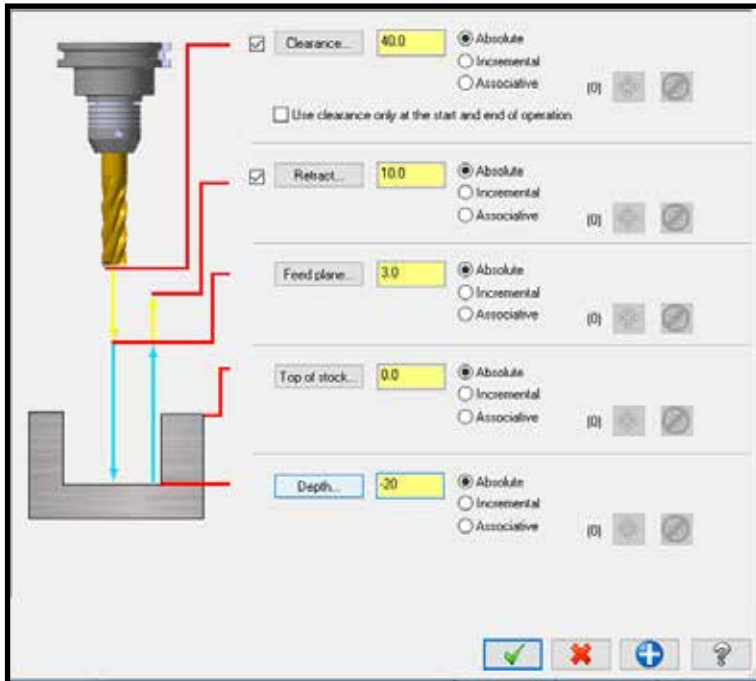


### 12. Linking parameter

Pengaturan *clereance*, *retract*, *feed plane*, *top of stock*, *depth*. Untuk lebih aman, pilih *absolute* semua. Nilai *depth* menggunakan **tanda minus**.

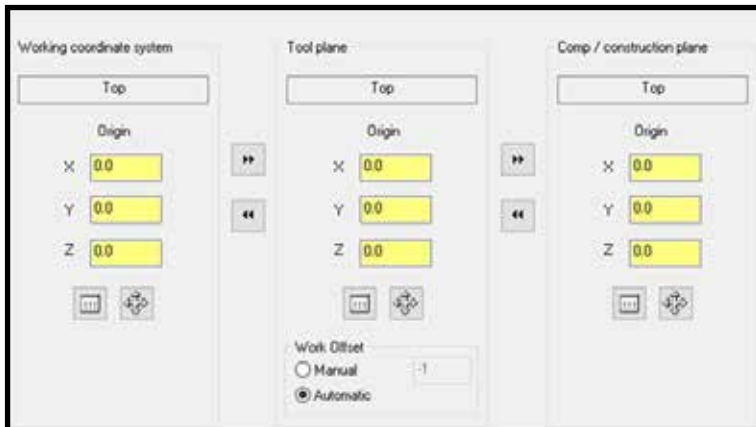


MATERI PEMBELAJARAN



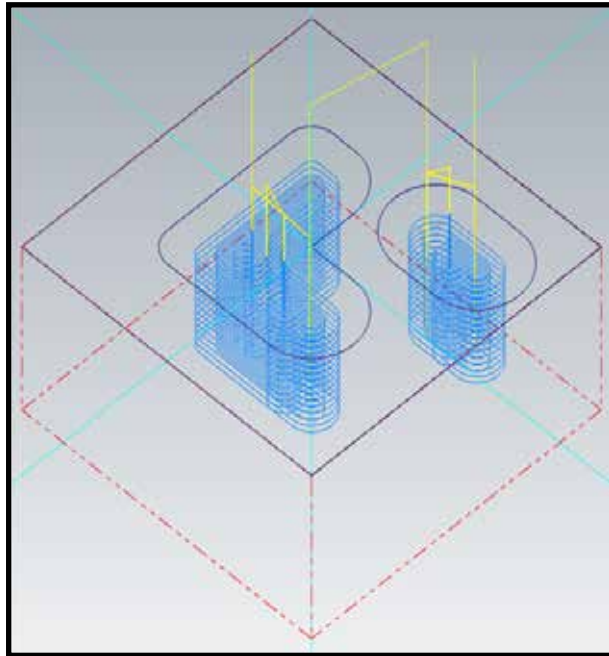
13. *Plane*

Pastikan bahwa *plane* pada posisi *top* semua

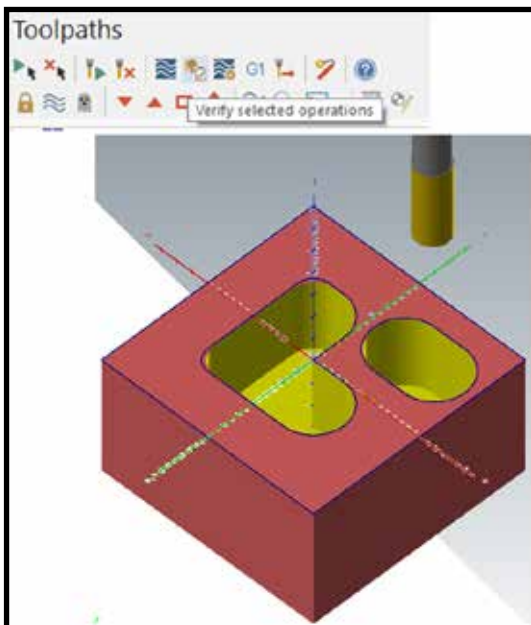


14. Ok

15. *Backplot* / lintasan pahat



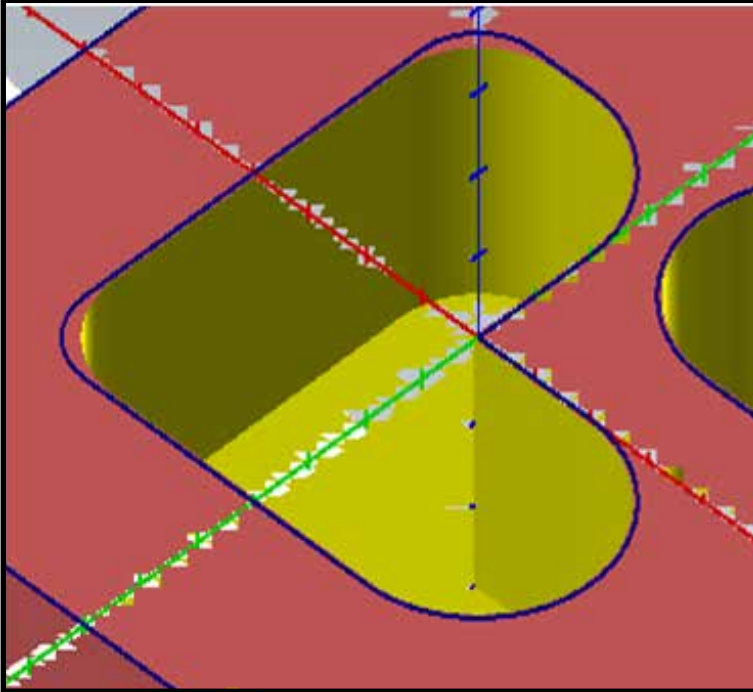
### 16. Simulasi





### C. Finishing

1. *Machining* belum selesai. Masih banyak material yang belum tersayat yang harus diselesaikan melalui proses *finishing* menggunakan *toolpath contour*

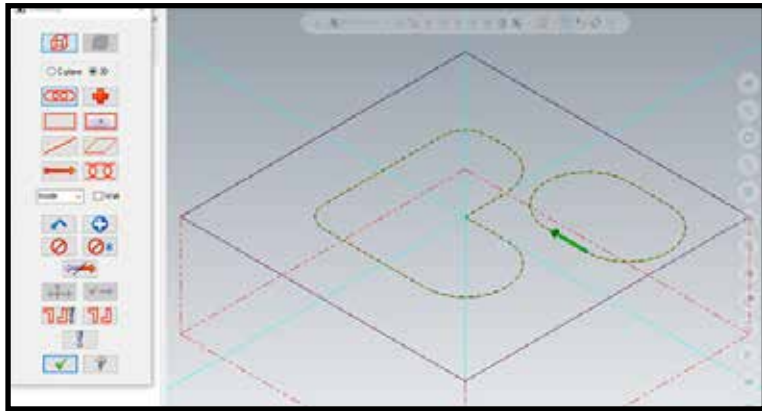


#### 2. *Toolpath – contour*

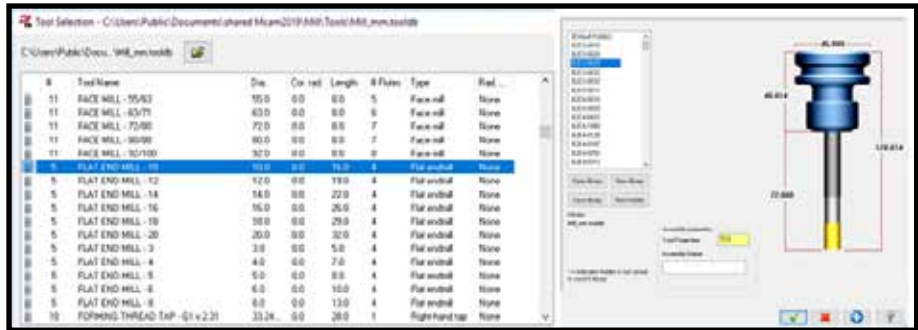
- a. Masuk ke *toolpath – pilih contour*



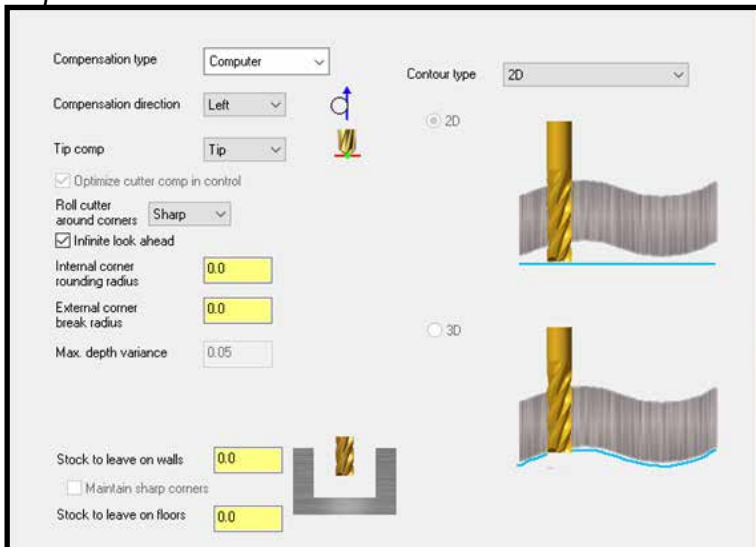
- b. Pilih rangkaian *entity* yang akan di *machining* menggunakan *toolpath contour*



- c. OK  
3. Tool dan holder masih menggunakan flat endmill diameter 10



4. Cut parameter

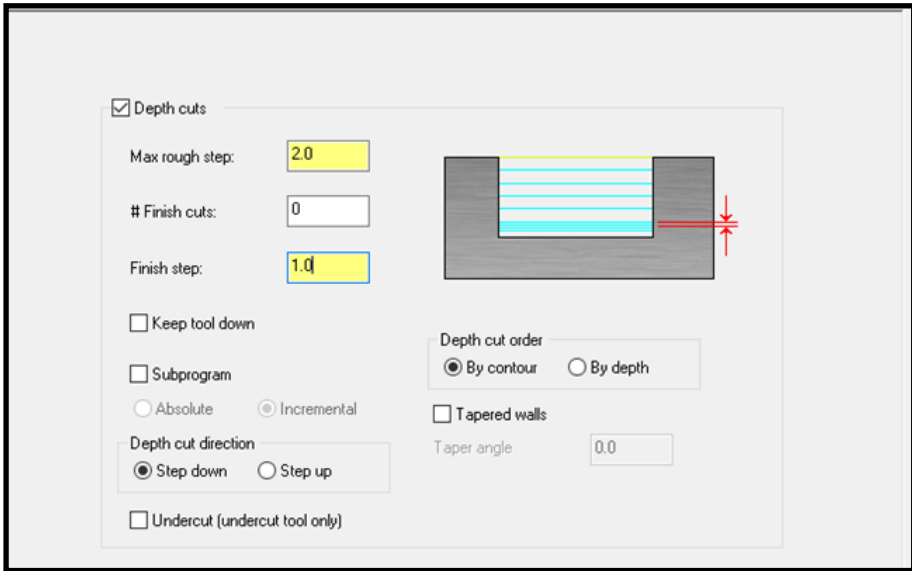




MATERI PEMBELAJARAN

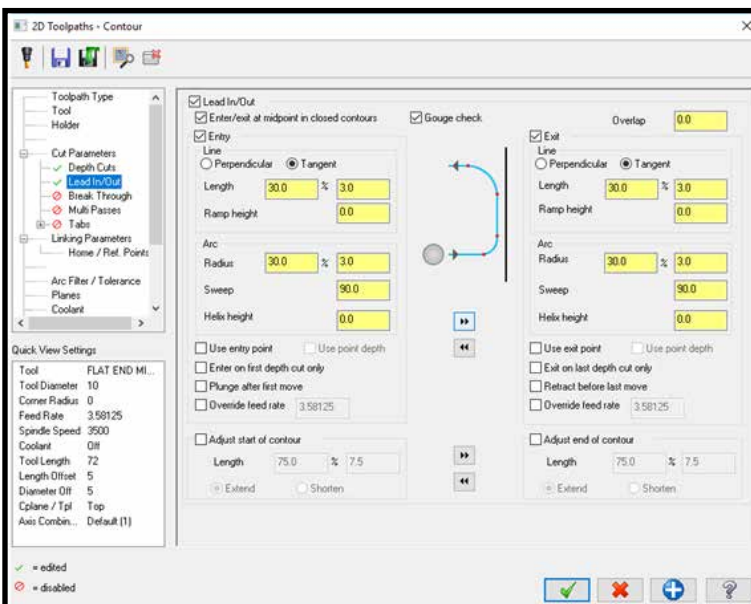
Stock to leave on wall dan stock leave on floor diberi nilai 0.00.

5. Depth Cut



- a. *Max Rough step*. Nilai kedalaman sekali penyayatan. Pada proses *finishing*, nilai *max Rough step* dibuat banyak. Maksimal adalah sepanjang *flute endmill* yang digunakan
- b. *Finish Cut* : 0.
- c. *Keep tool down* dicentang. Setelah selesai *finishing* pada kedalaman pertama, *tool* langsung menuju titik penyayatan kedalaman berikutnya.

6. Lead in/out



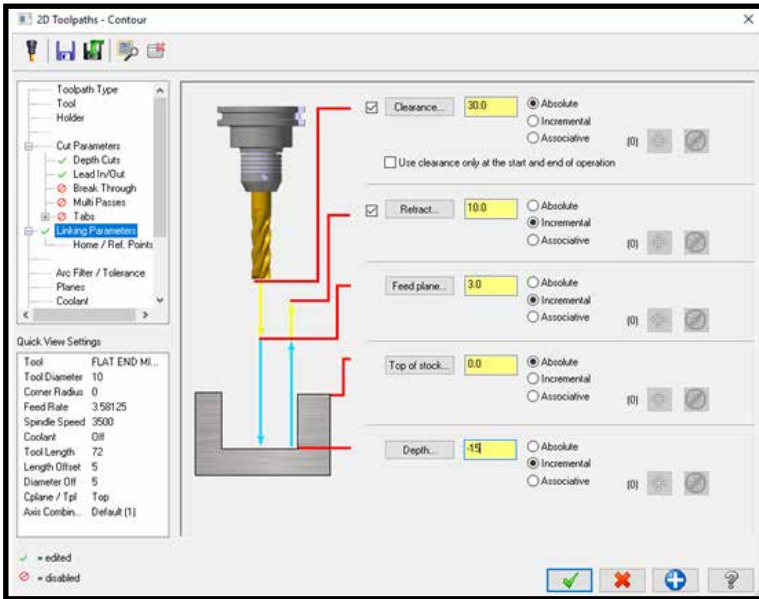


Jika selisih lebar *pocket* dibandingkan diameter *tool* kecil, maka *line in/out*, *entry* dan *exit* dibuat kecil agar *tool* bisa masuk kedalam target. Karena *tool* saat masuk ke target bergerak *zig-zag* atau melingkar yang membutuhkan awalan.

Jika persentase terlalu besar, awalan pergerakan *tool* berada diluar area target maka *tool* tidak mau masuk ke target untuk melakukan proses *machining*.

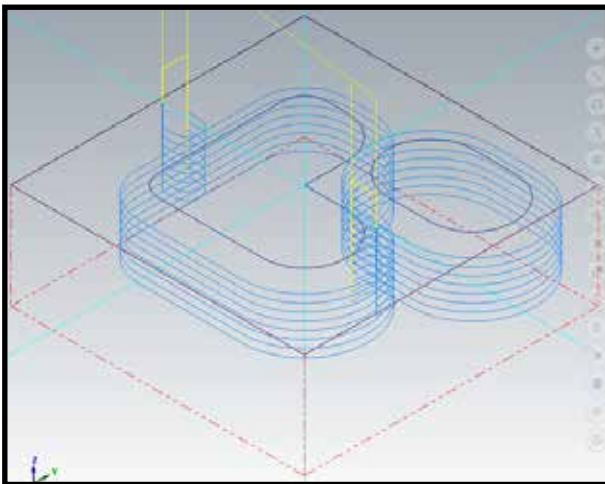
7. *Linking parameter*

Masukkan pengaturan *linking parameter* seperti di bawah ini .



8. OK. Centang hijau

9. Jika terjadi lintasan pahat berada diluar *pocket* seperti gambar di bawah ini , itu berarti posisi *tool* saat *machining* berada disisi luar dari *entity* target. Berarti *tool* harus dibalik ke sisi dalam dari *entity* target.

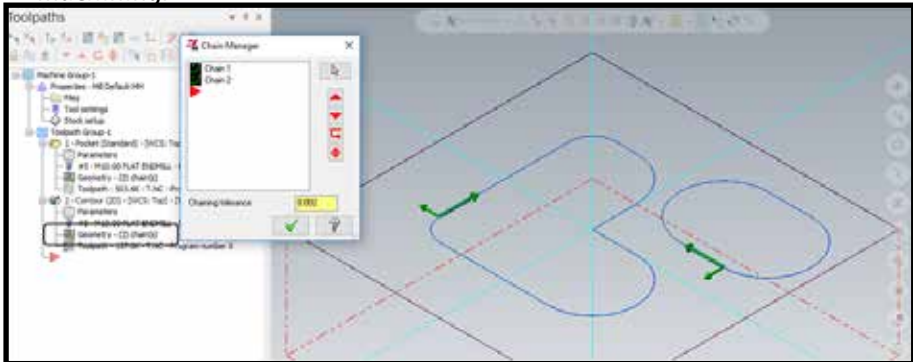




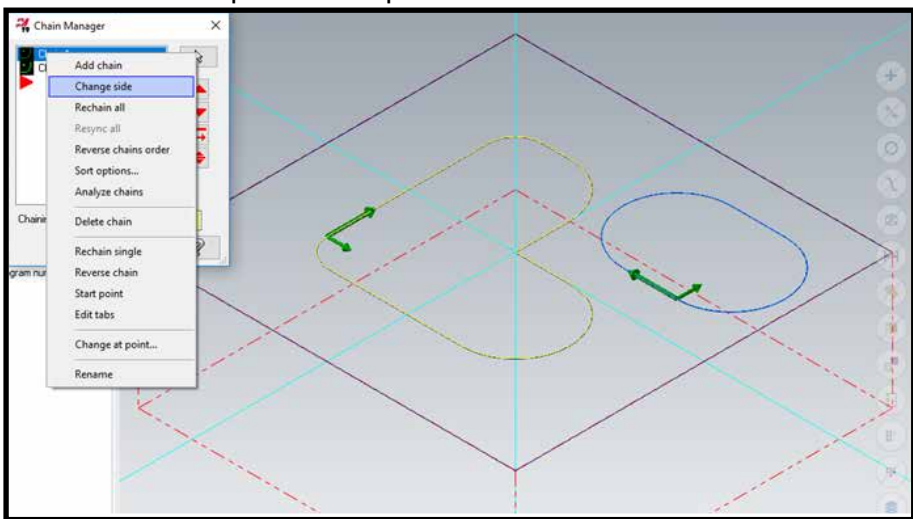
MATERI PEMBELAJARAN

10. Membalik posisi *tool*

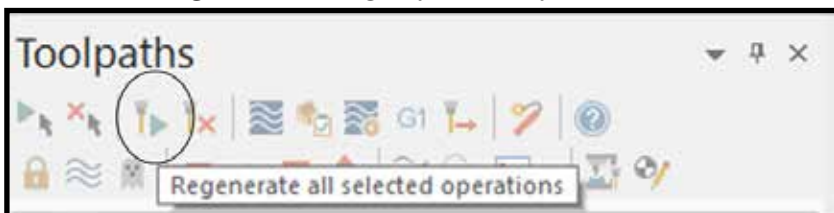
- a. Klik *geometry*
- b. Muncul *chain manager* dan gambar panah pada *entity target*
- c. Tanda panah searah *entity* menunjukkan arah gerak *tool*
- d. Tanda panah tegak lurus *entity* menunjukkan posisi *tool* saat proses *machining*.



- e. Klik kanan pada *chain 1 – change side*. Lakukan hal serupa pada *chain 2*
- f. Perhatikan arah panah tanda posisi *tool* sudah berubah ke arah dalam

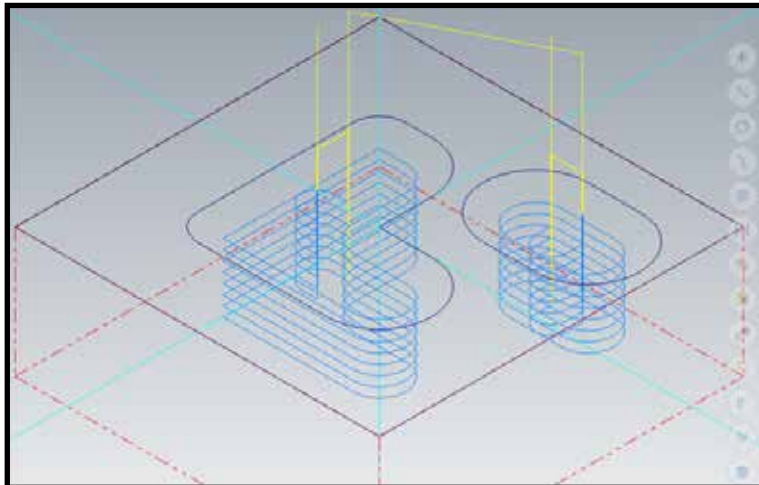


- g. *Regenerate all selected operations*  
Setiap ada proses merubah pada *toolpath*, setelah selesai harus di *regen* terlebih dahulu agar hasil *editing* dapat tersimpan.

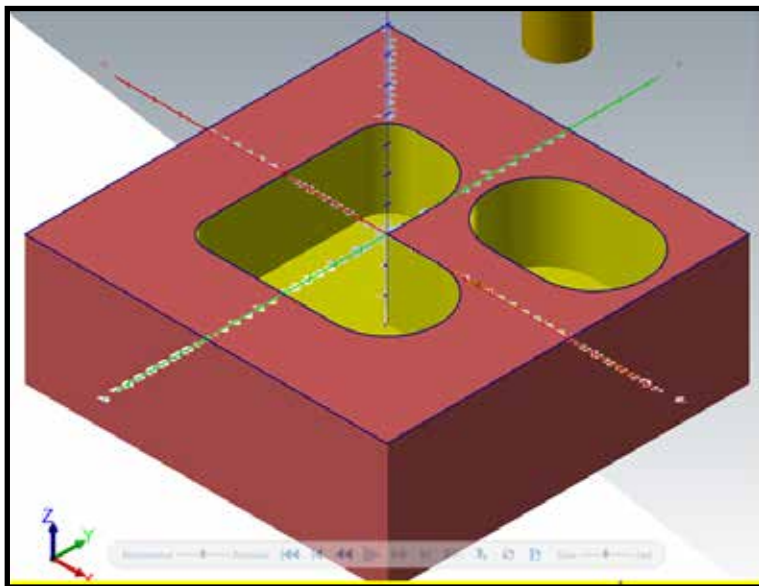




h. Hasil proses *editing side tool*



i. Hasil simulasi





## CAKRAWALA

**Tool Pada Toolpath**

Jika *pocket* berbentuk lingkaran, selain menggunakan *toolpath pocket*, juga bisa memakai *toolpath helix bore* karena jika dilihat bentuk hasilnya adalah sama.

Jika mesin CNC *milling* yang digunakan tidak ada fasilitas *tool change*, maka dari ketiga *toolpath* di atas, yaitu *face*, *pocket*, dan *contour*, bisa menggunakan 1 jenis *tool* yaitu *flat endmill*. Hanya perlu memperhatikan diameter *tool* yang dapat mengerjakan bentuk radius pada *pocket*.



## JELAJAH INTERNET

Untuk menambah wawasan mengenai program *face* dan *pocket toolpath* dapat dilihat secara mandiri melalui internet. Pengetahuan tentang program *face* dan *pocket toolpath* dapat berupa makalah maupun video dapat dilihat dan dipelajari secara mandiri, berkelompok, maupun dengan bimbingan guru.

Beberapa *website* yang dapat dikunjungi untuk mempelajari dan menambah pengetahuan tentang program *face* dan *pocket toolpath* bisa scan *QR*-kode di bawah ini

## A. FACING



SCAN ME

<https://www.youtube.com/watch?v=xbdbRnhE28c>



SCAN ME

[https://www.youtube.com/watch?v=SQ9n-tqh\\_pA](https://www.youtube.com/watch?v=SQ9n-tqh_pA)

## B. POCKET



SCAN ME

[https://www.youtube.com/watch?v=XQfon\\_26sow](https://www.youtube.com/watch?v=XQfon_26sow)



SCAN ME

<https://www.youtube.com/watch?v=loZ5JVt7AxQ>

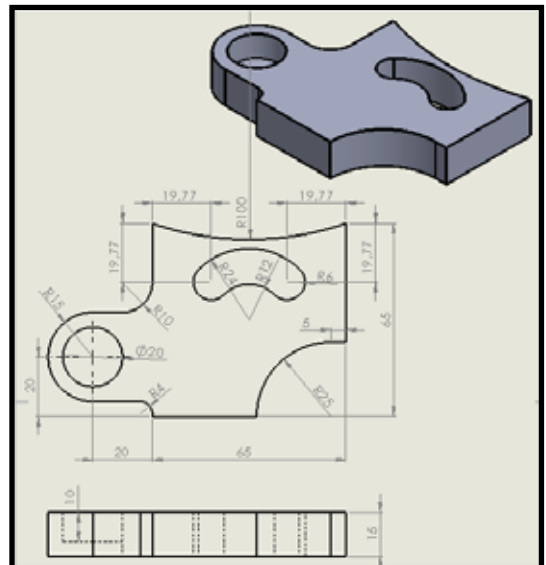


1. *Toolpath face* digunakan untuk penyayatan permukaan benda kerja. Bertujuan untuk mendapatkan permukaan yang benar benar rata dan halus sehingga untuk proses-proses berikutnya bisa segera dijalankan.
2. Dalam proses *toolpath face*, hasil akhir penyayatan diusahakan berada di titik *origin* agar perhitungan *depth* pada *toolpath* berikutnya tidak membuat bingung.
3. *Setting* sumbu Z pada permukaan benda kerja sebelum di *facing* adalah senilai dengan kedalaman penyayatan *facing*
4. *Toolpath pocket* digunakan untuk membuat sebuah kantong/bentukan kolom.
5. Untuk kantong berbentuk lingkaran, bisa juga menggunakan *toolpath helix bore*, tetapi untuk kantong berbentuk kompleks maka menggunakan *toolpath pocket*.
6. Setelah selesai *toolpath pocket*, maka diakhiri dengan proses *finishing* yang salah satunya bisa menggunakan *toolpath contour*.

## TUGAS MANDIRI



Gambar ulang gambar di bawah ini menggunakan MasterCam 2019. Dilanjutkan dengan proses *facing* dan *pocketing*. Jika sudah selesai segera laporkan kepada guru pengampu untuk dilakukan penilaian.

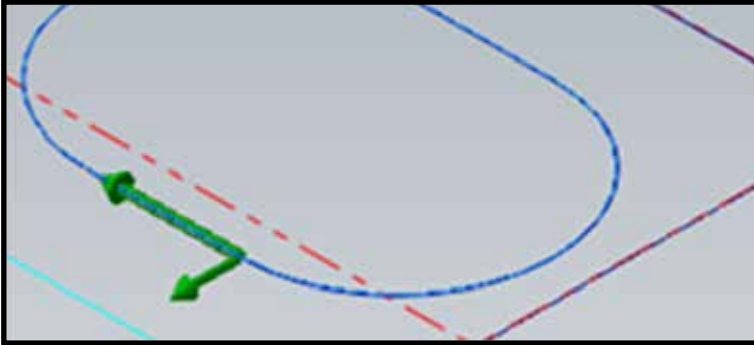




## PENILAIAN AKHIR

Kerjakan soal di bawah ini dengan baik dan benar!

1. Terangkan kelebihan dan kekurangan proses *facing* menggunakan *tool flat endmill*!
2. Jika pada saat *setting zero* benda kerja, nilai Z diisi angka 0 kemudian dilakukan *facing* sedalam 1 mm. Yang akan terjadi adalah ...
3. Pada *Cut parameter facing*, *style Cutting* dipilih *one way*, maka yang akan terjadi adalah ...
4. Jika pada *approach distance*, diisi nilai 0%, maka yang terjadi adalah ...
5. Keuntungan mengisi nilai *step over* 80% dibanding dengan 40% adalah ...
6. Terangkan arti dari tanda panah di bawah ini !



7. Langkah untuk membalik posisi *tool* adalah ...
8. Jika lebar *pocket* 11 mm dan akan di *machining* menggunakan *tool* 10 mm, maka pengaturan yang tepat agar proses *machining* dapat berlangsung adalah...
9. Perbedaan *ramp* dan *helix* adalah ...
10. Jika panjang *overall length* lebih kecil daripada kedalaman *pocket*, maka yang akan terjadi saat proses *machining* adalah ...



## REFLEKSI

Setelah mempelajari bab kelima, Anda tentu sudah lebih mengenal tentang program *face* dan *pocket toolpath* pada proses *milling*. Dari materi yang disajikan, jika ada hal-hal yang belum dipahami coba didiskusikan bersama teman maupun guru Anda. Dan teruslah berlatih menggunakan variasi gambar yang lain agar pemahaman mengenai *face* dan *pocket toolpath* bisa lebih mendalam.

## FUNGSI PERINTAH UNTUK MEMBUAT PROGRAM *SURFACE ROUGHING AND FINISHING*

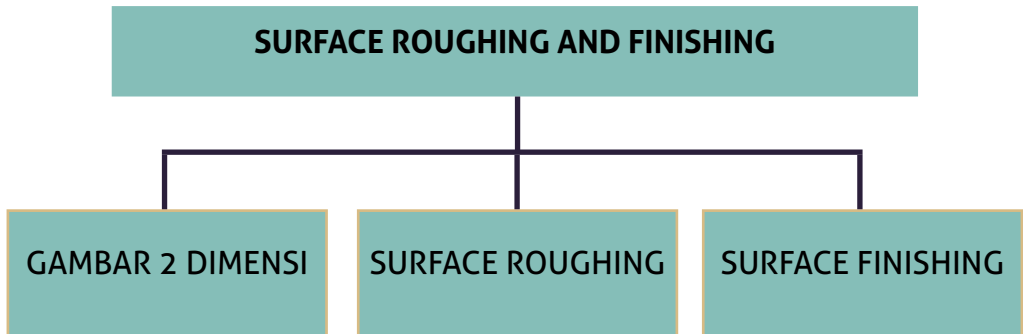
## BAB VI

### TUJUAN PEMBELAJARAN



Setelah memahami fungsi perintah untuk membuat program *surface Roughing and finishing*, siswa dapat menggunakan fungsi perintah membuat program *surface Roughing and finishing* serta proses simulasi.

### PETA KONSEP



### KATA KUNCI



*Surface, solid, Area Roughing, bounding box, wall stock, floor stock*

## PENDAHULUAN

Gambar 6.1 *Toolpath surface Roughing dan finishing*Sumber : <https://www.moldmakingtechnology.com/articles/a-strategy-for-better-mold-finishes>

Bab terdahulu sudah dipelajari tentang pembuatan *toolpath* berdasarkan gambar dua dimensi. Setelah hal tersebut sudah dikuasai dengan baik, materi selanjutnya adalah pembuatan *toolpath* berdasarkan permukaan.

*Surface Roughing* adalah proses pengkasaran berdasarkan permukaan benda kerja, sedangkan *surface finishing* adalah proses akhiran dari proses *Roughing*. *Surface* atau permukaan yang akan dibuat *toolpath* nya bisa berasal dari benda *solid* atau dari benda berongga. Untuk pemahaman awal, yang akan dibahas pada bab ini adalah pembuatan *toolpath* berdasarkan permukaan benda *solid*. Karena *toolpath* akan dibuat berdasarkan gambar *solid*, maka gambar targetnya juga berupa gambar 3 dimensi.

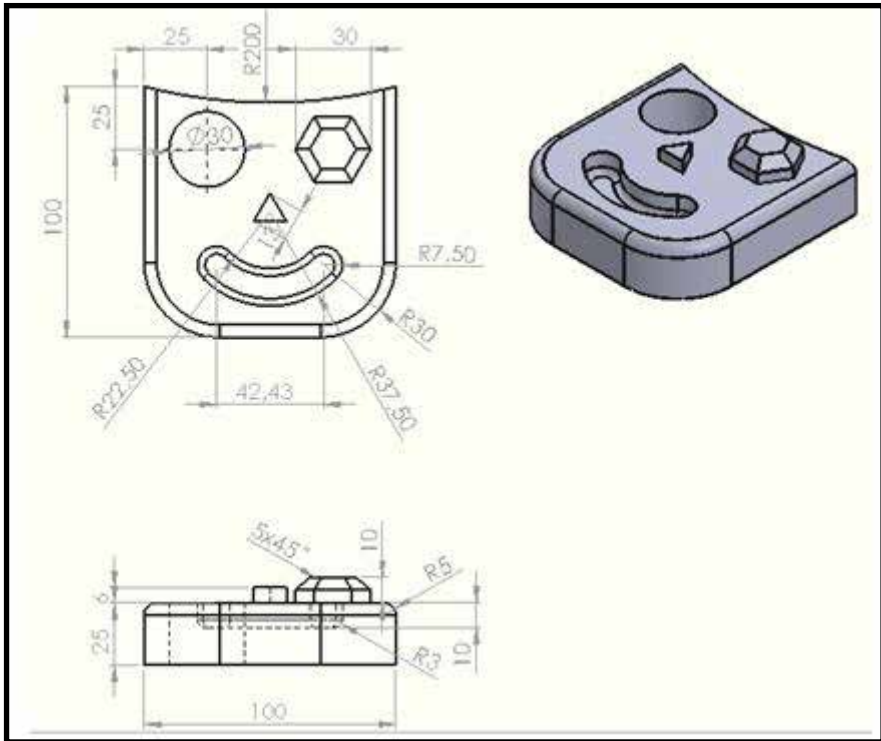
Pembahasan materi fungsi perintah untuk membuat program *surface Roughing and finishing* dan proses simulasi akan dimulai dengan penjelasan Langkah-langkah membuat gambar target 3 dimensi, dilanjutkan dengan pembuatan *toolpath surface Roughing* dan diakhiri dengan pembuatan *toolpath surface finishing*.



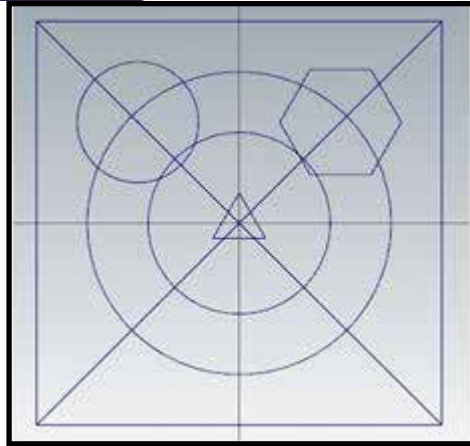
## MATERI PEMBELAJARAN

## A. Gambar 2 dimensi

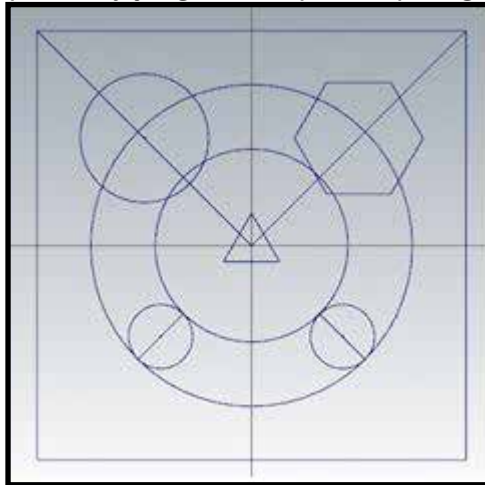
1. Gambar kerja yang akan dibuat



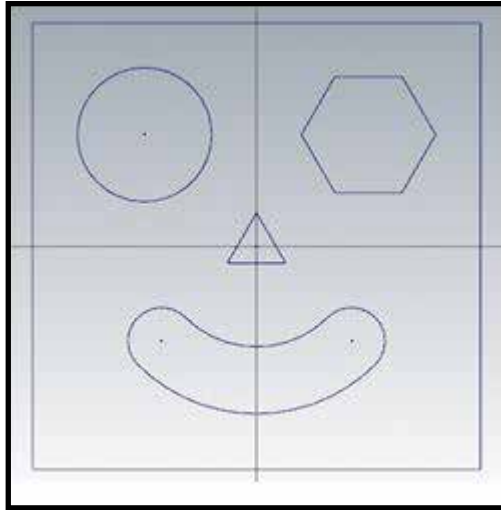
2. Buat seperti gambar di bawah ini dengan langkah :
- Masuk ke *wireframe*
  - Buat kotak dengan *anchor to center* dengan ukuran 100 x 100
  - Buat lingkaran diameter 30 dengan *base point* X -25, Y 25. Atau buat 4 garis bantu dari titik pusat ke sudut kotak, buat lingkaran dengan pusat lingkaran pada titik tengah garis bantu.
  - Dengan langkah yang sama seperti membuat lingkaran, buat *polygon* dengan diameter lingkaran 30.
  - Buat 2 buah lingkaran dengan diameter 22,5 dan 37,5 dengan titik pusat lingkaran pada *origin*.
  - Buat segitiga pada titik *origin* menggunakan perintah poligon.



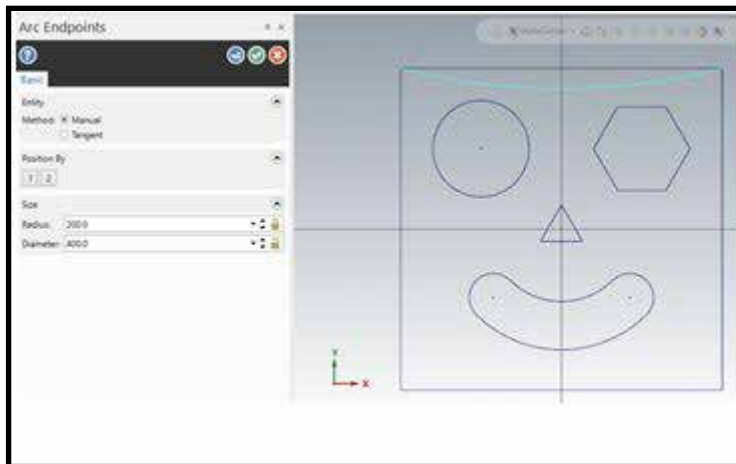
3. Potong dan hapus *entity* yang tidak terpakai seperti gambar di bawah ini



4. Lanjutkan pemotongan menggunakan *divide* dan hapus *entity* sampai terbentuk seperti gambar di bawah ini.



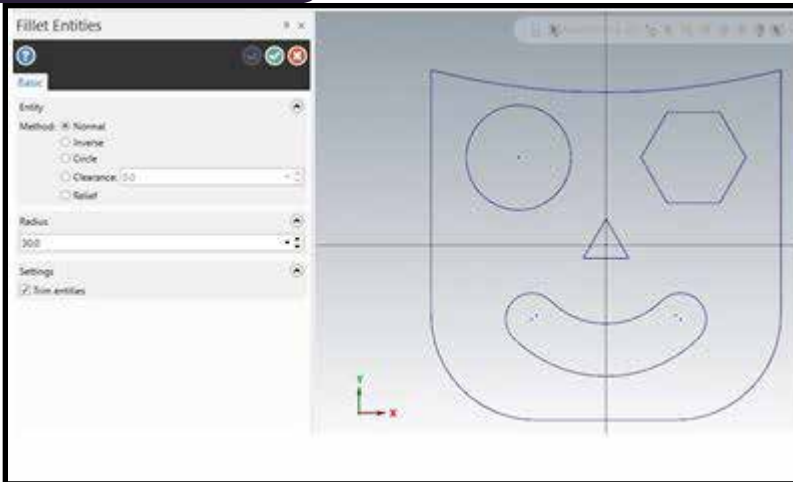
5. Membuat lengkungan pada sisi atas
  - a. Masuk ke *wireframe*
  - b. Pada *arc*, pilih *arc endpoint*.
  - c. Klik dua ujung garis vertikal
  - d. Klik di bawah ini garis horisontal
  - e. Masukkan nilai radius atau diameter



6. Buat lengkungan pada sudut kotak bagian bawah
  - a. Pada *wireframe*, pilih *fillet entities*
  - b. Masukkan nilai radius 30
  - c. Klik garis garis yang membentuk sudut.

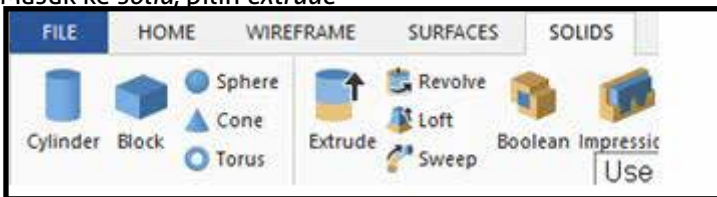


MATERI PEMBELAJARAN

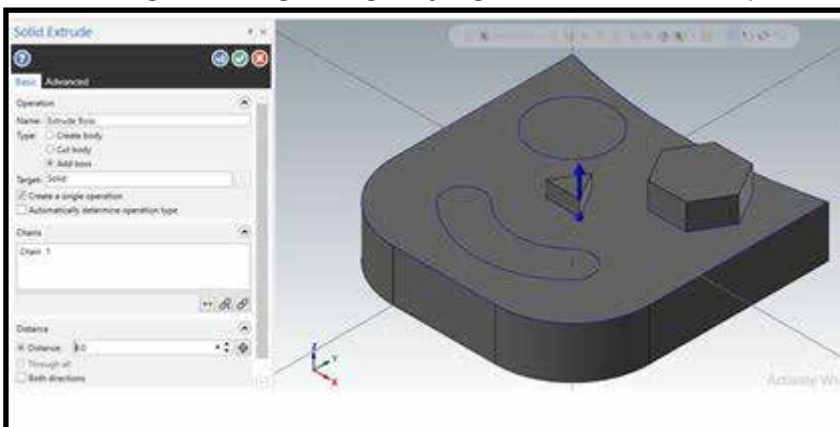


7. Buat bentuk *solid*

a. Masuk ke *solid*, pilih *extrude*

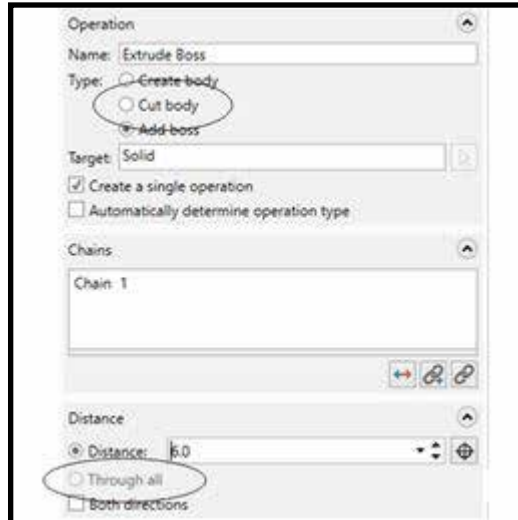


- b. Klik kontur terluar, *enter/ end selection*
- c. Arah panah ke bawah
- d. Masukkan nilai ketebalan 25 pada *distance*
- e. Centang biru. Dilanjutkan memberi ketebalan segitiga dan poligon.
- f. Klik garis pada poligon
- g. Pada *type* pilih *add boss*
- h. Arah panah ke atas
- i. Masukkan nilai ketebalan poligon 10
- j. Centang biru. Dengan langkah yang sama, beri ketebalan pada segitiga.

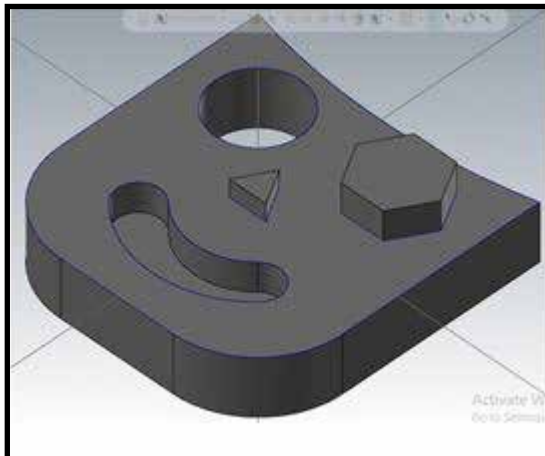




8. Memotong bidang *solid*
  - a. Masuk ke *solid*, pilih *extrude*
  - b. Klik *entity* yang akan memotong *solid* (misalkan lingkaran terlebih dahulu).  
*Enter*
  - c. Pada *type* pilih *Cut body*
  - d. Pada *distance* pilih *thRough all*



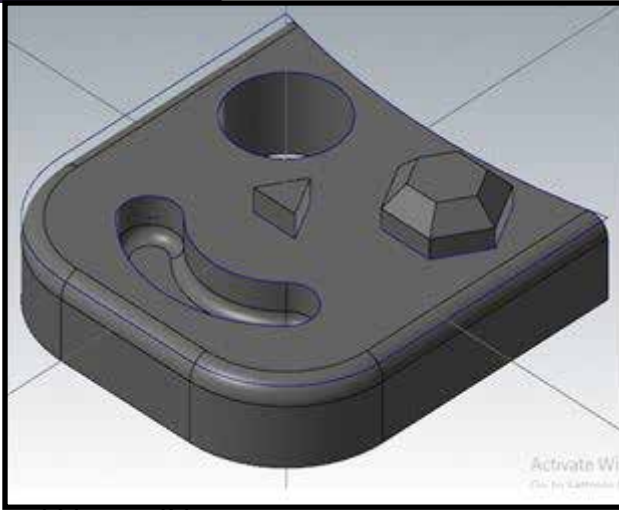
- e. Klik centang biru, dilanjutkan memotong slot melingkar.
- f. Lakukan langkah yang sama seperti pada lingkaran.
- g. Isikan kedalam *pocket* pada *distance* dengan nilai 10



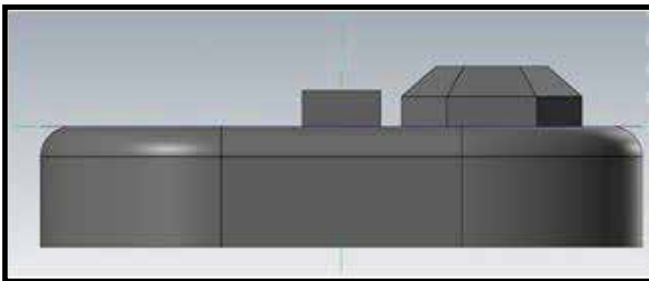
9. Buat bidang lengkung
  - a. Masuk ke *solid*, pilih *constant fillet*
  - b. Masukkan nilai radius 5
  - c. Klik *boundary* yang akan di *fillet*
  - d. Lakukan langkah yang sama untuk membentuk *fillet* pada dasar *pocket* dengan radius 3.



MATERI PEMBELAJARAN



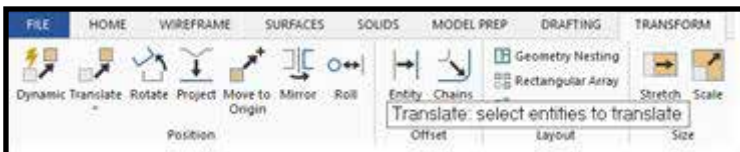
10. Menggeser bidang *solid*



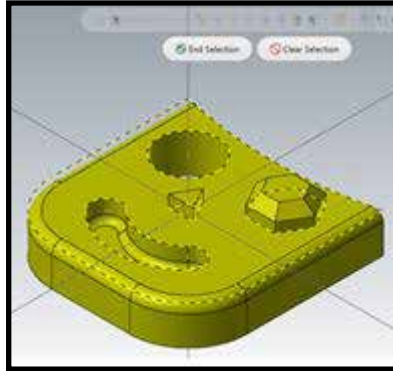
Jika diperhatikan dari pandangan depan atau samping kanan, posisi segitiga dan poligon berada di atas *origin*. Sedangkan dalam pembuatan *toolpath* diusahakan garis *origin* berada di titik/ bidang paling atas dari target yang akan dibuat. Ada 2 cara untuk menempatkan *origin* di bidang paling atas poligon yaitu menggeser benda *solid* ke bawah atau membuat *plane* baru di atas poligon.

Pada pembahasan kali ini akan diterangkan Langkah-langkah untuk menggeser benda *solid*.

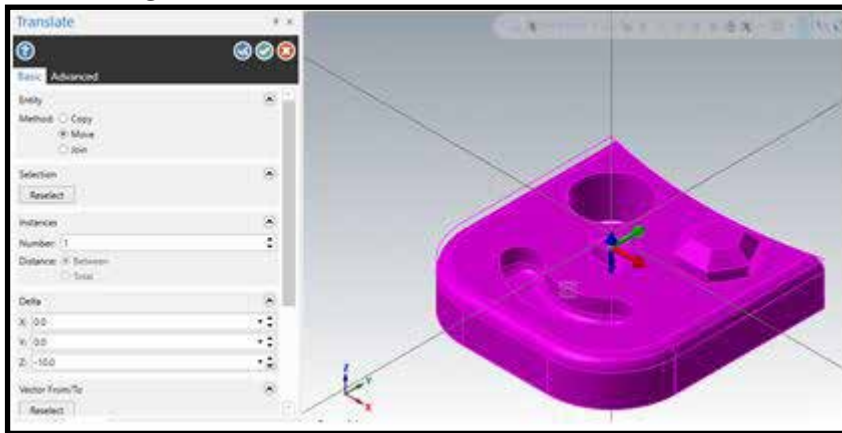
- a. Masuk ke *transform*, klik *translate*



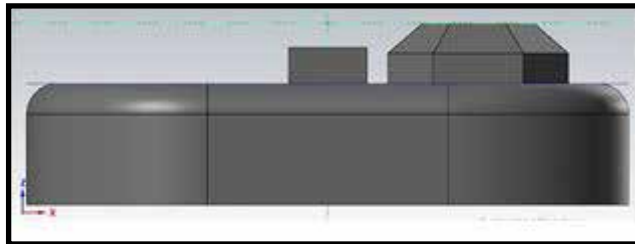
- b. Blok semua bidang *solid* (ditandai akan berubah warna), *end selection*



- c. Masukkan nilai Z -10 (tanda minus menunjukkan ke arah bawah)
- d. Centang hijau. OK



- e. Hasil *translate*. Semua bidang *solid* sudah berada di bawah garis *origin*.



11. Gambar 3 dimensi sudah selesai

## B. Surface Roughing

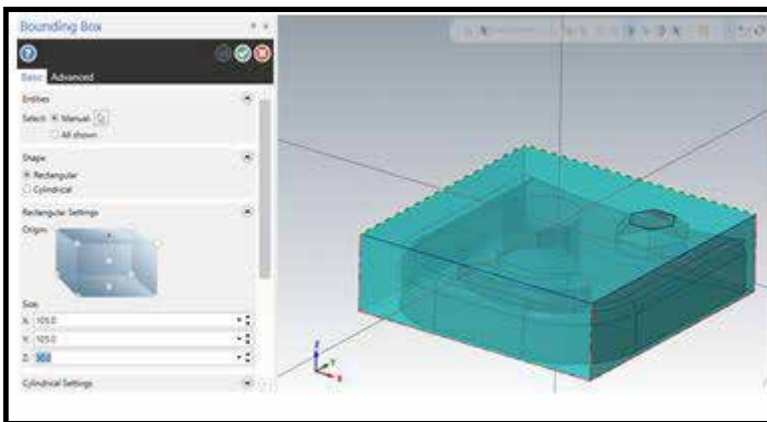
1. Buat *raw material*
  - a. Klik kanan, *top view*
  - b. Buat kotak dengan ukuran 105 x 105



MATERI PEMBELAJARAN

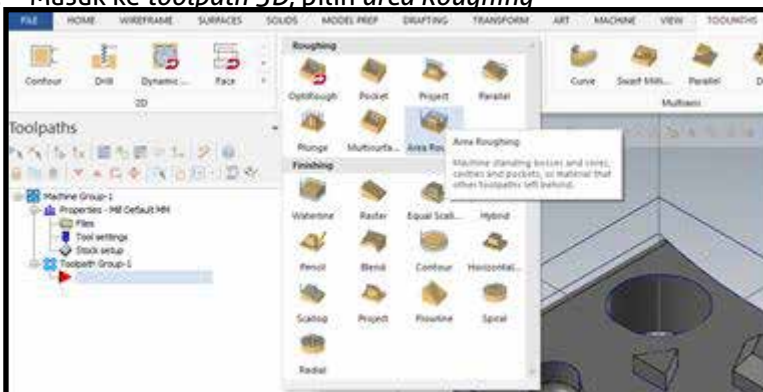


- c. Pilih mesin. Masuk pada *Machine*, klik *mill-default*
- d. Pada tanda + di *properties*, klik *stock setup*
- e. Klik *bounding box*
- f. Klik kotak *raw material*, *end selection*
- g. Pilih titik *origin* pada titik tengah atas
- h. Masukkan nilai Z 30

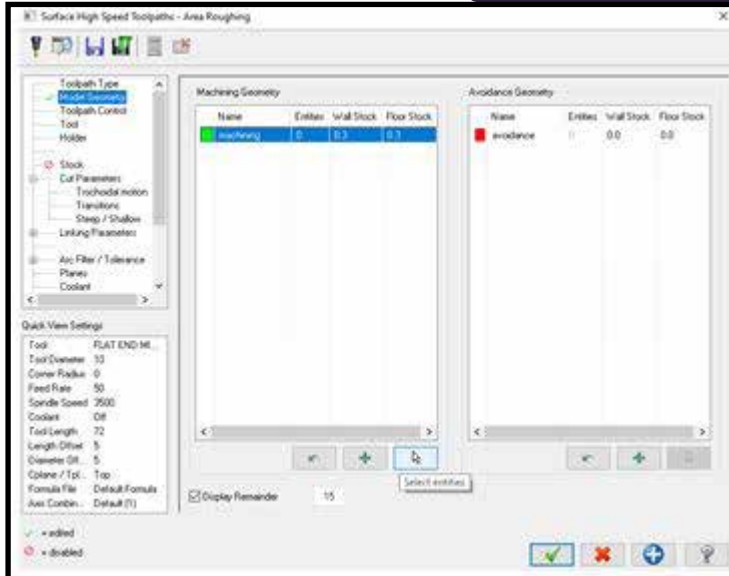


2. Area Roughing

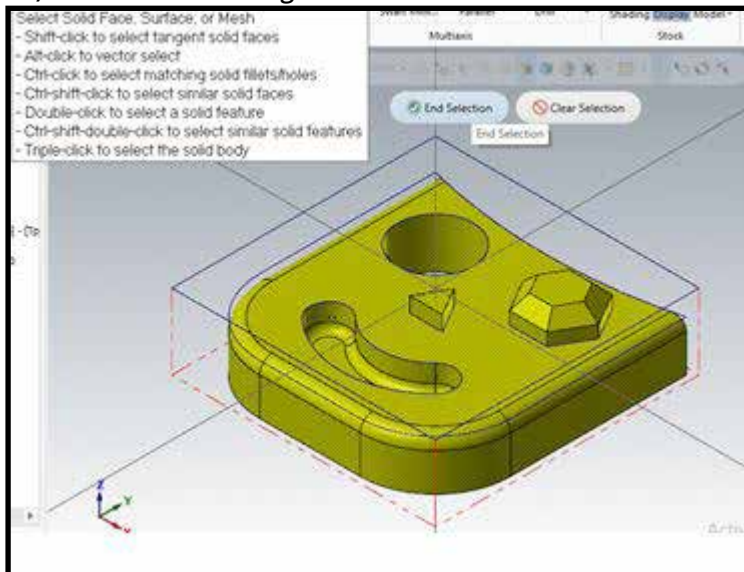
- a. Masuk ke *toolpath 3D*, pilih *area Roughing*



- b. Model geometry



- 1) Pada *machining geometry*, ubah nilai pada *wall stock* dan *floor stock* dengan cara *double klik* pada angkanya
- 2) Klik tanda panah di bawah ini (*select entities*)
- 3) Blok semua bidang *solid*. *End selection*



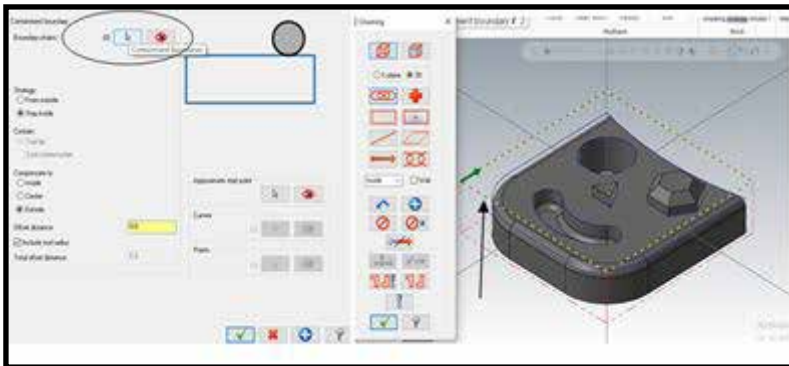
- 4) Jumlah *entities* akan berubah



MATERI PEMBELAJARAN

Machining Geometry				Avoidance Geometry			
Name	Entities	Wall Stock	Floor Stock	Name	Entities	Wall Stock	Floor Stock
machining	41	0.3	0.3	avoidance	0	0.0	0.0

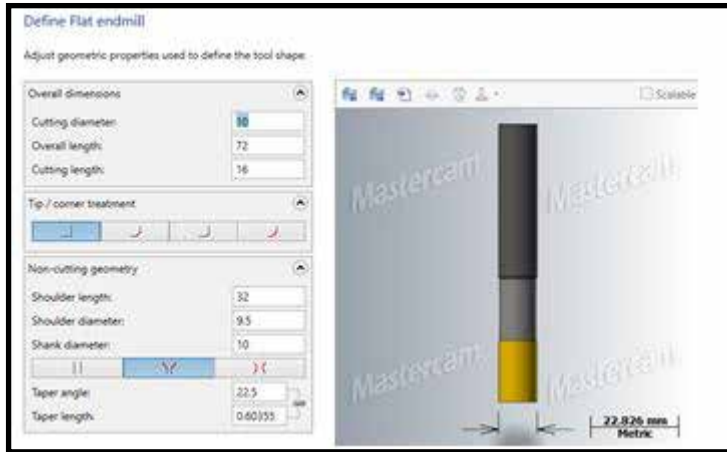
3. *Toolpath control*
  - a. Klik tanda panah pada *boundary chains*
  - b. Klik kotak *raw material*



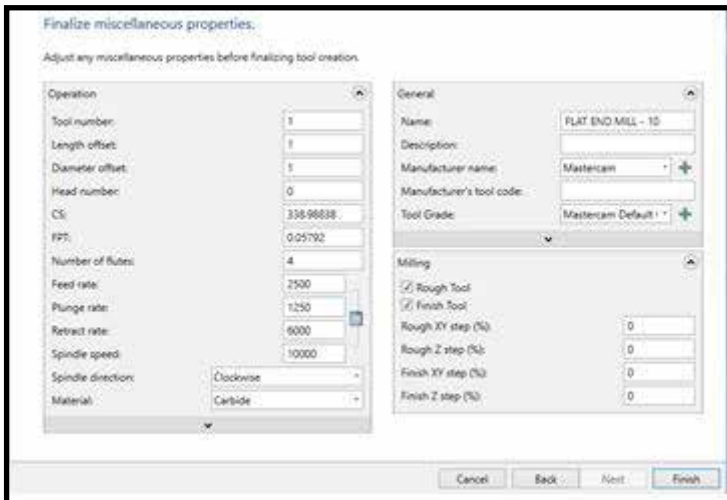
4. *Tool*
  - a. Masuk ke *select library tool*
  - b. Pilih salah satu *tool* yang akan digunakan untuk proses *machining*. Misal *flat endmill* diameter 10 mm.
  - c. OK

#	Assembly No.	Tool Name	Radius Name	Dia	Len	Le
17		FACE MILL - 30/08		30.0	0.0	81
17		FACE MILL - 50/100		50.0	0.0	81
5		FLAT END MILL - 10		10.0	0.0	19
5		FLAT END MILL - 12		12.0	0.0	22
5		FLAT END MILL - 14		14.0	0.0	26
5		FLAT END MILL - 16		16.0	0.0	29
5		FLAT END MILL - 18		18.0	0.0	30
5		FLAT END MILL - 20		20.0	0.0	32
5		FLAT END MILL - 3		3.0	0.0	51
5		FLAT END MILL - 4		4.0	0.0	71
5		FLAT END MILL - 5		5.0	0.0	81
5		FLAT END MILL - 6		6.0	0.0	13
5		FLAT END MILL - 8		8.0	0.0	13
10		FORMING THREAD TAP - G1 x 2.3F		2.324	0.0	20
10		FORMING THREAD TAP - G1/2 x 1.3F		1.326	0.0	24
10		FORMING THREAD TAP - G1/8 x 1.3F		1.315	0.0	21

5. *Edit tool*
  - a. *Double klik* pada *tool* yang sudah dipilih
  - b. Lakukan pengaturan geometri *tool* terutama panjang sisi potong dan panjang total *tool*.
  - c. Klik *next*



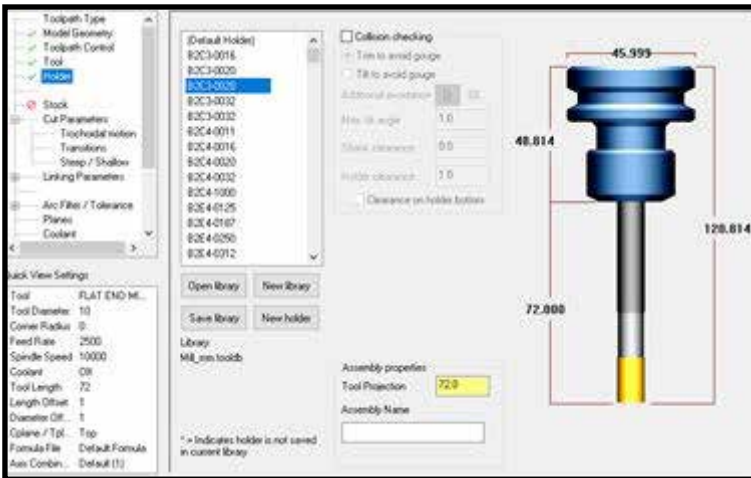
- d. Lakukan pengaturan parameter pemotongan
- e. Klik *finish*



6. Holder

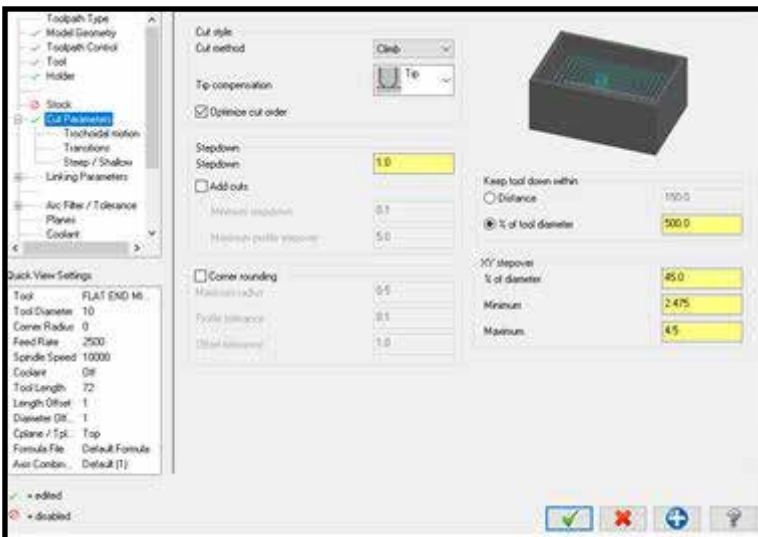


MATERI PEMBELAJARAN



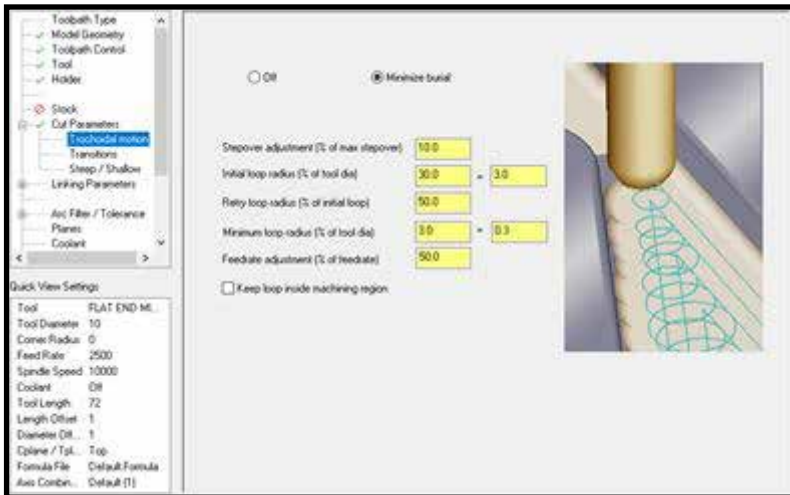
7. *Cut parameter*

- a. *Cut method* : climb (mata potong seperti mencangkuk). *Conventional* (mata potong seperti menyekop)
- b. *Step down* : kedalaman sekali penyayatan
- c. *XY stepover* : pergeseran *tool* arah sumbu X dan Y



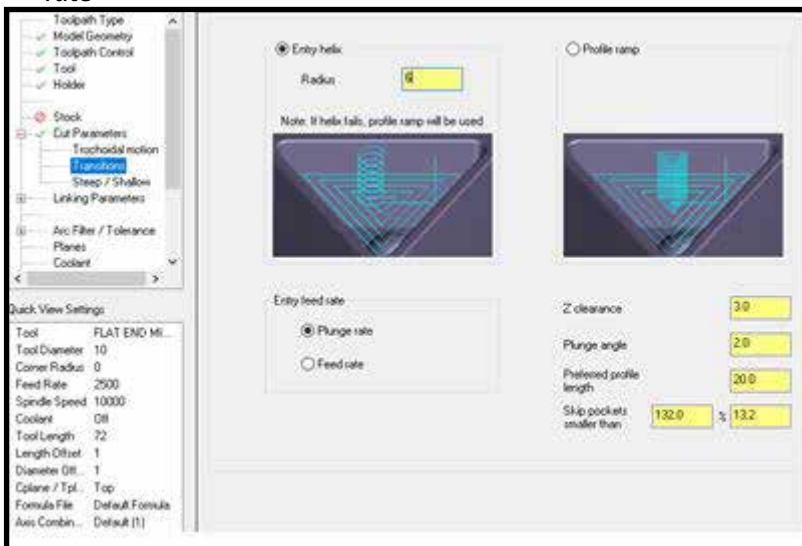
8. *Trochoidal motion*

Adalah teknik pengerjaan pada area sudut sempit



9. Transitions

- a. **Entry helix** : ketika akan menyentuh benda kerja, *tool* akan bergerak spiral turun
- b. **Entry feed rate (plunge rate)** : kecepatan gerak *tool* berdasarkan *plunge rate*

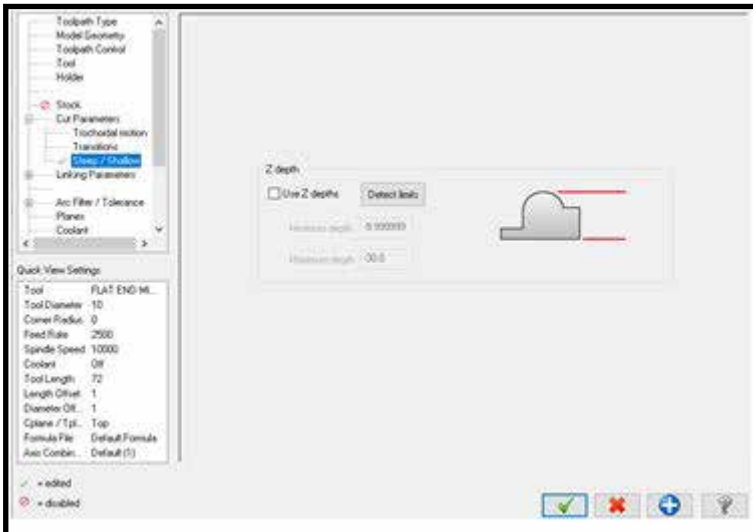


10. Steep/ shallow

Klik pada *detect limit*, otomatis batas penyayatan akan terisi

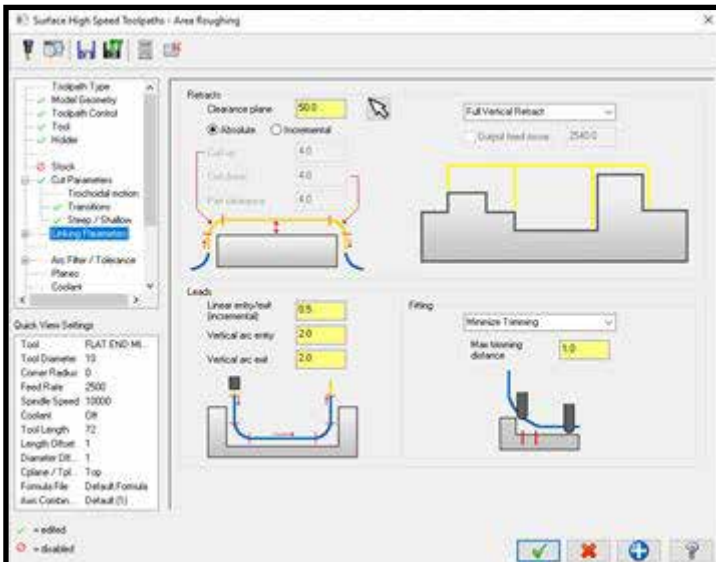


MATERI PEMBELAJARAN



11. Linking parameter

- a. Clearance plane. Titik awal tool akan memulai proses
- b. Full vertical retract : tool akan kembali ke Z awal saat berpindah

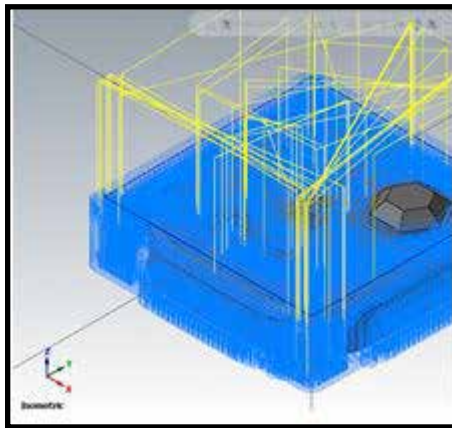


12. Plane

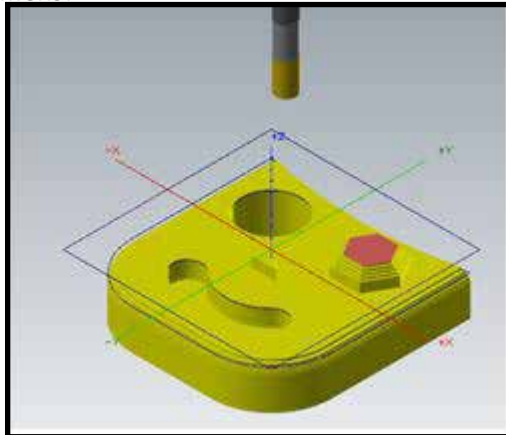
Pastikan semua plane berada pada "Top"



### 13. Backplot (lintasan tool)



Simulasi 3 dimensi

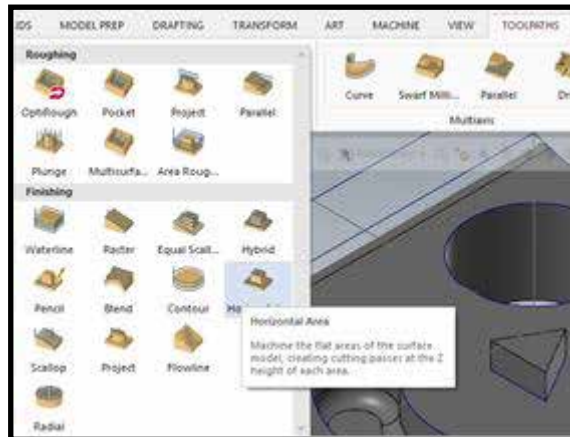


### C. Surface finishing

#### 1. Finishing Horizontal

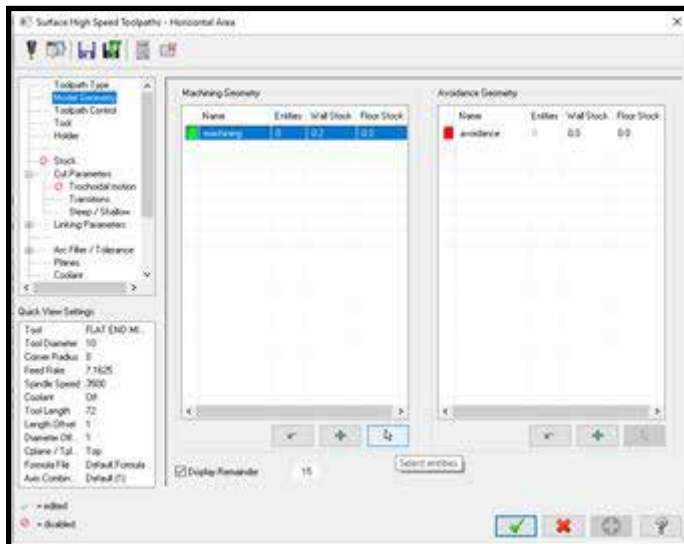
Yaitu proses *finishing* pada semua area datar

- a. Masuk pada *toolpath* 3D
- b. Klik *Horizontal area*

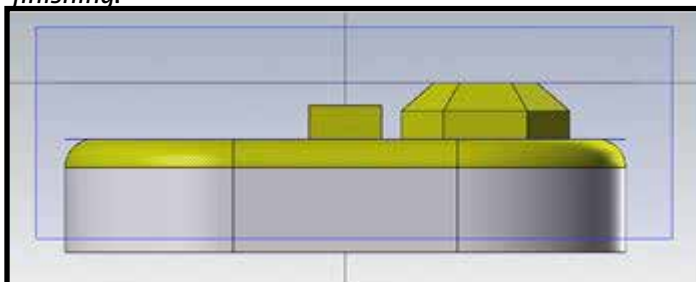


c. Model geometry

- 1) Karena yang akan di *finishing* adalah area datar, maka pada *machining geometry – floor stock* diisi 0
- 2) Klik pada tanda panah di bawah ini (*select entities*)

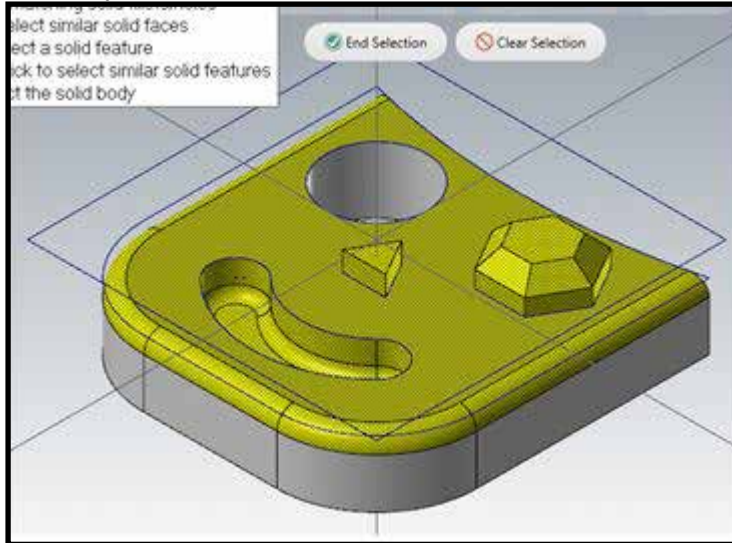


- 3) Boleh diblok semua atau cukup blok bidang datar yang akan di *finishing*.





Tampilan *isometric*



4) *End selection*

d. *Toolpath control*

1) *Containment boundary* : klik *raw material*

2) *Compensate to* : *outside*.

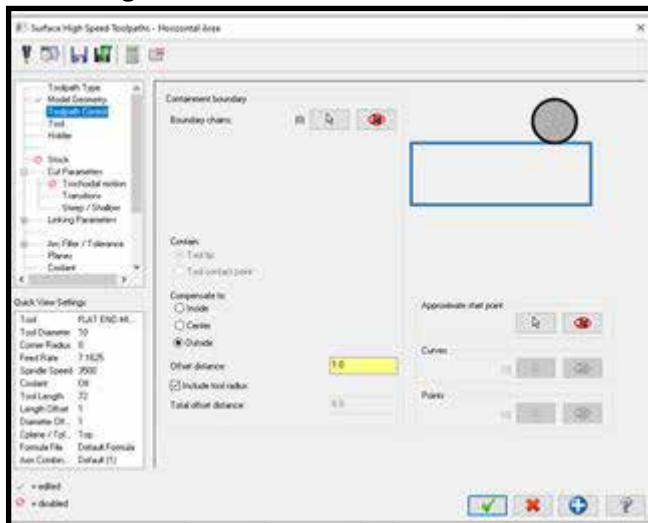
*Tool* akan melakukan penyayatan dari luar garis *raw material*.

3) *Offset distance* : 1.

Sisi *tool* yang keluar dari garis *raw material* adalah 1 mm

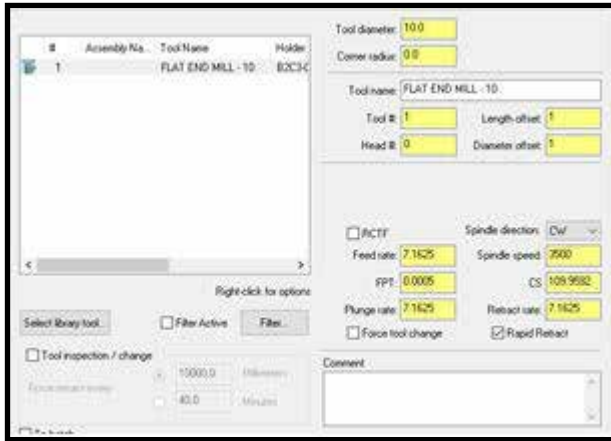
4) *Include tool radius*. Sisi yang keluar ditambah dengan radius *tool*

Jika radius *tool* adalah 5 mm, maka bagian dari *tool* yang keluar dari garis *raw material* adalah 6 mm

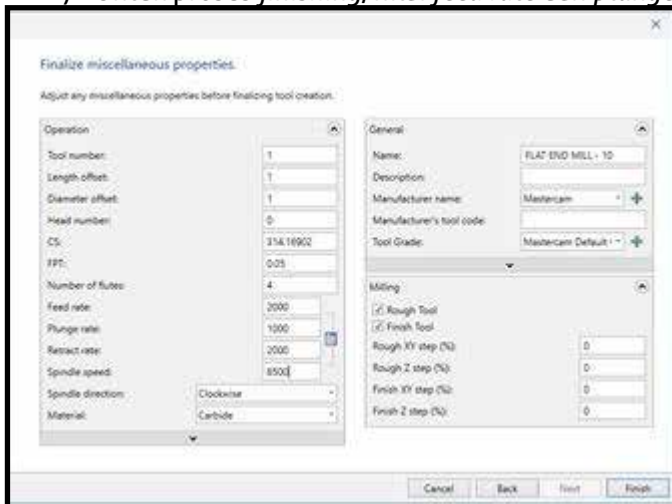


e. *Tool*

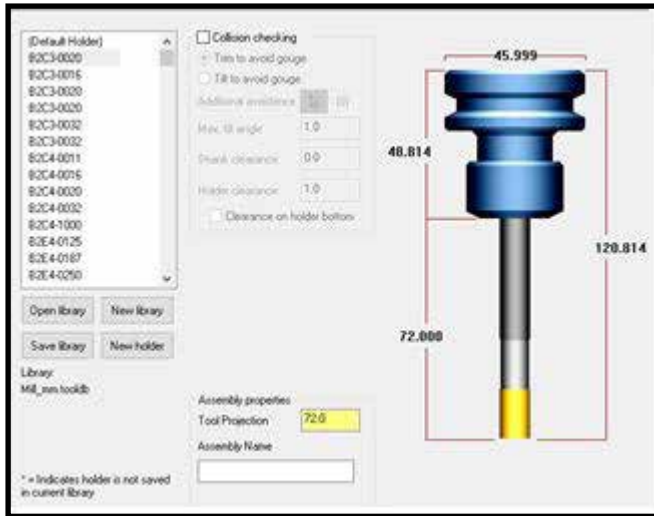
1) Pilih salah satu *tool*. Atau masih menggunakan *flat endmill* diameter 10 mm



2) Untuk proses *finishing*, nilai *feed rate* dan *plunge rate* diturunkan

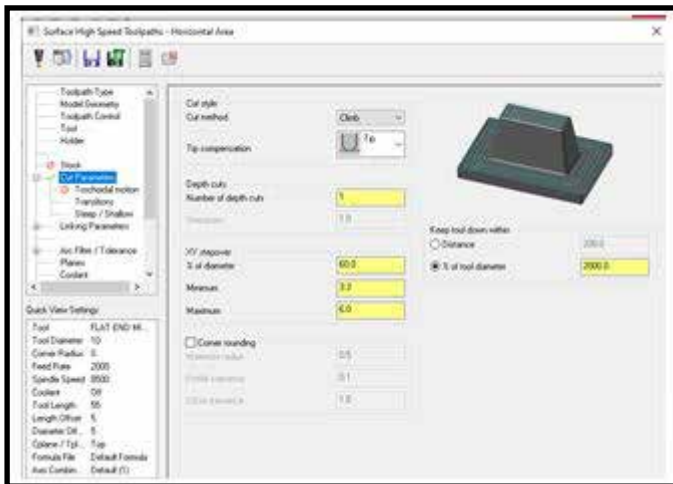


f. Holder



g. *Cut parameter*

- 1) *Keep tool down within-% of tool diameter.* Adalah jarak turun maksimum tool tanpa kembali ke titik retract terlebih dahulu.
- 2) *Tip compensation.* Tip atau center



h. *Trochoidal motion*

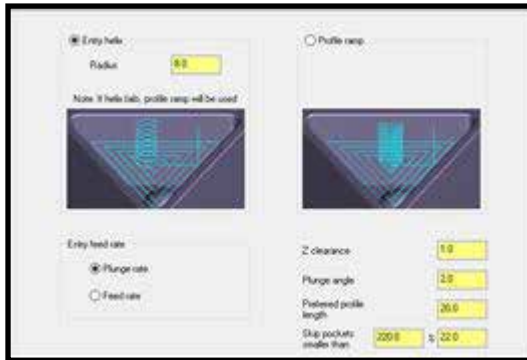
Adalah teknik pengerjaan pada area sudut sempit





MATERI PEMBELAJARAN

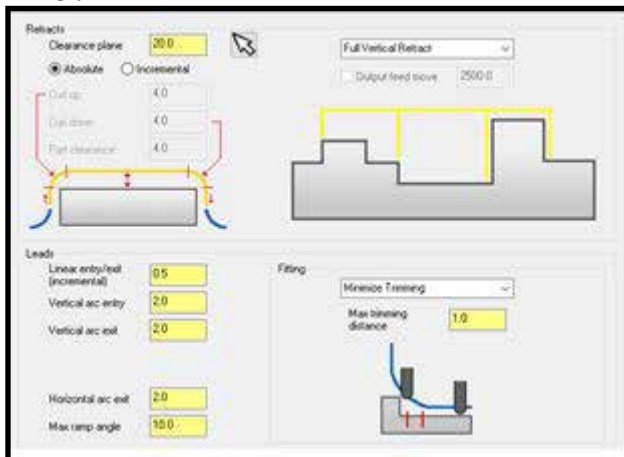
- i. *Transitions*  
Entry helix – radius : radius perputaran helix



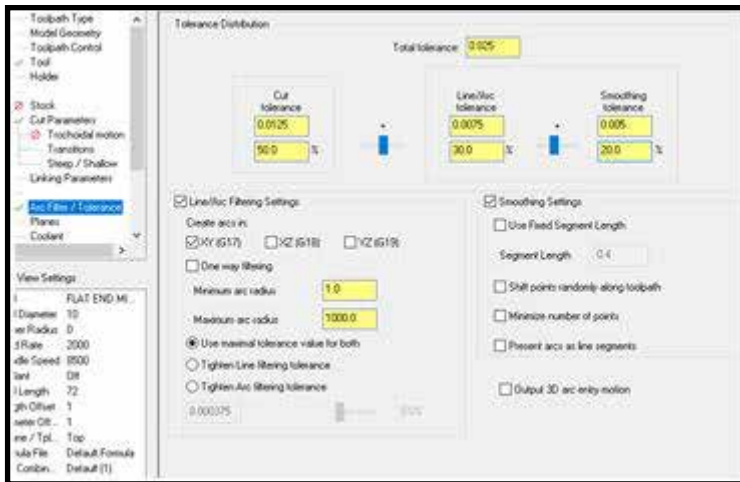
- j. *Step / sawlow*
- 1) Klik *detect limit*
  - 2) *Minimum depth* 0. Jika bidang paling atas ketika *facing* tidak menyisakan *allowence* untuk di *finishing*, maka *minimum depth* diganti -0,01. Sehingga bidang paling atas tidak ikut di *machining toolpath horizontal area*



- k. *Linking parameter*



- l. *Arc filter/ tolerance*  
Untuk proses *finishing* dengan hasil yang maksimal, lakukan pengaturan pada *arc filter/ tolerance*
- 1) Aktifkan *line/ arc filtering settings* dan *smoothing settings*
  - 2) Isikan *Cut tolerance* 50, *line/ arc tolerance* 30

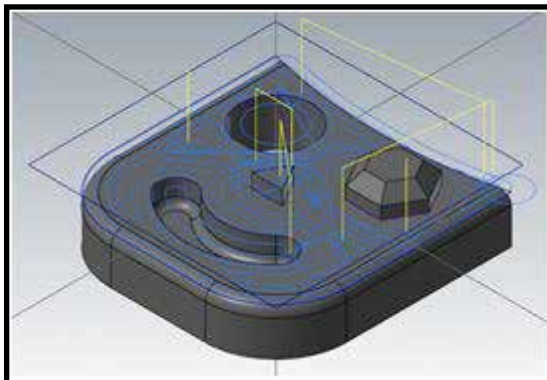


m. *Plane*

Jika pernah menambah *plane*, pastikan selalu cek *plane* pada posisi *plane* yang sama.



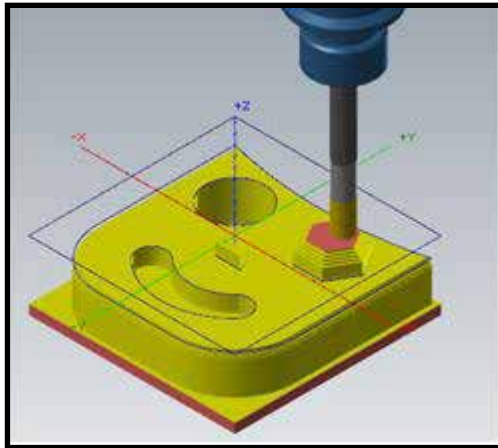
n. *Backplot*



Simulasi 3 dimensi



MATERI PEMBELAJARAN



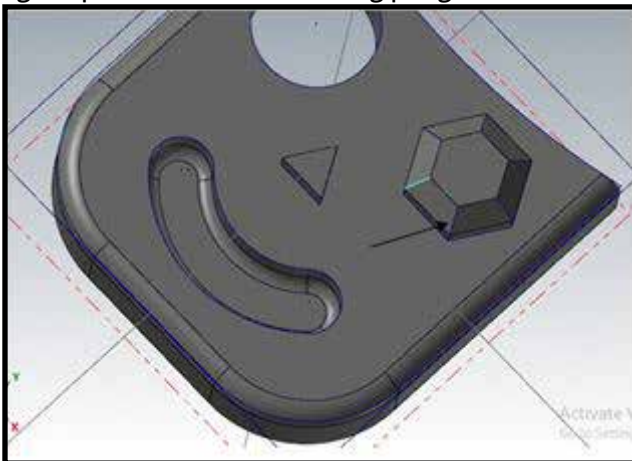
2. *Finishing ruled 2d*

Sebelum masuk ke *toolpath ruled 2d*, kita harus membuat garis bantu terlebih dahulu.

a. Masuk ke *wireframe*, klik *line endpoint*



b. Buat garis pada semua sudut miring poligon



c. Masuk ke *toolpath 2d*, pilih *ruled 2d*

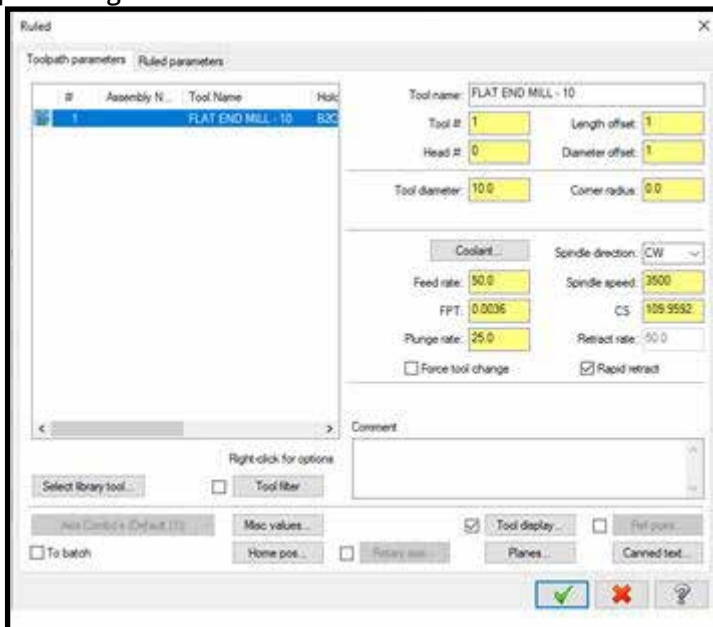




- d. Pilih semua garis bantu yang sudah dibuat dengan tanda arah panah ke bawah. Maksudnya adalah proses pengerjaan dari atas ke bawah. Garis bantu yang diklik pertama juga diklik lagi yang terakhir
- e. OK



- f. *Toolpath parameter*  
Pilih *tool*. Kemudian lakukan pengaturan geometri dan parameter pemotongan

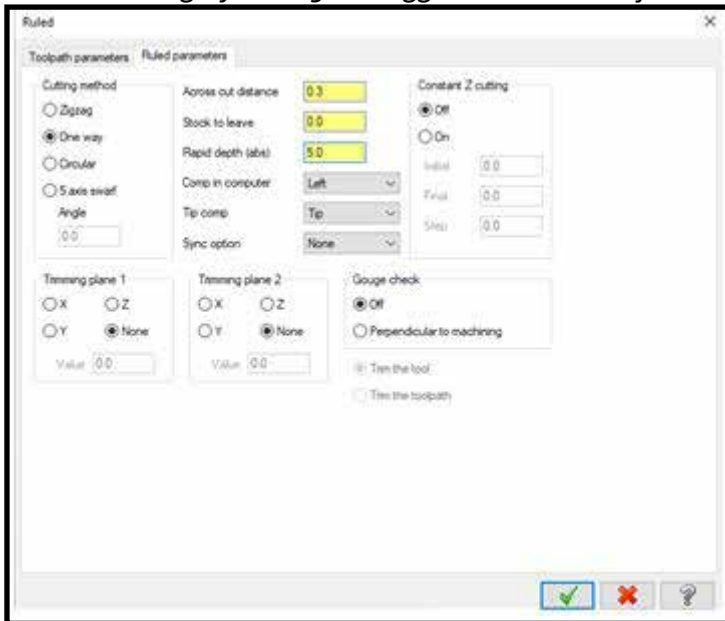




MATERI PEMBELAJARAN

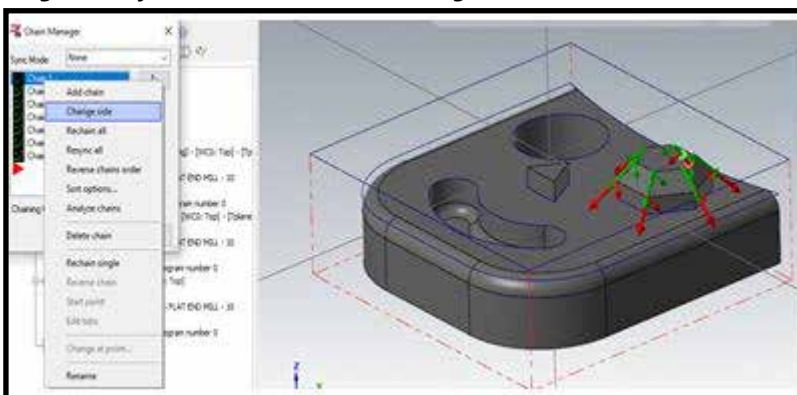
g. *Ruled parameter*

- 1) *Cutting method* : *one way*. *Tool* akan bergerak melingkari poligon.
- 2) *Across Cut distance* : 0,3 adalah jarak kedalaman penyayatan 0.3 mm. Karena yang akan dibentuk adalah bidang miring, sedangkan *tool* yang digunakan adalah *flat*, maka semakin kecil *across Cut distance* akan semakin halus pula permukaan yang dihasilkan
- 3) *Stock to leave*. Daging yang disisakan untuk proses *finishing*. Karena pada *toolpath area mill* sudah terbentuk tangga, maka *toolpath ruled 2d* ini sebagai *finishing*, sehingga *stock to leave* nya diberi nilai 0

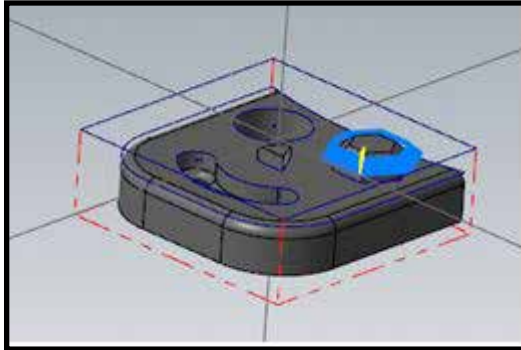


h. OK

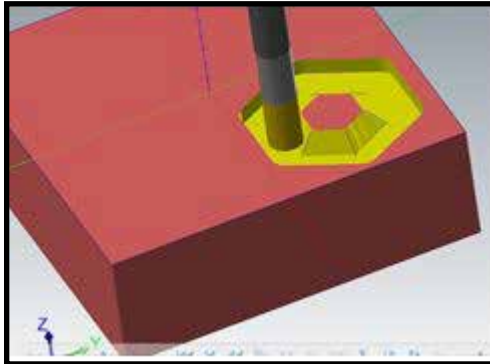
- i. Ada kemungkinan *tool* menyayat didalam benda kerja. Hal ini diakibatkan posisi *tool* yang salah. Langkah penyelesaiannya adalah klik pada *geometry* – klik kanan *chain* – *change side*.



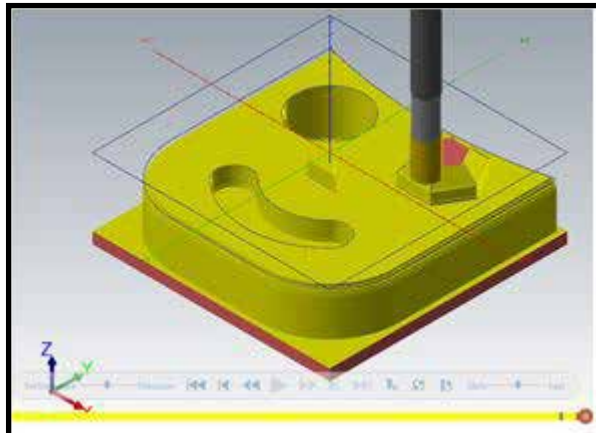
j. *Backplot*



Simulasi *ruled 2d*



k. Simulasi keseluruhan



3. *Finishing swept 2d*

*Finishing swept* untuk membentuk bidang radius pada sudut atas. Sebelum masuk ke *toolpath swept 2d*, harus membuat kurva yang akan dibuat acuan radiusnya terlebih dahulu.

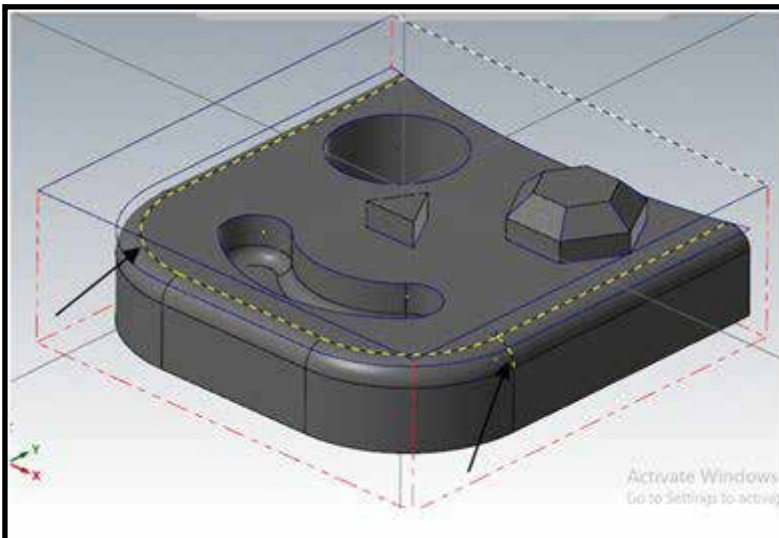
- a. Masuk ke *wireframe*, klik *curve one edge*



MATERI PEMBELAJARAN



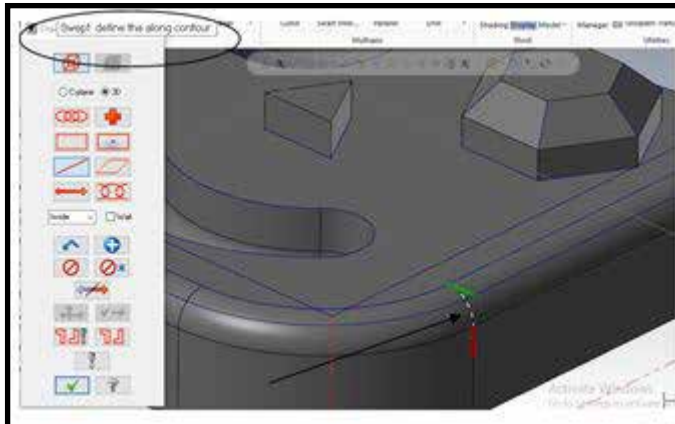
- b. Klik *entities* pada ujung atas bidang radius
- c. Klik *entities* yang melintang mengikuti bidang radius. OK



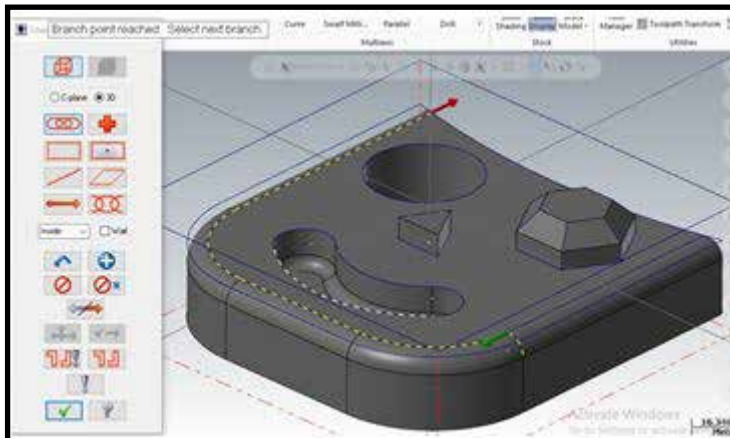
- d. Masuk ke *toolpath 2d*, pilih *swept 2d*



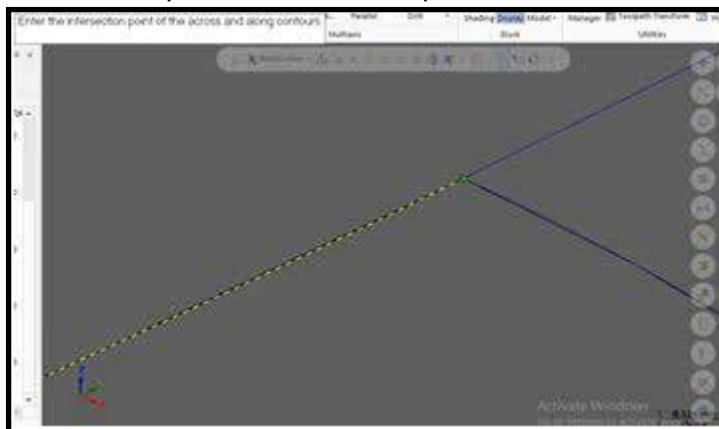
- e. *Swept define the along contour*. Klik *curva* yang melintang. Arah panah ke bawah



- f. Kemudian klik garis yang memanjang. Jika tidak bisa utuh seperti gambar di bawah ini karena terpotong oleh garis yang melintang, klik salah satu terlebih dahulu, lalu klik tanda plus biru, kemudian klik garis berikutnya.



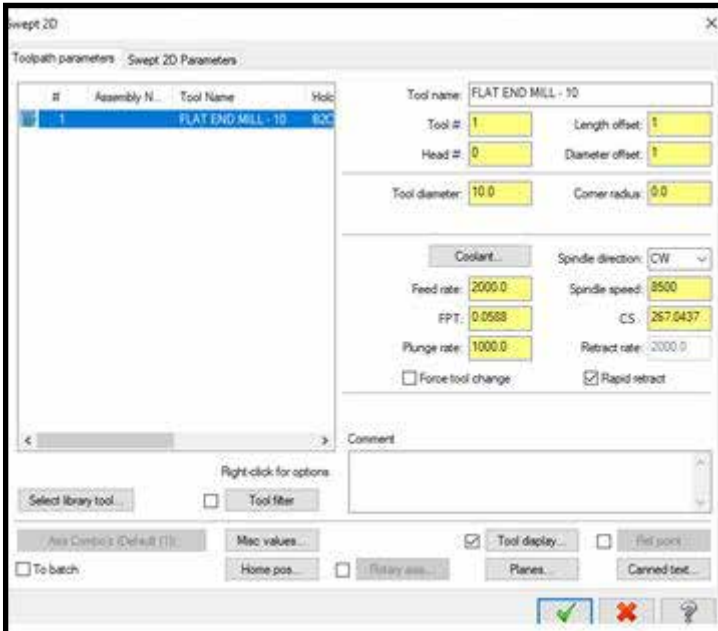
- g. Enter the intersection point of the across and along contour. Zoom pada titik perpotongan, arahkan kursor ke arah perpotongan tersebut sampai muncul tanda plus hijau. Klik tanda plus hijau tersebut.





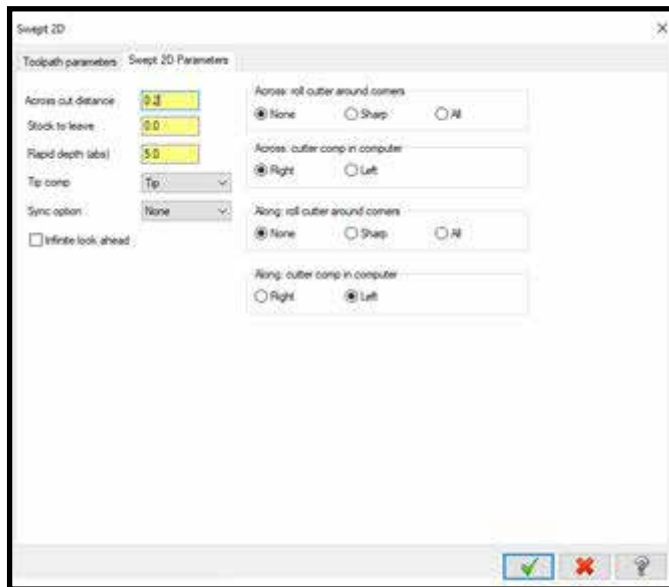
## MATERI PEMBELAJARAN

- h. *Toolpath* parameter. Pilih *tool* dan lakukan pengaturan geometry dan parameter pemotongan



- i. Swept 2D parameter.

- 1) *Across Cut distance*: 0,2. Adalah jarak kedalaman penyayatan 0.3 mm. Karena yang akan dibentuk adalah bidang lengkung, sedangkan *tool* yang digunakan adalah *flat*, maka semakin kecil *across Cut distance* akan semakin halus pula permukaan yang dihasilkan.
- 2) *Stock to leave*. Daging/ *allowence* yang disakan untuk proses *finishing*. Karena pada *toolpath area mill* sudah terbentuk tangga, maka *toolpath swept 2D* ini sebagai *finishing*, sehingga *stock to leave* nya diberi nilai 0.



## CAKRAWALA



### Menggabung *Toolpath* 2D dan 3D

Untuk menyelesaikan sebuah perencanaan *machining* menggunakan mastercam 2019, *toolpath 2D* dan *toolpath 3D* dalam penggunaannya bisa digabung. Semua tergantung dari bentuk yang akan dibuat.

Satu bentuk bisa dibuat menggunakan beberapa macam *toolpath*, misalkan *areamill* bisa mengerjakan yang sama dengan *area Roughing* atau *contour*. Atau *swept 2D* bisa dikerjakan pula menggunakan *toolpath contour* dan lain sebagainya. Semakin kita sering berlatih menggunakan mastercam semakin banyak pula kosakata *strategi toolpath* yang kita kuasai.

## JELAJAH INTERNET



Untuk menambah wawasan mengenai program *surface Roughing* dan *surface finishing toolpath* dapat dilihat secara mandiri melalui internet. Pengetahuan tentang program *surface Roughing* dan *surface finishing toolpath* dapat berupa makalah maupun video dapat dilihat dan dipelajari secara mandiri, berkelompok, maupun dengan bimbingan guru.

Beberapa *website* yang dapat dikunjungi untuk mempelajari dan menambah pengetahuan tentang program *surface Roughing* dan *surface finishing toolpath* bisa scan *QR*-kode di bawah ini .



1. <https://www.youtube.com/watch?v=fgGkxyCVT-Q>



2. <https://www.youtube.com/watch?v=e2A9R5sl2-E>



3. <https://www.youtube.com/watch?v=ByzsjrJwpFM>



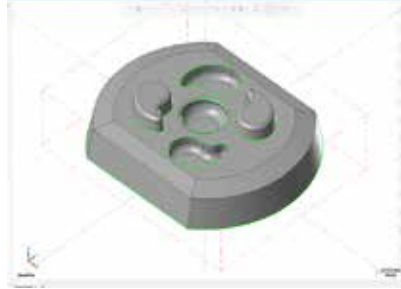
## RANGKUMAN



1. Program *surface Roughing* dan *surface finishing* adalah proses pembuatan program CNC berdasarkan bentuk permukaan benda kerja.
2. Sumber desain yang digunakan untuk membuat *toolpath* berupa gambar 3 dimensi.
3. *Toolpath 3D* berdasarkan *surface* terbagi menjadi *toolpath* untuk *Roughing* dan *toolpath* untuk *finishing*.
4. Dalam pengerjaan sebuah benda kerja dapat digabungkan penggunaannya antara *toolpath 2D* dan *toolpath 3D*



Rancang dengan ukuran sendiri model gambar seperti di bawah ini menggunakan MasterCam 2019. Dilanjutkan dengan proses *surface Roughing* dan *surface finishing*. Jika sudah selesai segera laporkan kepada guru pengampu untuk dilakukan penilaian.



Kerjakan soal di bawah ini dengan benar!

1. Yang akan terjadi jika menggambar 3 dimensi, dalam menambah bidang solid baru yang dipilih adalah *create body* adalah ...
2. Terangkan Langkah-langkah membuat bidang lengkung menggunakan *swept 2D*!
3. Perbedaan membuat bidang miring menggunakan *contour* dan *ruled 2d* adalah ...
4. Dalam membuat bidang lengkung menggunakan *toolpath swept 2d*, perbedaan apa yang terjadi jika menggunakan *tool flat endmill* dan *bullmill*?
5. Perbedaan pengaturan penyayatan antara *area mill* dengan *area Roughing* adalah ...
6. Pada *toolpath ruled 2D*, maksud dari *across Cut distance* adalah ...
7. Jika nilai *Across Cut distance* pada bidang miring diisi angka 1, maka yang akan terjadi adalah ...
8. Jika dalam proses *finishing* bidang datar menggunakan *toolpath pocket*, hal mana saja yang harus menjadi perhatian?
9. Pada *toolpath control*, perbedaan *compensate to center* dan *compensate to outside* adalah ...
10. Pada linking parameter, perbedaan *clearance 50 absolute* dan *50 incremental* adalah ...



## REFLEKSI

Setelah mempelajari bab keenam, Anda tentu sudah lebih mengenal tentang program *surface Roughing* dan *surface finishing* pada proses *milling*. Bagaimana perbedaan dengan *toolpath toolpath* yang sudah dipelajari sebelumnya. Dari materi yang disajikan, jika ada hal-hal yang belum dipahami coba didiskusikan bersama teman maupun guru Anda dan teruslah berlatih menggunakan variasi gambar yang lain agar pemahaman mengenai *surface Roughing* dan *surface finishing* bisa lebih mendalam.

## MENGANALISIS PROGRAM CAM MILLING MELALUI PROSES SIMULASI

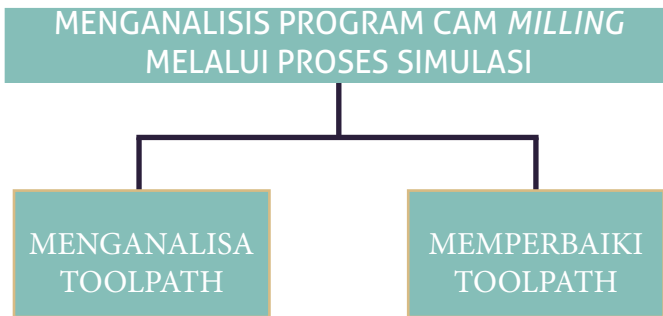
## BAB VII

### TUJUAN PEMBELAJARAN



Setelah memahami fungsi menganalisis program CAM *Milling* melalui proses simulasi, siswa dapat mengetahui kekurangan atau kesalahan dari *toolpath* yang digunakan dan dapat mengatur ulang *toolpath* agar mendapatkan hasil yang maksimal.

### PETA KONSEP



### KATA KUNCI



*Roughing, finishing, toolpath, tool.*

## PENDAHULUAN



Sumber : <https://www.industr.com/en/CNC-software-releases-mastercam2338065>

Ketika perencanaan *toolpath* sudah selesai dilakukan, sebelum ditransfer menjadi G-kode alangkah baiknya dilakukan *review* terlebih dahulu terhadap *toolpath* tersebut. *Review* dapat dilakukan melalui *backplot*/ lintasan *tool*. Dari hal itu nanti akan dapat diketahui jika masih ada kesalahan/ kekurangan sehingga jika nanti *toolpath* ditransfer menjadi g-kode dan dijalankan ke mesin CNC maka sudah akan didapatkan produk seperti yang diinginkan.

Dengan kata lain kesalahan/ kekurangan tersebut, tidak ditemukan setelah produk selesai dibuat yang tentunya akan menimbulkan kerugian biaya dan waktu. Dalam menganalisa *toolpath* ini memerlukan ketelitian dan kesabaran. Biasanya jika *toolpath* sudah selesai dibuat dan disimulasikan 3 dimensi, kebanyakan sudah merasa puas. Padahal, jika diteliti lebih dalam lagi dan jika akan ditransfer ke mesin CNC perlu dianalisa lebih dalam untuk mendapatkan produk yang sempurna

Pada pembahasan bab ini, proses analisa akan diambilkan dari *toolpath-toolpath* pada bab sebelumnya. Akan dijelaskan perbedaan menggunakan parameter satu dengan yang lain dan parameter mana yang seharusnya digunakan.

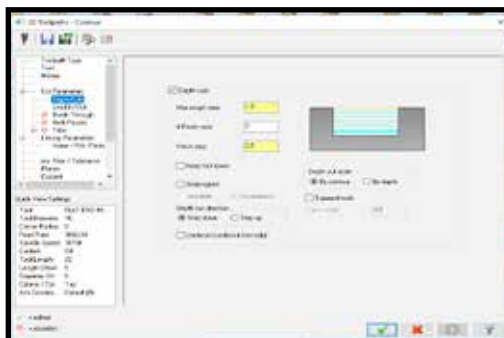


## MATERI PEMBELAJARAN

A. Menganalisa *toolpath*

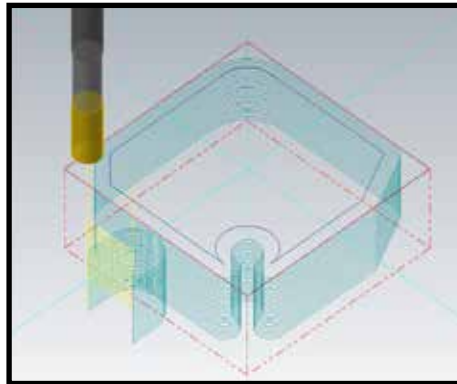
1. Berhubungan dengan waktu *machining*
  - a. Contoh pada *contour finishing*

Jika pada pengaturan awal, pada *depth Cut* seperti gambar di bawah ini

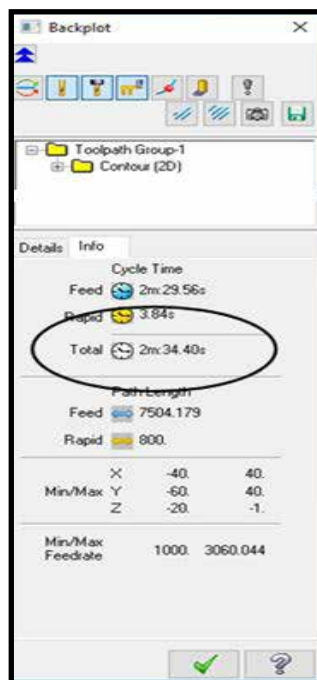




- 1) *Max Rough step* : 1
- 2) *Keep tool down* tidak dicentang  
Dengan *backplot*/ lintasan *tool* seperti gambar di bawah ini



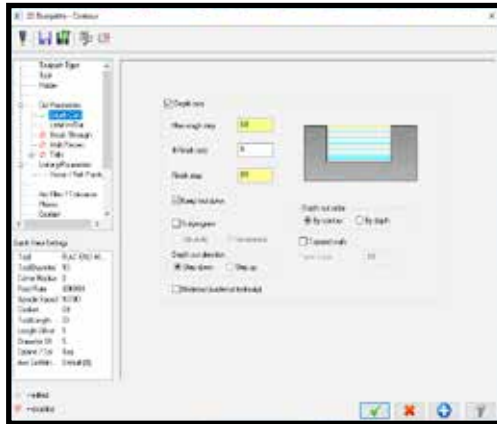
Waktu yang dibutuhkan untuk proses *toolpath contour* adalah 2 menit 34 detik



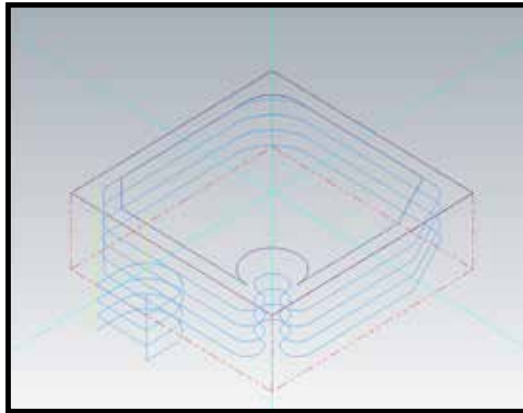
Padahal *toolpath contour* disini adalah proses *finishing*, dimana *allowance* atau material yang tersisa pada dinding adalah 0,2 mm. seharusnya *tool* berani untuk melakukan penyayatan dengan kedalaman yang lebih tebal. Disini, *max Rough step* ditambah menjadi 5 mm sekali penyayatan, kemudian *keep tool down* dicentang



MATERI PEMBELAJARAN



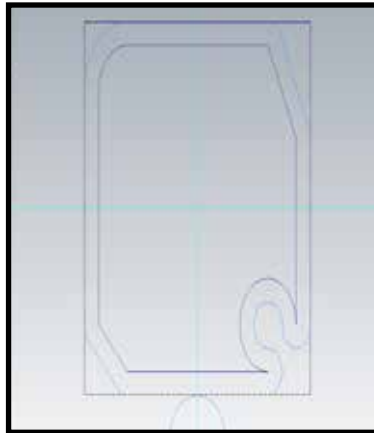
Maka akan didapat lintasan pahat



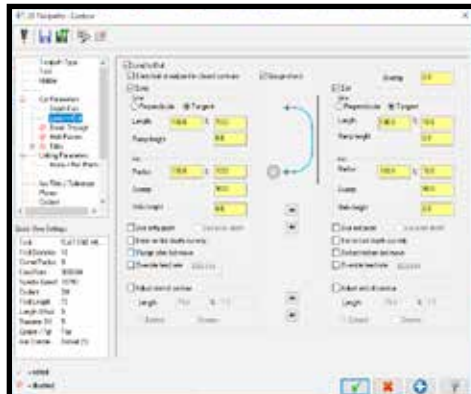
Dengan waktu pemesinan 33,06 detik



b. Masih pada *toolpath contour*, perhatikan gambar di bawah ini .

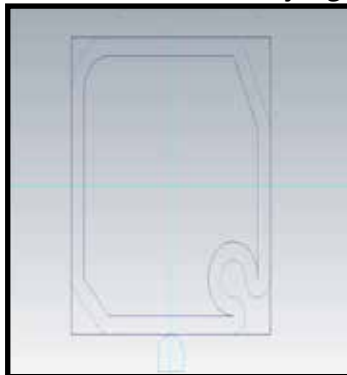


Pada gambar di atas, menunjukkan masuk keluar *tool* dalam melakukan penyayatan. Pengaturan pada *toolpath* adalah pada *lead in/ out*



Dari gambar di atas dapat dibaca bahwa *tool* masuk melakukan penyayatan dengan jarak awal 100% dari diameter *tool* (10 mm). Begitu juga dengan jarak keluar penyayatan per tingkat kedalaman. Jika melakukan 4 kali penyayatan tingkat kedalaman, maka mengulangi pula jarak masuk dan keluar sebanyak 4 kali.

Jika sekarang *entry* dan *exit* diubah menjadi 50% (5 mm), maka akan didapat lintasan masuk dan keluar *tool* yang lebih kecil



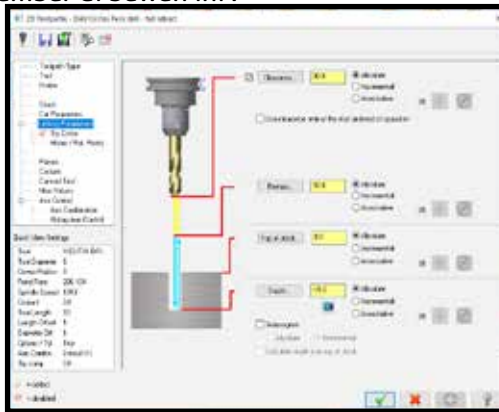


MATERI PEMBELAJARAN

Dan waktu pemesinan yang dibutuhkan menjadi 30,46 detik



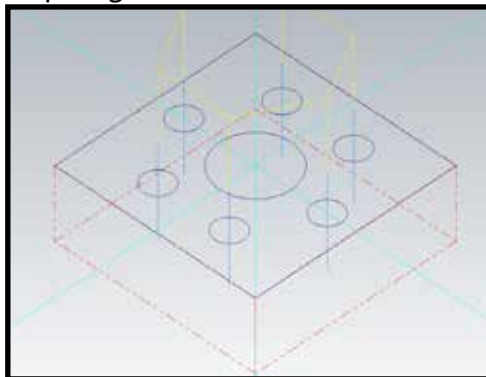
- c. Menganalisa pada proses *Drilling*  
Pada 2D – *toolpath –Drill / circles peck Drill* dengan pengaturan awal seperti gambar di bawah ini .



1) *Retract* : 10

2) *Use clearance only at the start and end of operation*

Didapat lintasan pahat seperti gambar di bawah ini.

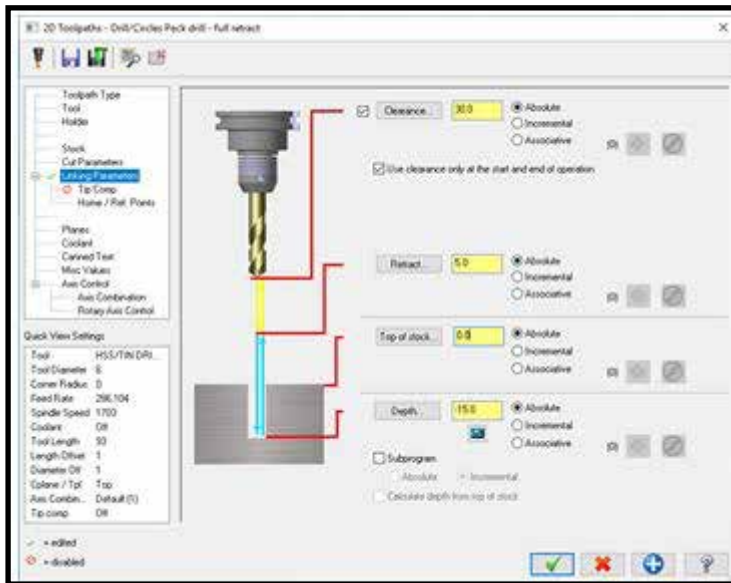




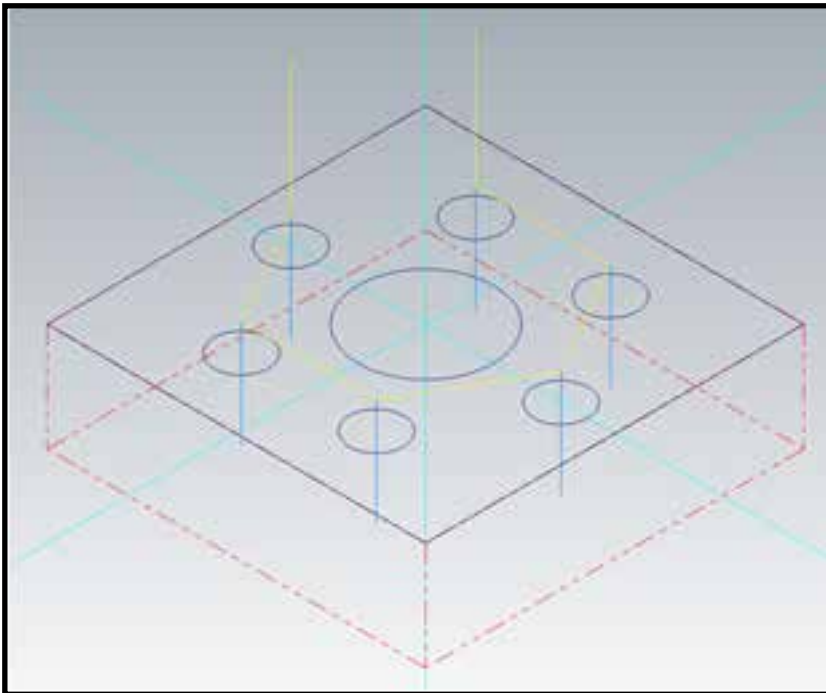
Didapat waktu untuk *machining* 34 detik



Kemudian nilai *retract* coba diturunkan menjadi 5 dan dicentang pada *use clearance only at the start and end of operation*



Maka akan didapat lintasan pahat sebagai berikut



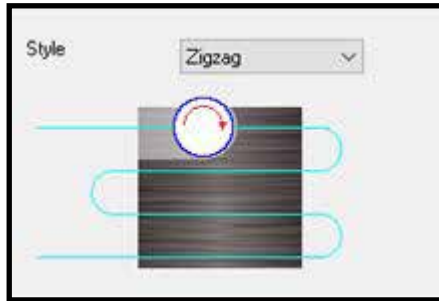
Dengan waktu pemesinan selama 27,53 detik



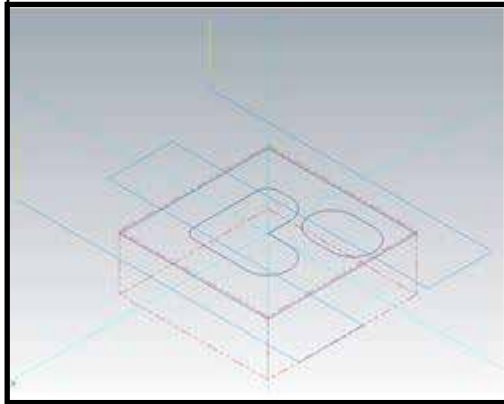
d. Menganalisa proses *facing*

Pengaturan pada *Cut parameter – style, toolpath face* adalah seperti berikut

1) *Zig-zag*



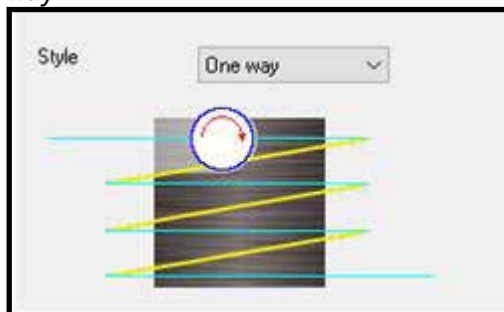
Backplot



Waktu yang dibutuhkan untuk *machining*

Details	Info
	Cycle Time
Feed	🌐 14.49s
Rapid	🟡 0.27s
Total	🕒 15.76s

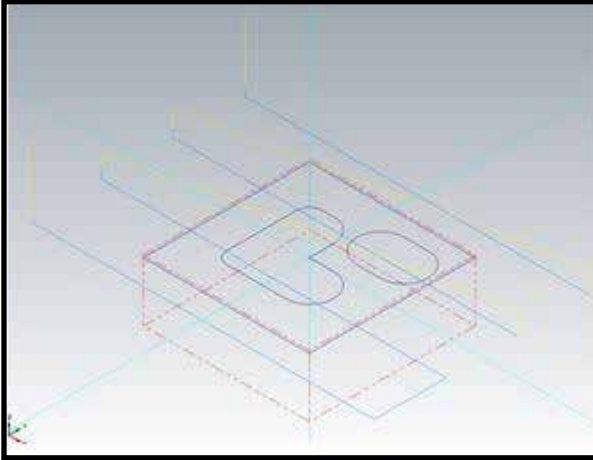
2) *One way*



Backplot



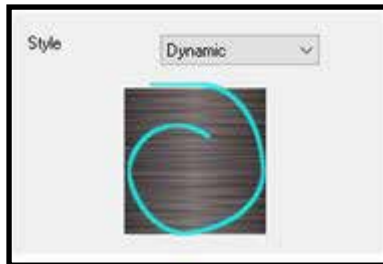
MATERI PEMBELAJARAN



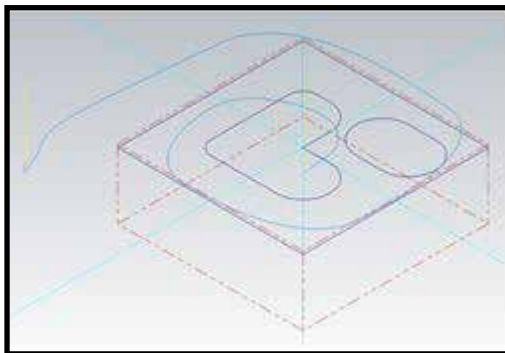
Waktu yang dibutuhkan untuk *machining*



3) *Dynamic*



*Backplot*



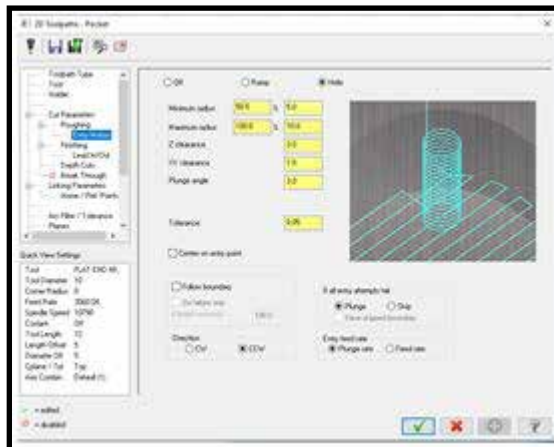
Waktu yang dibutuhkan untuk *machining*



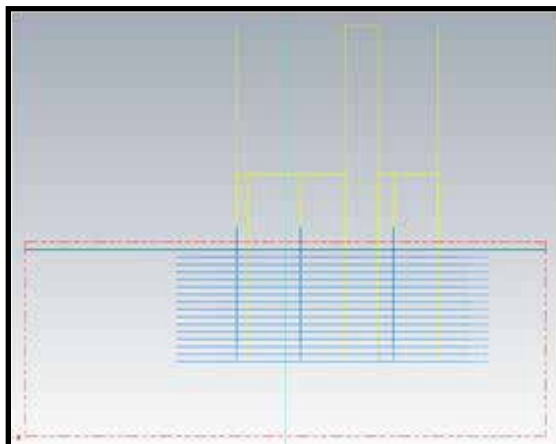
2. Berhubungan dengan proses *machining*

a. Analisa *toolpath pocket*

Yang akan dianalisa disini adalah proses masuk *tool* ke benda kerja. Perhatikan gambar di bawah ini



Dengan pengaturan minimum radius 5 mm dan maksimum radius 10 mm. Perhatikan lintasan *tool* di bawah ini

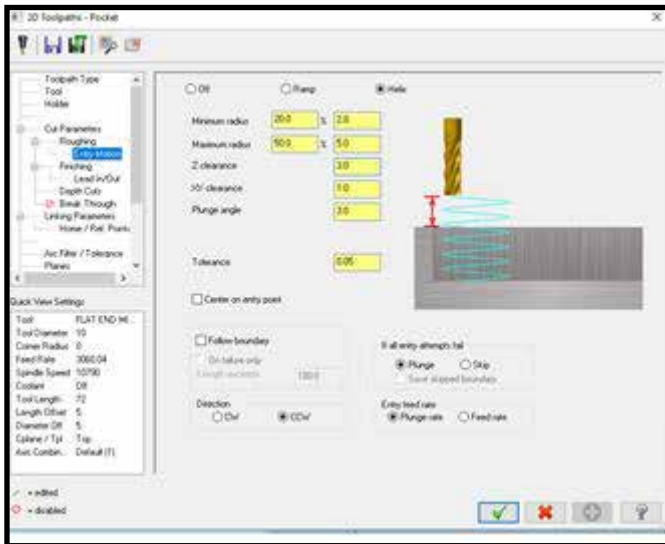




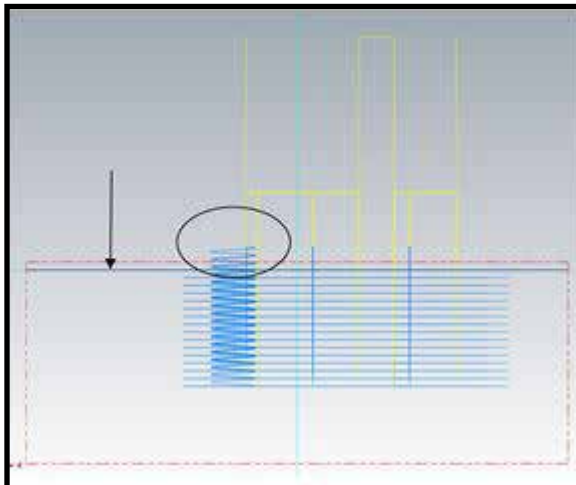
MATERI PEMBELAJARAN

Bahwa *tool* bergerak menuju benda kerja langsung menabrak, sehingga rawan terjadi kerusakan baik pada *tool* maupun pada benda kerja. Padahal pengaturan *Z clearance* sudah diberi jarak 3 mm dari permukaan benda kerja *tool* seharusnya sudah bergerak *helix* saat bersentuhan dengan benda kerja.

Sekarang pengaturan pengaturan minimum radius diperkecil menjadi 2 mm dan maksimum radius diubah menjadi 5 mm



Perhatikan lintasan *tool* di bawah ini



Terlihat bahwa *tool* sebelum menyentuh benda kerja sudah bergerak secara *helix* sehingga sangat aman untuk *tool* maupun benda kerja.

Pada pengaturan pertama *tool* tidak bergerak *helix* sebelum bersentuhan dengan benda kerja dikarenakan minimum radius untuk berputar *helix* masih terlalu lebar dibandingkan dengan lebar *pocket* yang akan *dimachining* sehingga *tool* tidak mau bergerak *helix* karena pergerakan *helix* berada di luar area yang akan *dimachining*.

b. Analisa *toolpath swepth 2D* dan *ruled 2D*

Untuk proses ideal, *tool* yang digunakan untuk membuat bidang lengkung adalah *bull endmill* atau *ballnose mill* sedangkan untuk membuat bidang miring bisa menggunakan *chamfer mill*. Tetapi jika *tool* yang dimaksud tidak tersedia, maka bisa menggunakan cara lain.

Membuat bidang lengkung dan bidang miring bisa dilakukan menggunakan *flat endmill* dengan beberapa ketentuan. Yang paling utama adalah kedalaman tiap kali penyayatan dibuat sekecil mungkin, tetapi dengan akibat waktu pemesinan yang juga bertambah lama.

Pada bab sebelumnya sudah dibahas mengenai pembuatan *toolpath swepth 2D* dan *ruled 2D* menggunakan *tool flat endmill*. Mari kita analisa satu persatu terutama dalam pengaturan kedalaman tiap kali penyayatan.

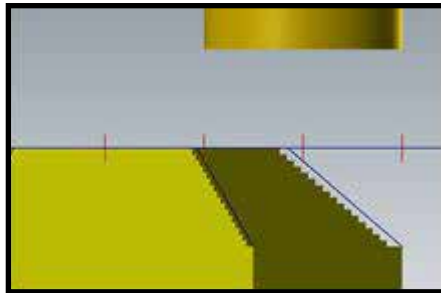
Pada *toolpath swepth 2D* dan *ruled 2D* menggunakan *tool flat endmill* yang paling berpengaruh terhadap kualitas hasil pemesinan adalah kedalaman tiap kali penyayatan dimana dalam *toolpath swepth 2D* berupa pengaturan *across Cut distance*. Jika pada *across Cut distance* kita beri nilai 0.5, yang berarti kedalaman penyayatan tiap *step* adalah 0.5 mm.



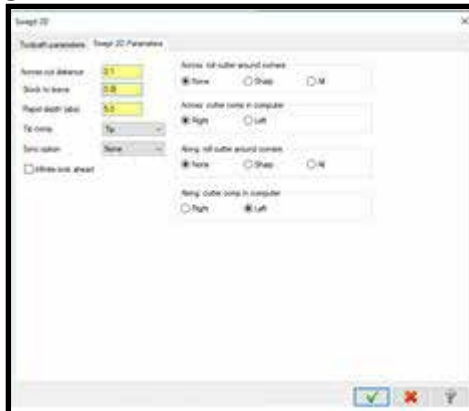
Maka pada *backplot* akan didapat hasil seperti gambar di bawah ini



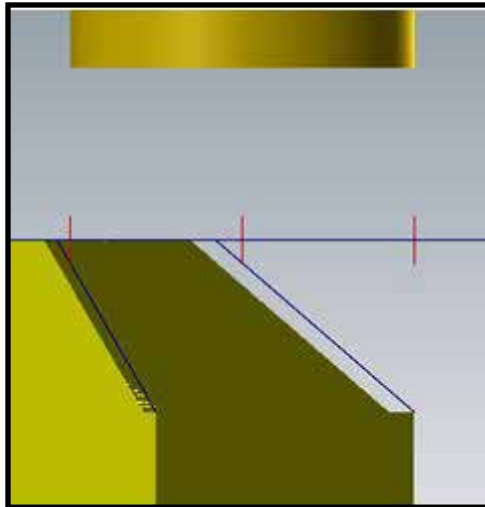
## MATERI PEMBELAJARAN



Disini terlihat bahwa bidang lengkung yang dibuat masih terlihat jelas *step step* penurunannya. Yang berarti jika nanti di *machining*, bidang lengkung/ miring yang dihasilkan masih kasar berupa tangga sedangkan jika *across Cut distance* diturunkan lagi menjadi 0.1.



Maka pada *backplot* akan didapat hasil seperti gambar di bawah ini



Akan didapat hasil permukaan yang lima kali lebih halus. Tetapi tentu saja waktu *machining* yang dibutuhkan juga lima kali lebih lama. Semua tergantung kekasaran seperti apa yang diinginkan.



### Trouble Transfer Program

Jika telah selesai dalam membuat *toolpath*, jangan langsung merasa puas. *Toolpath* asal jadi jika langsung ditransfer ke mesin CNC ada beberapa kemungkinan yang akan terjadi :

1. Produk jadi sesuai yang diinginkan;
2. Produk jadi tetapi kurang maksimal;
3. Produk tidak jadi bahkan rusak pada *tool* maupun benda kerja; atau
4. Waktu *machining* sangat lama.

Untuk mengantisipasi kemungkinan kedua, ketiga dan keempat, maka kita harus menganalisa terlebih dahulu *toolpath* yang sudah dibuat. Urutan sebelum menganalisa adalah kita harus tepat terlebih dahulu dalam memilih *toolpath* yang sesuai dengan bidang yang akan dibuat. Jika diibaratkan, jangan sampai dalam memotong kertas kita menggunakan gergaji. Bisa, tetapi untuk mendapatkan hasil yang bagus membutuhkan pembenahan yang sangat banyak.

Jika *toolpath* sudah selesai jangan terburu-buru untuk segera *dimachining* di mesin CNC, harus dilakukan cek lagi terhadap *toolpath* apakah akan menghasilkan produk yang sempurna.



Untuk menambah wawasan mengenai menganalisis program cam *milling* melalui proses simulasi dapat dilihat secara mandiri melalui internet. Pengetahuan tentang menganalisis program CAM *milling* melalui proses simulasi dapat berupa makalah maupun video dapat dilihat dan dipelajari secara mandiri, berkelompok, maupun dengan bimbingan guru.

Beberapa *website* yang dapat dikunjungi untuk mempelajari dan menambah pengetahuan tentang menganalisis program CAM *milling* melalui proses simulasi bisa scan QR-kode di bawah ini

1. <https://www.youtube.com/watch?v=3m6H0Kq9iGE>
2. [https://www.youtube.com/watch?v=gtR9cel\\_9nc](https://www.youtube.com/watch?v=gtR9cel_9nc)



1



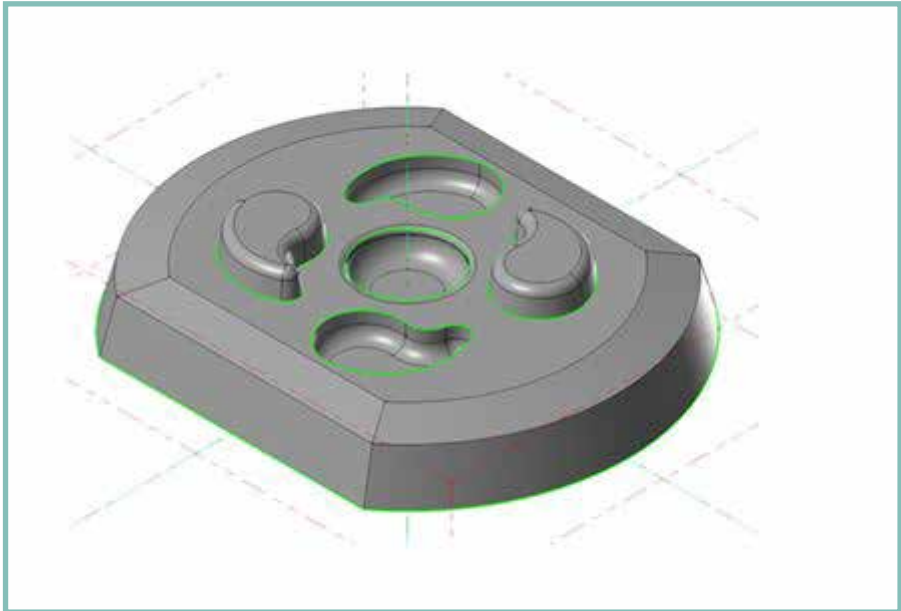
2



1. Menganalisis program CAM *milling* melalui proses simulasi adalah proses yang cukup penting dalam pembuatan *toolpath*.
2. Menganalisis program CAM *milling* melalui proses simulasi dapat mengetahui kekurangan sempurna *toolpath* yang sudah dibuat.
3. Menganalisis dan memperbaiki *toolpath* yang benar akan dapat meningkatkan kualitas hasil pemesinan dan mengoptimalkan waktu yang digunakan.



Lakukan pembuatan *toolpath* ulang pada tugas mandiri bab VI dengan penyempurnaan pengaturan *toolpath*. Lakukan *machining* kedua *toolpath* pada mesin CNC *milling*. Bandingkan hasil produk dari kedua *toolpath* secara fisik maupun waktu proses *machining*.





## PENILAIAN AKHIR BAB

Kerjakan soal di bawah ini dengan benar!

1. Jika *toolpath* dibuat asal jadi, maka kemungkinan yang akan terjadi adalah ...
2. Perbedaan membuat bidang lengkung menggunakan *flat endmill* dan *bull endmill* adalah ...
3. Keuntungan melakukan analisa *toolpath* sebelum proses *machining* adalah ...
4. Jika dalam memperbaiki *toolpath* adalah dengan memperpendek lintasan *tool* maka akan berakibat pada ...
5. Pada proses *pocket*, untuk menghindari pergerakan *tool* langsung menabrak benda kerja adalah ...
6. Jika pada proses *finishing* menggunakan *toolpath contour*, pengaturan *max Rough step* berpengaruh pada ...
7. Keuntungan *toolpath face* menggunakan style Zig-zag daripada *one way* adalah ...
8. Mencentang *use clearance only at the start and end of operation* pada *linking parameter* berfungsi untuk ...
9. Mencentang *keep tool down* pada *toolpath contour* berpengaruh pada ...
10. Dapatkan *bull endmill* digunakan untuk membuat bidang miring? Jelaskan kemungkinan hasil *machining* yang diperoleh!



## REFLEKSI

Setelah mempelajari bab tujuh, Anda tentu sudah lebih mengenal tentang menganalisis program CAM *milling* melalui proses simulasi. Sehingga kita dapat menentukan *toolpath* yang seperti apa yang seharusnya dilakukan untuk mendapatkan hasil yang maksimal dan proses yang efisien.

Dari materi yang disajikan, jika ada hal-hal yang belum dipahami coba didiskusikan bersama teman maupun guru Anda dan teruslah berlatih untuk memperdalam pemahaman tentang menganalisis program cam *milling* melalui proses simulasi.

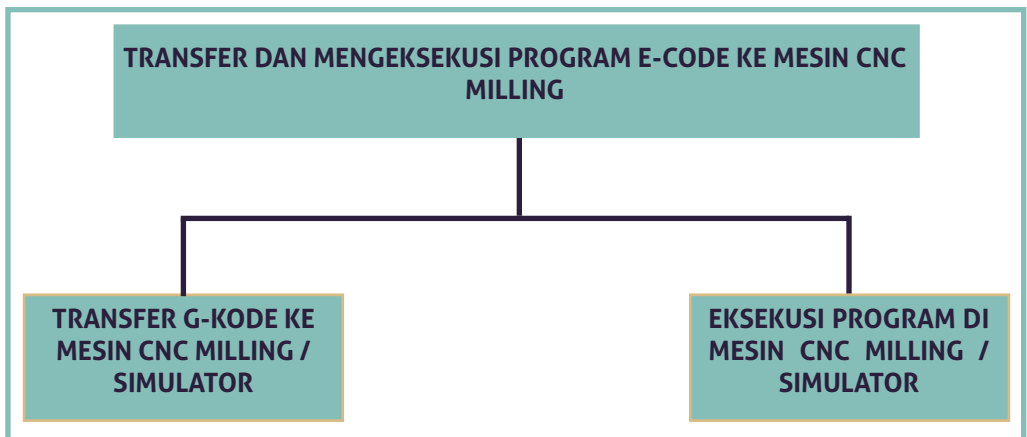
**TRANSFER DAN MENGEKSEKUSI PROGRAM G-KODE KE  
MESIN CNC MILLING**

**TUJUAN PEMBELAJARAN**



Setelah memahami fungsi transfer dan mengeksekusi program *g*-kode ke mesin CNC *milling*, siswa dapat memindahkan *g*-kode ke mesin CNC dan mengeksekusi rancangan *toolpath* yang sudah dibuat menjadi produk jadi.

**PETA KONSEP**

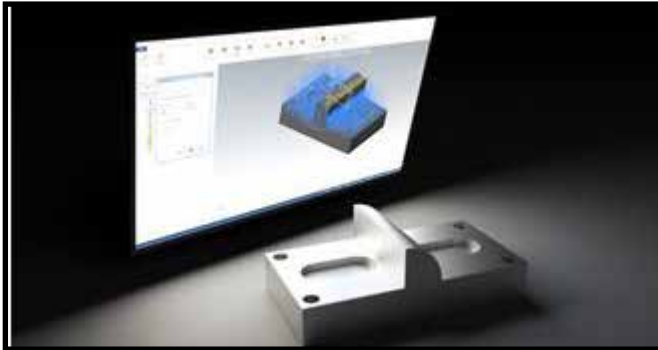


**KATA KUNCI**



*Swansoft, simulator, transfer, g-kode, milling, toolpath.*

## PENDAHULUAN

Gambar 8.1 Transfer dan eksekusi *g*-kode

Sumber : <https://www.pluralsight.com/courses/mastercam-introduction-basics>

Tujuan utama pembuatan *toolpath* dengan *software* CAM adalah untuk menghasilkan *g*-kode. Setelah *toolpath* dibuat sedemikian rupa, maka langkah selanjutnya adalah mengkonversi *toolpath* tersebut menjadi *g*-kode. *G*-kode yang dihasilkan kemudian ditransfer ke mesin CNC.

Pada pembahasan bab ini transfer *g*-kode dan eksekusi program akan dilakukan pada *simulator* CNC swansoft. Keuntungan menggunakan simulator CNC adalah sebagai berikut.

1. bagi yang tidak mempunyai mesin CNC tetap bisa praktik eksekusi program *g*-kode;
2. jika terjadi kesalahan program maupun *setting*, tidak akan merusak mesin maupun kelengkapan yang lain; dan
3. pada *simulator* terdapat banyak pilihan kontrol mesin sehingga dapat mengenal dan mempelajari mesin dengan tipe kontrol yang lain.



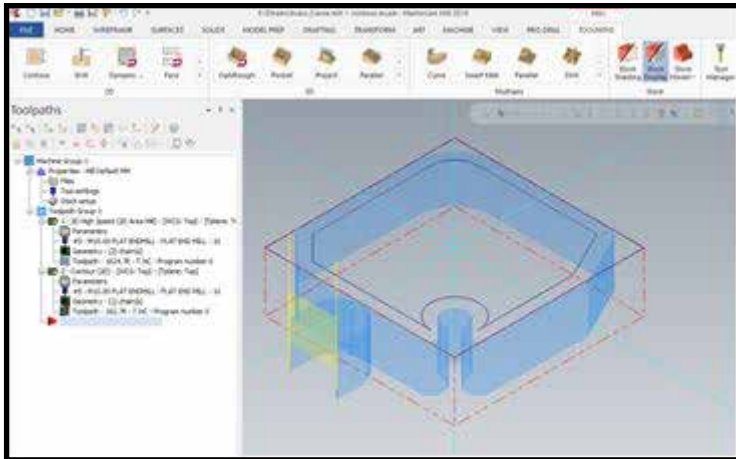
## MATERI PEMBELAJARAN

A. *Editing G-Kode*

Sebelum transfer *g*-kode ke mesin CNC/ simulator CNC, terlebih dahulu adalah mengonversi *toolpath* menjadi *g*-kode. Setelah *g*-kode didapat, langkah berikutnya adalah menyesuaikan *g*-kode tersebut dengan *format g*-kode mesin CNC yang akan digunakan. Adakalanya beberapa kode G tidak terbaca atau tidak dibutuhkan pada sebuah kontrol mesin CNC, maka dari itu sebelum program *g*-kode ditransfer ke mesin CNC, *g*-kode hasil dari *software* CAM harus terlebih dahulu dilakukan penyesuaian. Tetapi ada pula kontrol mesin CNC yang bisa secara langsung-tanpa perlu ada *editing*-bisa langsung mengeksekusi *g*-kode yang dihasilkan oleh masterCam.

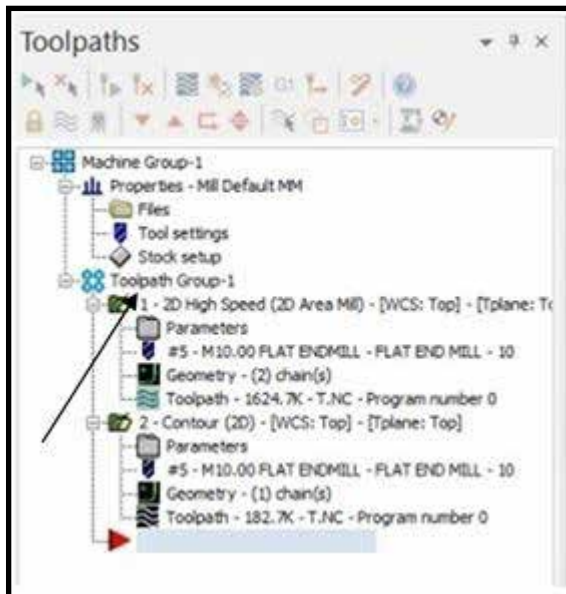
Untuk latihan transfer *g*-kode, ikuti langkah-langkah berikut ini :

1. Buka file latihan *area mill* dan *contour* pada bab 3
  - a. Gambar kerja beserta *toolpath* yang sudah dibuat
  - b. Pastikan tidak ada tanda silang pada masing-masing *toolpath*



2. Pastikan *toolpath* sudah dievaluasi dan diperbaiki.  
Jika perlu lakukan analisa *toolpath* seperti pada bab 7
3. Konversi *toolpath* ke *g*-kode
  - a. Dua/seluruh *toolpath* jadi satu rangkaian *g*-kode  
Yang harus diperhatikan jika membuat seluruh *toolpath* menjadi satu rangkaian *g*-kode adalah, jika *tool* yang digunakan lebih dari satu, pastikan mesin CNC mempunyai fasilitas *tool change*, pengaturan posisi *tool* pada *toolpath* harus sesuai pada pengaturan *tool* pada *magazine* mesin CNC *milling*.

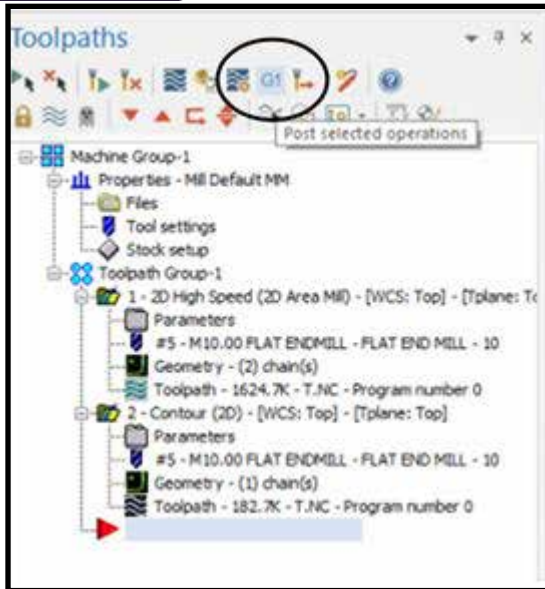
1) Pilih (centang) semua *toolpath* dengan cara klik pada *toolpath group*



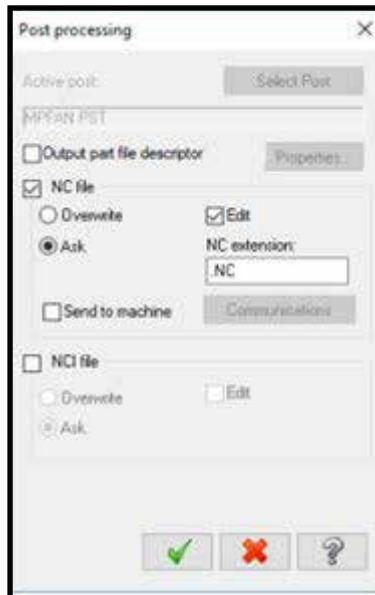
2) Klik pada ikon G1 (*post selected operations*)



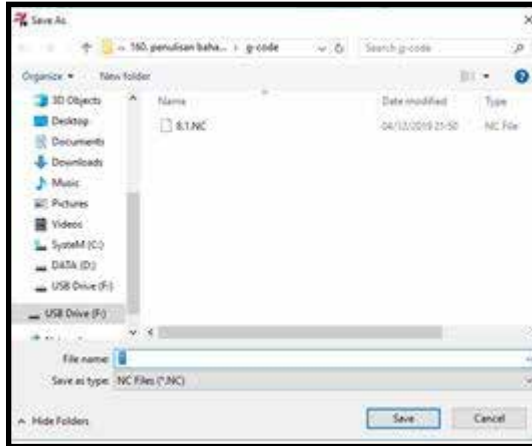
MATERI PEMBELAJARAN



3) Muncul kotak dialog seperti di bawah ini . Centang hijau



4) Simpan file *g*-kode (.NC) pada folder yang sudah dipilih



- 5) G-kode hasil konversi dari *toolpath* masterCam. Yang di *screenshoot* di bawah adalah awal dan akhir program. G-kode terdiri dari 6319 baris. Yang mustahil jika dibuat secara manual.



- b. Satu rangkaian *g*-kode untuk tiap *toolpath*

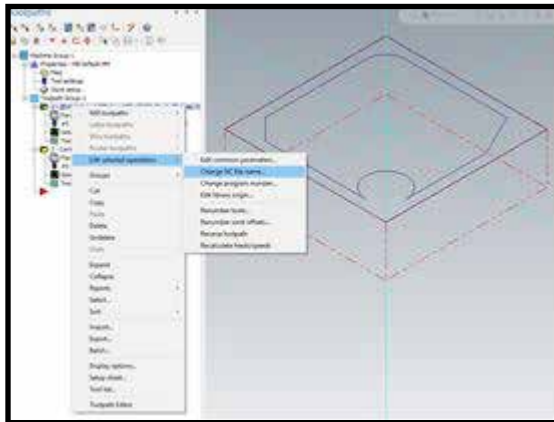
Cara ini dipilih jika beberapa *toolpath* menggunakan *tool* lebih dari satu dan pada mesin CNC *milling* tidak tersedia fasilitas *tool change*. Seperti pada bab *drilling*, dimana ada tiga *toolpath* dengan tiga *tool* yang berbeda. Setelah satu *g*-kode dieksekusi, kemudian *tool* diganti secara manual dan *setting* ulang *tool* ke benda kerja, kemudian *g*-kode berikutnya dijalankan.

Langkah-langkahnya adalah sebagai berikut :

- 1) Merubah nama masing-masing *toolpath*. Klik kanan pada *toolpath* – *edit selected operations* – *change NC file name* ....



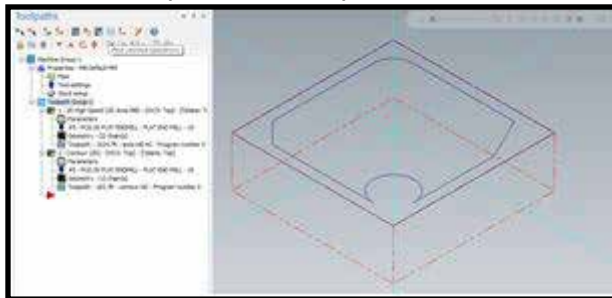
MATERI PEMBELAJARAN



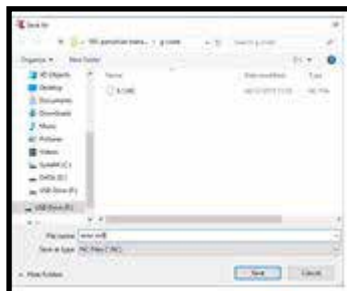
- 2) Rubah nama *toolpath* pertama dengan nama "area mill". OK



- 2) Lakukan cara yang sama pada *toolpath* kedua. Ubah nama *toolpath* kedua dengan nama "contour"  
 3) Konversi *toolpath* menjadi *g*-kode. Pilih (centang) semua *toolpath* – klik ikon G1 (*post selected operations*)



- 5) Simpan *g*-kode dari *toolpath* pertama pada folder yang sudah dipilih dengan nama "area mill"

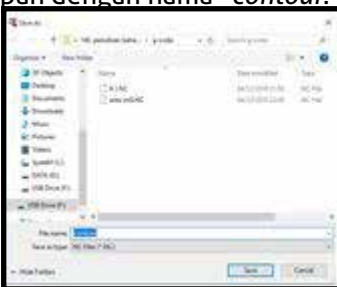


*g*-kode yang dihasilkan ;



```
1. M03S1000(RPM)
2. M04C1000(RPM)
3. M05S0(RPM)
4. M06T1000(RPM)
5. M07T1000(RPM)
6. M08T1000(RPM)
7. M09T1000(RPM)
8. M10T1000(RPM)
9. M11T1000(RPM)
10. M12T1000(RPM)
11. M13T1000(RPM)
12. M14T1000(RPM)
13. M15T1000(RPM)
14. M16T1000(RPM)
15. M17T1000(RPM)
16. M18T1000(RPM)
17. M19T1000(RPM)
18. M20T1000(RPM)
19. M21T1000(RPM)
20. M22T1000(RPM)
21. M23T1000(RPM)
22. M24T1000(RPM)
23. M25T1000(RPM)
24. M26T1000(RPM)
25. M27T1000(RPM)
26. M28T1000(RPM)
27. M29T1000(RPM)
28. M30T1000(RPM)
29. M31T1000(RPM)
30. M32T1000(RPM)
31. M33T1000(RPM)
32. M34T1000(RPM)
33. M35T1000(RPM)
34. M36T1000(RPM)
35. M37T1000(RPM)
36. M38T1000(RPM)
37. M39T1000(RPM)
38. M40T1000(RPM)
39. M41T1000(RPM)
40. M42T1000(RPM)
41. M43T1000(RPM)
42. M44T1000(RPM)
43. M45T1000(RPM)
44. M46T1000(RPM)
45. M47T1000(RPM)
46. M48T1000(RPM)
47. M49T1000(RPM)
48. M50T1000(RPM)
49. M51T1000(RPM)
50. M52T1000(RPM)
51. M53T1000(RPM)
52. M54T1000(RPM)
53. M55T1000(RPM)
54. M56T1000(RPM)
55. M57T1000(RPM)
56. M58T1000(RPM)
57. M59T1000(RPM)
58. M60T1000(RPM)
59. M61T1000(RPM)
60. M62T1000(RPM)
61. M63T1000(RPM)
62. M64T1000(RPM)
63. M65T1000(RPM)
64. M66T1000(RPM)
65. M67T1000(RPM)
66. M68T1000(RPM)
67. M69T1000(RPM)
68. M70T1000(RPM)
69. M71T1000(RPM)
70. M72T1000(RPM)
71. M73T1000(RPM)
72. M74T1000(RPM)
73. M75T1000(RPM)
74. M76T1000(RPM)
75. M77T1000(RPM)
76. M78T1000(RPM)
77. M79T1000(RPM)
78. M80T1000(RPM)
79. M81T1000(RPM)
80. M82T1000(RPM)
81. M83T1000(RPM)
82. M84T1000(RPM)
83. M85T1000(RPM)
84. M86T1000(RPM)
85. M87T1000(RPM)
86. M88T1000(RPM)
87. M89T1000(RPM)
88. M90T1000(RPM)
89. M91T1000(RPM)
90. M92T1000(RPM)
91. M93T1000(RPM)
92. M94T1000(RPM)
93. M95T1000(RPM)
94. M96T1000(RPM)
95. M97T1000(RPM)
96. M98T1000(RPM)
97. M99T1000(RPM)
100. M00T1000(RPM)
```

6) Kemudian akan muncul lagi perintah menyimpan *toolpath* yang kedua. Simpan dengan nama "contour."



g-kode yang dihasilkan

```
1. M03S1000(RPM)
2. M04C1000(RPM)
3. M05S0(RPM)
4. M06T1000(RPM)
5. M07T1000(RPM)
6. M08T1000(RPM)
7. M09T1000(RPM)
8. M10T1000(RPM)
9. M11T1000(RPM)
10. M12T1000(RPM)
11. M13T1000(RPM)
12. M14T1000(RPM)
13. M15T1000(RPM)
14. M16T1000(RPM)
15. M17T1000(RPM)
16. M18T1000(RPM)
17. M19T1000(RPM)
18. M20T1000(RPM)
19. M21T1000(RPM)
20. M22T1000(RPM)
21. M23T1000(RPM)
22. M24T1000(RPM)
23. M25T1000(RPM)
24. M26T1000(RPM)
25. M27T1000(RPM)
26. M28T1000(RPM)
27. M29T1000(RPM)
28. M30T1000(RPM)
29. M31T1000(RPM)
30. M32T1000(RPM)
31. M33T1000(RPM)
32. M34T1000(RPM)
33. M35T1000(RPM)
34. M36T1000(RPM)
35. M37T1000(RPM)
36. M38T1000(RPM)
37. M39T1000(RPM)
38. M40T1000(RPM)
39. M41T1000(RPM)
40. M42T1000(RPM)
41. M43T1000(RPM)
42. M44T1000(RPM)
43. M45T1000(RPM)
44. M46T1000(RPM)
45. M47T1000(RPM)
46. M48T1000(RPM)
47. M49T1000(RPM)
48. M50T1000(RPM)
49. M51T1000(RPM)
50. M52T1000(RPM)
51. M53T1000(RPM)
52. M54T1000(RPM)
53. M55T1000(RPM)
54. M56T1000(RPM)
55. M57T1000(RPM)
56. M58T1000(RPM)
57. M59T1000(RPM)
58. M60T1000(RPM)
59. M61T1000(RPM)
60. M62T1000(RPM)
61. M63T1000(RPM)
62. M64T1000(RPM)
63. M65T1000(RPM)
64. M66T1000(RPM)
65. M67T1000(RPM)
66. M68T1000(RPM)
67. M69T1000(RPM)
68. M70T1000(RPM)
69. M71T1000(RPM)
70. M72T1000(RPM)
71. M73T1000(RPM)
72. M74T1000(RPM)
73. M75T1000(RPM)
74. M76T1000(RPM)
75. M77T1000(RPM)
76. M78T1000(RPM)
77. M79T1000(RPM)
78. M80T1000(RPM)
79. M81T1000(RPM)
80. M82T1000(RPM)
81. M83T1000(RPM)
82. M84T1000(RPM)
83. M85T1000(RPM)
84. M86T1000(RPM)
85. M87T1000(RPM)
86. M88T1000(RPM)
87. M89T1000(RPM)
88. M90T1000(RPM)
89. M91T1000(RPM)
90. M92T1000(RPM)
91. M93T1000(RPM)
92. M94T1000(RPM)
93. M95T1000(RPM)
94. M96T1000(RPM)
95. M97T1000(RPM)
96. M98T1000(RPM)
97. M99T1000(RPM)
100. M00T1000(RPM)
```



## MATERI PEMBELAJARAN

4. Mengenal *g*-kode pada mesin CNC yang akan dipakai

*G*-kode untuk mesin CNC secara garis besar terdiri dari tiga bagian yaitu pembuka, inti, dan penutup. Bagian pembuka berisi kode-kode untuk menghidupkan *spindel*, memposisikan *tool*, mengaktifkan dan atau membatalkan kompensasi-kompensasi. Bagian inti berisi kode-kode untuk menggerakkan *tool* dalam proses *machining* sedangkan bagian penutup berisi kode untuk membebaskan *tool* dari benda kerja, menghentikan putaran *spindel*, mengakhiri program, dan lain lain.

Pada bagian inti, hampir semua kontrol mesin dapat menerima semua *format* tanpa harus penyesuaian sedangkan pada bagian pembuka dan penutup beberapa kontrol mesin kadang tidak menerima beberapa kode, atau *format* kode yang digunakan berbeda.

Contohnya ada beberapa mesin CNC *milling* atau yang sejenis misalkan mesin *router*-tidak membutuhkan proses *setting zero Machine* (memposisikan *tool* pada titik 0 mesin). Sehingga jika diinput kode untuk *setting zero Machine*, kemungkinan kontrol tersebut akan menolak.

5. *Editing g*-kode dari *software* CAM

Sebelum kita input *g*-kode dari mastercam yang sudah kita buat, hendaknya kita mengenali terlebih dahulu *format* program terutama bagian pembuka dan penutup. Setelah itu kita sesuaikan *g*-kode dari mastercam menjadi seperti *g*-kode pada mesin CNC yang akan digunakan.

Di bawah ini adalah contoh *g*-kode pada mesin CNC yang akan digunakan untuk proses eksekusi. Perhatikan pada bagian pembuka dan penutup. Kemudian bandingkan dengan *g*-kode dari mastercam. Pada bagian pembuka, kode yang digunakan adalah G90, G80, G21, G49.

```

dhaams - Notepad
File Edit Format View Help
(dhaams)
(Material Size) (X=40.000, Y=40.000, Z=2.000)
G90G80G21G49
(Tool Number:1) (20.0 deg. conical with 0.000 mm tip radius and 0.200 mm flat radius)
G0Z5.0000
M3 S45000
G0 X8.7176 Y6.5017 Z5.0000
G1 Z-0.2000 F1000
G3 X8.2707 Y7.4126 I-2.6133 J-0.6979 F1500
G3 X7.7824 Y7.7027 I-0.5552 J-0.3803
G3 X7.3845 Y7.3993 I0.0016 J-0.4147
G3 X7.4045 Y6.0072 I4.0278 J-0.5827
G1 X7.3526 Y5.9755
X6.9787 Y6.0407
X6.9296 Y5.9006
G3 X7.5495 Y5.6415 I0.7267 J0.0675
G3 X7.7731 Y5.8158 I0.0041 J0.2252
G3 X7.7544 Y7.0520 I-5.5162 J0.5351
G1 X7.7970 Y7.2316
X7.9075 Y7.2862
G2 X8.1896 Y7.0679 I-0.1039 J-0.4257
G2 X8.6314 Y5.7053 I-2.2126 J-1.4703
G1 X9.0357 Y5.6707
X8.8523 Y9.1811
  
```

Sedangkan *G*-kode dari mastercam, pada bagian pembuka terdapat kode G21, G17, G40, G49, G80, G90, G91, G28, G92.



```

contour.NC X area mill.NC
1
2
3 O0000(CONTOUR)
4 (DATE=00-00-YY - 04-12-19 TIME=HH:MM - 22:03)
5 (MCAM FILE - F:\DHANS\BOKU 2\AREA MILL + CONTOUR.MCAM)
6 (NC FILE - F:\DHANS\BOKU 2\NEW FOLDER\160. PENULISAN BAHAN AJAR ZONA SURABAYA)
7 (MATERIAL = ALUMINIUM MM - 2024)
8 ( TS : FLAT END MILL - 10 : H5 )
9 M100 G21
10 M110 G0 G17 G40 G49 G80 G90
11 / M120 G91 G28 Z0.
12 / M130 G28 X0. Y0.
13 / M140 G92 X250. Y250. Z250.
14 M150 T5 M6
15 M160 G0 G90 X10. Y=60. A0. S10790 M3
16 M170 G49 H5 Z30.
17 M180 Z2.
18 M190 G1 Z-1. F1000.
19 M200 Y-50. F3060.
20 M210 G3 X0. Y=40. I=10. J0.
21 M220 G1 Y=25.

```

Sedangkan maksud dari kode di atas adalah

- G21 : *input in mm*
- G17 : *XY plane selection*
- G40 : *Cutter compensation cancel*
- G49 : *tool length compensation cancel*
- G80 : *canned cycle cancel*
- G90 : *absolute programming*
- G91 : *incremental programming*
- G28 : *return to reference point*
- G92 : *programming of absolute zero point*

Dari perbedaan kode yang terdapat pada bagian pembuka tersebut, maka harus dilakukan penyesuaian. Jika kontrol mesin tidak membutuhkan *setting zero Machine*, maka kode G28 harus dihapus.

Jika tidak ada pergantian *tool*, *g*-kode nomer N150 T5 M6 juga harus dihapus. Tulisan yang terdapat dalam tanda kurung tidak akan terbaca oleh kontrol mesin.

Demikian juga kode-kode pada bagian penutup. Di bawah ini adalah contoh kode pada mesin CNC yang akan digunakan.



## MATERI PEMBELAJARAN

```

dhams - Notepad
File Edit Format View Help
X4.5000
Y3.4000
X34.5000 Y3.4000
G0 Z5.0000
G0 X7.1830 Y14.2807
G1 Z-0.2000 F1000
G1 X7.4722 Y14.6570 F1500
X8.2151 Y15.3621
G2 X10.2463 Y16.5072 I4.9582 J-6.4205
G3 X11.8452 Y17.1222 I-3.2722 J10.8940
G1 X11.9007 Y17.1050
X11.6570 Y16.9087
G2 X10.0631 Y16.3163 I-5.5749 J12.5589
G1 X9.1336 Y15.8384
G3 X7.9336 Y14.9569 I2.0629 J-4.0661
G1 X6.9527 Y13.8957
X7.1830 Y14.2807
G0 Z5.0000
G0 X0.0000 Y0.0000
G0Z5.0000
G0X0.0000Y0.0000
M5
M30
  
```

Dan g-kode dari mastercam adalah sebagai berikut

```

6302 N3640 G1 X40. Y16.18
6303 N3650 Y-25.
6304 N3660 G2 X35. Y-30. I-5. J0.
6305 N3670 X30. Y-25. I0. J5.
6306 N3680 G3 X25. Y-20. I-5. J0.
6307 N3690 X20. Y-25. I0. J-5.
6308 N3700 X25. Y-30. I5. J0.
6309 N3710 G2 X30. Y-35. I0. J-5.
6310 N3720 X25. Y-40. I-5. J0.
6311 N3730 G1 X0.
6312 N3740 G3 X-10. Y-50. I0. J-10.
6313 N3750 G1 Y-60.
6314 N3760 G0 Z30.
6315 N3770 M5
6316 N3780 G91 G28 Z0.
6317 N3790 G28 X0. Y0. A0.
6318 N3800 M30
6319
6320
  
```

Dari *format* kode penutup di atas juga terdapat kode G28 X0. Y0. A0., maka kode itu juga harus dihapus.

## B. Transfer G-kode

Setelah siap untuk proses eksekusi, langkah selanjutnya adalah mengirim g-kode tersebut. Ada beberapa cara untuk transfer g-kode ke mesin CNC.

1. Menghubungkan komputer ke mesin CNC menggunakan kabel. Langkah ini memerlukan aplikasi untuk proses transfernya; atau



2. Memindah *g*-kode menggunakan flashdisk. *G*-kode yang sudah ready diCopy pada flasdisk kemudian di transfer ke mesin CNC.

### C. Eksekusi program

Proses eksekusi program adalah proses menjalankan program *g*-kode yang sudah dibuat pada mesin CNC untuk memproduksi sebuah benda kerja. Proses eksekusi pada bab ini akan dilakukan menggunakan simulator swansoft CNC. Kontrol yang dipilih untuk proses eksekusi adalah Fanuc OiM dan program yang akan dieksekusi adalah program *areamill*.

1. Siapkan/ modifikasi *g*-kode yang akan dieksekusi

Modifikasi *g*-kode dilakukan pada bagian kepala dan penutup program. Kepala dan penutup program sebelum dimodifikasi adalah sebagai berikut.

```
%
O9000(AREA MILL)
(DATE=DD-MM-YY-04-12-19 TIME=HH:MM-22:02)
(MCAM FILE-F:\DHAMS\BUKU 2\AREA MILL + CONTOUR.MCAM)
(NC FILE-F:\DHAMS\BUKU 2\NEW FOLDER\160. PENULISAN BAHAN
AJAR ZONA SURABAYA\G-KODE\AREA MILL.NC)
(MATERIAL-ALUMINUM MM-2024)
(T5 | FLAT END MILL-10 | H5 | XY STOCK TO LEAVE-3 | Z STOCK TO
LEAVE-0.)
N100G21
N110G0G17G40G49G80G90
/N120G91G28Z0.
/N130G28X0.Y0.
/N140G92X250.Y250.Z250.
N150T5M6
N160G0G90X35.482Y-30.277A0.S10790M3
N170G43H5Z40.
N180Z3.
N190G1Z.074F1000.
N200G2X35.057Y-30.294Z.057I-.425J5.439
.
.
.
.
.
.
.
.
N8450G2X39.796Y17.247I-5.461J-2.69
N8460G0Z40.
N8470M5
N8480G91G28Z0.
N8490G28X0.Y0.A0.
N8500M30
%
```

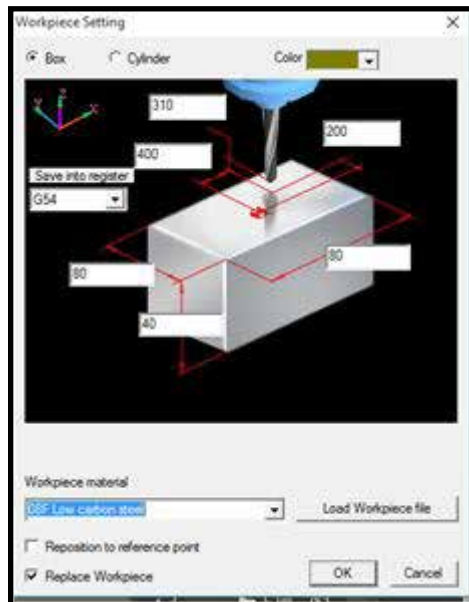


## MATERI PEMBELAJARAN

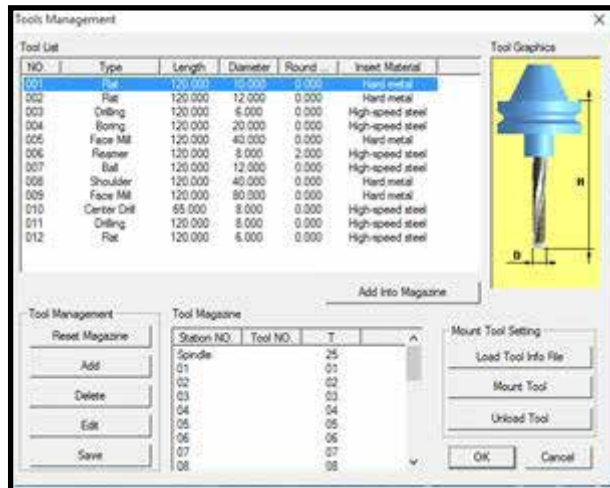
Pada bagian yang diblok akan dilakukan modifikasi. Sehingga di dapat program *g*-kode hasil modifikasi sebagai berikut :

```
%
O9000(AREA MILL)
( DATE=DD-MM-YY-04-12-19 TIME=HH:MM-22:02)
(MCAM FILE-F:\DHAMS\BUKU 2\AREA MILL + CONTOUR.MCAM)
(NC FILE-F:\DHAMS\BUKU 2\NEW FOLDER\160. PENULISAN BAHAN
AJAR ZONA SURABAYA\G-KODE\AREA MILL.NC)
(MATERIAL-ALUMINUM MM-2024)
(T5 | FLAT END MILL-10 | H5 | XY STOCK TO LEAVE-.3 | Z STOCK TO
LEAVE-0.)
N100G21
N110G0G17G40G49G80G90
N160G0G90G54X35.482Y-30.277S10790M3
N170G43H5Z40.
N180Z3.
N190G1Z.074F1000.
N200G2X35.057Y-30.294Z.057I-.425J5.439
.
.
.
.
.
.
.
.
.
N8450G2X39.796Y17.247I-5.461J-2.69
N8460G0Z40.
N8470M5
N8480G91G28Z0.
N8490G28X0.Y0.
N8500M30
%
```

2. Pasang benda kerja dengan ukuran sesuai dengan *raw material* pada *toolpath* MasterCam



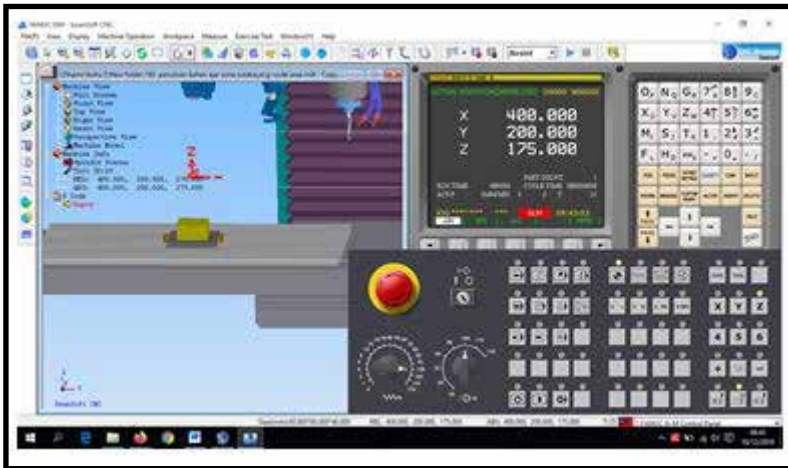
3. Pasang *tool* juga yang sesuai pada *toolpath* yang dibuat, yaitu *flat endmill* diameter 10 mm



4. Setting zero Machine



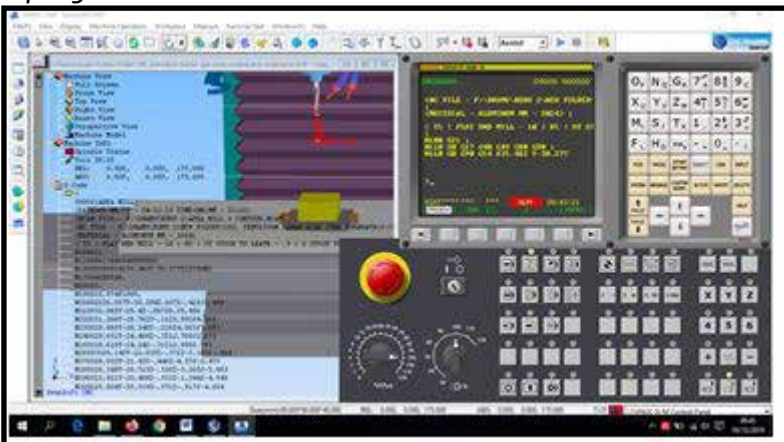
MATERI PEMBELAJARAN



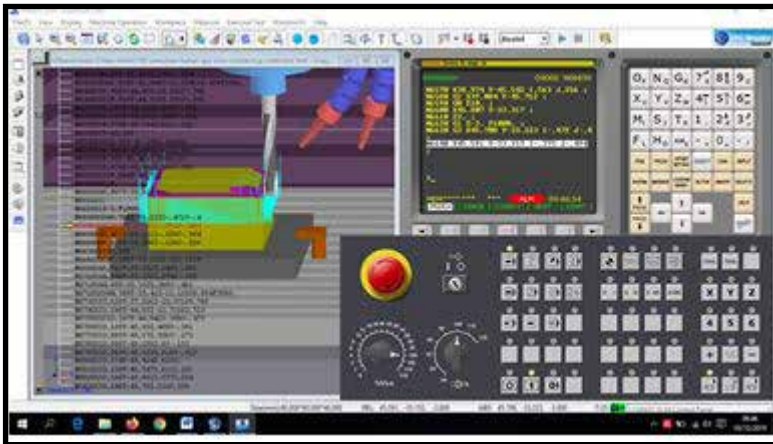
5. *setting 0* benda kerja



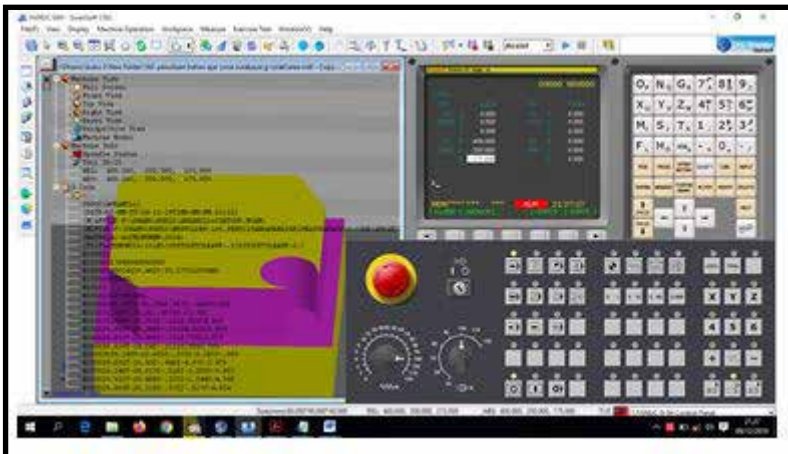
6. *input g-kode*



7. *eksekusi program. Running Machine*



8. hasil eksekusi program *g*-kode dari *toolpath* masterCam 2019



### Editing G-Kode

Proses *editing g*-kode dilakukan untuk memastikan program akan berjalan dengan baik saat dieksekusi pada mesin CNC. Pemahaman mengenai *g*-kode mutlak diperlukan dalam proses ini.

Sebenarnya ada cara yang bisa dilakukan agar *g*-kode dari mastercam tanpa ada penyesuaian dapat langsung dieksekusi pada mesin CNC. Cara tersebut adalah dengan memodifikasi *post processor* pada mastercam. Pada mastercam diberi tambahan pilihan mesin yang disesuaikan dengan mesin tujuan. Memodifikasi *post processor* membutuhkan pelatihan lanjutan dan pemahaman mendalam tentang *software* mastercam.



## JELAJAH INTERNET

Untuk menambah wawasan mengenai transfer dan mengeksekusi program *g*-kode ke mesin CNC *milling* dapat dilihat secara mandiri melalui internet. Pengetahuan tentang transfer dan mengeksekusi program *g*-kode ke mesin CNC *milling* dapat berupa makalah maupun video dapat dilihat dan dipelajari secara mandiri, berkelompok, maupun dengan bimbingan guru.

Beberapa *website* yang dapat dikunjungi untuk mempelajari dan menambah pengetahuan tentang transfer dan mengeksekusi program *g*-kode ke mesin CNC *milling* bisa scan *QR*-kode di bawah ini .

1. <https://www.youtube.com/watch?v=rFbOYr8PQyk>
2. <https://www.youtube.com/watch?v=1ufslcExwUw&pbjreload=10>
3. <https://www.youtube.com/watch?v=uX8J7FM-aj8>



1



2



3

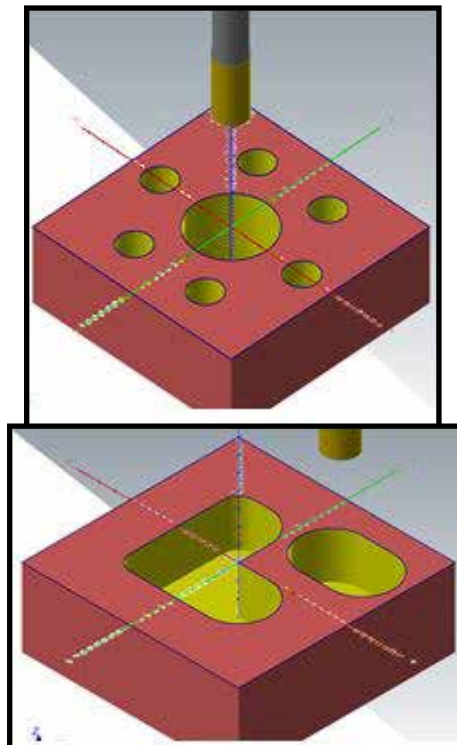


1. Transfer *g*-kode dari mastercam ke mesin CNC bertujuan untuk memproses produk hasil rancangan.
2. Sebelum proses transfer, *g*-kode harus dimodifikasi menyesuaikan *format g*-kode pada mesin CNC yang akan digunakan.
3. Beberapa *g*-kode yang tidak dibutuhkan pada mesin CNC tujuan harus dihapus. Jika tidak mungkin saja terjadi kegagalan proses.
4. Sebagai contoh kode T5 M6. Padahal satu *tool* yang sudah terpasang akan digunakan pada semua *toolpath*, sehingga dengan kode T5 M6 yang masih ada berarti ada pergantian *tool* pada *tool* nomer 5.
5. Setelah modifikasi selesai, *g*-kode bisa ditransfer ke mesin CNC menggunakan media penyimpanan (*flashdisk*) atau menghubungkan langsung antara komputer dengan mesin CNC.
6. Setelah eksekusi selesai dan menghasilkan produk, hendaknya produk tersebut dievaluasi apakah bentuk, ukuran, dan kekasaran permukaan sudah sesuai seperti yang diharapkan.

## TUGAS MANDIRI

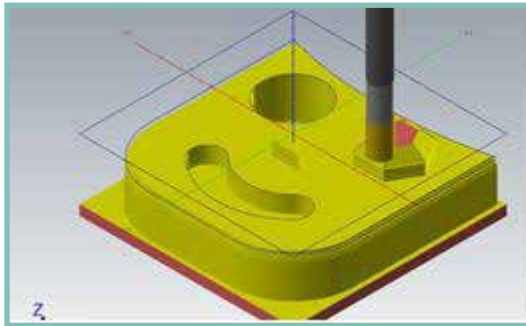


Lakukan proses transfer dan eksekusi program dari *toolpath Drilling, facing dan pocketing, surface Roughing dan finishing* pada bab sebelumnya.





## TUGAS MANDIRI



## PENILAIAN AKHIR BAB

Kerjakan soal di bawah ini dengan benar!

1. Dengan cara apa *g*-kode dari mastercam ditransfer ke mesin CNC?
2. Mengapa *g*-kode dari mastercam perlu diadakan penyesuaian dengan mesin CNC yang akan digunakan untuk proses eksekusi?
3. Jika mesin yang digunakan memiliki fasilitas *tool change*, *tool* yang tersedia hanya pada *spindel* utama. Kemudian pada program terdapat kode M6 T3. Yang terjadi adalah ...
4. Jika proses eksekusi sudah selesai ternyata produk yang dihasilkan memiliki ukuran yang tidak sesuai pada gambar kerja. Kemungkinan kesalahan terjadi pada ...
5. Langkah-langkah dalam mengonversi *toolpath* menjadi *g*-kode adalah ...
6. Perbedaan tujuan mengonversi *toolpath* secara utuh dengan per *toolpath* adalah ...
7. Terangkan cara merubah nama *toolpath*!
8. Kenapa dalam memodifikasi *g*-kode, hanya bagian pembuka dan penutup saja yang dilakukan penyesuaian?
9. Apa yang terjadi jika tanda keterangan (dalam kurung) tidak dihapus saat program diinput pada mesin CNC...
10. Mungkinkah *g*-kode hasil dari mastercam diinput (diketik) secara manual pada mesin CNC?



## REFLEKSI

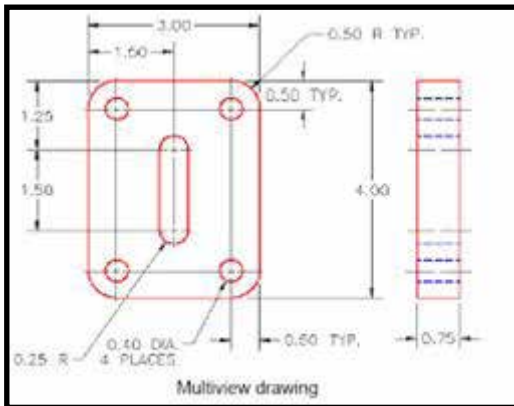
Setelah mempelajari bab delapan, Anda tentu sudah lebih mengenal tentang transfer dan mengeksekusi program *g*-kode ke mesin CNC *milling*. Sehingga kita dapat membuat benda kerja dari *toolpath* yang sudah dibuat. Juga dapat mengantisipasi kegagalan saat proses eksekusi.

Dari materi yang disajikan, jika ada hal-hal yang belum dipahami coba didiskusikan bersama teman maupun guru Anda dan teruslah berlatih untuk memperdalam pemahaman tentang transfer dan mengeksekusi program *g*-kode ke mesin CNC *milling*.

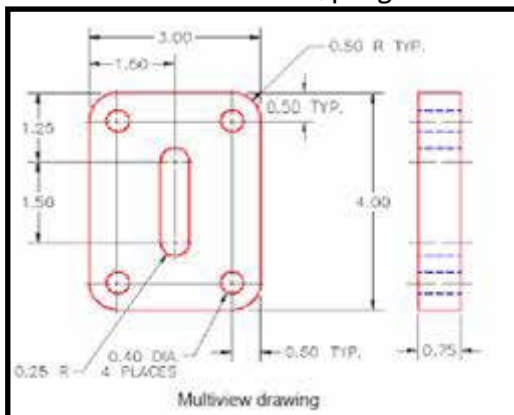


**Pilihan Ganda**

1. Urutan perkembangan teknologi dibidang manufaktur adalah ...
  - a. Gambar manual – CNC – CAD
  - b. Gambar manual – CAD – CNC
  - c. CAD – Gambar manual – CNC
  - d. Gambar manual – CAD – CAM
  - e. Gambar manual – pemesinan konvensional
  
2. Perintah yang digunakan untuk membuat gambar di bawah ini menggunakan *software* MasterCam adalah ...



- a. *Rectangle, rectangular shapes, circle*
  - b. *Line, arc, circle, drawing, fillet*
  - c. *Rectangle, rectangular shapes, circle, fillet*
  - d. *Rectangle, rectangular shapes, circle, line*
  - e. *Line, arc, circle, drawing, fillet, rectangle*
  
3. Untuk membuat kotak luar, pengisian *width* dan *height* yang benar adalah ...

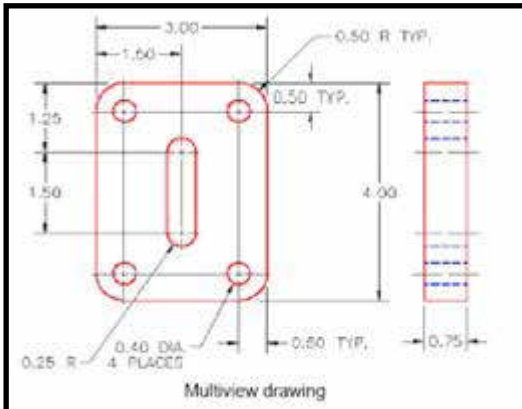




PENILAIAN AKHIR  
SEMESTER GASAL

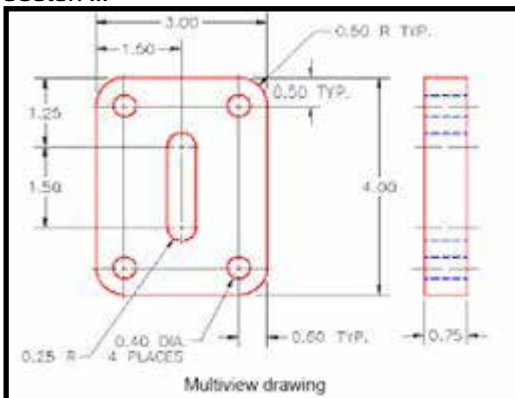
- a. 0.25 dan 1.5
- b. 1.25 dan 1.5
- c. 1.5 dan 1.25
- d. 3 dan 4
- e. 4 dan 3

4. Untuk membuat *fillet*, nilai radius yang diisikan adalah ...



- a. 0.25
- b. 0.50
- c. 1.25
- d. 1.5
- e. 3

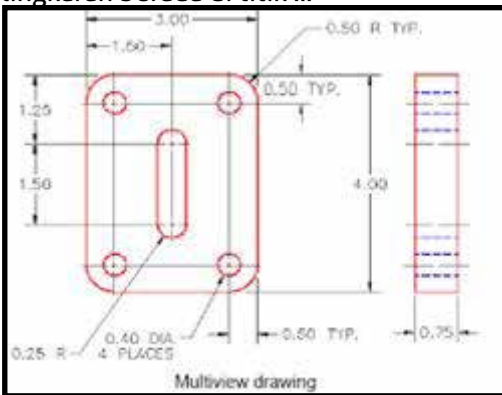
5. Untuk membuat *rectangular shapes*, pengisian *width* dan *height* yang benar adalah ...





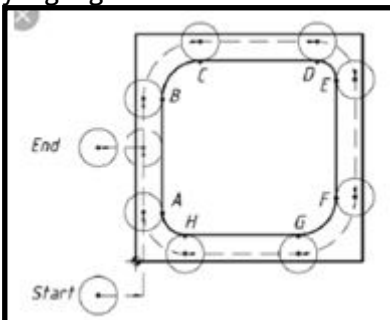
- a. 0.25 dan 1.50
- b. 0.5 dan 2.0
- c. 1.50 dan 0.25
- d. 2.0 dan 0.25
- e. 2.0 dan 0.5

6. Untuk menggambar lingkaran pojok kiri bawah, penempatan titik pusat lingkaran berada di titik ...



- a. 0.5 , 0.5 dari pojok kiri bawah
- b. 0.5 , 0.5 dari pojok kanan bawah
- c. 0.5 , 0.5 dari pojok kiri atas
- d. 0.5 , 0.5 dari pojok kanan bawah
- e. 0.5 , 0.5 dari titik pusat ractangle

7. Untuk pemrograman CNC, pergerakan pahat dari titik A menuju titik C, kode yang digunakan adalah ...

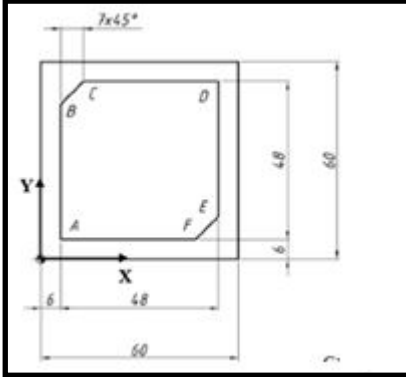


- a. G1 dan G2
- b. G1 dan G3
- c. G2 dan G3
- d. G3 dan G4
- e. G3 dan G1



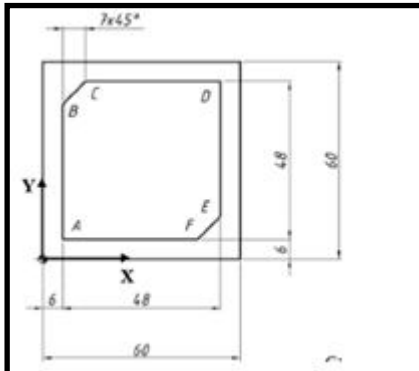
PENILAIAN AKHIR  
SEMESTER GASAL

8. Kode program dari titik B menuju titik D adalah ...



- G1 X48 Y54  
G1 X54
- G1 X54 Y13  
G1 X54
- G1 X13 Y54  
G1 X13
- G1 X13 Y54  
G1 X54
- G1 X13 Y60  
G1 X54

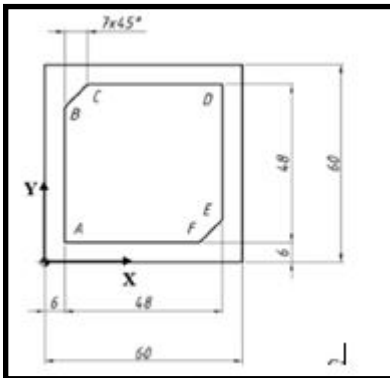
9. Titik koordinat pada titik A adalah ...



- X0 Y0
- X6 Y6
- X7 Y7
- X48 Y48
- X60 Y60



10. Pergerakan pahat melingkar searah jarum jam, kode G yang digunakan adalah ...
- G1
  - G2
  - G3
  - G4
  - G5
11. Untuk membuat gambar di atas pada MasterCam 2019, ikon yang dipakai adalah ....





a.  Arc Tangent  Chamfer Entities

b.  Line Endpoints  Arc Tangent

c.  Rectangle  Chamfer Entities

d.  Rectangle  Chamfer Entities

e.  Line Endpoints  Rectangle




12. Untuk memilih pemesinan *frais*, ikon yang dipilih adalah ...

a.  Mill






b.  Lathe




PENILAIAN AKHIR  
SEMESTER GASAL

- c.  Wire
- d.  Router
- e.  Design

13. Untuk mensimulasikan hasil *toolpath*, ikon yang dipilih adalah ...

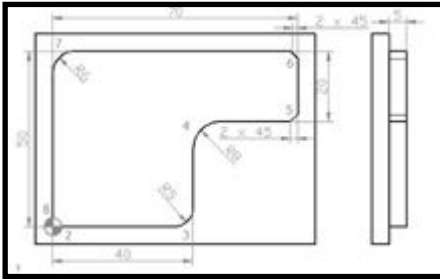
- a. 
- b. 
- c. 
- d. 
- e. 

14. Perbedaan gambar a dan b adalah ...

- a. 
- b. 

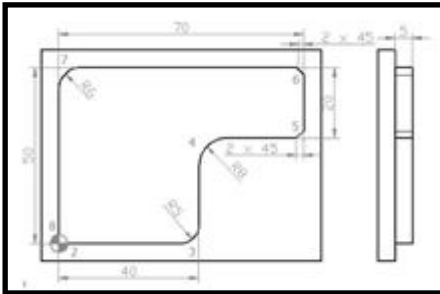
- a. a pandangan depan, b pandangan samping
- b. a pandangan atas, b pandangan depan
- c. a pandangan atas, b pandangan kanan
- d. a pandangan bawah, b pandangan depan
- e. a pandangan depan, b pandangan kanan

15. Untuk proses *machining* pada bagian yang dilingkari, *tool* yang digunakan adalah ...



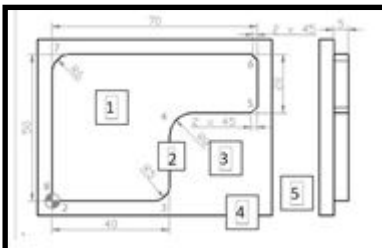
- a. Drill
- b. Flat endmill diameter 16
- c. Countersink
- d. Reamer
- e. Flat endmill diameter 20

16. Untuk membuat gambar 2 dimensi pada bagian yang dilingkari, perintah yang digunakan adalah ...



- a. Rectangle
- b. Chamfer entities
- c. Fillet entities
- d. Circle
- e. Line endpoint

17. Pada pengaturan *toolpath area mill*, yang di klik untuk *machining regions* adalah ...



- a. a
- b. b
- c. c
- d. d

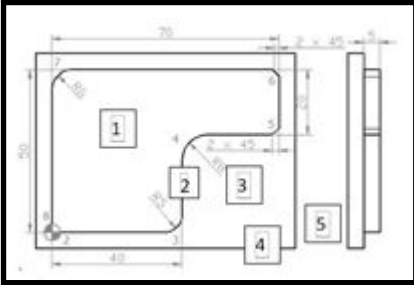


PENILAIAN AKHIR  
SEMESTER GASAL

e. e

18. Pada pengaturan *toolpath area mill*, yang di klik untuk *avoidance regions* adalah

...



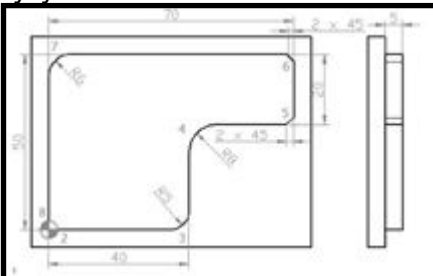
- a. 1
- b. 2
- c. 3
- d. 4
- e. 5

19. Jika dalam *Analyze chain* terdapat tanda panah merah dan biru seperti gambar di bawah ini , maka kemungkinan yang terjadi adalah ...



- a. *Chain* normal
- b. Garis bertumpuk atau *chain* tidak tersambung
- c. Salah klik
- d. Arah terbalik
- e. Yang di klik kurang lengkap






20. Jika akan *machining* seperti gambar di bawah ini , pengaturan kedalaman penyayatan adalah ...










- a. X5
- b. Y5
- c. Z5
- d. Z-5
- e. X50



21. Jika akan membuat bentuk kantong/ kolom, ikon *toolpath* yang dipilih adalah ...

- a.   
Contour
- b.   
Drill
- c.   
Pocket
- d.   
Face
- e.   
Peel Mill

22. Jika akan melakukan proses *frais* permukaan, ikon *toolpath* yang dipilih adalah ...

- a.   
Contour
- b.   
Drill
- c.   
Pocket
- d.   
Face
- e.   
Peel Mill

23. Jika akan melakukan pengeboran, ikon *toolpath* yang dipilih adalah ...

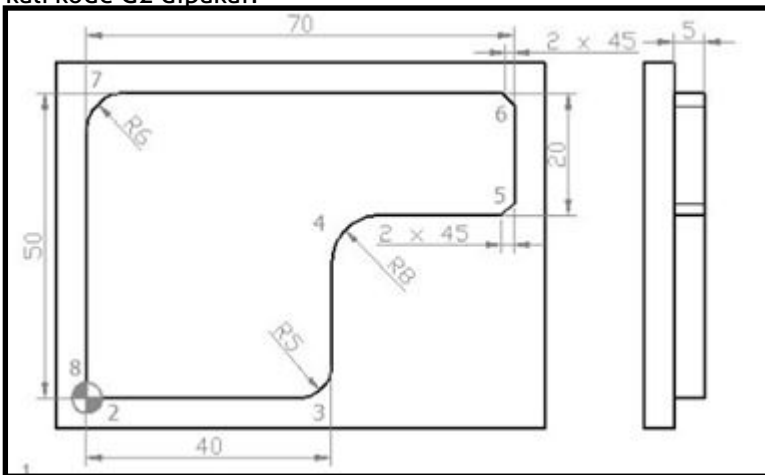
- a.   
Contour
- b.   
Drill



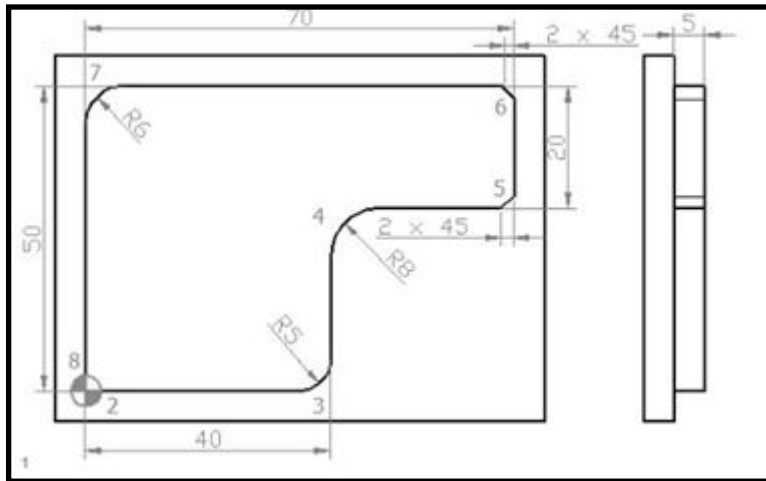
PENILAIAN AKHIR  
SEMESTER GASAL

- c.  Pocket
- d.  Face
- e.  Peel Mill

24. Untuk membentuk kontur di bawah ini menggunakan mesin *frais* CNC, berapa kali kode G2 dipakai?



- a. 1
  - b. 2
  - c. 3
  - d. 4
  - e. 5
25. Kode pembuka program M3 S1000 F100, maksudnya adalah ...
- a. Spindel berputar berlawanan arah jarum jam
  - b. Kecepatan putaran spindel 100 rpm
  - c. Kecepatan penyayatan 1000 m/menit
  - d. Spindel berputar 3 kali
  - e. Spindel berputar searah jarum jam
26. Jika Cutter yang digunakan berdiameter 10 mm, sumbu Y dari angka 6 menuju 7 adalah ...



- a. 55
  - b. 50
  - c. 40
  - d. 20
  - e. 5
27. Jika diakhir program, kode M4 lupa/ sengaja tidak diketik. Yang terjadi adalah ...
- a. *Spindel* tidak mau berputar
  - b. *Spindel* tetap berputar
  - c. *Spindel* berputar semakin cepat
  - d. *Tool* menabrak benda kerja
  - e. Tidak terjadi apa apa
28. Garis merah putus-putus menunjukkan ...
- 
- a. *Raw material/* material awal
  - b. *Target*
  - c. *Backplot*
  - d. Lintasan pahat
  - e. Kedalaman penyayatan
29. Data di bawah ini menunjukkan ...

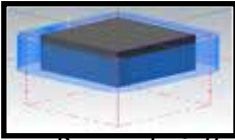


## PENILAIAN AKHIR SEMESTER GASAL



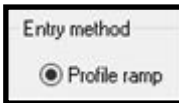
- Ukuran disisakan 1 mm untuk proses *finishing*
- Kedalaman total penyayatan 1 mm
- Kedalaman sekali penyayatan 1 mm
- Kedalaman penyayatan mendekati ukuran sedalam 1 mm
- Cutter* yang digunakan berdiameter 10 mm

30. Garis biru menunjukkan ...



- Raw material*/ material awal
- Target*
- Bidang luar benda kerja
- Lintasan pahat
- Kedalaman penyayatan

31. *Cutter* masuk ke benda kerja menggunakan metode ramp, maksudnya adalah ...



- Bergerak lurus menembus benda kerja
- Bergerak Zig-zag menembus benda kerja
- Bergerak melingkar menembus benda kerja
- Bergerak miring menembus benda kerja
- Bergerak mendatar menembus benda kerja

32. Pengaturan *depth* -50, absolute. Maksudnya adalah ...



- Total kedalaman penyayatan 50 mm dari *origin*
- Total kedalaman penyayatan 50 mm dari permukaan atas
- Kedalaman sekali penyayatan 50 mm dari *origin*
- Kedalaman sekali penyayatan 50 mm dari permukaan atas
- Kedalaman sekali penyayatan 50 mm dari permukaan bawah

33. Pengaturan *top of stock* jika permukaan berada di titik *origin*, maka diisi ...





- a. 0
- b. 1
- c. 2
- d. 3
- e. 4

34. Jika akan menghapus entity ganda, ikon yang digunakan adalah ...



35. Langkah membuat gambar di bawah ini adalah ...



- a. Rectangle – anchor to center – width 5 – height 10 – OK
- b. Rectangle – anchor to center – width 10 – height 5 – OK
- c. Anchor to center – rectangle – width 10 – height 5 – OK
- d. Rectangle – anchor to center – width 10 – OK – height 5
- e. Anchor to center – rectangle – width 5 – height 10 – OK

36. Perbedaan flat endmill dan bull endmill adalah ...

- a. Flat endmill membentuk sudut siku, bull endmill membentuk sudut lengkung
- b. Flat endmill membentuk sudut lengkung, bull endmill membentuk sudut siku
- c. Flat endmill membentuk sudut siku, bull endmill membentuk sudut miring

PENILAIAN AKHIR  
SEMESTER GASAL

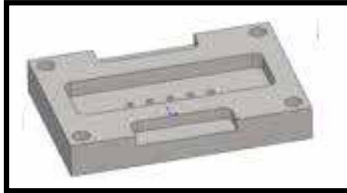
- d. *Flat endmill* membentuk sudut miring, *bull endmill* membentuk sudut lengkung
- e. *Flat endmill* membentuk sudut miring, *bull endmill* membentuk sudut siku
37. Untuk membuat awalan lubang saat pengeboran menggunakan *tool*?
- Mata bor 5 mm
  - Bull endmill*
  - Penitik
  - NC Drill*
  - Penggores
38. Jika akan membuat bidang berbentuk cembung, sedangkan *tool* yang tersedia hanya ada *flat endmill*. Yang harus dilakukan adalah ...
- Sudut *endmill* digerinda membentuk radius
  - Menunggu sampai tersedia *endmill with radius*
  - Tidak jadi dikerjakan
  - Benda kerja dimiringkan
  - Step of Rough* dibuat sangat kecil
39. Arah gerak *toolpath contour* adalah ...
- Machining* didalam suatu area
  - Machining* diluar suatu area
  - Machining* mengikuti rangkaian garis
  - Finishing* suatu area
  - Membuat lubang
40. Untuk menggerakkan *Cutter* bergerak melingkar searah jarum jam menggunakan kode?
- G1
  - G2
  - G3
  - M3
  - M5
41. Jenis *Cutter* untuk proses di bawah ini adalah ...



- Bull endmill*
- Endmill with radius*
- Flat endmill*
- NC Drill*
- Dove tail endmill*

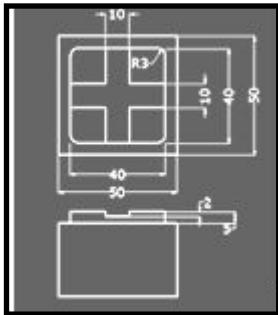


42. Tool yang harus disiapkan untuk mengerjakan benda kerja di bawah ini adalah ...



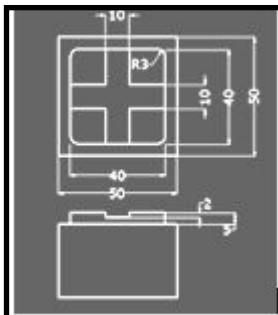
- a. Face endmill, Drill
- b. Flat endmill, NC Drill, Drill
- c. Plain milling Cutter, side milling Cutter
- d. Drill, pisau modul
- e. Dove tail milling Cutter, T slot milling Cutter

43. Untuk membuat benda kerja di bawah ini , Cutter yang digunakan adalah ...



- a. Flat endmill diameter 10 mm
- b. Flat endmill diameter 10 cm
- c. Flat endmill diameter 40 mm
- d. Flat endmill diameter 40 cm
- e. Flat endmill diameter 50 mm

44. Jika referensi *point* berada di titik tengah atas benda kerja, untuk menyayat tanda "+", nilai Z yang diinput adalah ...

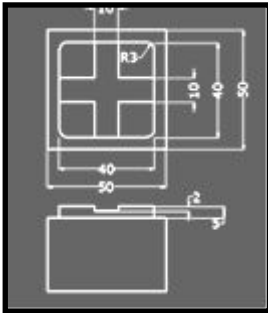




## PENILAIAN AKHIR SEMESTER GASAL

- a. -2
- b. -5
- c. 2
- d. 5
- e. 10

45. Untuk membentuk radius 3 pojok kanan atas menggunakan *Cutter* diameter 10 mm, jika referensi *point* berada di tengah benda kerja, maka g-kode yang benar adalah ...



- a. G3 X30 Z17 R3
- b. G2 X30 Z17
- c. G2 X30 Z17 R3
- d. G3 X50 Z17 R3
- e. G2 X50 Z17 R3

46. *Toolpath* untuk membuat jobsheet di bawah ini adalah ...



- a. Area mill, Drill
- b. Contour, Drill
- c. Area mill, contour
- d. Area mill, Drill, counter bore
- e. Area mill, pocket

47. *Toolpath* yang digunakan untuk membuat kantong adalah ...



Gambar 12.34 Benda kerja dengan 4 kantong

- a. Drill
- b. Pocket
- c. Area mill
- d. Contour
- e. face

48. Cutter yang bisa dipakai untuk pekerjaan di bawah ini adalah ...



Gambar 12.34 Benda kerja dengan 4 kantong

- a. Flat endmill diameter 16
- b. Flat endmill diameter 20
- c. Bull endmill diameter 12
- d. Flat endmill diameter 12
- e. Bull endmill diameter 16

49. Arah pergerakan Cutter adalah pengertian dari ...

- a. Tool
- b. Toolpath
- c. Contour
- d. Linking parameter
- e. Milling

50. Jika dalam mengebor menghendaki pemutusan total, maka metode pengeboran menggunakan metode ...

- a. Peck Drill
- b. Drilling

PENILAIAN AKHIR  
SEMESTER GASAL

- c. *Counter bore*
- d. *Avoidance*
- e. *From outside*

**Essay**

1. Apa yang menjadi pertimbangan jika memilih pengaturan *Cutting speed* berdasarkan pengalaman praktik harian di bengkel?...
2. Jika pengisian *tool number* yang tidak sesuai antara *magazine* mesin dan pengaturan pada *toolpath*, maka yang terjadi adalah...
3. Jika dalam pengaturan parameter pengeboran, *spindel direction* dipilih *counter clockwise*, maka yang terjadi adalah ...
4. Jika akan membuat sebuah lubang diameter 10 mm tidak tembus dengan dasar lubang berbentuk *flat/* datar, maka *toolpath* dan *tool* yang dipilih adalah ...
5. Sebuah baja lunak akan di *facing* menggunakan *flat endmill* dengan diameter 20 mm dengan kecepatan potong (Cs) 25 meter/ menit. Berapa kecepatan *spindel* mesinnya?

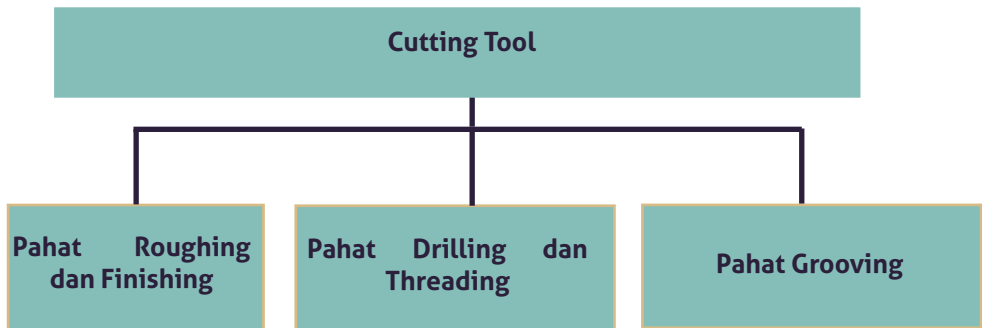


TUJUAN PEMBELAJARAN

Setelah belajar menganalisa dan membaca siswa bisa menentukan jenis Cutting Tool sesuai dengan proses pengerjaan Bubut di aplikasi simulasi Mastercam dengan baik dan benar sesuai dengan kegunaan dari masing-masing Tool yang ada.



PETA KONSEP

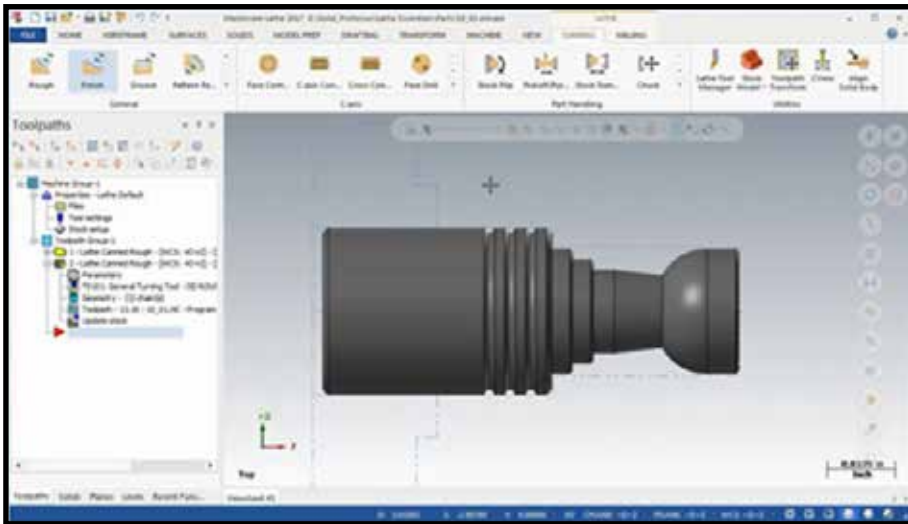


KATA KUNCI

Cutting Tool, Pahat Roughing, pahat Finishing, Pahat Drilling, Pahat Threading

## PENDAHULUAN

Dewasa ini mastercam aplikasi yang sangat berguna untuk industri besar. Dalam hal ini, industri yang sangat membutuhkan aplikasi mastercam adalah industri yang bergerak dibidang manufaktur. Kenapa industri dibidang manufaktur sangat membutuhkan aplikasi mastercam? Jawabannya ialah mastercam adalah aplikasi yang digunakan untuk membuat program dan simulasi untuk membuat suatu produk. Industri manufaktur adalah industri yang sangat mementingkan kepresisian benda yang akan dibuat oleh karena itu aplikasi ini bisa sebagai simulasi atau gambaran sebuah produk akan dibuat dengan ukuran berapa dan apakah jika dikerjakan oleh mesin benda yang akan dibuat bisa sesuai ukuran yang diinginkan.



Gambar 9.1. Contoh Benda Jadi Pada Simulasi Mastercam  
Sumber <https://www.solidprofessor.com/tutorials/mastercam>



## MATERI PEMBELAJARAN

## A. Cutting Tool

Cutting Tool dalam teknik pemesinan bubut adalah sebuah alat yang berfungsi memotong atau menyayat sebuah benda kerja yang bertujuan untuk membuat sebuah benda kerja dengan ukuran dan bentuk tertentu. Terdapat bermacam-macam Cutting tool serta berbagai macam penggunaan dari Cutting tool.





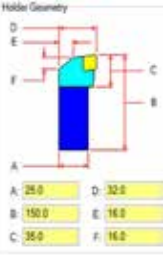




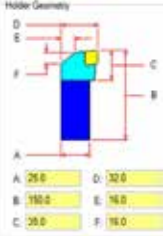




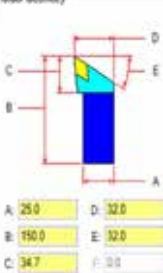




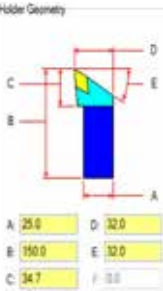
Didalam mastercam terdapat berbagai macam Cutting tool yang sama pada penggunaan aselinya. Cutting tool pada aplikasi mastercam juga mempunyai fungsi yang sama dengan penggunaan aselinya.

## 1. Pahat Roughing dan Finishing

Pahat Roughing adalah jenis pahat yang digunakan untuk pemakanan kasar sedangkan untuk Pahat finishing adalah jenis pahat yang digunakan untuk pemakanan penyelesaian. Jenis-jenis pahat Roughing dan finishing yang bisa digunakan di aplikasi mastercam serta parameter dan geometry dari pahat tersebut sudah tersaji di library dari mastercam





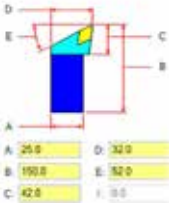




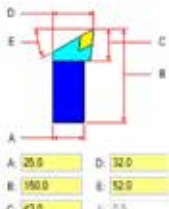




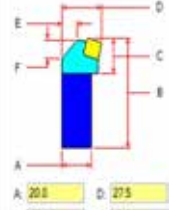




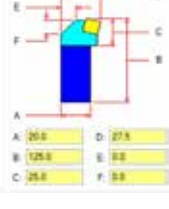


Tabel 9.1 Jenis- Jenis Pahat Roughing Dan Finishing Pada Mastercam



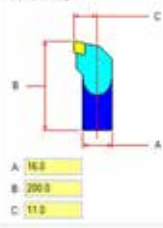


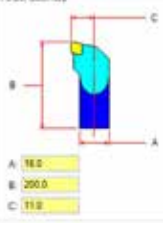


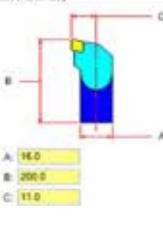


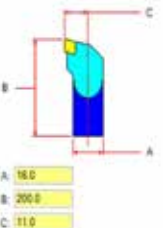
No	Jenis Pahat	Sudut dan Bentuk mata pahat	Corner Radius	Thickness	Spesifikasi Holder	Kegunaan
1.	 T0101 R0.8 OD ROUGH RIGHT - ...  Pahat Roughing Rata Kanan	 C (80 deg. diamond)	Corner Radius 08 	Thickness 04 	Holder Geometry  A: 25.0 D: 32.0 B: 150.0 E: 16.0 C: 35.0 F: 16.0	Untuk pemakanan kasar (Roughing) dari arah Kanan
2.	 T0202 R0.8 OD ROUGH LEFT - ...  Pahat Roughing Rata Kiri	 C (80 deg. diamond)	Corner Radius 08 	Thickness 04 	Holder Geometry  A: 25.0 D: 32.0 B: 150.0 E: 16.0 C: 35.0 F: 16.0	Untuk pemakanan kasar (Roughing) dari arah kiri
3.	 T1111 R0.8 OD Left 55 deg  Pahat Roughing/ finishing kiri	 D (55 deg. diamond)	Corner Radius 08 	Thickness 06 	Holder Geometry  A: 25.0 D: 32.0 B: 150.0 E: 32.0 C: 34.7 F: 3.0	Untuk pemakanan Roughing/ finishing dari arah kiri
4.	 T1212 R0.8 OD Right 55 deg  Roughing/ finishing kanan	 D (55 deg. diamond)	Corner Radius 08 	Thickness 06 	Holder Geometry  A: 25.0 D: 32.0 B: 150.0 E: 32.0 C: 34.7 F: 3.0	Untuk pemakanan Roughing/ finishing dari arah kanan







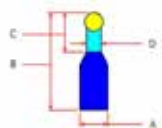




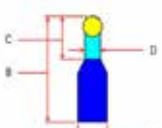
MATERI PEMBELAJARAN

No	Jenis Pahat	Sudut dan Bentuk mata pahat	Corner Radius	Thickness	Spesifikasi Holder	Kegunaan
5.	 T2121 R0.8 3D FINISH RIGHT -  Pahat finishing kanan	 V (35 deg. diamond)	Corner Radius 08 	Thickness 04 	Holder Geometry  A: 25.0 D: 32.0 B: 150.0 E: 52.0 C: 42.0 F: 0.0	Untuk pemakanan finishing dari arah kiri
6.	 T2222 R0.8 FINISH LEFT - 35 DEG.  Pahat Roughing Rata Kiri	 V (35 deg. diamond)	Corner Radius 08 	Thickness 04 	Holder Geometry  A: 25.0 D: 32.0 B: 150.0 E: 52.0 C: 42.0 F: 0.0	Untuk pemakanan finishing dari arah kiri
7.	 T3131 R0.8 ROUGH FACE RIGHT -  Pahat facing kanan	 C (80 deg. diamond)	Corner Radius 08 	Thickness 04 	Holder Geometry  A: 20.0 D: 27.5 B: 125.0 E: 0.0 C: 25.0 F: 0.0	Untuk pemakanan Facing dari arah kanan
8.	 T3232 R0.8 ROUGH FACE LEFT -  Pahat facing kiri	 C (80 deg. diamond)	Corner Radius 08 	Thickness 04 	Holder Geometry  A: 20.0 D: 27.5 B: 125.0 E: 0.0 C: 25.0 F: 0.0	Untuk pemakanan Facing dari arah kiri



No	Jenis Pahat	Sudut dan Bentuk mata pahat	Corner Radius	Thickness	Spesifikasi Holder	Kegunaan
9.	 T7171 R0.4 ID ROUGH MIN. 16. DIA. Pahat bubut dalam Roughing, lebar holder pahat 16 mm	 C (80 deg. diamond)	Corner Radius D4	Thickness T3	Holder Geometry  A: 16.0 B: 200.0 C: 11.0	Untuk proses pembuatan lubang/ proses pembubutan finishing bagian dalam
10.	 T7272 R0.4 ID ROUGH MIN. 20. DIA. Pahat Roughing Rata Kiri	 C (80 deg. diamond)	Corner Radius D4	Thickness T3	Holder Geometry  A: 16.0 B: 200.0 C: 11.0	Untuk proses pembuatan lubang/ proses Roughing bagian dalam
11.	 T8181 R0.4 ID FINISH 16. DIA. Pahat Roughing/ finishing kiri	 D (55 deg. diamond)	Corner Radius D4	Thickness T3	Holder Geometry  A: 16.0 B: 200.0 C: 11.0	Untuk proses pembuatan lubang/ proses finishing bagian dalam
12.	 T8282 R0.4 ID FINISH MIN. 20. DIA. Pahat Roughing/ finishing kanan	 D (55 deg. diamond)	Corner Radius D4	Thickness T3	Holder Geometry  A: 16.0 B: 200.0 C: 11.0	Untuk proses pembuatan lubang/ proses finishing bagian dalam





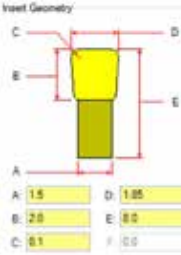
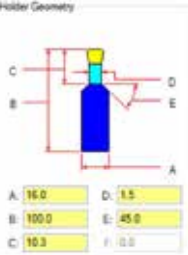


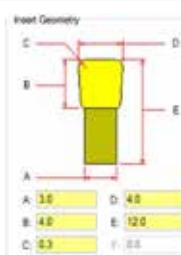
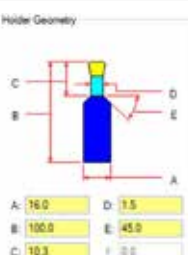


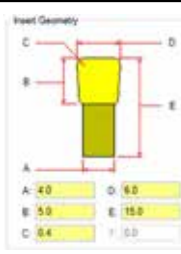
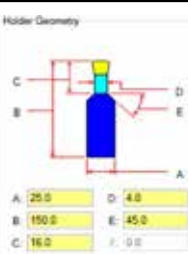


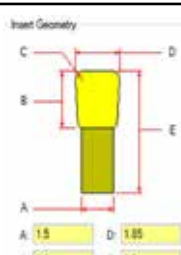
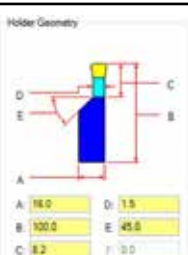
No	Jenis Pahat	Sudut dan Bentuk mata pahat	Corner Radius	Thickness	Spesifikasi Holder	Kegunaan
13.	 T142142 R5. OD TOOL - 10. BUTTON	 H (hexagon)	Corner Radius 12 	Thickness 01 	Holder Geometry  A: 24.2    D: 6.0 B: 125.0    E: 0.0 C: 37.5    F: 0.0	Untuk proses pembubutan suatu bentuk benda yang tidak bisa dibuat menggunakan pahat yang biasa
14.	 T141141 R1.2 OD ROUGH HEXAGON	 H (hexagon)	Corner Radius 12 	Thickness 01 	Holder Geometry  A: 24.2    D: 6.0 B: 125.0    E: 0.0 C: 37.5    F: 0.0	Untuk proses pembubutan suatu bentuk benda yang tidak bisa dibuat menggunakan pahat yang biasa

## 2. Pahat alur (Grooving) dan Cut OFF

Pahat alur (Grooving) adalah sebuah pahat dalam teknik pemesinan bubut dimana fungsi/ kegunaan dari pahat ini adalah untuk membuat sebuah alur (Grooving) pada sebuah benda kerja yang berbentuk bulat. Pahat alur sendiri juga mempunyai banyak type dan jenis serta kegunaan yang berbeda-beda. Di bawah ini penulis menyajikan jenis pahat alur yang ada di library aplikasi mastercam



Tabel 9.2 Jenis Jenis Pahat Alur Pada Mastercam



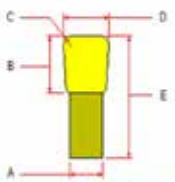
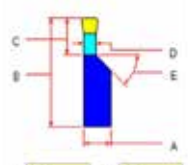


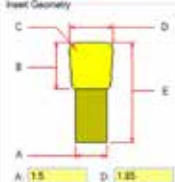
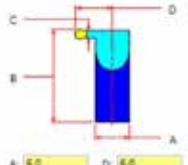


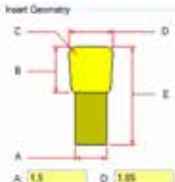
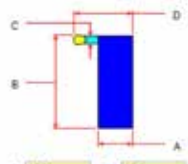


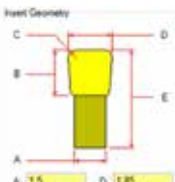
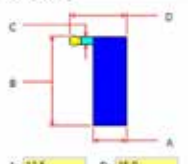
No	Jenis pahat	Bentuk mata pahat	Geometry insert pahat	Spesifikasi holder	kegunaan
1.	 T4141 R0.1 W1.85 OD GROOVE CENTE...  Pahat alur dengan mata potong di tengah	 Single End (Square)			Membuat Alur Biasa
2.	 T4242 R0.3 W4. OD GROOVE CENTE...  Pahat alur dengan mata potong di tengah	 Single End (Square)			Membuat Alur Biasa
3.	 T4343 R0.4 W6. OD GROOVE CENTE...  Pahat alur dengan mata potong di tengah	 Single End (Square)			Membuat Alur Biasa
4.	 T4444 R0.1 W1.85 OD GROOVE LEF...  Pahat alur dengan mata potong disamping kanan	 Single End (Square)			Membuat Alur Biasa



MATERI PEMBELAJARAN

No	Jenis pahat	Bentuk mata pahat	Geometry insert pahat	Spesifikasi holder	kegunaan
5.	 T4545 R0.3 W4. OD GROOVE LEF... Pahat alur dengan mata potong disamping kanan	 Single End (Square)	 A: 3.0 D: 4.0 B: 4.0 E: 12.0 C: 0.3 F: 0.0	 A: 25.0 D: 3.0 B: 150.0 E: 45.0 C: 12.5 F: 0.0	Membuat Alur Biasa
6.	 T4545 R0.4 W6. OD GROOVE LEFT - WIDE Pahat alur dengan mata potong disamping kanan	 Single End (Square)	 A: 4.0 D: 6.0 B: 6.0 E: 15.0 C: 0.4 F: 0.0	 A: 25.0 D: 4.0 B: 150.0 E: 45.0 C: 16.0 F: 0.0	Membuat Alur Biasa
7.	 T4747 R0.1 W1.85 OD GROOVE RIGH... Pahat alur dengan mata potong disamping kiri	 Single End (Square)	 A: 1.5 D: 1.85 B: 2.0 E: 6.0 C: 0.1 F: 0.0	 A: 16.0 D: 1.5 B: 300.0 E: 45.0 C: 8.2 F: 0.0	Membuat Alur Biasa
8.	 T4848 R0.3 W4. OD GROOVE RIGH... Pahat alur dengan mata potong disamping kanan	 Single End (Square)	 A: 3.0 D: 4.0 B: 4.0 E: 12.0 C: 0.3 F: 0.0	 A: 25.0 D: 3.0 B: 150.0 E: 45.0 C: 12.5 F: 0.0	Membuat Alur Biasa



No	Jenis pahat	Bentuk mata pahat	Geometry insert pahat	Spesifikasi holder	kegunaan
9.	 <p>T4949 R0.3 W6. OD GROOVE RIGH.</p> <p>Pahat alur dengan mata potong disamping kanan</p>	 <p>Single End (Square)</p>	<p>Insert Geometry</p>  <p>A: 3.0 D: 6.0 B: 4.0 E: 12.0 C: 0.3 F: 0.0</p>	<p>Holder Geometry</p>  <p>A: 25.0 D: 3.0 B: 100.0 E: 45.0 C: 12.5 F: 0.0</p>	Membuat Alur Biasa
10.	 <p>T5151 R0.3 W1.85 ID GROOVE MIN. 6. DIA.</p> <p>Pahat alur dengan mata potong disamping kanan</p>	 <p>Single End (Square)</p>	<p>Insert Geometry</p>  <p>A: 1.5 D: 1.85 B: 2.0 E: 8.0 C: 0.1 F: 0.0</p>	<p>Holder Geometry</p>  <p>A: 6.0 D: 6.0 B: 100.0 E: 0.0 C: 1.5 F: 0.0</p>	Membuat Alur Dalam
11.	 <p>T5151 R0.1 W1.85 FACE GROOVE RIGH...</p> <p>Pahat Alur Samping</p>	 <p>Single End (Square)</p>	<p>Insert Geometry</p>  <p>A: 1.5 D: 1.85 B: 2.0 E: 8.0 C: 0.1 F: 0.0</p>	<p>Holder Geometry</p>  <p>A: 12.5 D: 16.0 B: 100.0 E: 0.0 C: 1.5 F: 0.0</p>	Membuat Alur Samping kanan
12.	 <p>T6464 R0.1 W1.85 FACE GROOVE LEF...</p> <p>Pahat Alur Samping</p>	 <p>Single End (Square)</p>	<p>Insert Geometry</p>  <p>A: 1.5 D: 1.85 B: 2.0 E: 8.0 C: 0.1 F: 0.0</p>	<p>Holder Geometry</p>  <p>A: 12.5 D: 16.0 B: 100.0 E: 0.0 C: 1.5 F: 0.0</p>	Membuat Alur Samping kiri



MATERI PEMBELAJARAN

No	Jenis pahat	Bentuk mata pahat	Geometry insert pahat	Spesifikasi holder	kegunaan
13.	 T151151 R0.4 W4. OD CUTOFF RIGHT  Pahat potong benda kerja	 Single End (chamfer)	 A: 3.2 D: 0.4 B: 6.4 E: 4.0 C: 5.0 F: 15.0	 A: 25.0 D: 3.2 B: 175.0 E: 45.0 C: 37.0 F: 0.0	Memotong Benda Kerja
14.	 T152152 R0.4 W4. OD CUTOFF LEFT  Pahat Potong	 Single End (chamfer)	 A: 3.2 D: 0.4 B: 6.4 E: 4.0 C: 5.0 F: 15.0	 A: 25.0 D: 3.2 B: 175.0 E: 45.0 C: 37.0 F: 0.0	Memotong Benda Kerja



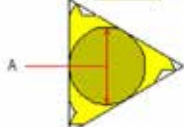
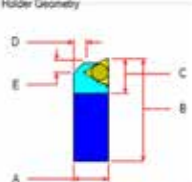


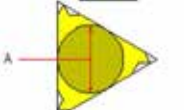
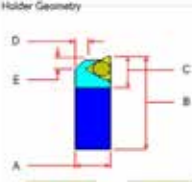


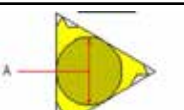
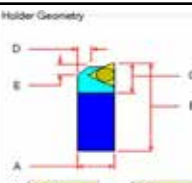


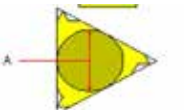
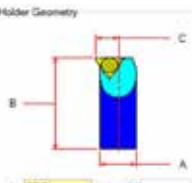


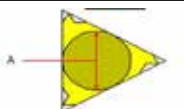
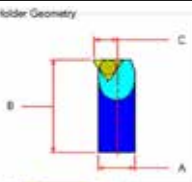
3. Ulir (Screw)

Ulir atau screw adalah suatu jenis cara penyatuan antara 2 benda. Ulir bisa dibuat dengan berbagai cara yaitu bisa menggunakan alat bantu tap, alat bantu snai dan bisa menggunakan proses permesinan khususnya permesinan bubut. Dalam pembuatan sebuah ulir pada proses pemesian bubut tidak jauh dari pahat pastinya pahat yang dimaksud disini adalah pahat untuk proses pembuatan ulir. Di aplikasi mastercam pahat ulir mempunyai berbagai jenis dan bentuk, di bawah ini penulis akan menjelaskan jenis-jenis dari pahat ulir

Tabel 9.3 Jenis Jenis Pahat Threading Pada Mastercam



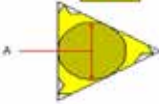
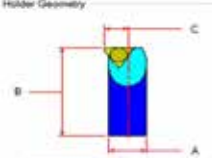
No	Jenis pahat	Sudut dan bentuk mata pahat	Corner radius	Spesifikasi holder	kegunaan
1.	 T9191 R0.072 OD THREAD LEFT- SMALL  Pahat Ulir iri ukuran kecil	 Metric 60 deg.	 A: 9.525 D: 0.0 B: 0.072 E: 0.0 C: 1.137	 A: 16.0 D: 6.0 B: 125.0 E: 6.0 C: 22.6 F: 0.0	Untuk Membuat Ulir dari kiri



No	Jenis pahat	Sudut dan bentuk mata pahat	Corner radius	Spesifikasi holder	kegunaan
2.	 T9494 R0.072 OD THREAD RIGH... Pahat Ulir kanan ukuran kecil	 Metric 60 deg.	 A: 9.525 D: 0.0 B: 0.072 E: 0.0 C: 1.137	Holder Geometry  A: 16.0 D: 6.0 B: 125.0 E: 6.0 C: 22.5 F: 0.0	Untuk Membuat Ulir dari Kanan
3.	 T9393 R0.144 OD THREAD LEF... Pahat Ulir kiri ukuran sedang	 Metric 60 deg.	 A: 9.525 D: 0.0 B: 0.144 E: 0.0 C: 2.273	Holder Geometry  A: 25.0 D: 12.5 B: 175.0 E: 12.5 C: 21.6 F: 0.0	Untuk Membuat Ulir dari kiri
4.	 T9696 R0.144 OD THREAD RIGH... Pahat Ulir Kiri ukuran sedang	 Metric 60 deg.	 A: 9.525 D: 0.0 B: 0.144 E: 0.0 C: 2.273	Holder Geometry  A: 25.0 D: 12.5 B: 175.0 E: 12.5 C: 21.6 F: 0.0	Untuk Membuat Ulir dari kanan
5.	 T101101 R0.036 ID THREAD MIN. 20. DIA. Pahat Ulir dalam ukuran kecil	 Metric 60 deg.	 A: 9.525 D: 0.0 B: 0.036 E: 0.0 C: 0.568	Holder Geometry  A: 16.0 D: 0.0 B: 100.0 E: 0.0 C: 9.0 F: 0.0	Untuk Membuat Ulir dalam
6.	 T102102 R0.072 ID THREAD MIN. 30. DIA. Pahat Ulir dalam ukuran sedang	 Metric 60 deg.	 A: 9.525 D: 0.0 B: 0.072 E: 0.0 C: 1.137	Holder Geometry  A: 25.0 D: 0.0 B: 175.0 E: 0.0 C: 14.0 F: 0.0	Untuk Membuat Ulir dari dalam





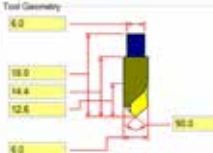
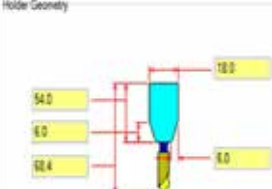


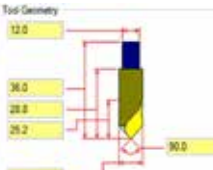
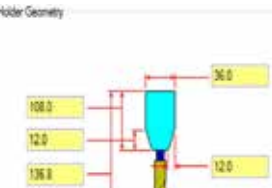
MATERI PEMBELAJARAN

No	Jenis pahat	Sudut dan bentuk mata pahat	Corner radius	Spesifikasi holder	kegunaan
7.	 T103103 R0.09 ID THREAD MIN. 40. DIA. Pahat Ulir dalam ukuran besar	 Metric 60 deg.	 A: 9.525    D: 0.0 B: 0.09    E: 0.0 C: 1.421	Holder Geometry  A: 32.0    D: 0.0 B: 200.0    E: 0.0 C: 18.0    F: 0.0	Untuk Membuat Ulir dari dalam



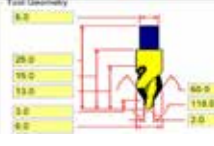
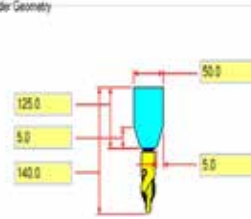


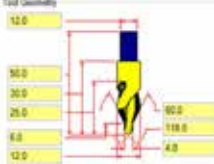
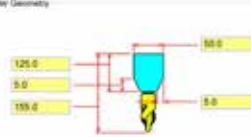


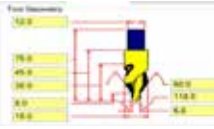
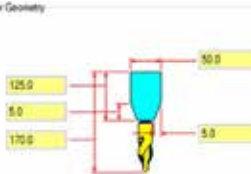


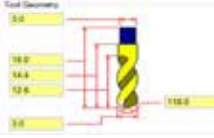
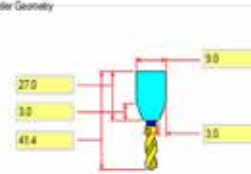


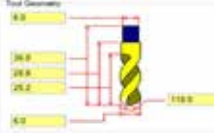
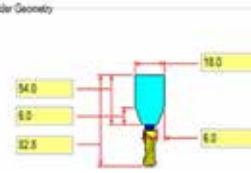
4. Drilling

Drilling adalah sebuah alat didalam teknik pemesinan yang digunakan untuk membuat sebuah lubang pada benda kerja. Dari proses drilling terdapat berbagai macam mata Drill dan mempunyai kegunaan masing-masing setiap mata Drillnya.

Tabel 9.4 Jenis Jenis Mata Bor/ Drilling Pada Mastercam

No	Jenis pahat	Sudut dan bentuk mata pahat	Geometry alat potong	Spesifikasi holder	Kegunaan
1.	 T111111 6. Dia. SPOT TOOL 6. DIA.		Tool Geometry 	Holder Geometry 	Membuat titik
2.	 T112112 12. Dia. SPOT TOOL 12. DIA.		Tool Geometry 	Holder Geometry 	Membuat titik



No	Jenis pahat	Sudut dan bentuk mata pahat	Geometry alat potong	Spesifikasi holder	Kegunaan
3.	 T115115 6. Dia. CENTER DRILL - 6. DIA.				Membuat lubang center
4.	 T116116 12. Dia. CENTER DRILL - 12. DIA.				Membuat lubang center
5.	 T117117 18. Dia. ENTER DRILL - 18. DIA.				Membuat lubang center
6.	 T121121 3. Dia. DRILL 3. DIA.				Membuat lubang
7.	 T122122 6. Dia. DRILL 6. DIA.				Membuat lubang



MATERI PEMBELAJARAN

No	Jenis pahat	Sudut dan bentuk mata pahat	Geometry alat potong	Spesifikasi holder	Kegunaan
8.	 T123123 9 Dia. DRILL 9 DIA.				Membuat lubang rata
9.	 T132132 6 Dia. END MILL 6 DIA. - 0.5R				Membuat lubang rata
10.	 T133133 9 Dia. END MILL 9 DIA. - 0.5R				Membuat lubang rata
11.	 T134134 12 Dia. END MILL 12 DIA. - 0.5R				Membuat lubang rata
12.	 T135135 15 Dia. END MILL 15 DIA. - 0.5 R				Membuat lubang rata



## Pengetahuan Dasar Mesin CNC Lathe

Definisi CNC (Komputer Numerical Control) pada awalnya hanya terbatas pada mesin Numerical Control (NC) yang tergabung dengan komputer internal untuk menangani control mesin dan pelaksanaan program. Sekarang ini, CNC berkembang mewakili seluruh mesin produksi yang menggunakan komputer on-board untuk mengontrol pergerakan peralatan/ tool dalam suatu proses produksi. Jadi kesimpulan sederhana yang dapat kita ambil adalah Mesin CNC adalah sebuah mesin yang menggunakan kode angka/ Numerical Control (dengan rumus matematis) untuk menjalankan atau mengoperasikan. (mudah untuk menghafalnya bukan?)

Kelebihan dari CNC Machine lathe adalah mesin yang dikontrol dengan kode angka ini diantaranya adalah tersistem secara otomatis, akurat, konsisten dan fleksibel, bahkan untuk proses manufaktur yang sangat rumit sekalipun.

Rancangan produk dapat diubah atau disesuaikan cukup dengan mengubah program instruksi saja. Tetapi tentu saja untuk investasi mesin ini butuh modal cukup besar dan juga perlu pelatihan khusus untuk seseorang yang akan mengoperasikannya.

### Sistem Otomatis

Intervensi operator terhadap hubungan produksi barang dapat dikurangi atau bahkan dihilangkan. Saat ini banyak CNC Lathe telah dioperasikan tanpa pengawasan langsung oleh operator, memberikan kesempatan kepada operator untuk melaksanakan tugas-tugas yang lain. Dapat mengurangi risiko akibat human eror dan dapat mengetahui "Cycle Time Machining Process" untuk setiap barang/ benda kerja.

### Akurat & Konsisten

Tingkat akurasi mesin CNC Lathe mampu mencapai 1 micron (0.001 mm). Akhir-akhir ini, produsen Mesin CNC Lathe telah berhasil mengembangkan mesin dengan tingkat akurasi dan berkemampuan untuk melakukan proses secara berulang-ulang dalam jumlah yang besar. Artinya, saat sebuah program telah diinput ke dalam program, dua, sepuluh, ribuan bahkan puluhan ribu benda kerja serupa dapat dengan mudah dihasilkan secara akurat dan konsisten

### Fleksibilitas

Sebuah mesin CNC Lathe dapat digunakan untuk berbagai jenis pengerjaan, dan pada setiap pergantian proses pemindahan program dapat dilakukan secara cepat. Program yang sudah diinput akan disimpan pada memori komputer pada mesin. Program tersebut dapat di panggil kembali "recall" seketika saat akan pergantian proses.

Seluruh bentuk pergerakan tool pada turret mesin CNC Lathe ke dalam 2 arah atau lebih disebut AXIS. Kedua AXIS ini dapat bergerak secara presisi dan otomatis.

#### GERAKAN AXIS

- o X (Gerakan naik – turun)
- o Z (Gerakan maju – mundur)



## JELAJAH INTERNET

Terdapat banyak materi yang belum penulis curahkan pada buku ini. Untuk itu guru dan siswa harus kreatif untuk mencari materi tambahan. Materi tambahan itu bisa dari buku lain bisa juga dari internet. Penulis memberikan beberapa referensi tentang materi Cutting tool. Di bawah ini, penulis sertakan alamat webnya jadi siswa bisa mencari sendiri.

1. <https://m.youtube.com/watch?v=3mypgOTvkZM>



2. <https://www.youtube.com/watch?v=UHWapekv7z4&app=desktop>



## RANGKUMAN

Dari pembahasan yang ada di buku bisa dirangkum bahwa

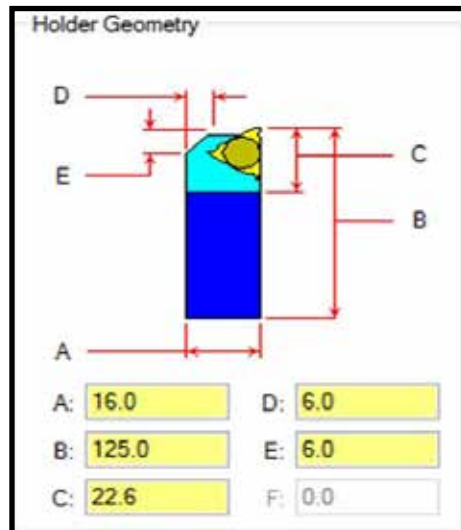
1. Setiap alat potong mempunyai fungsi dan kegunaan yang berbeda-beda tergantung proses pengerjaan yang akan dilakukan.
2. Pahat Roughing adalah jenis pahat yang digunakan untuk pemakanan kasar sedangkan untuk Pahat finishing adalah jenis pahat yang digunakan untuk pemakanan penyelesaian.
3. Pahat alur (Grooving) adalah sebuah pahat dalam teknik pemesinan bubut dimana fungsi/ kegunaan dari pahat ini adalah untuk membuat sebuah alur (Grooving) pada sebuah benda kerja yang berbentuk bulat.
4. Pahat Threading (ulir) merupakan sebuah jenis pahat yang mempunyai kegunaan untuk membuat ulir.



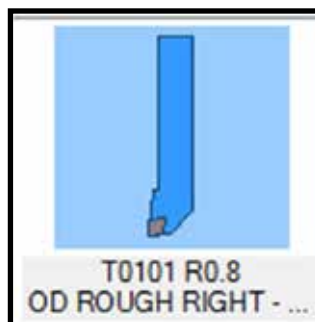
Untuk tugas mandiri pada bab Cutting Tool adalah mencari materi tentang pahat yang digunakan pada teknik pemesinan bubut lengkap dengan kegunaannya jika sudah menemukan tulislah jawaban pada kerta A4 diketik pakai komputer kemudian diprint dan dinilai ke guru yang mengajar.



1. Ada berapa jenis pahat yang digunakan dalam aplikasi mastercam...
2. Jelaskan fungsi dari pahat Grooving...
3. Spesifikasi pahat seperti di bawah ini termasuk jenis pahat apakah...



4. Pahat seperti gambar di bawah ini termasuk jenis pahat apa...



5. Jelaskan perbedaan dari pahat Roughing dengan pahat Finishing...
6. Jelaskan perbedaan pahat alur dengan pahat potong...



## REFLEKSI

Dari materi yang telah disampaikan bahwa terdapat macam-macam pahat yang mempunyai fungsi yang berbeda-beda. Dari berbagai macam pahat seorang siswa harus bisa menggunakan pahat yang sesuai dengan jenis pekerjaannya. Jika dirasa materi yang ada di buku masih kurang, carilah referensi dari internet atau buku lainnya. Teruslah membaca dari buku dan referensi lain karena bentuk dan macam-macam pahat setiap mesin berbeda-beda walaupun pada umumnya sama. Jika dirasa sulit dalam menemukan materi pada buku atau yang lainnya, cobalah saling berdiskusi dan bertanyalah kepada guru.

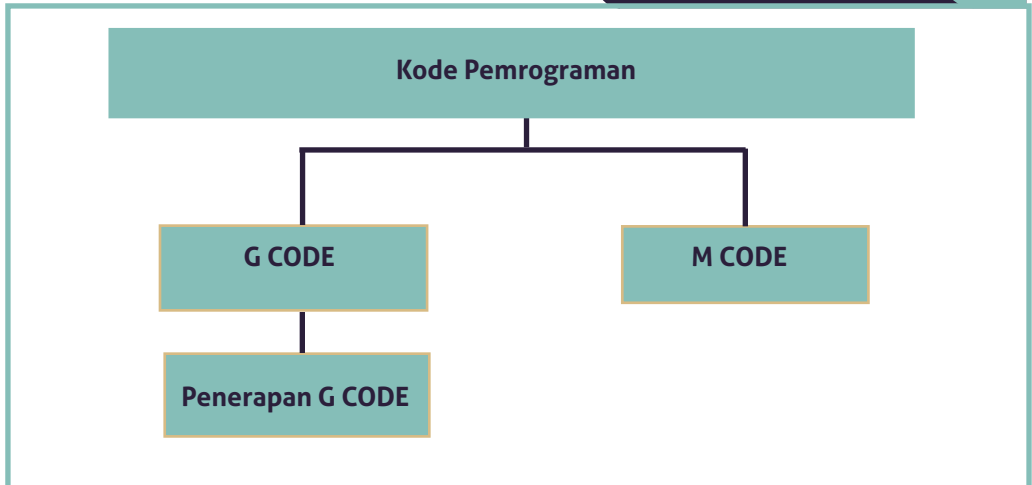
## Memahami Kode Pemrograman CNC Lathe

### TUJUAN PEMBELAJARAN



Dengan menganalisa dan memahami G-Kode dan M-Kode siswa bisa membuat, mengedit serta menerapkan pada program mesin CNC dengan baik, benar dan tepat.

### PETA KONSEP



### KATA KUNCI



G KODE, M KODE, CNC

## PENDAHULUAN

Teknik permesinan CNC adalah suatu cara untuk membuat benda kerja secara massal hanya dengan satu buah mesin CNC dan 1 buah program yang dijalankan oleh mesin yang akan dijalankan. Program dalam mesin CNC menggunakan beberapa kode dan format tersendiri. Kode yang dimasukkan ke dalam mesin haruslah tepat. Namun jika kode yang dimasukkan ke dalam mesin tidak tepat atau terjadi kesalahan sedikit, maka alarm akan berbunyi bahkan bisa saja pahat yang digunakan untuk membuat benda kerja akan patah. Program yang dibuat untuk mesin CNC haruslah benar dan tepat.

Dalam teknik pemesinan bubut CNC terdapat sebuah kode fungsi. Kode fungsi ini adalah sebuah perintah untuk menjalankan kode yang ditulis oleh operator. Kode fungsi perintah ini sangatlah penting dalam teknik pemesinan CNC dikarenakan program tidak bisa berjalan dengan semestinya. Kode fungsi dalam CNC akan dibahas oleh penulis dalam bab ini.



Gambar 10.1 Mesin CNC Cutting  
Sumber <http://laserCuttingspecialists.com>



## MATERI PEMBELAJARAN

**A. Kode G**

Dalam CNC terdapat fungsi kode dimana fungsi kode di mesin CNC mempunyai kegunaan yang berbeda. Fungsi kode G adalah sebuah fungsi kode yang berfungsi untuk menjalankan program yang operator buat. Jika fungsi kode G ini tidak dimasukkan ke dalam program yang dibuat bisa dipastikan program yang dibuat akan mengalami masalah.



Tabel 10.1 Macam – Macam G-Kode

Fungsi Kode	Kegunaan
G 00	Gerak memposisikan pahat tanpa menyayat benda kerja
G 01	Gerak lurus pahat dengan menyayat benda kerja
G 02	Gerak pahat berputar searah jarum jam (CW)
G 03	Gerak Pahat berputar berlawanan arah Jarum jam (CCW)
G 04	Gerakan Behenti Sesaat (dwell)
G 20	Input data dalam imperial (inch)
G 21	Input data dalam Metric (mm)
G 22	Mengaktifkan jarak batas sumbu untuk menetapkan keselamatan kerja
G 23	Menonaktifkan jarak batas sumbu
G 27	Mengecek kembali titik referensi mesin
G 28	Kembali ke titik referensi mesin secara otomatis
G 29	Pahat kembali ke benda kerja dari titik referensi mesin
G 30	Kembali ke titik referensi ke 2, 3, 4, dst.
G 32	Proses pembuatan ulir
G 40	Membatalkan kompensasi pahat
G 41	Kompensasi pahat kiri
G 42	Kompensasi pahat kanan
G 50	Membuat titik nol pada pahat saat digunakan
G 70	Proses siklus (finishing)
G 71	Proses Siklus (Roughing)
G 72	Proses Siklus (Facing)
G 73	Proses mengulang program
G 74	Proses pengeboran
G 75	Proses pembuatan alur
G 76	Siklus penguliran
G 90	Program Absolut/ proses siklus tetap
G 91	Program incremental
G 92	Siklus tetap (proses ulir)
G 94	Siklus tetap (proses Facing)
G 96	Mengontrol kecepatan putaran (mm/min)
G 97	Membatalkan Kontrol kecepatan putaran (mm/min)



Fungsi Kode	Kegunaan
G 98	Mengontrol Cutting speed (mm/min)
G 99	Mengontro Cuttung speed (mm/rev)

### B. Kode M

Kode M adalah sebuah kode fungsi dalam menjalankan program mesin CNC dimana kode ini menggunakan awalan Huruf M. Kalau kode G lebih untuk menjalankan program sedangkan kode M lebih diperuntukkan untuk menjalankan bagian – bagian dari mesin atatu dengan kata lain untuk mengontrol bagian-bagian mesin CNC

Tabel 10.2 Macam-Macam M-Kode

Fungsi Kode	KEGUNAAN	catatan
M 00	menghentikan program CNC sementara	
M 01	Pilihan Berhenti	
M 02	Mengakhiri program	
M 03	Spindle utama berputar searah jarum jam (CW)	
M 04	Spindle utama berputar berlawanan arah jarum jam (CCW)	
M 05	Menghentikan/ mematikan Spindle utama	
M 07	Menghidupkan coolant bertekanan tinggi	Opsional (pilihan)
M 08	Menghidupkan coolant	
M 09	Mematikan coolant	
M 30	Mengakhiri program	
M 98	Memanggil program	
M 99	Mengakhiri sub program	



### C. Kode pemrograman mesin bubut CNC

Agar bisa memahami program dan memahami apa yang ditulis, maka harus memahami cara penulisan dari program .

#### 1 Struktur program

Program CNC terdiri dari blok yang berurutan. Setiap blok pada program yang ditulis merupakan sebuah langkah kerja mesin. Blok terakhir dari urutan tersebut berisi kata khusus untuk mengakhiri program yaitu M2.

Tabel 10.3 Contoh Penulisan Struktur Program

	word	word	Word	Word	comment
Block	N10	G0	X34	Z0	Blok 1
Block	N20	G1	Z3		Blok 2
Block	N...	G3	.....	.....	.....
					Akhir program

#### 2. Setiap program mempunyai nama

Nama program dibuat oleh pembuatnya sendiri namun ada ketentuan sebagai berikut.

- Dua karakter dalam penulisan pertama harus menggunakan huruf, selanjutnya angka ataupun underscore diperbolehkan untuk dipakai;
- Harus tidak melebihi 8 karakter; dan
- Jangan menggunakan tanda pisah (-) Contoh nama program : CRS123.

Karakter di atas merupakan karakter penulisan pada mesin jenis Sinumerik, sedangkan untuk mesin GSK, Fanuc dll. mempunyai cara tersendiri.

#### 3 Struktur kata dan Address adalah seperti gambar di bawah ini.

Satu kata terdiri dari Address dan harga (value). Address berupa huruf kapital dan harga berupa angka.

#### 4 Jumlah karakter pada Address

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

Contoh : CR=5.23

#### 5 Struktur blok

Suatu blok instruksi (block instructions) sebaiknya berisi semua data yang diperlukan untuk melaksanakan satu langkah pemesinan. Blok biasanya terdiri dari beberapa kata dan selalu diakhiri dengan the end of-block character "LF" (line feed).

#### 6 Urut-urutan kata

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

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



## MATERI PEMBELAJARAN

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

## 7 Blok diabaikan (Block skipping)

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

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

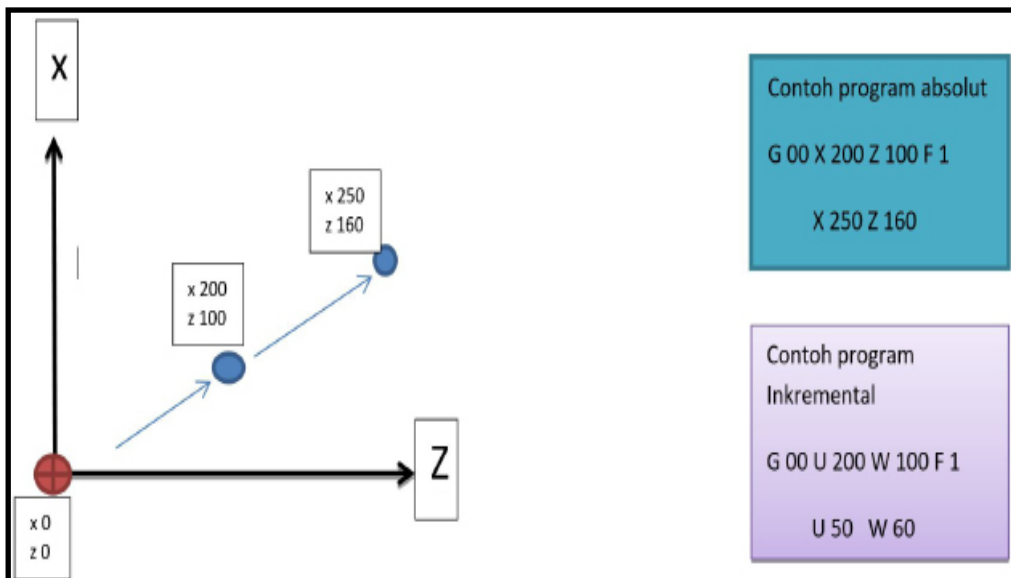
## 8 Komentar/ catatan (comment/ remark)

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

## D. Penjabaran Kode G

## 1. G00

G00 adalah sebuah fungsi kode didalam perintah pembuatan program CNC yang mempunyai kegunaan untuk menggerakkan pahat secara lurus namun pahat yang digerakkan tidak memakan benda kerja yang akan dibuat. Tujuan dari penggunaan fungsi kode ini adalah untuk menempatkan pahat ke koordinat/ tempat yang diinginkan oleh operator tanpa harus mengurangi benda kerja.



Absolut

N 1112 G00 X... Z...

Inkremental

N 2223 G00 U... Z...



2. G 74

G 74 merupakan sebuah fungsi kode dalam pembuatan program dari mesin CNC yang mempunyai kegunaan untuk membuat lubang menggunakan mata bor (Drilling).

Contoh program *Drilling* absolut

```
N 11 G00 X 22 Z 1
G74 R 1
G 74 Z-15 Q3 F 1
G00 X200 Z00
M30
```

• Keterangan

R(e) : jarak istirahat drill

Z : Kedalaman drill

Q(i) : Kedalaman Pemakanan Sekali waktu

F : Feeding

Absolute

G 74 R...

G 74 X...Z... Q..... F...

3.G01

G01 adalah sebuah fungsi kode didalam perintah pembuatan program CNC yang mempunyai kegunaan untuk menggerakkan pahat secara lurus dengan menyayat benda kerja .

Contoh program absolut

```
G 01 X 150 Z 90 F 1
X 200 Z 110
```

Contoh program Inkremental

```
G 01 U 150 W 90 F 1
U 50 W 20
```



## MATERI PEMBELAJARAN

Absolut

N 0023 G01 X... Z... F...

Inkremental

N 0233 G01 U... Z... F...

#### 4. G02

G02 adalah sebuah fungsi kode didalam program CNC khususnya CNC turning yang mempunyai kegunaan untuk memerintahkan pahat bergerak berputar searah jarum jam jika digunakan maka benda yang disayat akan membentuk sebuah radius.

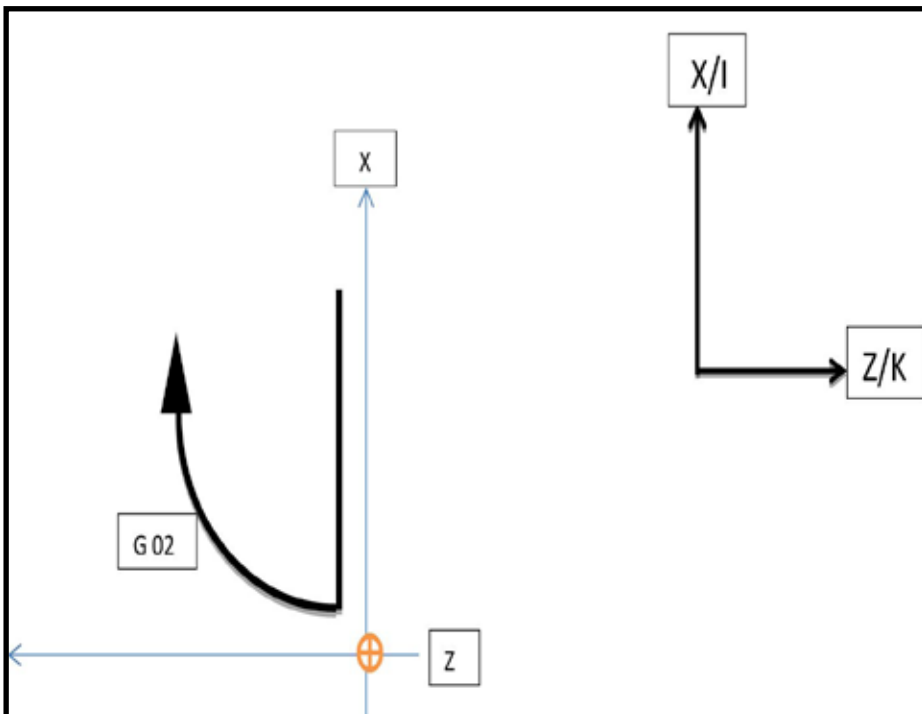
Dalam membuat program di mesin CNC dengan menggunakan fungsi kode G02, terdapat 2 cara yaitu 1. Menggunakan akhiran R 2. Menggunakan I dan K.

Program menggunakan R

N11 G02 X... Z.... R....

Program menggunakan I dan K

N 12 G02 X..... Z..... I.... K....

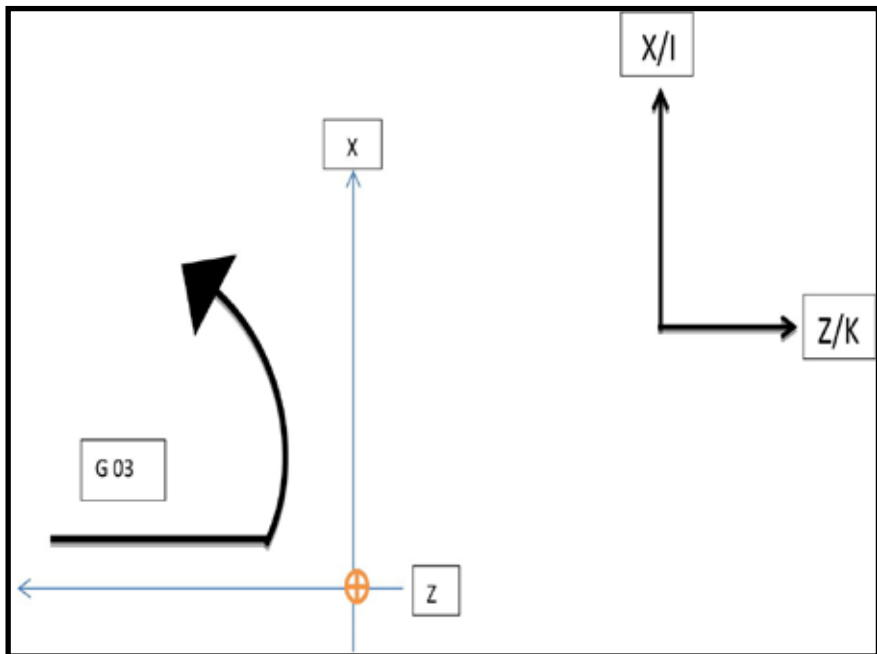




## 5. G 03

G03 adalah sebuah fungsi kode didalam program CNC khususnya CNC turning yang mempunyai kegunaan untuk memerintahkan pahat bergerak berputar Berlawanan arah jarum jam jika digunakan maka benda yang disayat akan membentuk sebuah radius. Fungsi G 03 sama dengan G02 namun yang membedakan adalah arah sayatannya .

Dalam membuat program di mesin CNC dengan menggunakan fungsi kode G03 juga mirip dengan G 02 terdapat 2 cara yaitu 1. Menggunakan akhiran R 2. Menggunakan I dan K.

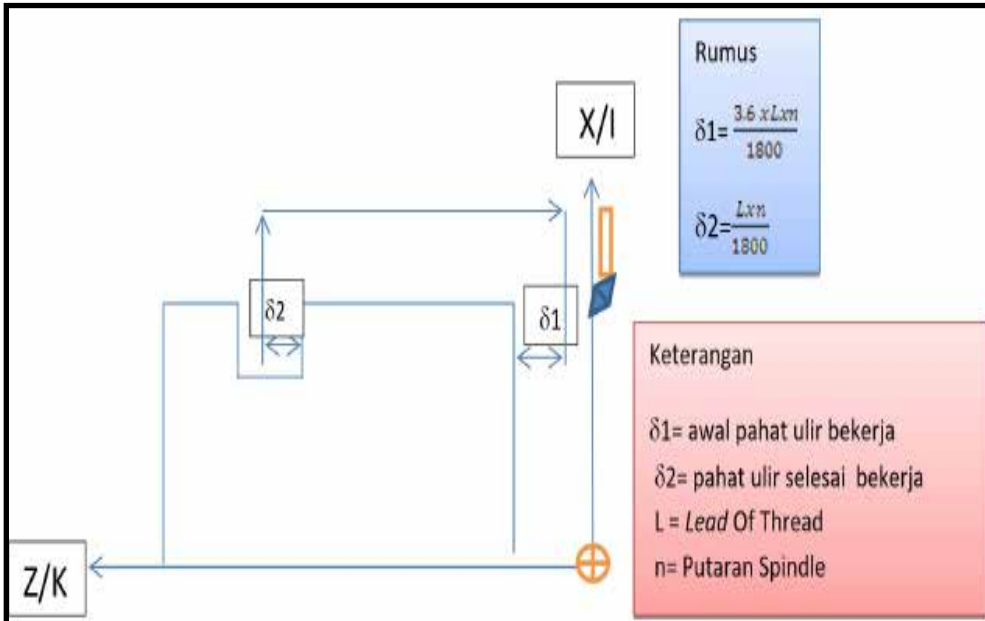


## 6. G 32

G 32 adalah sebuah perintah dari fungsi kode yang digunakan dalam pembuatan program dalam Pemesinan CNC yang digunakan untuk pembuatan Ulir.



MATERI PEMBELAJARAN



Program Absolute  
 G 32 Z(w)... F...  
 X(u...) F...

Contoh program

```

Absolute
G 50 T001
G 97 S800 M03
G 00 X 90 Z 5 T0101 M8
X 48
G 32 Z-70.15 F3
G 00 X 90
Z 5
X 47
G 32 Z-71.5
G00 X90
Z 5
X 150 T001
M30
    
```

7. G 75

G 75 adalah sebuah kode fungsi dalam pembuatan program di CNC yang digunakan untuk perintah pembuatan sebuah alur. Untuk blok program G 75 mirip dengan G 74.



```

Contoh Program
N 11 G 50 S500 T0100
G 97 S 1800 M3
G00 X 80 Z 1 T0101
X 78 Z-50
G 75 R 1
G 75 X 50 Z-20 P3 Q 20 F1
G00 X 90
X 200 Z 200 T0100
M30
    
```

N 40 G 75 R.....  
N 45 G 75 X..... Z-..... P..... Q.....

### 8. G 71

G 71 adalah sebuah kode fungsi program yang digunakan untuk perintah siklus pembubutan lurus pada pemrograman mesin CNC. Jika G 01 proses kerja untuk mendapatkan ukuran tertentu dengan pembubutan step demi step, namun untuk Siklus G 71 bisa langsung ke ukuran yang sebenarnya.

```

G 50 S2000 T0100
G 96 S180 M3
G00 X85 Z5 T0101
Z0
G 00 X85 Z1
G 72 W2 R1
G 72 P09 Q10 U0.5 W0.2 F 0.5
N 09 G 00 G 41 Z-51
G 01 X 80 F0.5
X 78 W 1
X 60
Z-45
X40 Z-15
X30
Z-1
X26 Z1
    
```



## MATERI PEMBELAJARAN

**Keterangan:**

R = jarak pahat dari benda kerja saat selesai Step

P = Nomor mulai proses pengerjaan

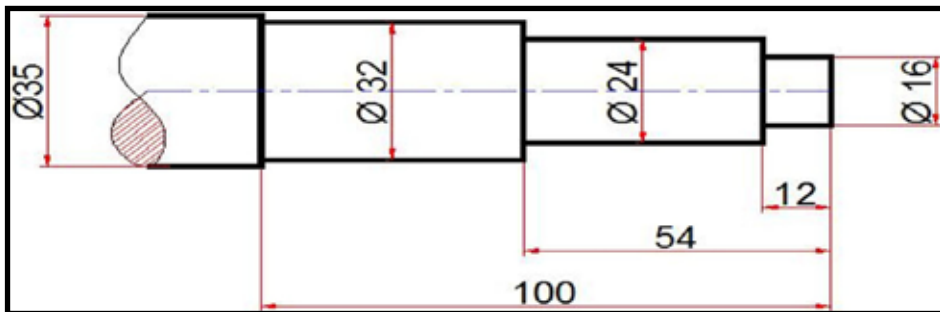
Q = nomor selesai proses pengerjaan

U = sisa ukuran untuk pengerjaan finishing pada sumbu X

W = sisa Ukuran untuk pengerjaan finishing pada

**E. Contoh Penulisan Program****1 Program Bubut Lurus**

Program Diambli dari <http://desainmanufaktur.bayuwiro.net/index.php/2016/01/07/program-bubut-CNC-lathe-CNC-programming/>



Program Diambli dari <http://desainmanufaktur.bayuwiro.net/index.php/2016/01/07/program-bubut-CNC-lathe-CNC-programming/>

**Contoh Program**

O0001

G21

G00 T0101

G97 S1000 M3

G00 G54 Z2.

X35. M8

G50 S2000

G96 S100

G71 U0.5 R1.

G71 P1 Q7 U0.2 W0.2 F0.15

N1 G00 X16.

N2 G01 Z-12.

N3 X24.

N4 Z-54.

N5 X32.

N6 Z-100.

N7 X37.

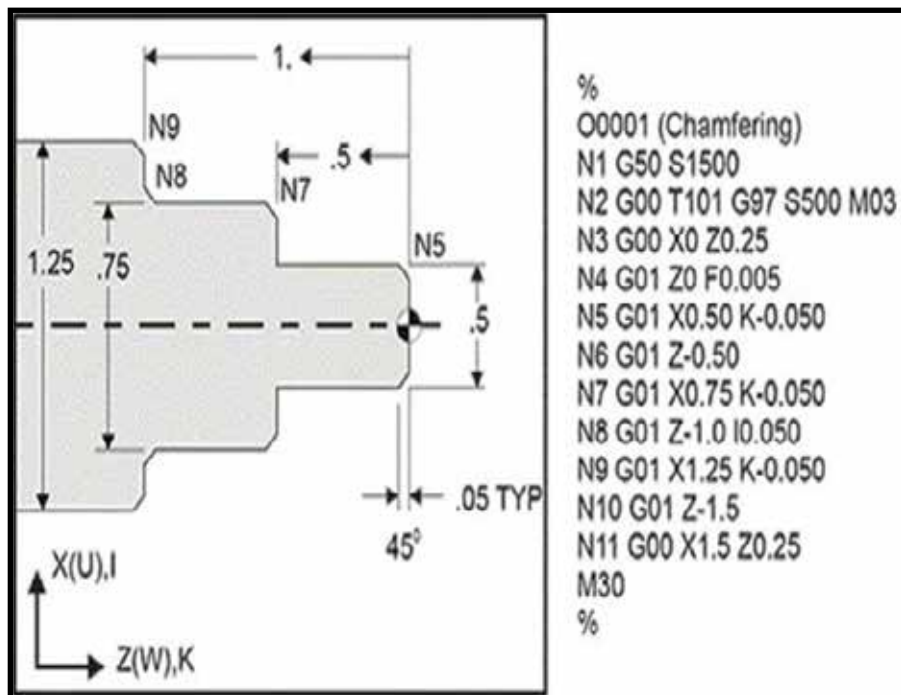
M9

G28 U0. W0. M5

M30

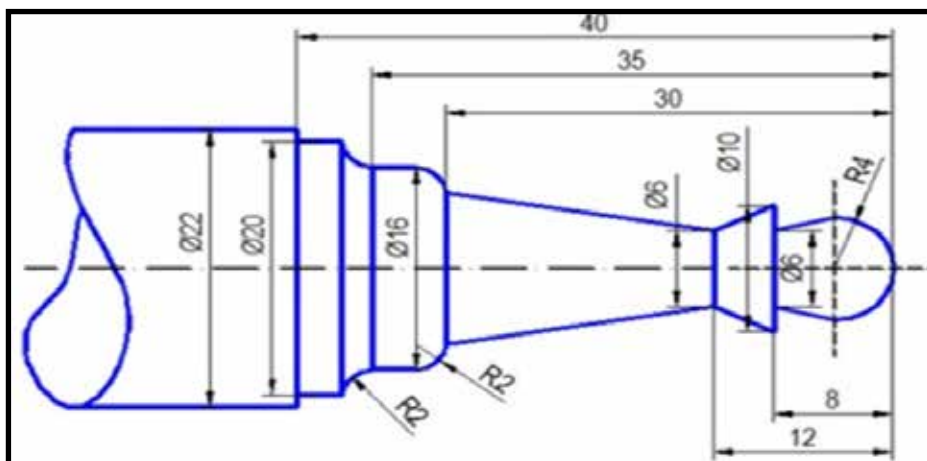


## 2. Program Bubut Lurus dengan Chamfer



Diambil dari : <https://mae.ufl.edu/desainlab/Advanced%20Manufacturing/CNC%20Lathe%20Resources.htm>

## 3 Program pion CNC TU 2A





## MATERI PEMBELAJARAN

N	G/M	X/I	Z/K	F/T	H	KET
00	92	3200	500			
01	M03					
02	00	2200	100			
03	84	2000	-4000	75	100	
04	00	2000	100			
05	84	1800	-3600	75	100	
06	00	1800	100			
07	84	1600	-3500	75	100	
08	00	1600	100			
09	84	1400	-3050	75	100	
10	00	1400	100			
11	84	1200	-3000	75	100	
12	00	1200	100			
13	84	1000	-2400	75	100	
14	00	1000	100			
15	84	800	-800	75	100	
16	00	800	100			
17	84	600	-125	75	100	
18	01	00	00	150		
19	03	800	-400	50		
20	01	600	-800	75		
21	01	1000	-800	75		
22	01	800	-1200	75		
23	01	1200	-3000	75		
24	00	1000	-800			
25	01	600	-1200	75		
26	01	1200	-3000	75		
27	03	1600	-3200	50		
28	01	1600	-3500	150		
29	02	2000	-3700	50		
30	00	3200	500			
31	M05					
32	M30					

Diambil dari <https://suryaputra2009.wordpress.com/2012/01/30/program-pion-CNC-tu2a/>



## MESIN EDM



Gambar 10.2 Mesin CNC EDM

Elektrical discharge machine (EDM) adalah sebuah mesin dengan metode untuk menghilangkan bahan oleh serangkaian cepat lengkung berulang lucutan listrik diantara elektroda (alat potong) dan bagian pekerjaan, dihadapan medan. Electrical Discharge Machine (EDM) adalah suatu mesin perkakas Non Konvensional yang proses pemotongan material (material removal) benda kerjanya berupa erosi yang terjadi karena adanya sejumlah loncatan bunga api listrik secara periodik pada celah antara katoda (pahat) dengan anoda (benda kerja) di dalam cairan dielektrik.

Secara sederhana EDM merupakan serangkaian cepat lengkung antara dua buah elektroda (sebagai alat pemotong) dan bagian pekerjaan di hadapan medan listrik yang energik.

## JELAJAH INTERNET



Untuk menambah wawasan tentang mesin CNC dan kode pemrograman pada mesin CNC siswa bisa berdiskusi dengan temannya. Beberapa website yang bisa dikunjungi bisa dilihat pada QR Kode di bawah ini.



1. [https://www.youtube.com/watch?v=8o\\_lSq4rkWY](https://www.youtube.com/watch?v=8o_lSq4rkWY)
2. <https://www.youtube.com/watch?v=jF4F8Zr2Y08>



## RANGKUMAN

Dari materi yang telah penulis paparkan di atas maka di bab ini yang bisa dirangkum adalah

1. Dalam proses pemrograman di mesin CNC terdapat dua macam kode yaitu
  - a. Kode G  
Kode G adalah sebuah kode perintah untuk proses pemakanan benda kerja oleh pahat
  - b. Kode M  
Kode M adalah sebuah kode perintah yang digunakan khusus untuk perintah perintah pada mesin bukan pada program
2. Untuk membuat program hal yang harus diperhatikan adalah
  - a. Struktur program;
  - b. Nama program;
  - c. Struktur kata;
  - d. Jumlah karakter;
  - e. Struktur blok; dan
  - f. Urutan kata.
3. Fungsi kode G yang biasa digunakan dalam pembuatan program adalah
  - a. G01  
G01 mempunyai fungsi gerak lurus dengan menyayat
  - b. G00  
G00 mempunyai fungsi gerak lurus tanpa menyayat
  - c. G02  
G02 adalah gerak pahat berputar searah jarumjam
  - d. G03  
G03 adalah gerak pahat berputar berlawanan arah jarum jam



## TUGAS MANDIRI

Untuk lebih banyak tahu mengenai pemrograman buatlah kelompok masing-masing 3-4 orang. Carilah contoh program CNC dan tulistlah pada buku kemudian nilaikan ke Bapak/ Ibu guru!



## PENILAIAN AKHIR BAB

## SOAL

1. Jelaskan Perbedaan M-Kode dengan G-Kode!
2. Jelaskan kegunaan dari kode G0 1!
3. Jelaskan perbedaan M3 dengan M4!
4. Jelaskan maksud dari simbol  $\delta 1$  pada proses penguliraan!
5. Jelaskan perbedaan G71 dengan G01!
6. Pada proses CNC lathe menggunakan berapa axis?
7. Kode R pada pemrograman G71 mempunyai fungsi?



8. Tuliskan blok pemrograman G74!
9. Tuliskan rumus mencari  $\delta$ !
10. Tuliskan blok kode pemrograman inkremental pada kode G00!

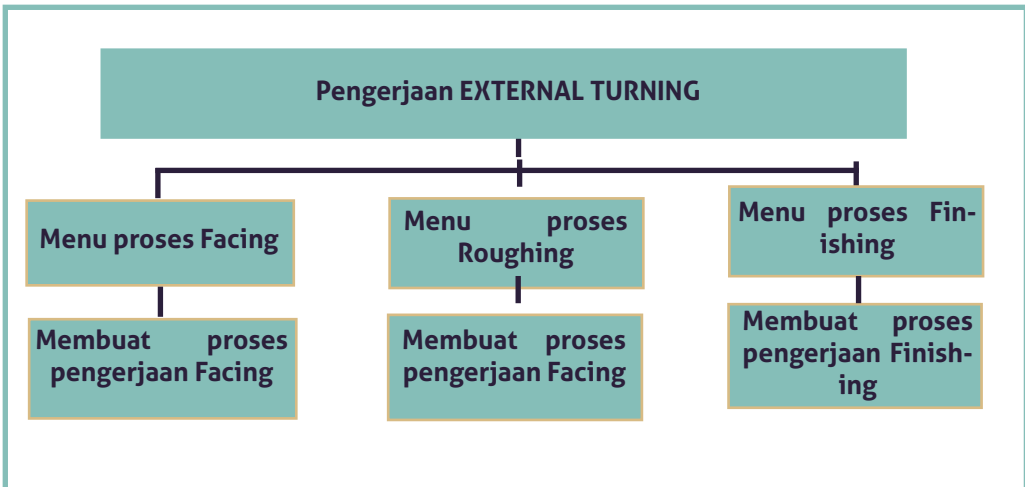
REFLEKSI



Dari mempelajari BAB tentang G-Kode dan pemrograman CNC terdapat banyak kekurangan yang tidak ditulis oleh penulis. Ini dikarenakan mempelajari pemrograman mesin CNC terdapat mata pelajaran sendiri. Jika dari buku ini siswa merasa kurang dalam mempelajari ilmu tentang CNC, siswa dapat mencari referensi-referensi mesin CNC pada buku lain. Berdiskusilah dengan teman Anda saat menemukan masalah dalam belajar tentang G-Kode, jangan malu bertanya kepada guru jika teman Anda juga tidak bisa dalam mempelajari G-Kode.

**BAB  
XI****Proses Pengerjaan EXTERNAL TURNING****TUJUAN PEMBELAJARAN**

Setelah menganalisa dan mempraktekkan Aplikasi Mastercam 2019 Lathe Siswa bisa Menggambar dan mensimulasikan proses pengerjaan Roughing, Facing , dan Finishing pada proses Lathe dengan baik dan benar

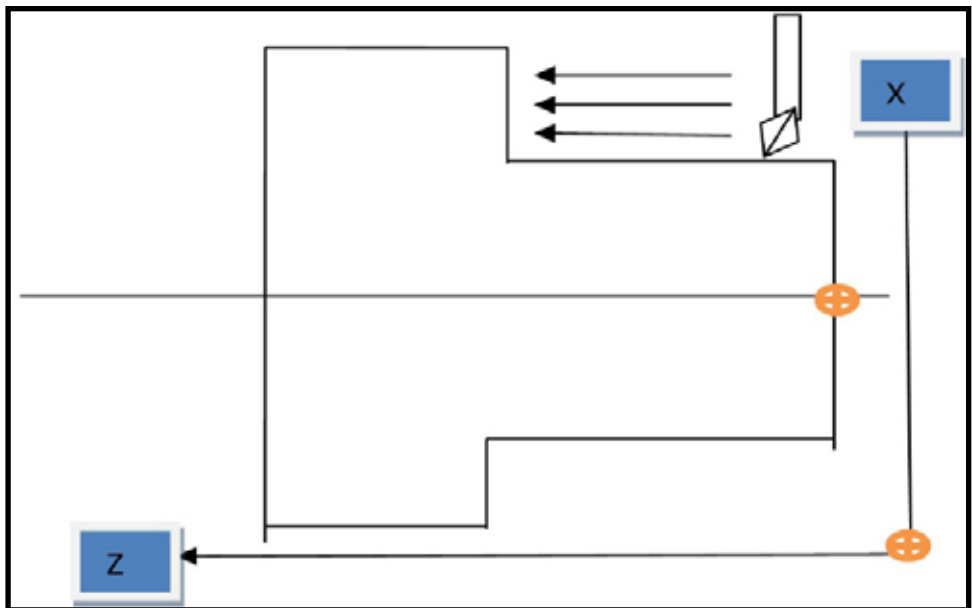
**PETA KONSEP****KATA KUNCI**

Facing, Roughing, Finishing, External Turning

Turning atau dalam kata lain adalah lathe atau bisa juga disebut bubut adalah suatu proses yang biasa digunakan didalam teknik pemesinan khususnya pada proses pembuatan benda kerja yang bentuknya silinder atau bulat. Sebelum era modern orang teknik mesin membuat benda kerja menggunakan mesin Turning (bubut) yang masih 100% operatornya bekerja. Namun semakin bertambahnya waktu, mesin turning yang masih manual pekerjaannya berubah menjadi mesin turning yang menggunakan kontrol berupa komputer atau bisa kita kenal mesin CNC Turning.

Mesin CNC turning adalah mesin turning menggunakan sistem kontrol berupa komputer. Sebelumnya, mesin turning hampir semua dioperasikan oleh operator. Sekarang dengan adanya mesin CNC turning pekerjaan operator menjadi lebih mudah. Operator hanya membuat program dan setting benda kerja. Program mesin CNC memang sedikit rumit untuk jenis pekerjaan yang membutuhkan ketelitian tinggi terkadang operator mengalami kesulitan membuat programnya.

Dewasa ini terdapat sebuah aplikasi untuk membuat program CNC. Aplikasi yang dimaksud adalah aplikasi komputer yang bernama CAM (Computer Aided Manufacturing) aplikasi ini memudahkan pengguna untuk membuat program CNC dengan pekerjaan yang rumit. Cara penggunaan aplikasi CAM untuk mesin CNC turning akan penulis bahas pada BAB disini dan berikutnya. Penulis pada pembahasan kali ini akan menggunakan aplikasi yang bernama MASTER CAM Versi 2019.



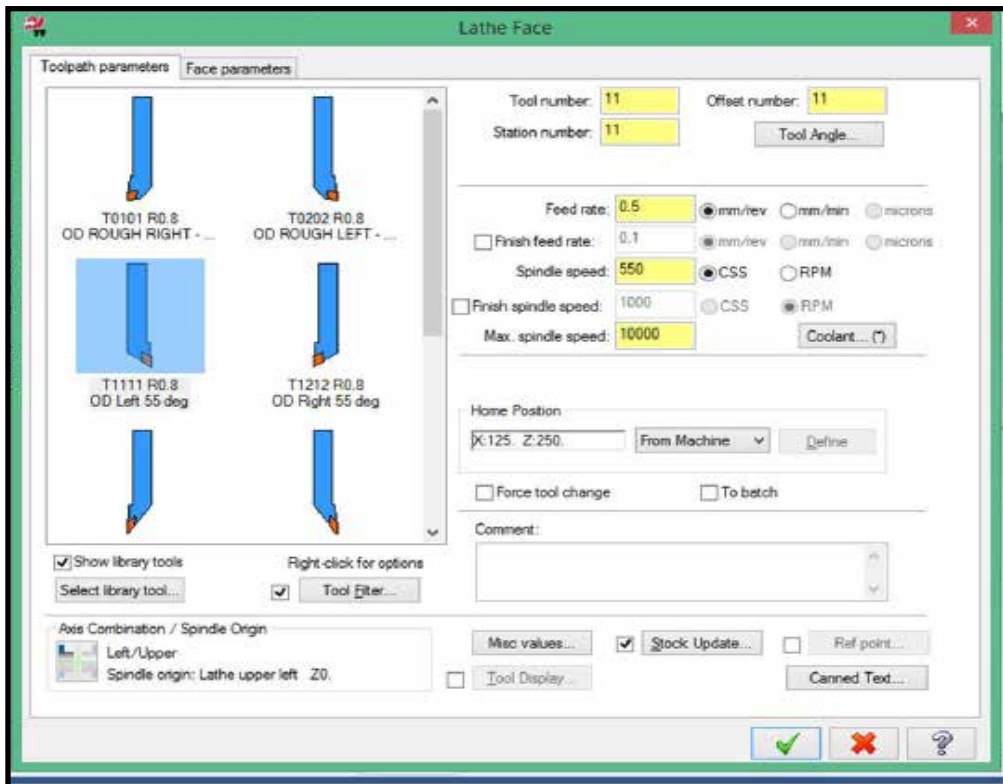


## A. Facing

Facing berawal dari bahasa Inggris yaitu Face, face dalam bahasa Indonesia adalah muka, jadi proses facing bisa didefinisikan sebagai proses pembubutan muka pada benda kerja yang bertujuan untuk menghilangkan/ mengurangi ukuran panjang dari benda kerja yang akan dibuat. Proses facing benda kerja sangat dibutuhkan pada proses pembubutan, dikarenakan benda yang digunakan biasanya mempunyai ukuran yang bentuk yang tidak sesuai keinginan kita. Adapun menu yang biasa digunakan dalam proses facing adalah sebagai berikut.

### 1. Toolpath Parameter

Menu Toolpath Parameter adalah menu yang berfungsi untuk menentukan pahat/ alat potong benda kerja yang akan digunakan selama proses facing berlangsung. Menu yang terdapat pada tool parameter untuk facing hampir sama dengan Roughing menu tersebut akan dijelaskan penulis pada pembahasan Roughing.



Gambar 11.1 Menu Toolpath Parameter Proses Facing

### 2. Face parameter

Face parameter adalah fungsi menu yang terdapat pada proses facing yang berguna untuk mengatur proses facing yang akan dijalankan mulai dari jarak pahat sampai ukuran benda kerja yang dibuat. Menu edit yang ada dalam face pa-



parameter adalah sebagai berikut.

a. Select point

Menu select point adalah menu yang digunakan untuk mengatur titik akhir dari proses pemakanan facing. Select point ini cara kerjanya adalah langsung memilih titik akhir dari proses facing.

b. Use stock

Use stock adalah salah satu menu yang terdapat pada face parameter yang fungsinya hampir sama dengan select point. Yang membedakannya adalah jika menu use stock langsung menulis ukuran panjang akhir dari benda setelah proses pengerjaan facing.

c. Entry amount

Entry amount adalah menu yang digunakan untuk menentukan jarak pahat dengan benda kerja.

d. Rough step over

Menu Rough step over adalah menu yang digunakan untuk menentukan jarak selesai pahat pada benda kerja saat proses Roughing.

e. Finish step over

Menu finish step over digunakan untuk menentukan jarak selesai pahat pada benda kerja saat proses finishing.

f. Over Cut amount

Menu Over Cut amount adalah menu yang berfungsi untuk menentukan.

g. Retract amount

Menu ini berguna untuk menentukan jarak istirahat pahat setiap step terhadap benda kerja.

h. Stock to leave

Menu ini berfungsi untuk menentukan sisa ukuran benda kerja setelah proses facing selesai di ukur dari ukuran yang sebenarnya jika memakai toleransi maka yang di sini adalah toleransi ukurannya.

i. Compensation Direction

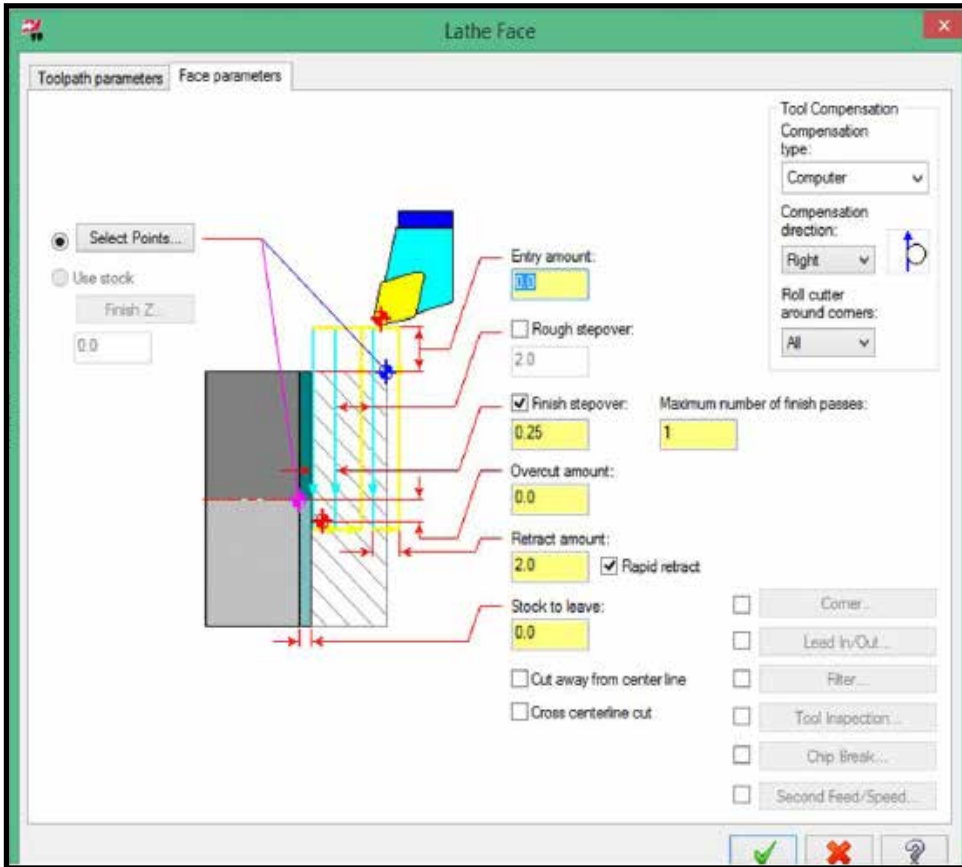
Menu ini berfungsi untuk menentukan kompensasi arah dari proses yang pahat gunakan untuk facing. Terdapat dua pilihan untuk menentukan proses ini pilihan tersebut ialah

1) Right

Menu Right adalah menu untuk menentukan pahat yang digunakan dari arah kanan

2) Left

Menu Left adalah menu untuk menentukan pahat yang digunakan dari arah kiri.



Gambar 11.2 Menu Face Parameter

## B. Roughing

Roughing adalah sebuah proses pada pengejaan turning yang berfungsi untuk proses pemakanan kasar dan banyak. Proses Roughing merupakan suatu proses yang berfungsi untuk memakan benda kerja dengan pemakanan yang banyak. Didalam mastercam 2019 hal pertama menu yang muncul pada menu pengeditan adalah sebagai berikut.

### 1. Tool parameter

Tool parameter adalah sebuah menu yang digunakan untuk memilih mata pisau yang akan digunakan pada saat proses pembubutan. Dalam tool parameter terdapat menu pengeditan yang penting. Menu pengeditan didalam tool parameter antara lain.

#### a. Tool number

Menu ini untuk mengisi pada nomor berapa tool yang digunakan

#### b. Station number

Menu ini berfungsi untuk menempatkan pahat pada no berapa

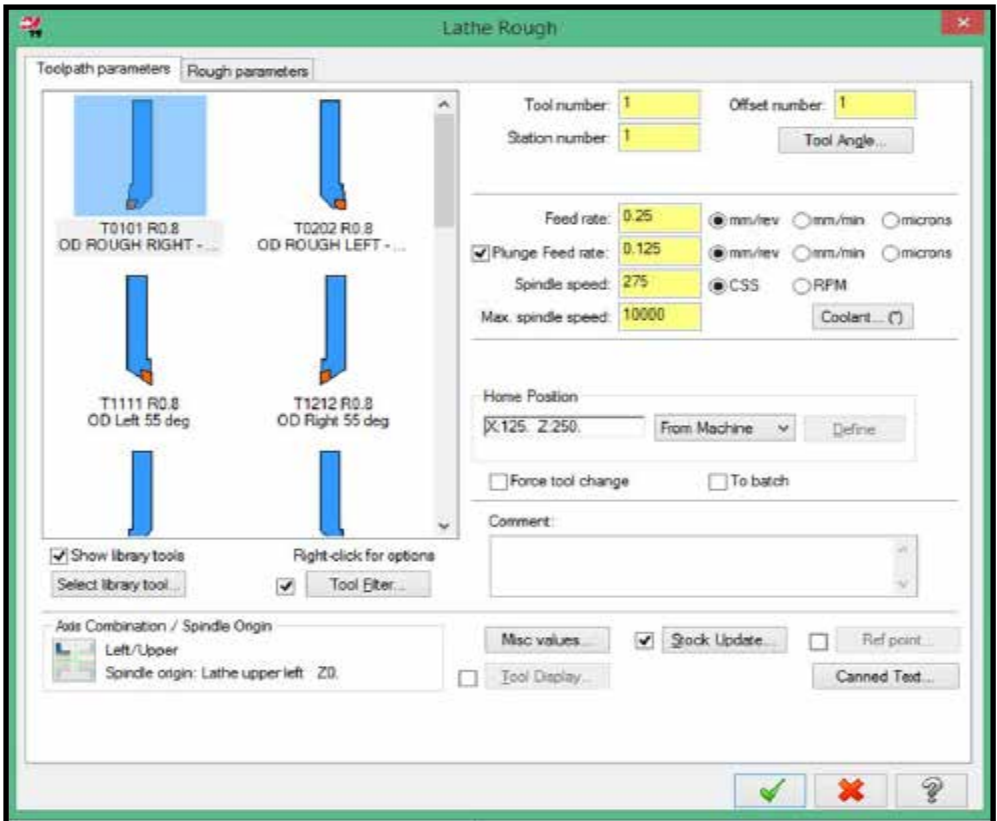
#### c. Select library tool



Menu ini digunakan saat tidak ada tool yang diinginkan pada template. Menu ini mengambil tool yang berada pada library aplikasi

d. Home position

Menu home position ini adalah untuk mengedit posisi awal dari pahat



Gambar 11.3 Menu Toolpath Parameter Proses Roughing

2. Rough parameter

Menu ini digunakan untuk mengatur parameter (ukuran) langkah-langkah memakan kasar. Menu-menu yang harus diisi pada Rough parameter ini ialah

a. Depth Cut

Menu depth Cut ini memilih cara proses yang akan digunakan. Terdapat 3 cara proses yang digunakan pada proses ini yaitu auto, equal step, incremental

b. Depth of Cut

Menu ini digunakan untuk menentukan kedalaman penyayatan yang akan dilakukan pada setiap step.

c. Min dept of Cut

Menu ini digunakan untuk menentukan minimal dari kedalaman penyayatan yang dilakukan pada setiap step.



## MATERI PEMBELAJARAN

## d. Stock to leave in x

Menu ini digunakan untuk menentukan jarak pahat terhadap benda kerja pada sumbu x untuk proses/ step selanjutnya yang berfungsi sebagai keamanan agar tidak menyayat benda kerja untuk proses selanjutnya.

## e. Stock to leave in y

Menu ini mempunyai fungsi yang sama. Sudah saya jelaskan sebelumnya. Perbedaannya disini adalah pada sumbu Y. Kalau yang sebelumnya pada sumbu X.

## f. Compensation direction

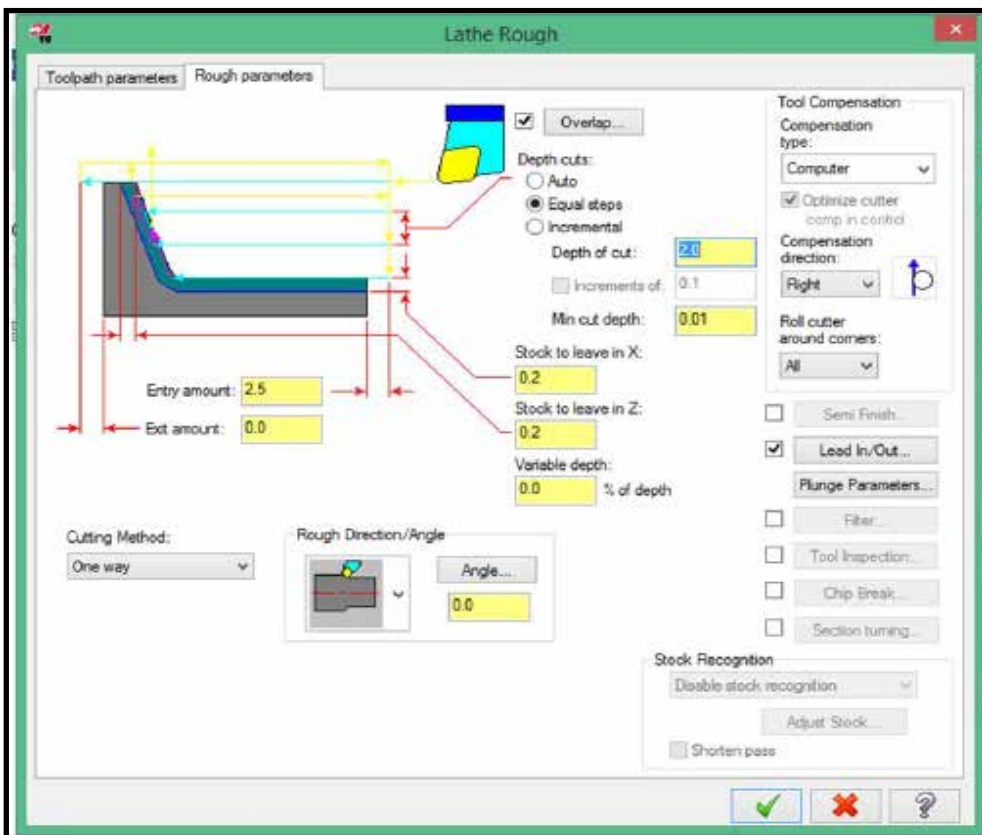
Menu Compensation Direction adalah menu untuk memilih darimana posisi pahat akan digunakan. Compensation pahat disini terdapat 2 jenis yaitu

## 1) Right

Menu right adalah menu untuk menentukan posisi pahat yang akan digunakan dari kanan benda kerja

## 2) Left

Menu left pada compensation pahat berfungsi untuk memilih posisi pahat pada area kiri dari benda kerja



Gambar 11.4 Menu Rough Parameter



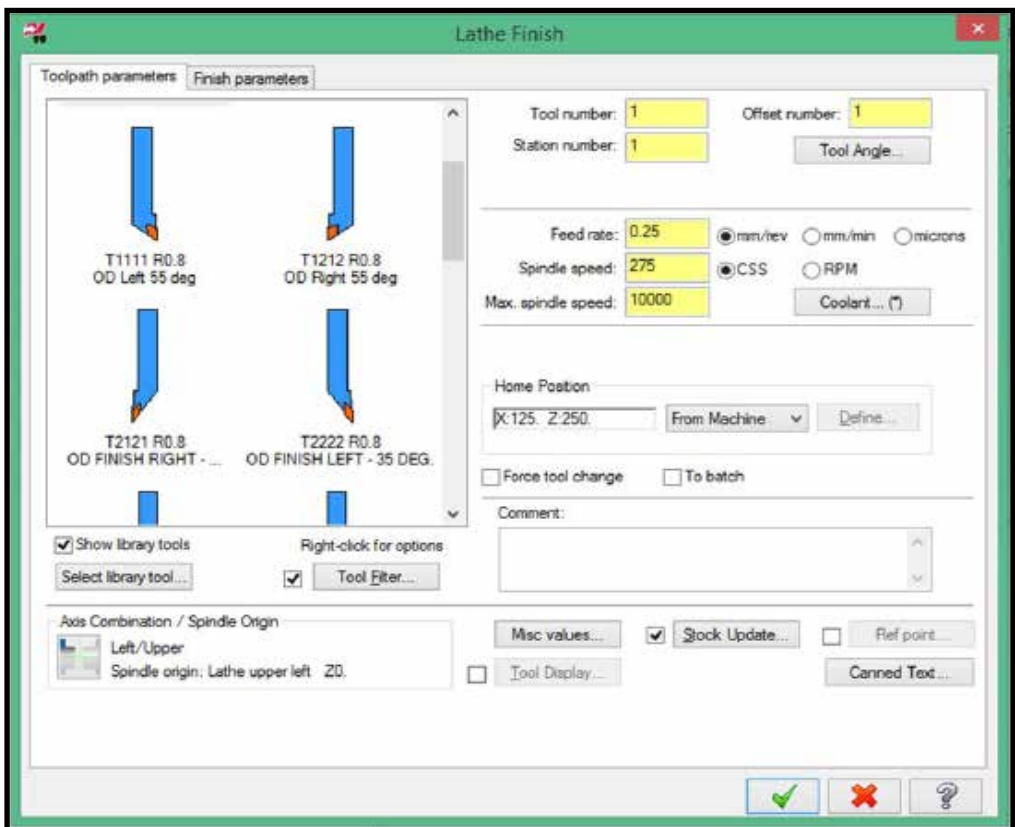
### C. Finishing

Dalam proses pengerjaan bubut/ lathe, proses akhir dari semua proses adalah proses finishing. Proses finishing merupakan proses terakhir didalam semua rangkaian proses teknik pemesinan bubut. Proses ini mempunyai tujuan untuk membentuk ukuran dan angka kekasaran sesuai dengan spesifikasi dari gambar kerja yang sudah dicetak.

Didalam aplikasi mastercam terdapat juga menu yang digunakan untuk membuat program pengerjaan proses finishing di mesin CNC Lathe (bubut). Menu-menu yang digunakan pada proses finishing hampir sama yang terdapat pada proses Roughing yaitu.

#### 1. Toolpath parameter

Dalam pengerjaan proses finishing juga terdapat menu toolpath parameter. Fungsi penggunaan dari menu ini hampir sama dalam proses-proses sebelumnya ialah untuk memilih pahat alat potong mesin bubut yang akan digunakan untuk proses finishing. Menu pengisian semuanya sama pada proses sebelumnya yaitu tool number, feed rate , show library.dll.



Gambar 11.5 Menu Toolpath Parameter Proses Finishing



## 2. Finish parameter

Menu finish parameter adalah menu yang digunakan untuk mengatur parameter (cara ukuran) proses pemakanan finishing akan berlangsung. Dalam finish parameter terdapat menu yang bisa diedit antara lain.

### a. Finish step over

Menu ini adalah menu mengatur jarak pahat dengan benda kerja waktu proses pengerjaan finishing sudah selesai.

### b. Stock to leave in X

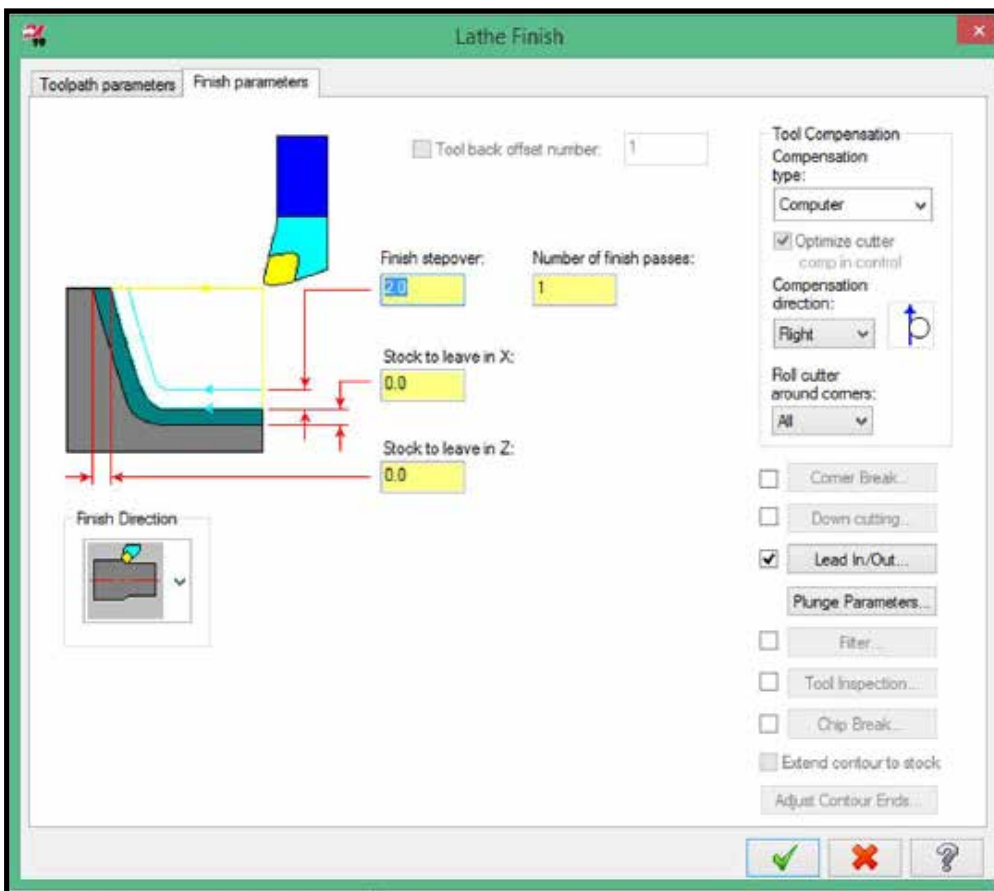
Menu ini berfungsi untuk mengedit sisa ukuran benda kerja pada sumbu X (diamater benda) dari benda kerja pada waktu selesai finishing .

### c. Stock to leave in Z

Menu ini berfungsi untuk mengedit sisa ukuran benda kerja pada sumbu Y (Panjang benda) dari benda kerja pada waktu selesai finishing.

### d. Compensation direction

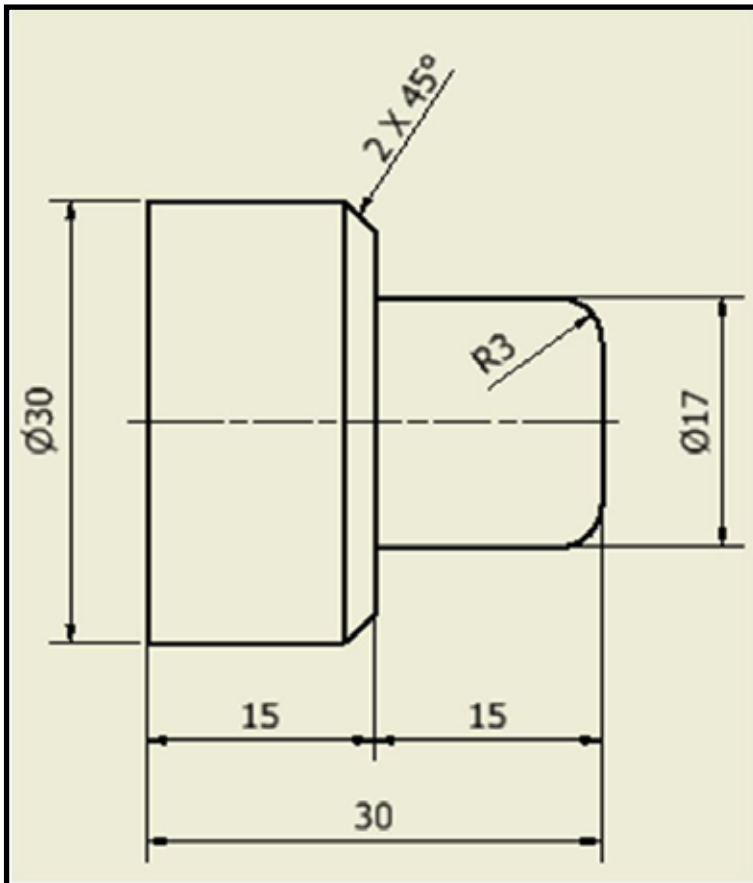
Menu ini sama fungsinya dengan menu proses sebelumnya untuk mengatur arah pemakanan dari sebuah pahat.



Gambar 11.6 Menu Finish Parameter



**D. Langkah Membuat Simulasi Facing Finishing dan Roughing**



1 Langkah menggambar benda kerja

a. Klik menu wireframe

Pada saat menggambar operator menggambar setengah ukuran dari gambar kerja sudah bisa dibuat karena pekerjaan bubut bisa



Gambar 11.7 Menu Wireframe Mastercam 2019

b. Klik Menu Line

c. Klik pada sumbu tengah arahkan ke atas tekan klik tulis ukuran 15, Enter



Gambar 11.8 Menu Edit Line

- d. Klik Menu Line
- e. Klik pada sumbu terakhir arahkan ke kanan tekan klik tulis ukuran 15, Enter
- f. Klik Menu Line
- g. Klik pada sumbu terakhir arahkan ke bawah tulis ukuran
- h. Klik Menu Line
- i. Klik sumbu terakhir arahkan ke bawah tekan klik tulis ukuran 7.5, Enter
- j. Klik Menu Line
- k. Klik sumbu terakhir arahkan ke kanan klik tulis ukuran 15, Enter
- l. Klik Menu Line
- m. Klik sumbu terakhir arahkan ke bawah klik tulis ukuran 8.5, Enter
- n. Klik menu line
- o. Klik Sumbu Terakhir Arahkan ke sumbu Pusat/awal Menggambar
- p. Klik Chamfer Entinitis





q. Pilih Distance And Angle

r. Isikan distance 1 dengan angka 2, Angle dengan 45



Gambar 11.9 Menu Edit Chamfer Entities

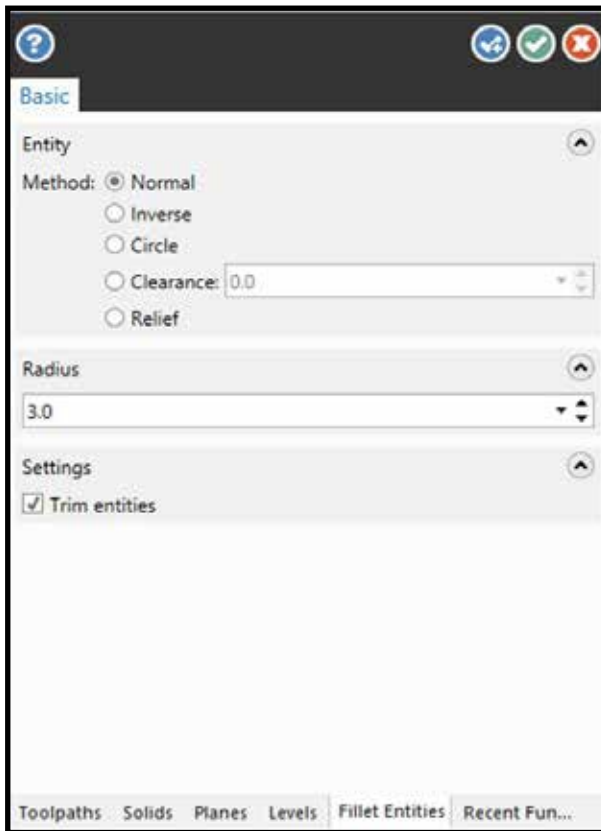
s. Klik 2 garis yang akan di chamfer

t. Klik centang

u. Klik Fillet Entities

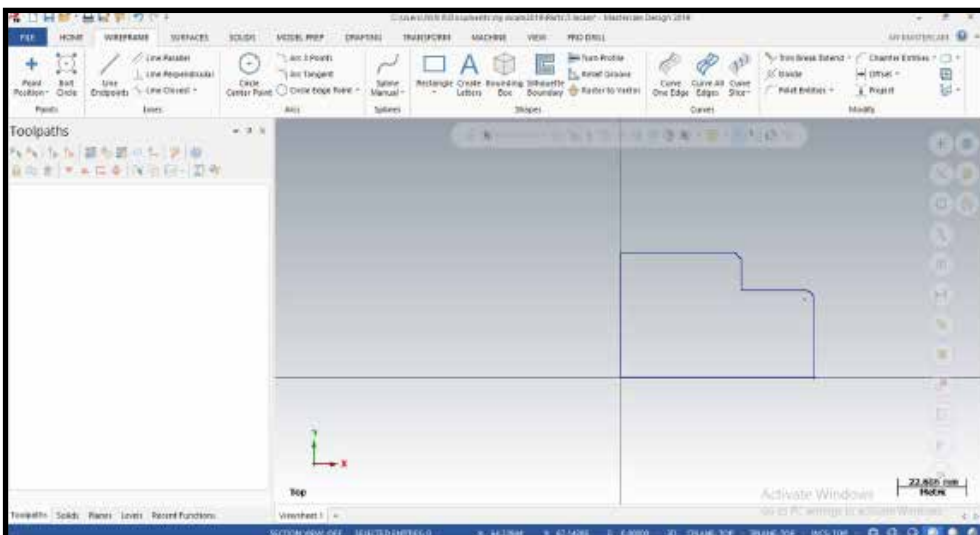


v. Pilih normal, isi radius dengan angka 3, klik pilih 2 garis yang akan di fillet



Gambar 11.10 Menu Edit Fillet Entities

w. klik centang

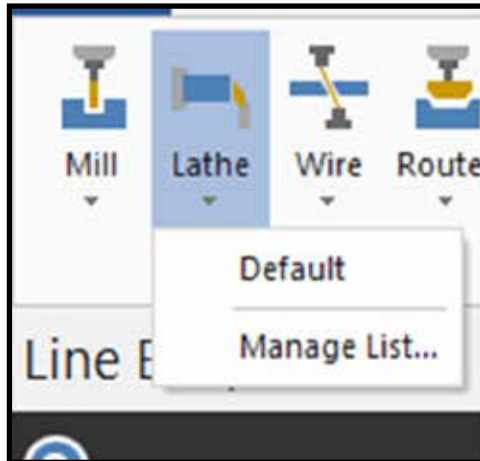


Gambar 11.11 Gambar 2D yang digambar Bab 11



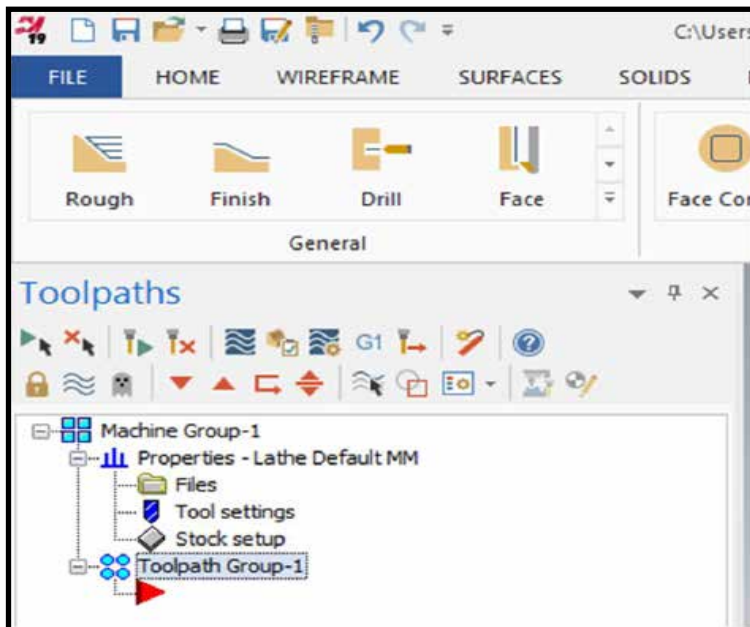
2 Langkah Setting Benda kerja

a. Klik menu Machine---pilih Lathe ---pilih Default



Gambar 11.12 Menu Lathe Default

b. Break Down Properties Lathe Default ---klik Stock Setup



Gambar 11.13 Menu Toolpaths

c. Pada menu Stock Setup pilih Left Spindle Length Defined (tanpa chuck)

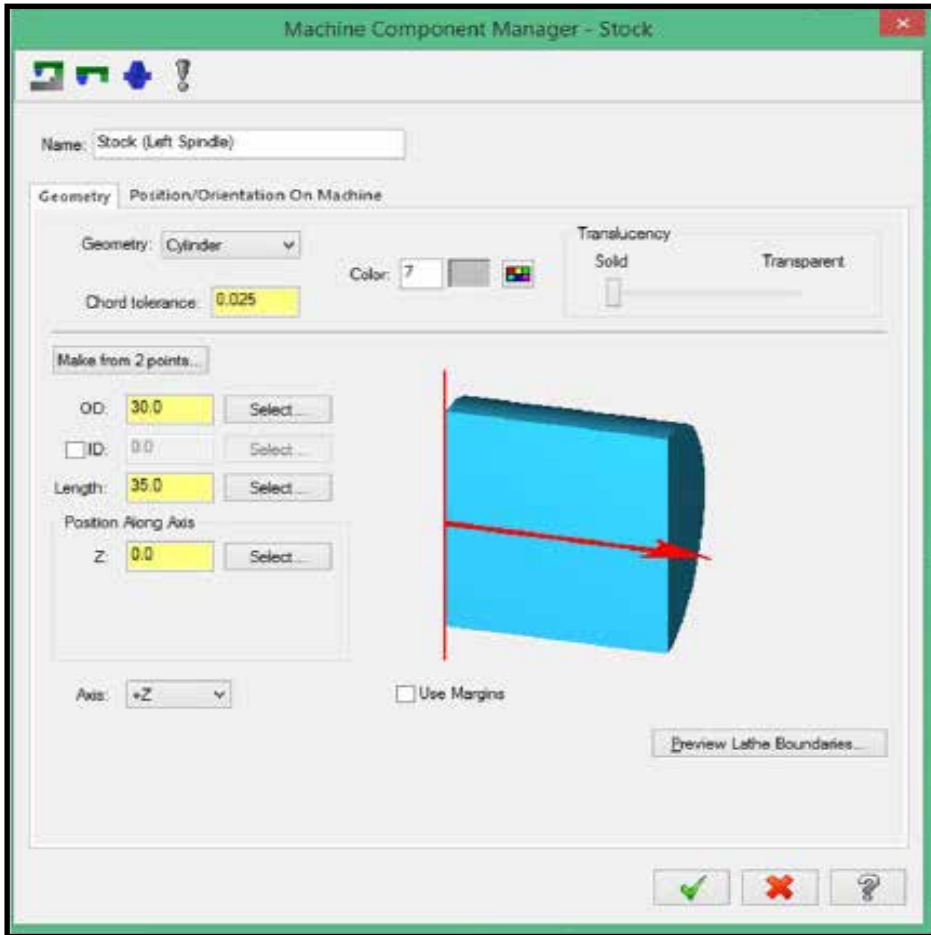
d. Klik Properties

1) Isi OD tulis 30 (diambil diameter terbesar), isi Length dengan angka 35(un-  
tuk Facing 5)



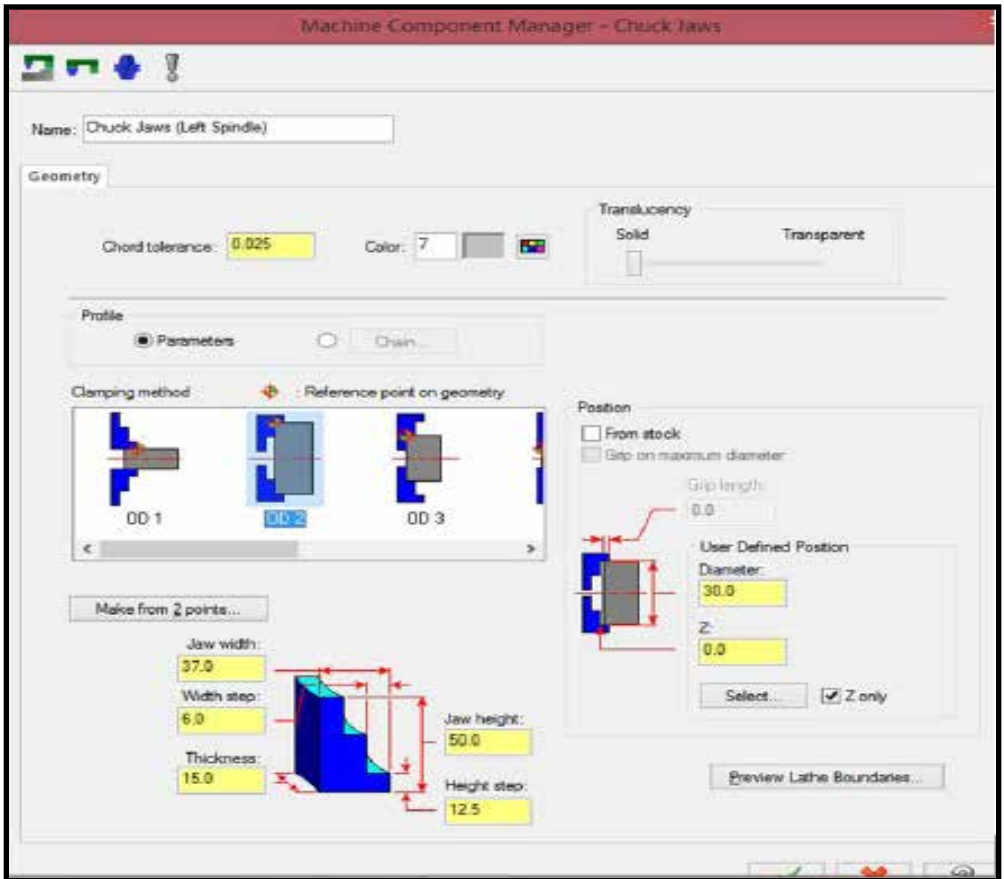
## MATERI PEMBELAJARAN

- 2) Axis pilih +Z (karena gambar di kanan koordinat)
- 3) Lihat benda kerja dengan menu Preview Lathe Boundaries lalu enter
- 4) Sudah selesai Klik centang hijau



Gambar 11.14 Menu Edit Stock Setup

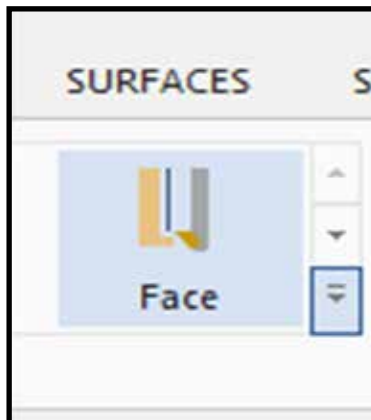
- e. Pada menu Chuck Jaws pilih Left Spindle (karena menggambarnya di kanan koordinat)
- f. Klik Properties
  - 1) Pilih salah satu jenis chuck, centang from stock
  - 2) Tulis pada menu edit diameter dengan angka 30
  - 3) Klik Preview Boundaries Lathe (untuk melihat benda yang sudah ada chucknya)
  - 4) Klik centang hijau(sudah selesai)
- g. Setelah semuanya sudah teredit, Klik centang hijau



Gambar 11.15 Menu Edit Chuck Set Up

### 3 Langkah Facing Benda Kerja

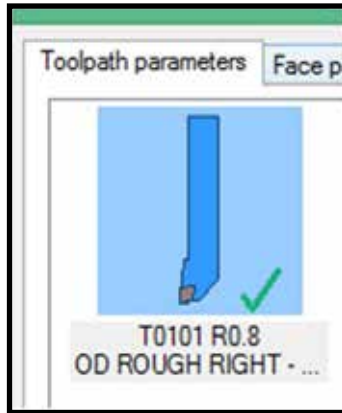
#### a. Klik Turning, Pilih Face



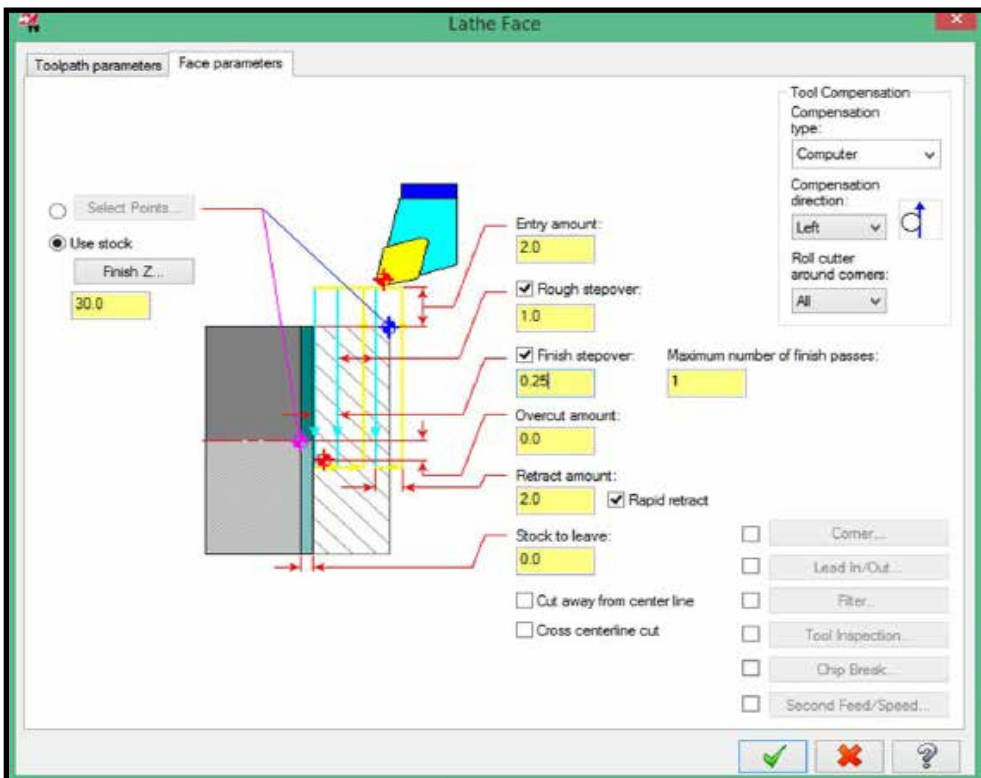


MATERI PEMBELAJARAN

- b. Pada Toolpath Parameter pilih Pahat Rough Right (karena Benda Kerja Pada Kanan Koordinat)

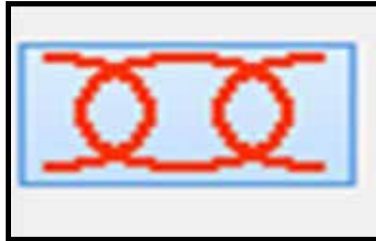


- c. Pada Menu Face Parameter Edit Parameter Sesuai Kebutuhan
- 1) Menu Use Stock Finish Z isikan Panjang Benda Setelah Di Facing sebesar 30
  - 2) Centang menu Rough step over dan isikan 1 (menentukan seberapa besar pemakanan Benda kerja)
  - 3) Compensation Direction Isikan Left
  - 4) Yang lain tidak usah diedit

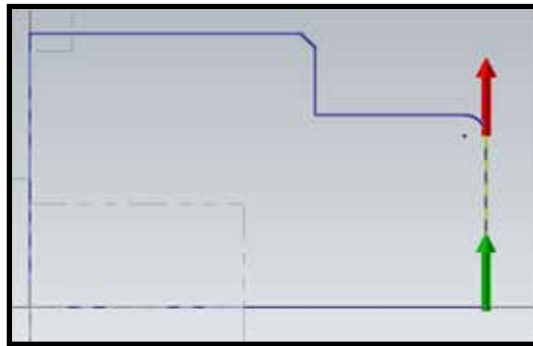




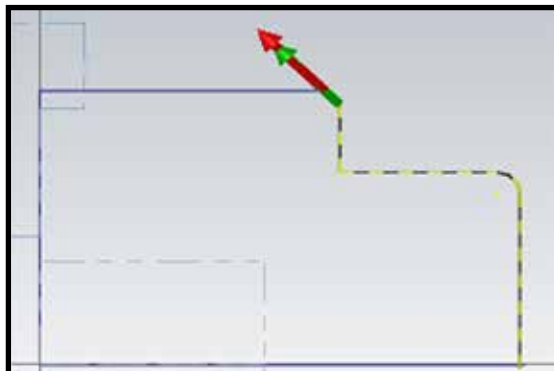
- d. Semua sudah di edit klik centang hijau
- 4 Melakukan Pemakanan Roughing
- Klik menu turning pilih Roughing
  - Pada menu Partial pilih area yang akan dibuat Roughing (pastikan arah dari anak panah maju ke depan)



- 1) Klik Pilih area awal terlebih dahulu



- 2) Klik Pilihan area terakhir

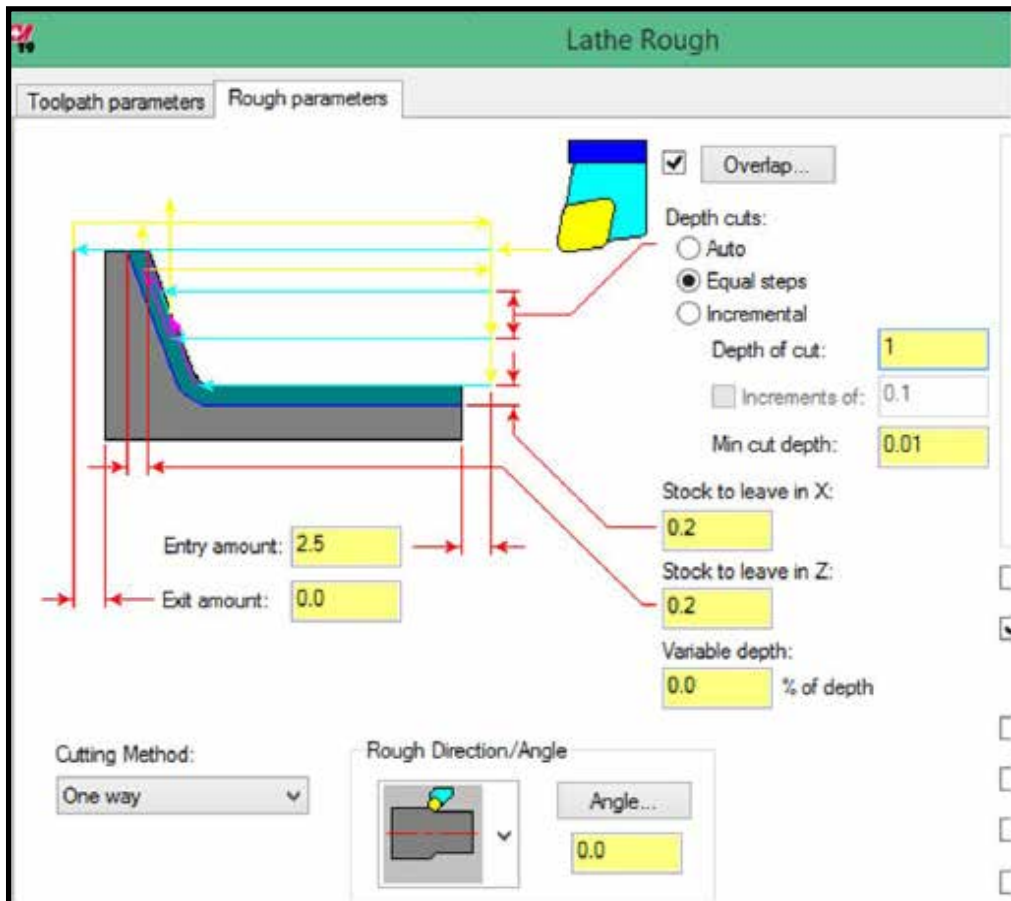


- c. Centang pada wait lalu klik centang hijau
- d. Pilih Toolpath Parameter dan pilih pahat kanan (Rough Right)
- e. Roughing parameter diisi sesuai keinginan
- 1) Compensation direction pilih right
  - 2) Depth Cut pilih equal step
  - 3) Depth of Cut ganti 0.1



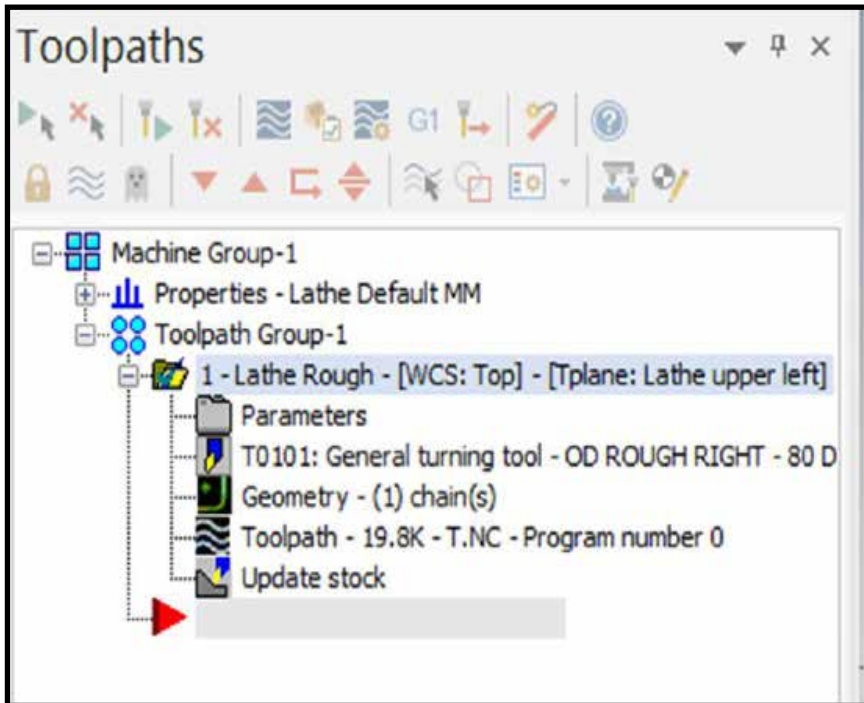
## MATERI PEMBELAJARAN

- 4) Stock to leave in X 0.2
- 5) Stock to leave in Y 0.2
- 6) Entry amount 2.5
- 7) Exit amount 0



f. Klik centang hijau

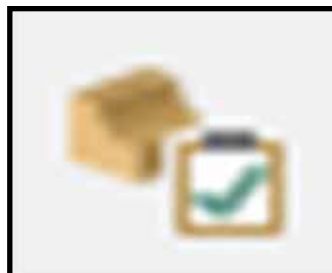
g. Pilih menu Toolpaths pada bagian kiri



h. Pilih Regenerate



i. Pilih Verify

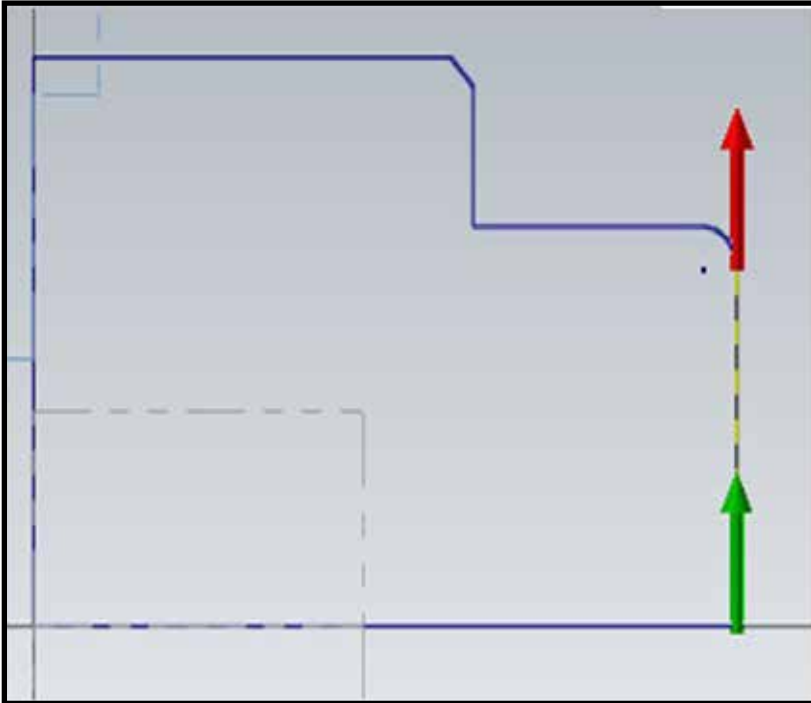


j. Pilih Simulasi  
5 Melakukan Finishing

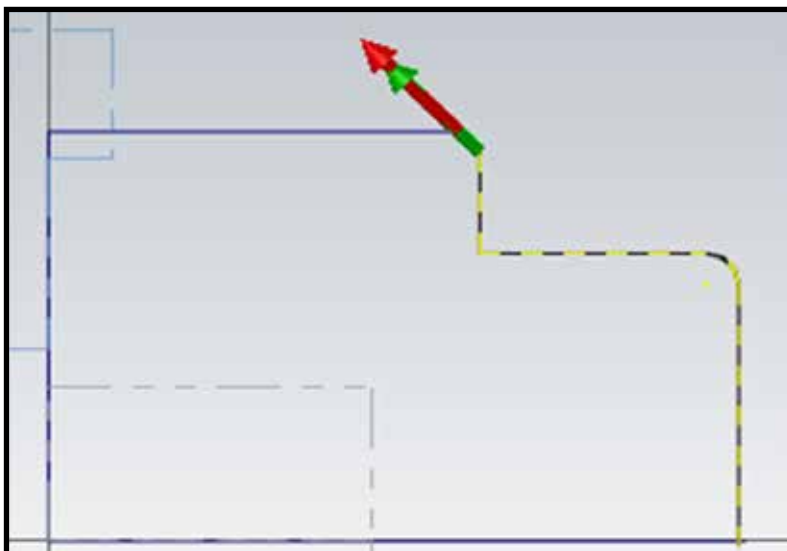


## MATERI PEMBELAJARAN

- a. Pilih turning pada menu kemudian pilih finish
- b. Pada menu chaining pilih partial
- c. Pilih klik benda kerja yang akan di finishing pastikan anak panah ke arah maju
  - 1) Pilih titik awal benda kerja

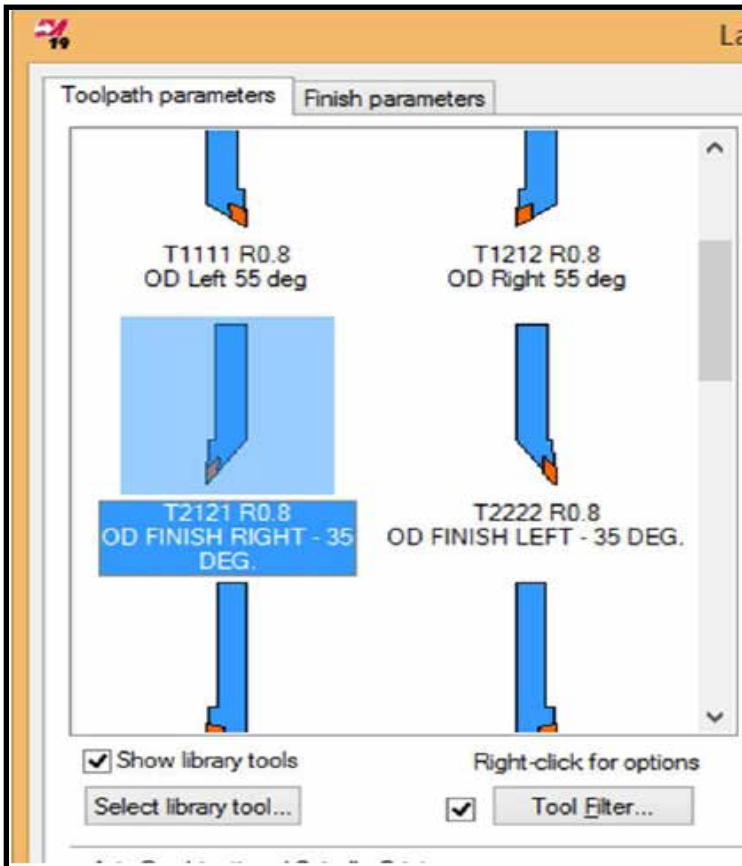


- 2) Pilih titik Akhir Benda Kerja





- d. Pada finishing pilihan Wait Tidak Di centang, klik centang hijau
- e. Pilih pahat finishing pada menu tool parameter. Jika pemakanan dari kanan berarti milih finish right



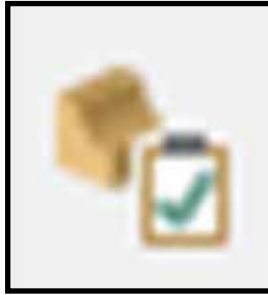
- f. Pada menu Finish Parameter diisi parameternya
  - 1) Finish step over ini diisi 1 jika pemakanannya 1 mm
  - 2) Stock to leave in x Menu ini diisi 0 karena sudah finishing
  - 3) Stock to leave in Y Menu ini sama diisi 0
  - 4) Compensation direction Menu ini diisi auto jika ingin otomatis
  - 5) Klik centang
- g. Pilih menu Toolpath pada bagian kiri
- h. Pilih Regenerate





## MATERI PEMBELAJARAN

i. Pilih verify



j. Simulasikan

k. Setelah semua tahapan selesai, simulasikan semua tahapan jadi 1. Klik tool-path Group-1



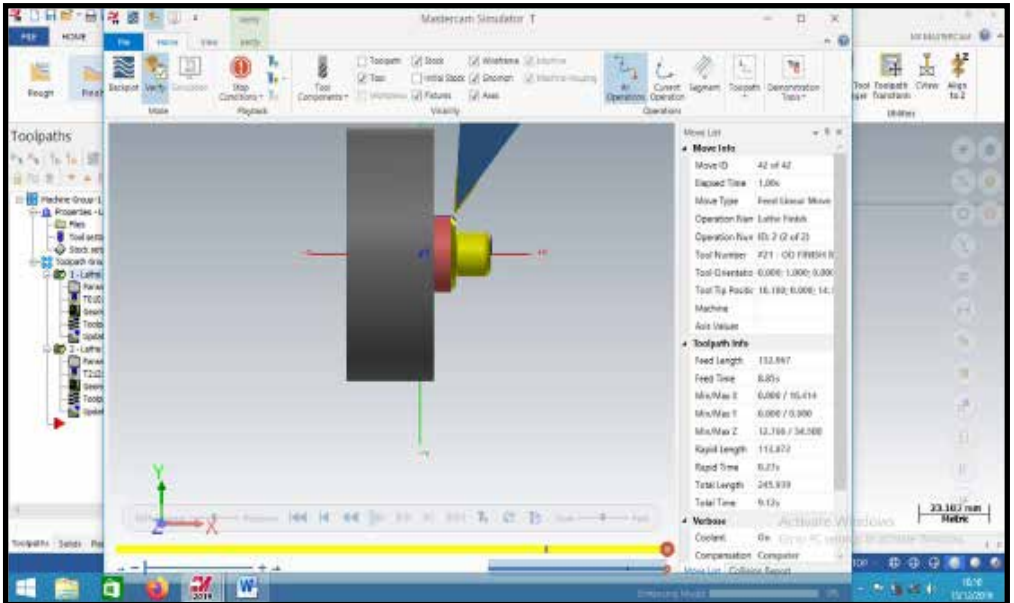
1) Pilih RegenerateAll



2) Pilih verify



3) Pilih Simulasi



Gambar 11.16 Simulasi Benda Kerja Gambar Bab 11

CAKRAWALA



**Master Cam Lathe 9**

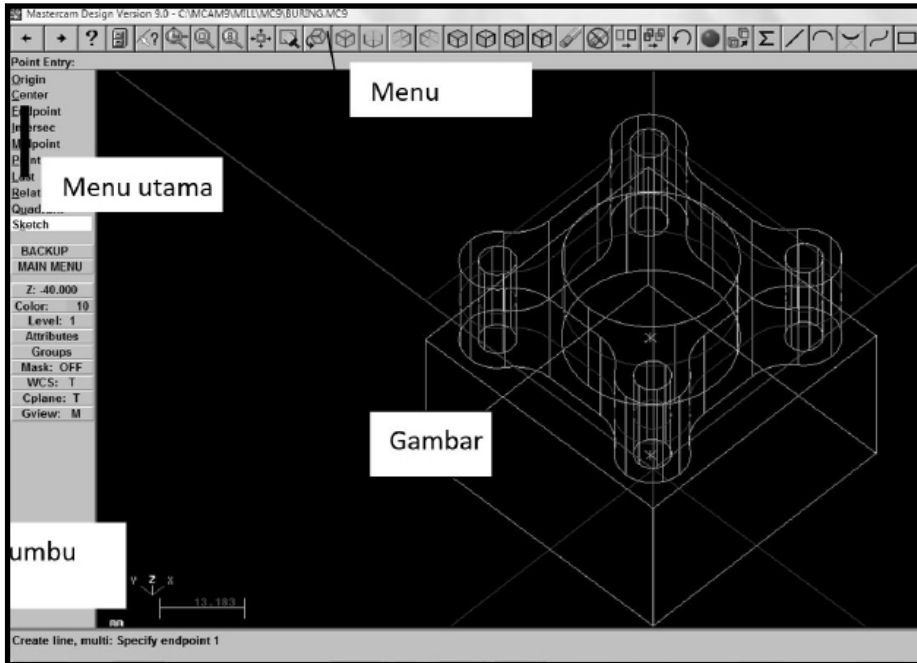
Proses menggambar benda kerja pada Mastercam 9 dapat dilakukan pada program mastercam desain atau pada Lathe 9, Mill 9, atau Wire 9. Tampilan ikon program (shortcut) Mastercam dibuat tersendiri untuk keperluan menggambar (desain), proses bubut (lathe), proses frais (mill) dan proses wire cutting seperti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



Gambar 11.17 Program Mastercam untuk Desain 9, Lathe 9, Mill 9 dan Wire 9



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



Gambar 11.18 Menu utama mastercam Desain9 dengan gambar yang dihasilkan

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



## JELAJAH INTERNET

Untuk menunjang pembelajaran dimana dibuku belum dituliskan serta untuk menambah ilmu yang dipelajari siswa bisa belajar secara mandiri maupun berkelompok dengan bimbingan oleh guru, beberapa video pada youtube yang bisa dipelajari bisa dilihat pada barcoe diawah ini



1. <https://www.youtube.com/watch?v=jF4F8Zr2Y08>
2. [https://www.youtube.com/results?search\\_query=mesin+CNC](https://www.youtube.com/results?search_query=mesin+CNC)



RANGKUMAN

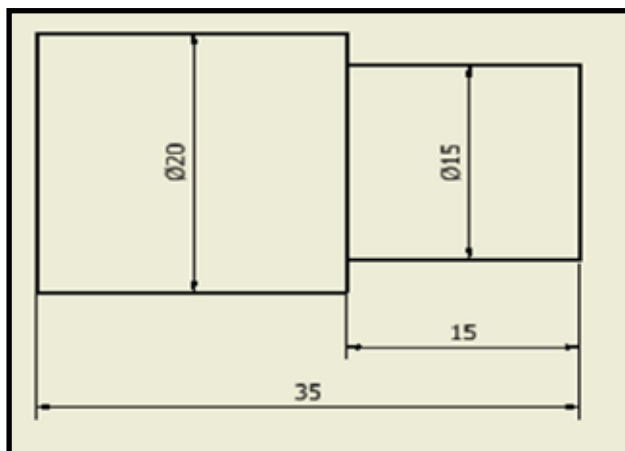


1. Aplikasi mastercam untuk teknik pemesian bubut mempunyai kegunaan yang sama dengan aselinya. Dalam mastercam setiap proses pengerjaan mempunyai menu yang berbeda-beda.
2. Proses facing pada mastercam adalah proses untuk pembubutan muka.
3. Proses Roughing adalah proses pemakanan kasar dan pemakanan cepat pada teknik pemesian bubut.
4. Proses finishing adalah proses akhir atau proses penyelesaian untuk hasil akhir sesuai ukuran sebenarnya.

TUGAS MANDIRI



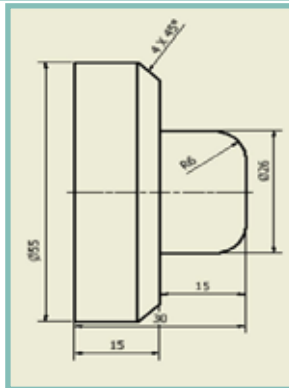
1. Gambar di bawah ini buatlah pekerjaan Facing dan Roughing



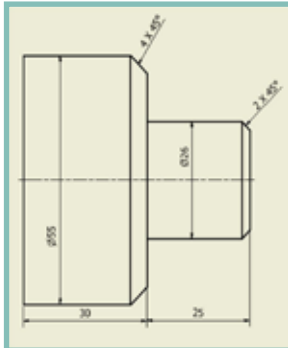
2. Gambar di bawah ini buatlah pekerjaan Facing, Roughing dan Finishing



## TUGAS MANDIRI



3. Gambar di bawah ini buatlah pekerjaan Facing, Roughing dan Finishing



## PENILAIAN AKHIR BAB

1. Apa fungsi dari menu Roughing pada aplikasi mastercam Turning...
2. Jelaskan kegunaan dari menu toolpath parameter yang terdapat pada setiap pilihan menu dalam proses pengerjaan...
3. Apa yang berbeda dari proses finishing dengan proses Roughing...
4. Sebutkan cara membuat Fillet dan Chamfer pada gambar kerja di Aplikasi Master Cam...
5. Jelaskan kegunaan dari Sub menu Use Stock Finish Z pada proses Facing di Face parameter ...



## REFLEKSI

Dari pembahasan bahwa setiap pengerjaan mempunyai menu yang hampir sama namun dibedakan pada parameter pemotongannya. Untuk proses Roughing dan Finishing merupakan jenis pembubutan lurus. Jika dari buku murid merasa masih kurang, murid disarankan untuk membaca referensi lainnya. Berlatihlah dalam menggunakan menu bar untuk proses finishing dan Roughing. Gunakan gambar yang lebih kompleks untuk berlatih agar semakin lancar karena di industri gambar kerja banyak yang pengerjaan kompleks. Bertanyalah kepada guru atau teman saat tidak bisa.

## Proses Pengerjaan External Grooving dan External Threading

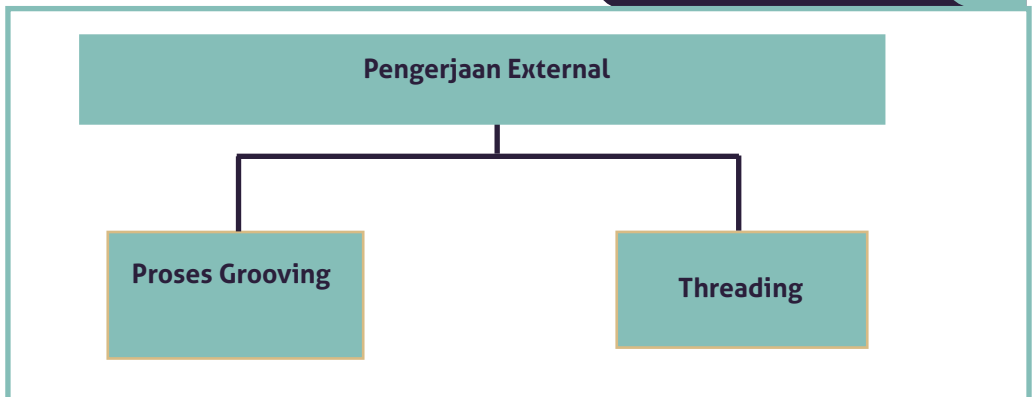
## BAB XII

### TUJUAN PEMBELAJARAN



Dengan siswa menganalisa dan mempraktekkan aplikasi Master Cam 2019, maka siswa bisa menggambar dan mensimulasi proses Grooving, dan Threading pada proses pengerjaan External

### PETA KONSEP



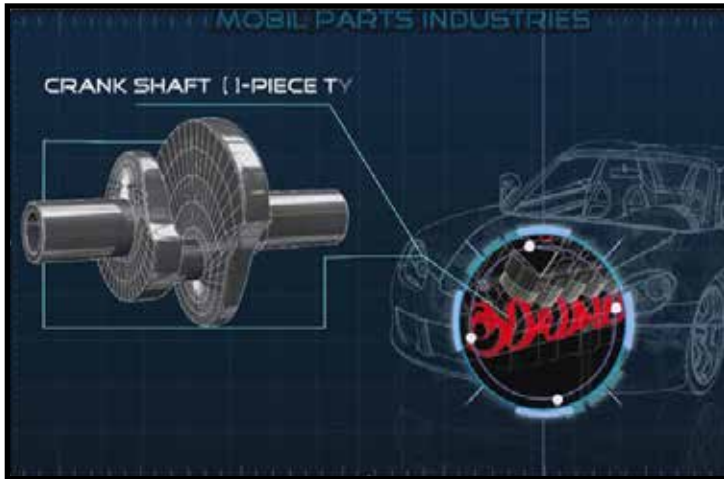
### KATA KUNCI



External Grooving, External Threading

## PENDAHULUAN

Di era industry 4.0 banyak Industri yang menggunakan bantuan aplikasi untuk membuat pekerjaan lebih cepat. Selain untuk menghemat bahan baku menggunakan aplikasi juga dapat membuat benda kerja yang dibuat jadi lebih presisi. Pekerjaan yang membutuhkan tingkat kepresisian dari ukuran benda kerja adalah pembuatan poros dan mesin pada mobil. Jika part nya tidak presisi, maka bisa jadi mobil yang dibuat tidak bisa berjalan dengan sempurna. Dalam aplikasi mastercam banyak menu-menu yang digunakan untuk membuat benda kerja yang mempunyai fungsi seperti pembuatan benda kerja di dunia nyata.



Gambar 12.1 Animasi Crank Shaft Mobil  
Sumber: <https://id.Machinetools.net.tw>



## MATERI PEMBELAJARAN

**A. Grooving**

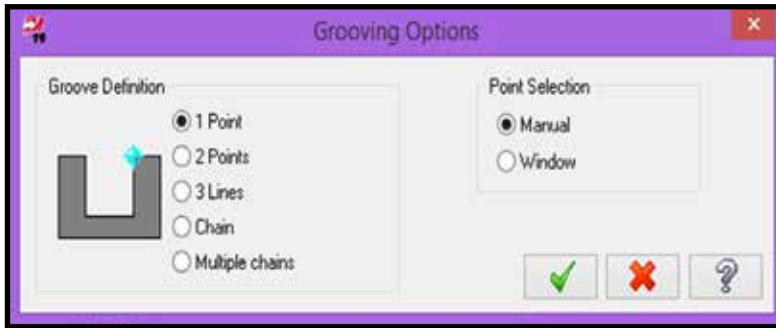
Grooving atau dalam bahasa Indonesia disebut alur proses ini dalam teknik permesinan bubut adalah teknik membuat sebuah jalan tengah dengan menggunakan pahat tersendiri. Pahat tersebut dinamakan pahat alur. Dalam mastercam terdapat menu untuk pekerjaan Grooving menu yang dimaksud adalah sebagai berikut.

**1. Grooving option**

Menu Grooving option adalah menu yang digunakan untuk menentukan cara Grooving akan dilakukan. Menu-menu tersebut antara lain sebagai berikut.

**a. 1 point**

Menu ini adalah memilih 1 titik untuk pada pojok kanan atas untuk pemakanan pahat alur.



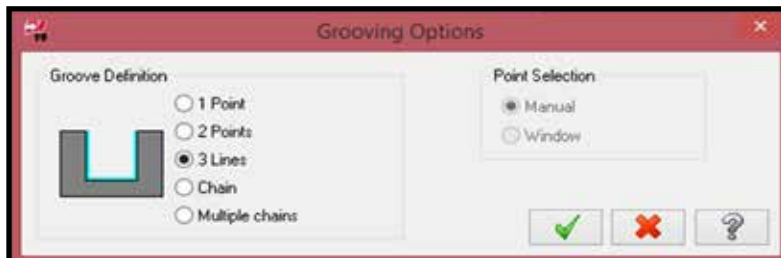
b. 2 point

Menu 2 point ini memilih 2 titik pada benda kerja yang akan dialur, titik yang digunakan adalah titik kanan atas dan titik kiri bawah dari benda kerja yang akan di alur.



c. 3 lines

Menu 3 lines adalah menu untuk membuat alur dengan memilih tiga garis pada benda kerja yang akan dibuat alur.



d. Chain

Menu chain pada pembuatan alur digunakan untuk membuat alur dengan cara memblok satu benda kerja yang akan dibuat alur.

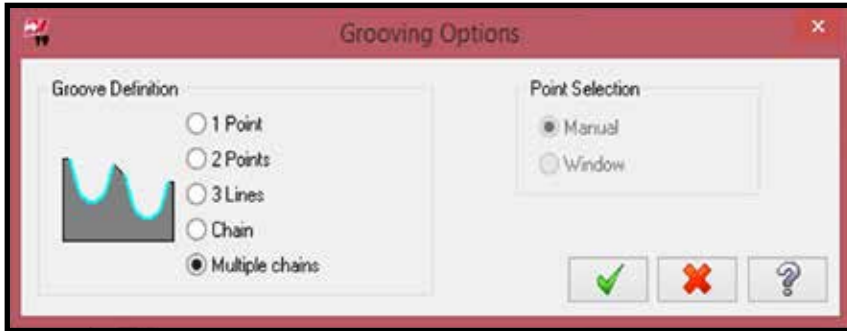




## MATERI PEMBELAJARAN

## e. Multiple chain

Multiple chain ini berbeda dengan chain sebelumnya, multiple chain ini bisa digunakan untuk perintah alur lebih dari satu dengan cara memblok benda kerja yang akan dibuat alur.



## 2. Tool path parameter

Toolpath parameter pada proses Grooving mempunyai fungsi yang sama yaitu untuk memilih pahat yang akan digunakan, menu-menu pada toolpath parameter juga semuanya sama seperti proses sebelumnya.

## 3. Groove shape parameter

Parameter ini berfungsi untuk mengatur bentuk dari alur tersebut. Bentuk alurnya bisa dibuat dengan berbagai macam bentuk. Menu yang digunakan dalam membentuk alur tersebut antara lain adalah sebagai berikut.

## a. Groove angle

Groove angle disini berfungsi untuk menentukan posisi pahat pada proses-proses membuat alur. Ada menu cepat dalam menentukan anglenya ada ID, Face dan Black.

## b. Menu pembentukan

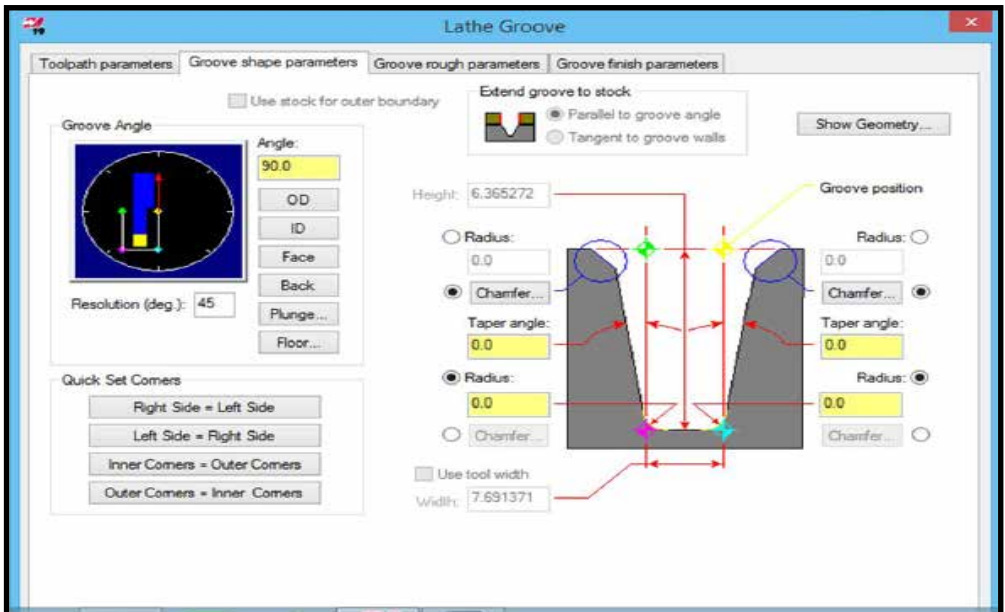
Menu pada pembentukan alur terdapat beberapa menu yang berguna untuk membentuk jenis alur yang akan digunakan pada bagian atas ataupun bagian bawah dari sebuah alur.

## c. Radius

Jika pemilih ingin bagian bawah ataupun atas alur dibuat radius maka pilih radius. Menu ini berfungsi untuk membuat sebuah radius pada bagian alur.

## d. Chamfer

Menu chamfer ini berguna untuk membuat sebuah chamfer pada pembuatan alur. jika membuat sebuah chamfer pada alurnya.



Gambar 12.2 Menu Lathe Groove

#### 4. Groove Rough Parameter

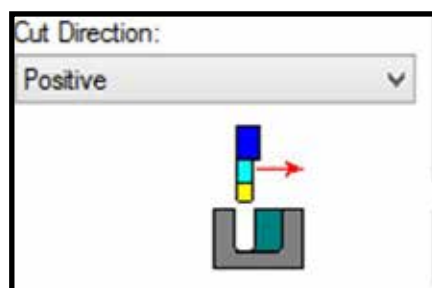
Groove Rough Parameter ini adalah sebuah menu yang berfungsi untuk menentukan parameter (cara) alur bekerja terdapat banyak menu dari tool bar parameter ini yang harus diketahui oleh seorang operator. Menu-menu tersebut antara lain adalah sebagai berikut.

##### a. Cut direction

Menu Cut direction adalah menu untuk mengatur arah pemakanan dari pahat alur. Menu Cut direction terdapat beberapa pilihan yaitu:

##### 1) Positive

Menu Positive ini memilih cara memakan benda kerja oleh pahat alur posisinya dari kiri terlebih dahulu kemudian berjalan ke arah kanan sampai proses selesai.

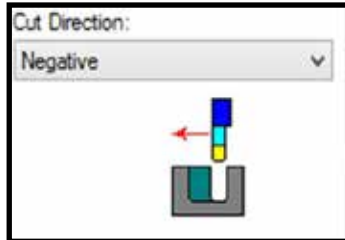




## MATERI PEMBELAJARAN

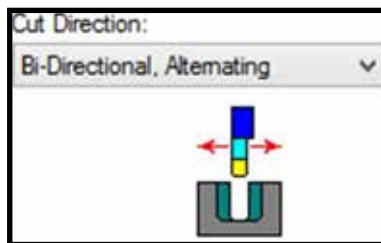
## 2) Negative

Menu pilihan negative adalah menu pilihan yang memilih arah pemakanan pahat alur dimulai dari arah kanan kemudian berjalan ke arah kiri sampai proses selesai.



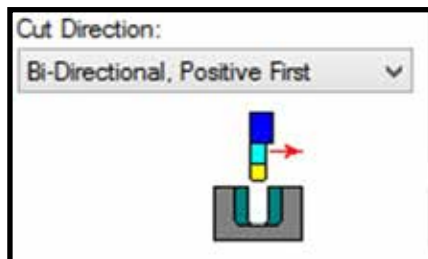
## 3) Bi-Directional Alternating

Menu ini menu pilihan ini adalah menu dengan teknik pemakanan pahat alur dimulai dari posisi tengah ukuran alur yang akan dilakukan selanjutnya pahat alur akan berjalan kerah kanan dan kiri secara seimbang sampai proses pengaluran selesai.



## 4) Bi-Directional Positive First

Menu ini dipilih jika seorang operator menginginkan pahat alur berjalan dimulai dari tengah ukuran alur selanjutnya pahat alur bergerak ke arah kanan sampai ukuran arah kanan sampai habis selanjutnya alur memakan sebelah kiri sampai habis sehingga ukuran alur yang diinginkan dapat tercapai.



## 5) Bi-Directional Negative First

## b. Parameter pemakanan Roughing alur

Untuk menentukan parameter pemakanan pada Roughing terdapat beberapa indikator yang diisi parameter itu akan dijelaskan di bawah ini .

## 1) Stock clearance

Stock clearance merupakan menu yang berfungsi menentukan jarak antara



benda kerja dengan pahat. Ini berguna untuk memberi jarak agar pahat tidak terlalu dekat yang bisa mengakibatkan benda kerja tersayat.

2) Stock amount

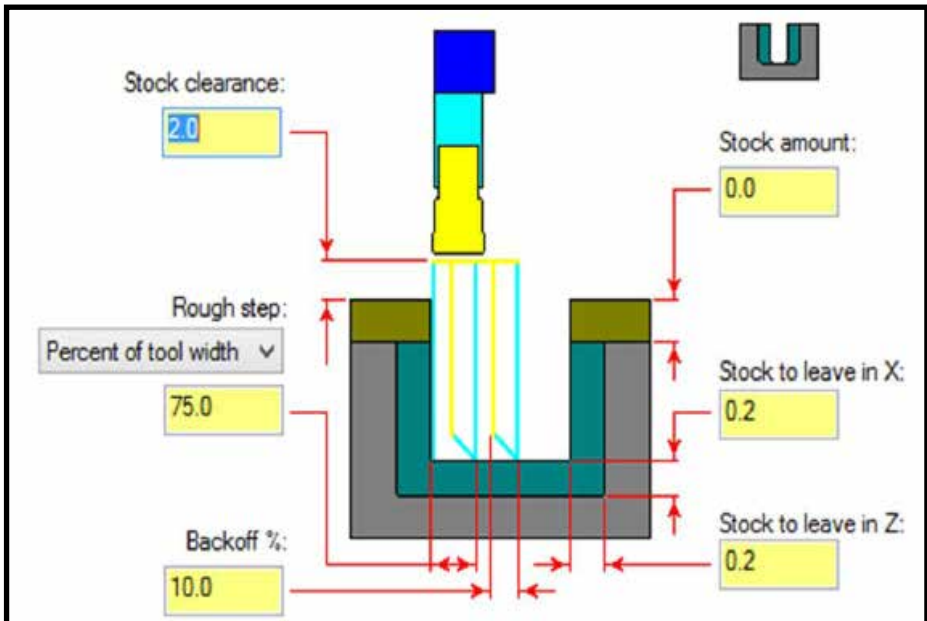
Menu ini berguna untuk menentukan ... ?

3) Stock to leave in x

Menu ini digunakan untuk menentukan sisa dari ukuran benda kerja untuk pekerjaan finishing terhadap sumbu x.

4) Stock to leave in Y

Menu ini sama dengan menu stock to leave in x, Yang membedakan adalah persumbuan pada Sumbu Y .



5) Retract move

Menu ini menentukan kecepatan pergerakan dari pahat alur pada saat pemakanan berlangsung. Menu ini terdaat 2 pilihan yakni:

a) Rapid move

Menu rapid move bararti pahat alur meyayat benda kerja dengan cepat.

b) Feed rate

Menu ini adalah menu menentukan kecepatan pahacepatan memakan benda kerja dengan kecepatan tertentu.

(1) Mm/rev

Berrarti memakan benda kerja menggunakan putaran benda tiap bera-pa mm pada sekali putaran benda kerja.

(2) Mm/min

Berrarti memakan benda kerja menggunakan setiap hitungan menit berapa mm setiap satu menit.



## MATERI PEMBELAJARAN

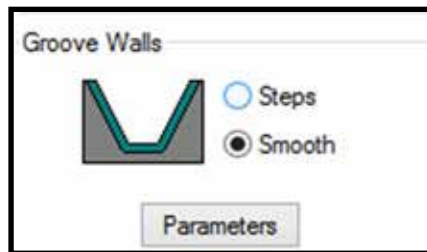


## 6) Groove wall

Menu ini berfungsi untuk menentukan kehalusan peyayaan benda kerja, menu ini mempunyai 2 pilihan

## a) Step

Menu step berfungsi untuk memilih pemakanan dari dinding alur setiap step per step



## b) Smooth

Menu smooth ini menentukan hasil peyayaan di dinding alur adalah halus. Pada menu smooth bisa juga diedit parameternya, Parameter yang bisa diedit pada menu smooth ini antara lain. Minimum step remove, radius dan sweep





## 5. Groove Finish Parameters

Menu ini berfungsi untuk menentukan parameter dari proses finishing (proses penghalusan) pekerjaan pengaluran. Untuk proses finishing ini juga mempunyai banyak menu yang harus diisi agar proses bisa berjalan sesuai yang diinginkan. Menu-menu yang bisa diisi antara lain:

### a. Finish step over

Menu ini berfungsi menentukan jarak pada dinding proses pengaluran pada akhir dari proses pengaluran.

### b. Stock to leave in x

Menu ini berguna untuk menentukan ukuran toleransi dari tahap pengaluran pada koordinat x. Jika pada pekerjaan yang akan dilakukan tidak ada toleransi, maka pada menu ini bisa dikasih ukuran 0.

### c. Stock to leave in Y

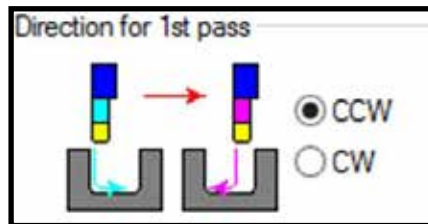
Menu ini fungsinya sama dengan menu stock to leave in x. Yaitu untuk menentukan ukuran toleransi akhir dari benda kerja. Namun, yang membedakan adalah sumbunya kalau menu ini pada sumbu Y.

### d. Direction for 1st pass

Menu ini berguna untuk menentukan jalannya pahat alur pada proses finishing. Terdapat 2 menu pilihan untuk menentukan jalannya pahat alur untuk proses finishing. Menu tersebut ialah:

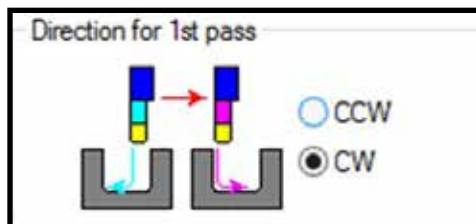
#### 1) Ccw

Menu ini adalah menentukan pergerakan dari pahat alur yaitu bergerak searah jarum jam.



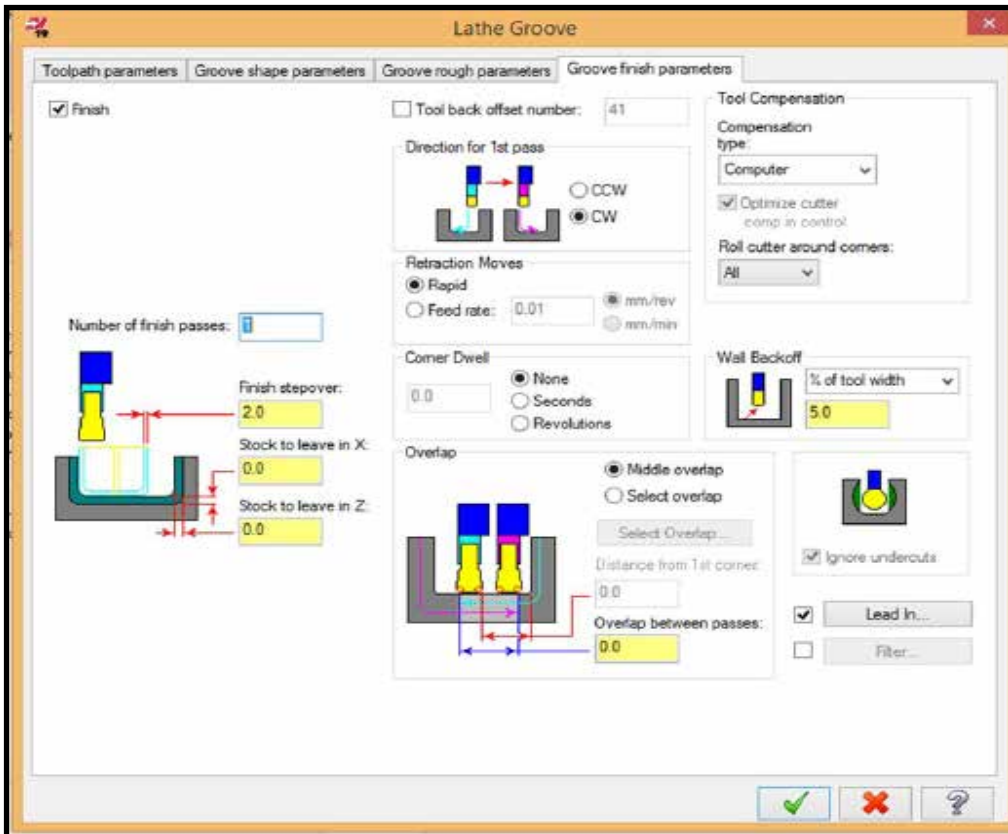
#### 2) Cw

menu ini berfungsi menentukan jalannya pahat alur berlawanan jarum jam.



### e. Retraction move

Menu ini fungsinya sama dengan yang sudah dijelaskan sebelumnya yaitu untuk mengatur kecepatan sayat dari pahat alur.



Gambar 12.3 Menu Groove Finish Parameter

## B. Ulir (Thread)

Ulir adalah sebuah cara pada proses permesinan yang berguna untuk menggabungkan suatu benda ke benda lain secara temporary (bisa di lepas dan digabung). Ulir terdapat berbagai jenis antara lain ulir putaran kanan, ulir putaran kiri, ulir segitiga, ulir segi empat dsb. Dalam aplikasi mastercam khususnya proses pemessinan bubut terdapat menu untuk proses pembuatan ulir. Menu-menu tersebut antara lain:

### 1. Toolpath Parameter

Toolpath Parameter pada ulir mempunyai fungsi yang sama dengan proses lainnya. Yaitu untuk memilih alat potong yang akan digunakan untuk membuat sebuah ulir. Isi menu toolpath disini juga semuanya sama dengan proses sebelumnya.

### 2. Thread Shape Parameter

Menu berfungsi untuk mengatur ukuran dari ulir yang akan dibuat. Menu edit yang terdapat pada Thread Shape Parameter antara lain:

#### a. Lead

Lead disini berfungsi untuk mengatur jarak Pitch dari ulir yang akan dibuat.

#### b. Included Angle

Menu ini berfungsi untuk mengatur sudut tekan dari ulir.

#### c. Thread Angle



Thread angle adalah menu yang berfungsi untuk mengatur sudut dari ulir yang akan dibuat.

d. Major Diameter

Menu major diameter berfungsi untuk mengatur ukuran dari diameter terbesar ulir yang akan dibuat.

e. Minor diameter

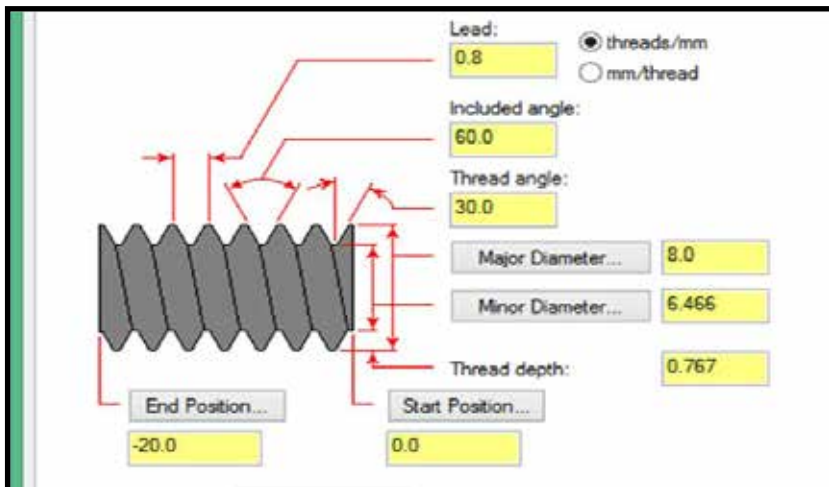
Minor diameter adalah menu yang berfungsi untuk mengatur diameter terkecil dari ulir yang akan dibuat.

f. Start Position

Menu ini adalah menu untuk mengatur dari mana proses penguliran akan dimulai.

g. End position

Menu ini berfungsi untuk mengatur darimana posisi akhir dari proses penguliran/ posisi proses penguliran selesai.



Gambar 12.4 Menu Thread Shape Parameter

h. Thread Form

Menu ini berfungsi untuk memilih secara otomatis ulir yang akan dibuat, Thread form terdapat 3 menu yang bisa dipilih. Menu tersebut antara lain:

1) Select form table

Menu Select Form Tabel adalah menu yang bisa memilih jenis dan ukuran dari ulir yang akan dibuat sesuai dari tabel yang sudah ada di mastercam.



Thread Table

Thread form: Metric M Profile (Rounded Root)

Common diameter/lead combinations up to 200 mm

Basic Major	Lead	Major Diameter	Minor Diameter	Comment
1.6000	0.3500	1.6000	1.1710	Coarse
2.0000	0.4000	2.0000	1.5090	Coarse
2.5000	0.4500	2.5000	1.9480	Coarse
3.0000	0.5000	3.0000	2.3870	Coarse
3.5000	0.6000	3.5000	2.7640	Coarse
4.0000	0.7000	4.0000	3.1410	Coarse
5.0000	0.8000	5.0000	4.0190	Coarse
6.0000	1.0000	6.0000	4.7730	Coarse
8.0000	1.2500	8.0000	6.4660	Coarse
8.0000	1.0000	8.0000	6.7730	Fine
10.0000	1.5000	10.0000	8.1600	Coarse
10.0000	1.2500	10.0000	8.4660	Fine
10.0000	0.7500	10.0000	9.0800	Fine
12.0000	1.7500	12.0000	9.8530	Coarse
12.0000	1.5000	12.0000	10.1600	Fine
12.0000	1.2500	12.0000	10.4660	Fine

Gambar 12.5 Thread Table

## 2) Computer from formula

Menu ini berfungsi untuk dapat mengatur sendiri ulir yang akan dibuat, namun berbeda dari yang awal jika yang awal mengedit sendiri semua parameternya, namun disini hanya mengedit beberapa parameter seperti lead, major diameter.

Compute From Formula

Thread form: Unified - UN

Formula Input

Lead:   threads/mm  
 mm/thread

Basic major diameter:

Formula Result

Major diameter:

Minor diameter:

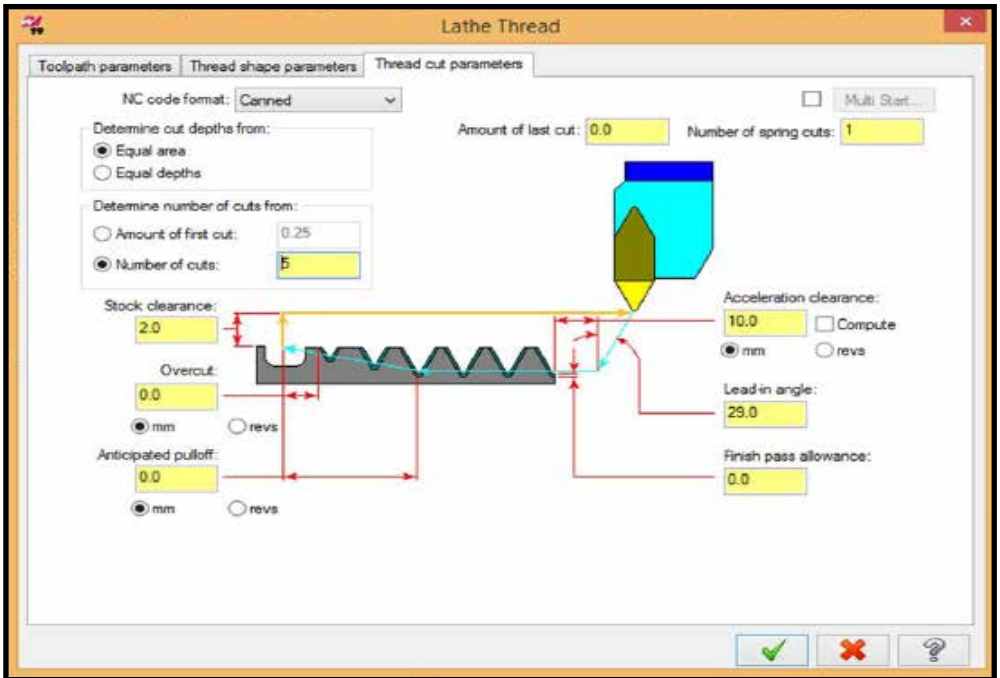


3) Draw Thread

Menu ini sedikit rumit. Dikarenakan menu ini mengharuskan operator menggambar ulir yang akan dikerjakan terlebih dahulu.

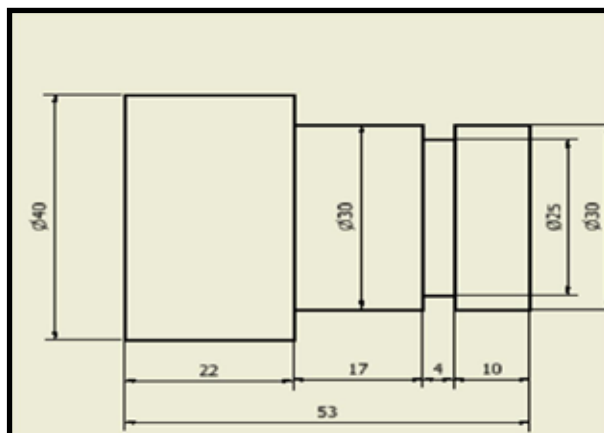
3. Thread Cut Parameter

Menu Thread Cut parameter adalah sebuah menu pada pembuatan ulir di aplikasi mastercam yang berguna untuk mengatur cara serta kecepatan pahat dari ulir saat proses pembuatan ulir berlangsung. Menu ini biasanya jarang digunakan karena menu edit yang sudah diisi oleh aplikasi sudah bisa digunakan untuk proses pengerjaan ulir.



Gambar 12.6 Thread Cut Parameter

C. Proses External Roughing External Finishing dan Grooving





## MATERI PEMBELAJARAN

## 1. Langkah menggambar

## a. Klik menu wireframe

Pada saat menggambar operator menggambar setengah ukuran dari gambar kerja sudah bisa dibuat dikarenakan pekerjaan membubut jika dikerjakan salah satu sudah bisa mewakili ukuran sebenarnya.



## b. Klik Menu line

## c. Klik pada sumbu tengah arahkan ke atas tekan klik tulis ukuran 20 pada menu length, Enter.



## d. Klik menu line

## e. Klik sumbu terakhir tarik garis ke kanan tekan klik tulis ukuran 22, Enter

## f. Klik menu line

## g. Klik sumbu terakhir tarik garis ke bawah tekan klik tulis ukuran 5, Enter

## h. klik menu line

## i. klik sumbu terakhir tarik garis kekanan tekan klik tulis ukuran 17, Enter

## j. klik menu line

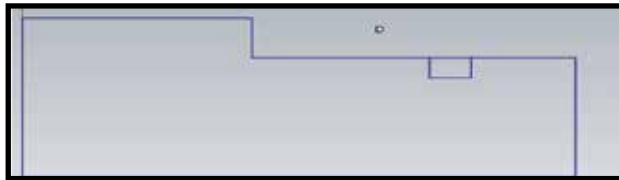
## k. klik sumbu terakhir tarik garis ke bawah klik tulis ukuran 2,5, Enter



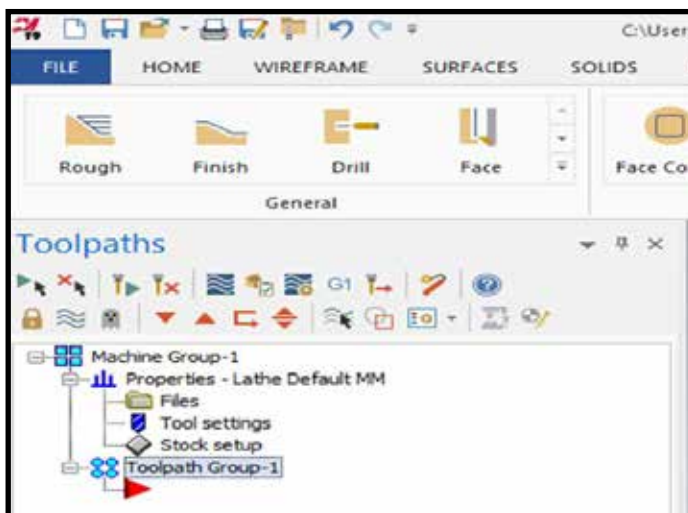
- l. klik menu line
- m. klik sumbu terakhir tarik garis ke kanan tekan klik tulis ukuran 4, Enter
- n. klik menu line
- o. klik sumbu terakhir tarik garis ke atas tekan klik tulis ukuran 2,5, Enter
- p. klik Menu Line
- q. klik sumbu terakhir tarik garis kekanan tekan klik tulis ukuran 10, Enter
- r. klik menu line
- s. klik sumbu terakhir tarik garis ke bawah tekan klik tulis ukuran 15, Enter
- t. klik menu line
- u. klik sumbu terakhir tarik garis menuju titik awal tekan klik,
- v. hapus garis samping dan kanan alur (jika langsung menutup alur pengerjaan selanjutnya akan kacau)



- w. klik line
- x. klik sumbu 1 dan 2 dari alur



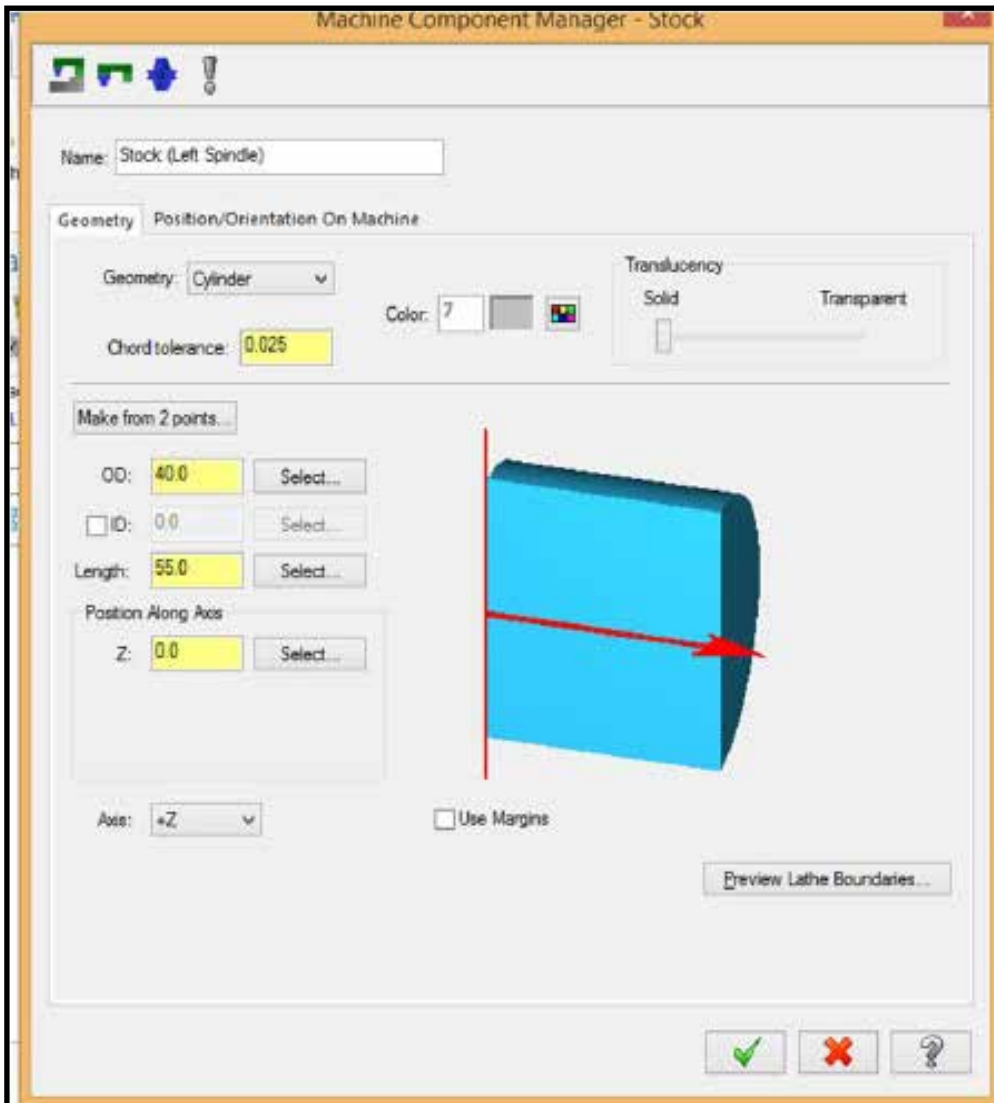
- y. untuk selesai tekan ESC
- 2. Langkah Setting Benda kerja
  - a. Klik menu Machine pilih lathe dan default
  - b. Break down properties lathe Default dan klik stock setup





## MATERI PEMBELAJARAN

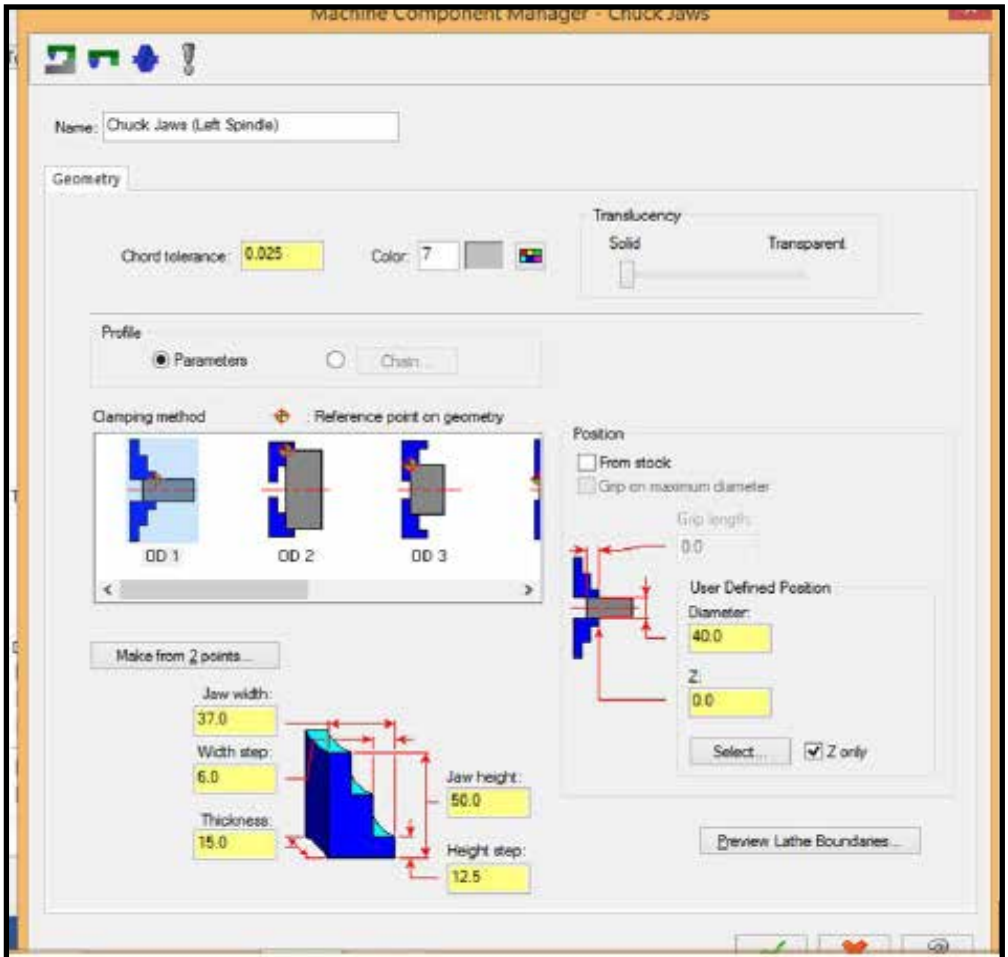
- c. Pada menu stock setup pilih left spindle length defined (tanpa chuck)
- d. Klik properties
  - 1) Isi OD tulis 40 (diambil diameter terbesar), isi Length dengan angka 55 (ukuran untuk Facing 3)
  - 2) Axis pilih +Z (karena gambar di kanan koordinat)
  - 3) Lihat benda kerja dengan menu preview lathe boundaries lalu enter
  - 4) Sudah selesai Klik centang hijau



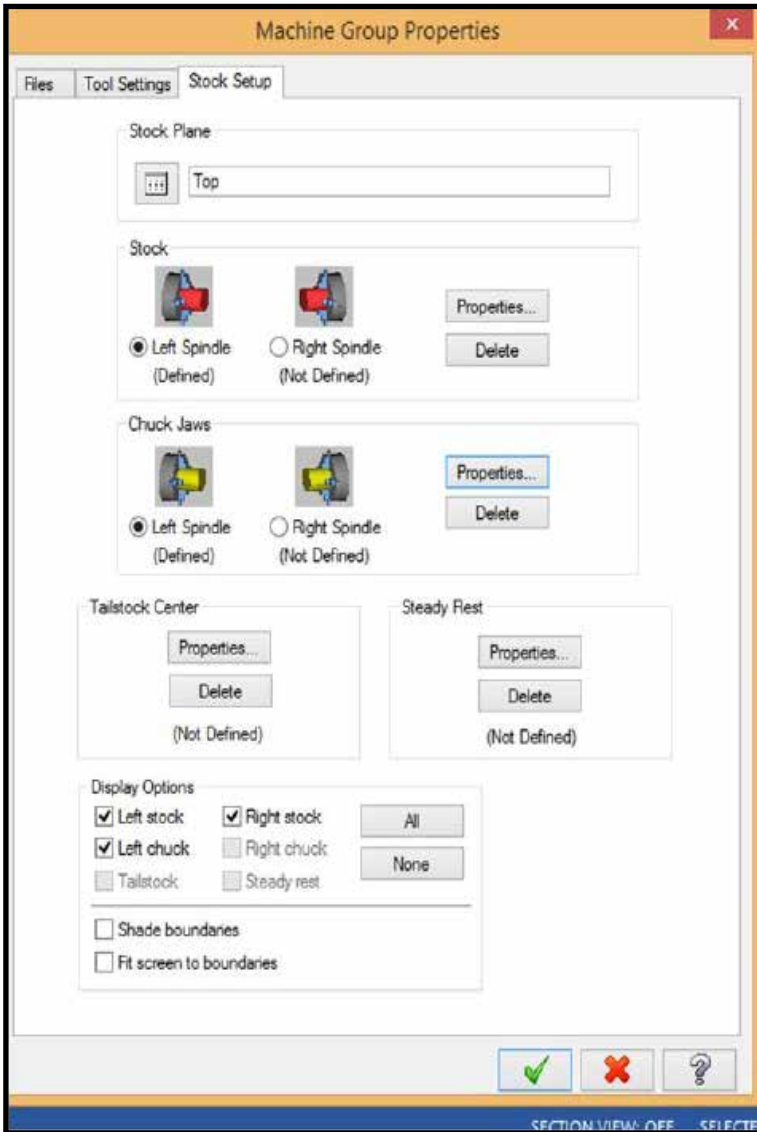
- e. Pada menu Chuck jaws pilih left spindle (karena menggambaranya di kanan koordinat).
- f. Klik properties
  - 1) Pilih salah satu jenis chuck, centang from stock



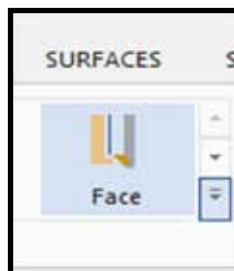
- 2) Tulis pada menu edit diameter dengan angka 30
- 3) Klik preview boundaries lathe (untuk melihat benda yang sudah ada chucknya)
- 4) Klik centang (sudah selesai)



g. Klik centang hijau

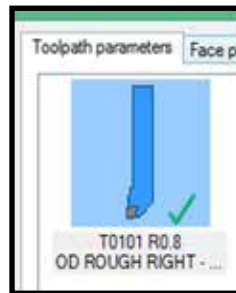


3. Langkah Facing Benda Kerja
  - a. Klik turning, Pilih Face



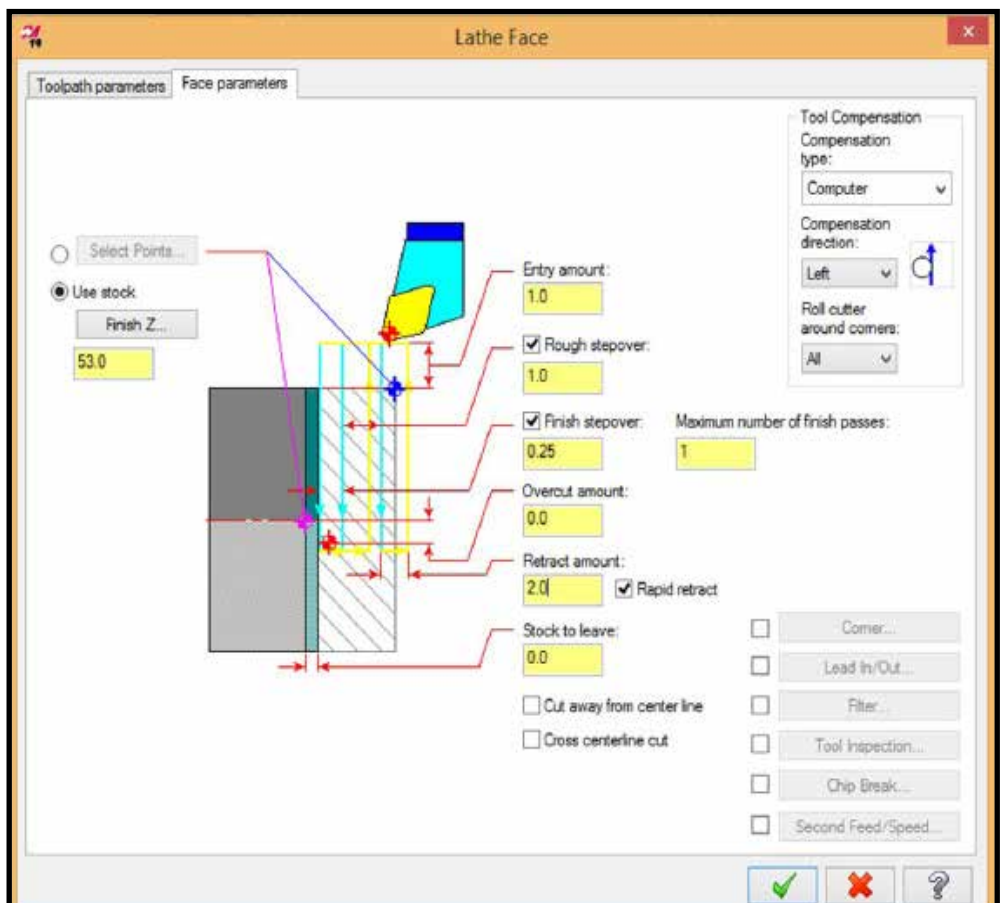


- b. Pada tool parameter pilih Pahat Rough Right (karena Benda Kerja Pada Kanan Koordinat)



- c. Pada Menu Face Parameter Edit Parameter Sesuai Kebutuhan

- 1) Menu Use Stock Finish Z isikan Panjang Benda Setelah Di Facing sebesar 53
- 2) Centang menu Rough step over dan isikan 1 (menentukan seberapa besar pemakanan Benda kerja)
- 3) Compensation Direction Isikan Left
- 4) Yang lain tidak usah diedit





MATERI PEMBELAJARAN

- d. Semua sudah di edit klik centang hijau
- e. Pilih generate



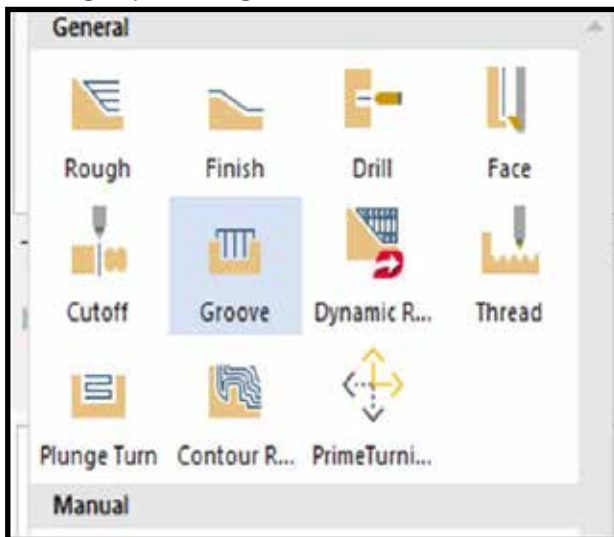
- f. Pilih



- g. simulasikan

4. Melakukan Pemakanan Roughing

- a. Klik menu turning--- pilih Rough

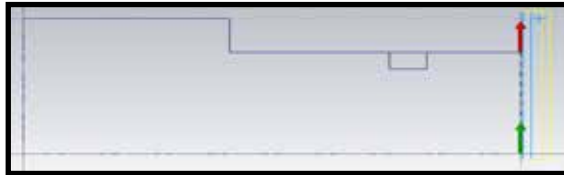


- b. Pada menu Partial pilih area yang akan dibuat Roughing (pastikan arah dari anak panah maju kedepan)

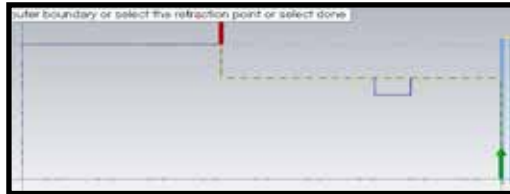




c. Klik Pilih area awal terlebih dahulu



d. Klik Pilihan area terakhir

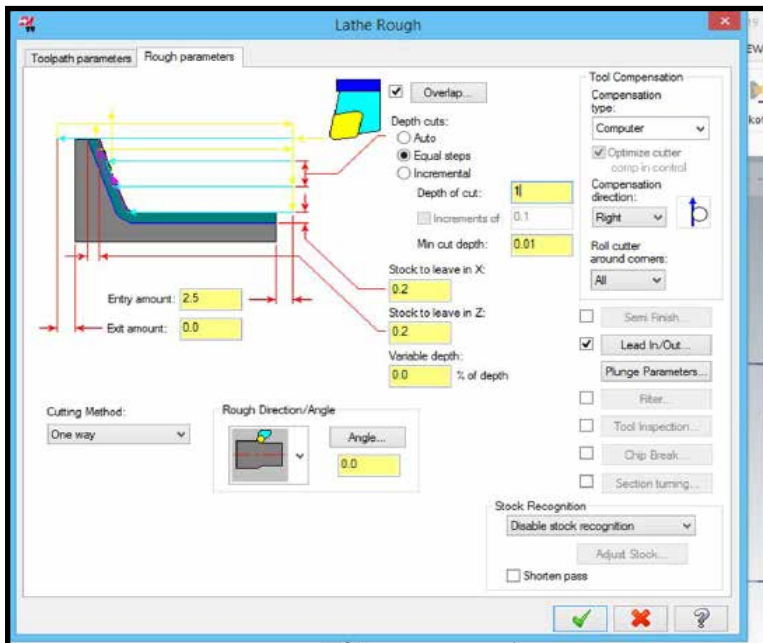


e. Centang pada wait lalu klik centang hijau

f. Pilih toolpath parameter dan pilih pahat kanan (Rough right)

g. Roughing parameter diisi sesuai keinginan

- 1) Compensation direction pilih right
- 2) Depth Cut pilih equal step
- 3) Depth of Cut ganti 1
- 4) Stock to leave in X 0.2
- 5) Stock to leave in Y 0.2
- 6) Entry amount 2.5
- 7) Exit amount 0
- 8) Klik centang hijau





MATERI PEMBELAJARAN

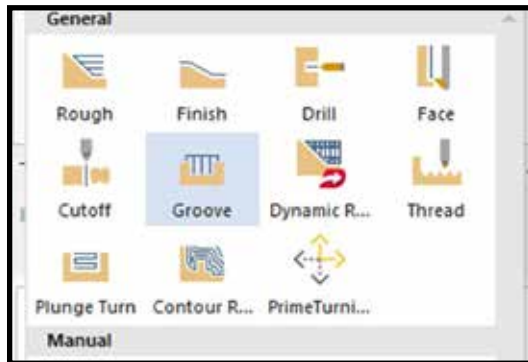
- h. Pilih menu toolpath pada bagian kiri
- i. Pilih generate



- j. Pilih verify



- k. Simulasikan
5. Langkah Finishing
- a. Pilih turning pada menu kemudian pilih finish



- b. Pada menu chaining pilih partial
  - c. Pilih klik benda kerja yang akan di finishing pastikan anak panah ke arah maju
- 1) Pilih titik awal benda kerja



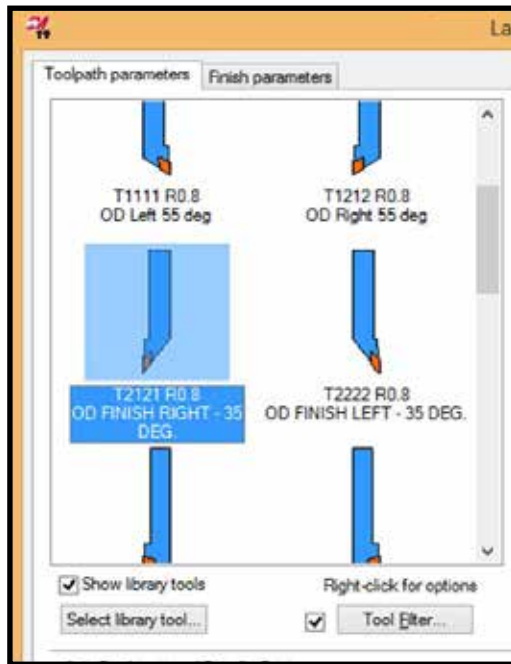


2) Pilih titik Akhir Benda Kerja



d. Pada finishing pilihan Wait Tidak Di centang, klik centang hijau

e. Pilih pahat finishing pada menu tool parameter. Jika pemakanan dari kanan berarti pilih finish right



f. Pada menu finish parameter diisi parameternya

- 1) Finish step over Ini diisi 1 jika pemakanannya 1 mm
- 2) Stock to leave in x Menu ini diisi 0 karena sudah finishing
- 3) Stock to leave in Y Menu ini sama diisi 0
- 4) Compensation direction Menu ini diisi auto jika ingin otomatis
- 5) Klik centang

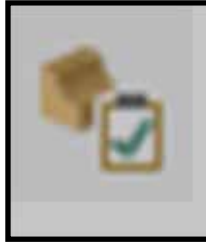
g. Pilih generate





MATERI PEMBELAJARAN

h. Pilih verify

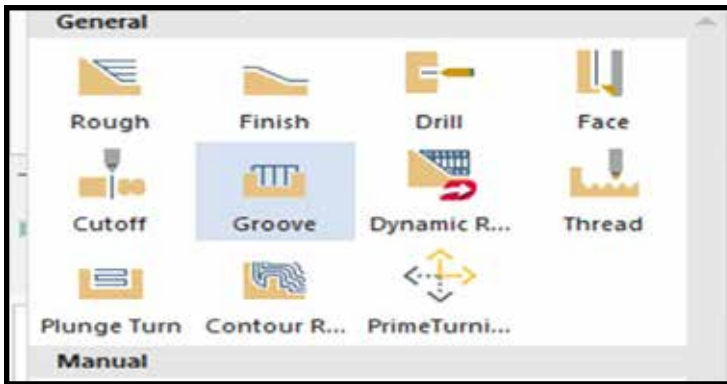


i. Simulasikan

6. Langkah alur

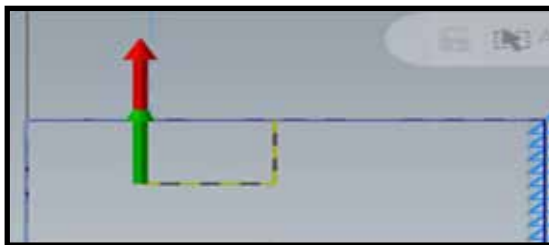
a. Pilih menu turning

b. Pilih groove



c. menu groove definition pilih 3 line.

d. Klik 3 line dari gambar alur kecuali bagian atas(pastikan gambar anak panah-nya maju secara urut



e. Klik wait dan centang hijau

f. Pilih Tollpath parameter(pilih jenis alurnya)

g. Pilih groove shape edit menunya

1) Radius atas dan bawah dikasih angka 0

2) Taper angel dikasih angka 0

h. Klik groove Rough parameter edit menu yang sekiranya perlu

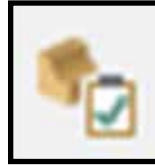
i. Klik groove finish parameter. Edit menu yang sekiranya perlu

j. Klik centang hijau

k. Pilih generate



l. Pilih verify



m. Simulasikan

n. Setelah semua tahapan selesai, simulasikan semua tahapan jadi 1. Klik tool-path Group-1



1) Pilih RegenerateAll

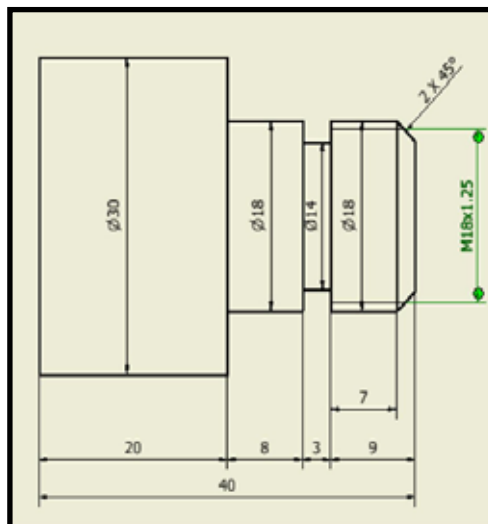


2) Pilih verify



3) Simulasikan

#### D. Proses Pengerjaan Facing External Roughing External Finishing Grooving Dan Threading





## MATERI PEMBELAJARAN

## 1. Langkah-langkah Menggambar

## a. Klik menu wireframe

Menggambar ini seperti biasanya hanya menggambar setengah dari benda kerja. Karena dalam mastercam menggambar setengah dari benda kerja sudah bisa untuk simulasi benda kerja dengan ukuran sebenarnya.



## b. Klik line

## c. Posisikan pada sumbu tengah koordinat, geser ke atas klik ketik ukuran 15



## d. Klik line

## e. Posisikan sumbu terakhir geser ke kanan klik, ketik ukuran 20

## f. Klik line

## g. Posisikan sumbu terakhir geser ke bawah klik, ketik ukuran 6

## h. Klik line

## i. Posisikan sumbu terakhir geser ke kanan klik, ketik ukuran 8

## j. Klik line

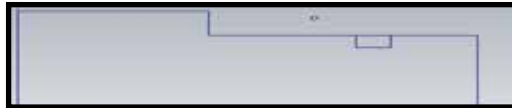
## k. Posisikan sumbu terakhir geser ke bawah ketik ukuran 2



- l. Klik line
- m. Posisikan sumbu terakhir geser ke kanan , ketik ukuran 3
- n. Klik line
- o. Posisikan sumbu terakhir geser ke atas ketik ukuran 2
- p. Klik line
- q. Posisikan sumbu terakhir geser ke kanan , ketik ukuran 9
- r. Klik line
- s. Posisikan sumbu terakhir geser ke bawah klik ukuran 9
- t. Klik line
- u. Posisikan sumbu terakhir geser ke sumbu utama dan klik pada sumbu utama
- v. Hapus pada kanan kiri alur



- w. Klik line
- x. Klik pada ujung benda kerja di samping kiri alur dan sambungkan sampai samping kanan alur



- y. Klik chamfer entities



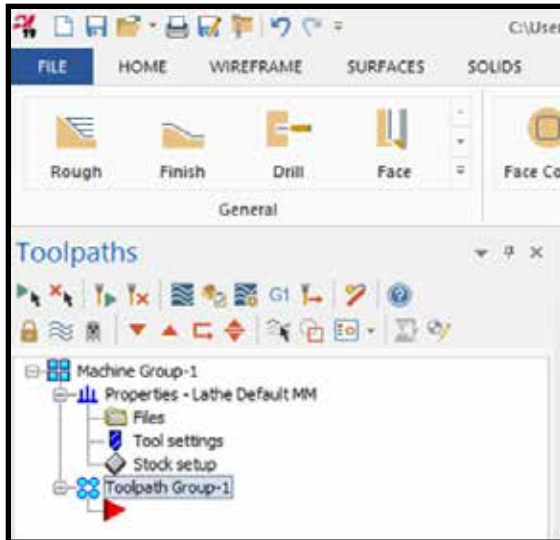
- z. Pilih distance and angle isi distance 2, angle 45, pilih 2 garis yang akan di chamfer.



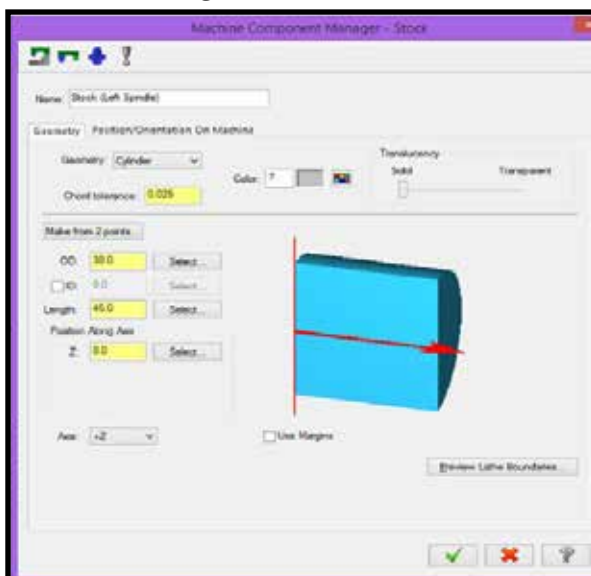


## MATERI PEMBELAJARAN

- aa. Klik centang
2. Langkah Setting Benda kerja
  - a. Klik menu Machine pilih lathe dan default
  - b. Break down properties lathe Default dan klik stock setup

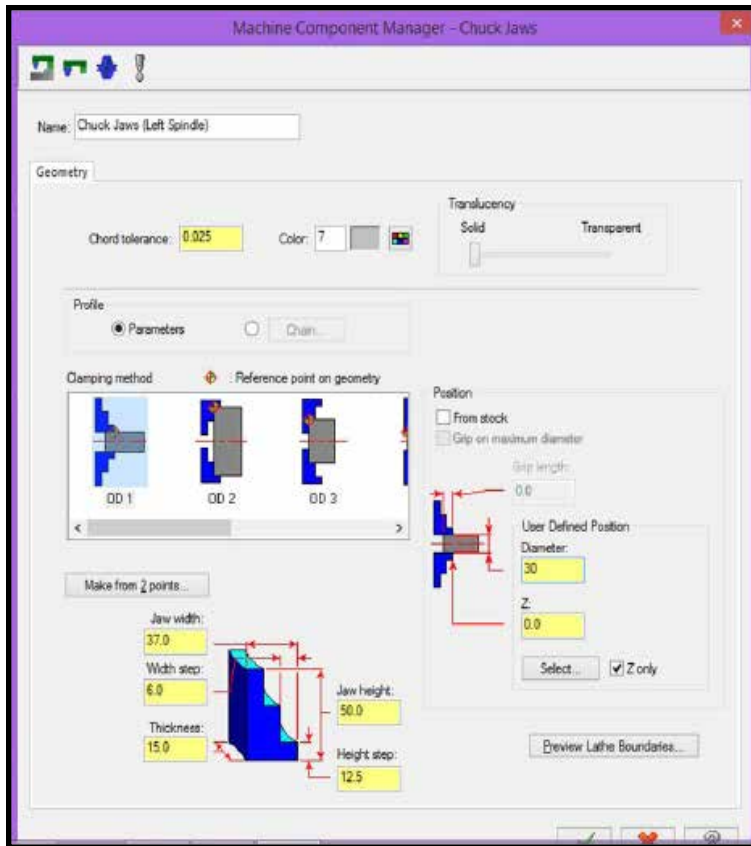


- c. Pada menu stock setup pilih left spindle length defined (tanpa chuck)
- d. Klik properties
  - 1) Isi OD tulis 30 (diambil diameter terbesar), isi Length dengan angka 45 (ukuran untuk Facing 5)
  - 2) Axis pilih +Z (karena gambar di kanan koordinat)
  - 3) Lihat benda kerja dengan menu preview lathe boundaries lalu enter
  - 4) Sudah selesai Klik centang hijau





- e. Pada menu Chuck jaws pilih left spindle (karena menggambarnya di kanan koordinat)
- f. Klik properties
  - 1) Pilih salah satu jenis chuck, centang from stock
  - 2) Tulis pada menu edit diameter dengan angka 30
  - 3) Klik priveuw boundaries lathe (untuk melihat benda yang sudah ada chucknya)
  - 4) Klik centang (sudah selesai)



- g. Klik centang hijau
- h. Pilih generate



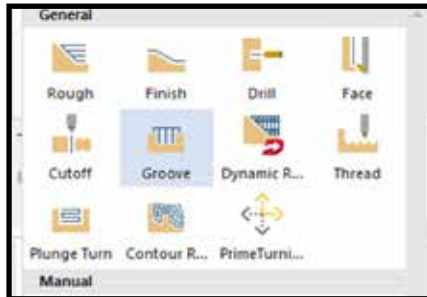
- i. Pilih verify



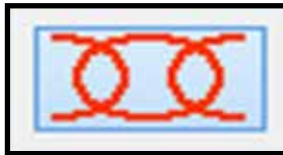
MATERI PEMBELAJARAN



- j. Simulasikan
- 3. Melakukan Pemakanan Roughing
  - a. Klik menu turning pilih Rough



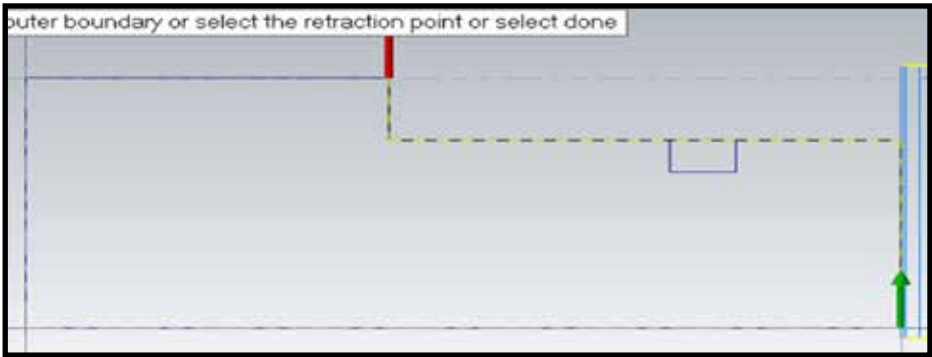
- b. Pada menu Partial pilih area yang akan dibuat Roughing (pastikan arah dari anak panah maju ke depan)



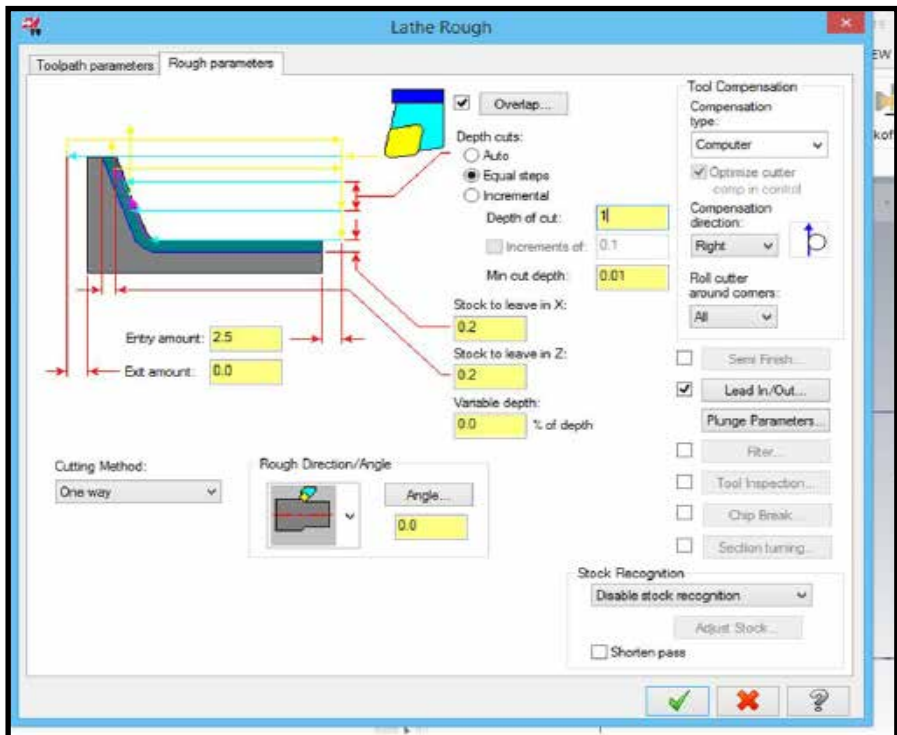
- c. Klik Pilih area awal terlebih dahulu



- d. Klik Pilihan area terakhir



- e. Centang pada wait lalu klik centang hijau
- f. Pilih toolpath parameter dan pilih pahat kanan (Rough right)
- g. Roughing parameter diisi sesuai keinginan
  - 1) Compensation direction pilih right
  - 2) Depth Cut pilih equal step
  - 3) Depth of Cut ganti 1
  - 4) Stock to leave in X 0.2
  - 5) Stock to leave in Y 0.2
  - 6) Entry amount 2.5
  - 7) Exit amount 0
  - 8) Klik centang hijau





MATERI PEMBELAJARAN

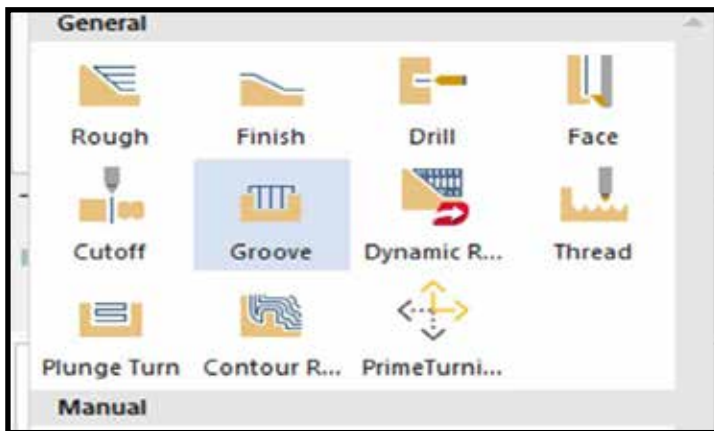
- h. Pilih menu toolpath pada bagian kiri
- i. Pilih generate



- j. Pilih verify



- k. Simulasikan
4. Langkah Finishing
- a. Pilih turning pada menu kemudian pilih finish

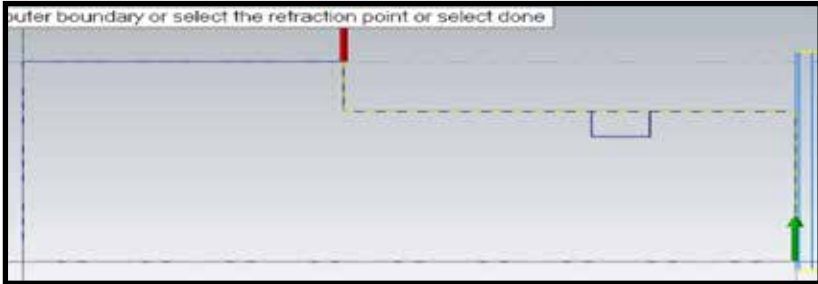


- b. Pada menu chaining pilih partial
  - c. Pilih klik benda kerja yang akan di finishing pastikan anak panah ke arah maju
- 1)Pilih titik awal benda kerja

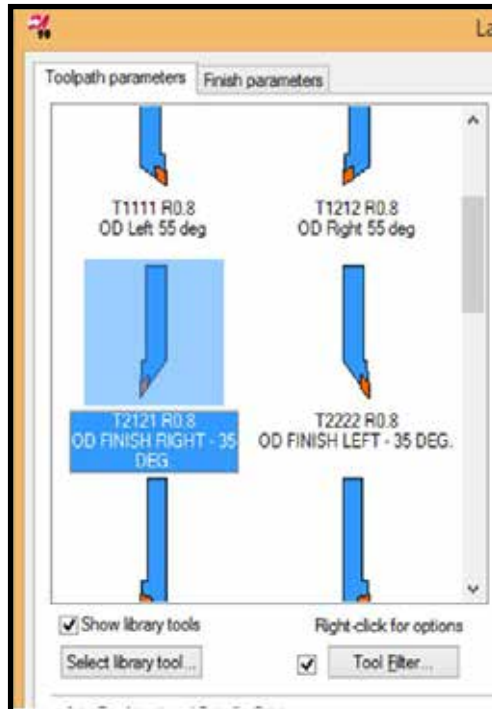




2) Pilih titik Akhir Benda Kerja



- d. Pada finishing pilihan Wait Tidak Di centang, klik centang hijau
- e. Pilih pahat finishing pada menu tool parameter. Jika pemakanan dari kanan berarti milih finish right



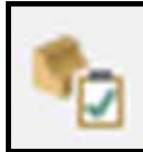
- f. Pada menu finish parameter diisi parameternya
  - 1) Finish step over Ini diisi 1 jika pemakanannya 1 mm
  - 2) Stock to leave in x Menu ini diisi 0 karena sudah finishing
  - 3) Stock to leave in Y Menu ini sama diisi 0
  - 4) Compensation direction Menu ini diisi auto jika ingin otomatis
  - 5) Klik centang
- g. Pilih generate



MATERI PEMBELAJARAN



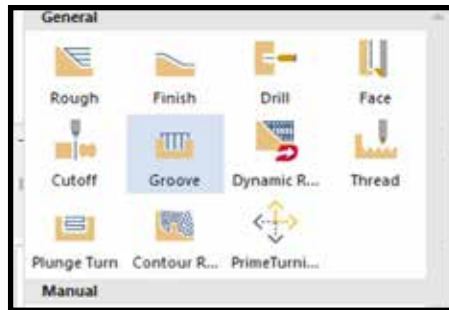
h. Pilih verify



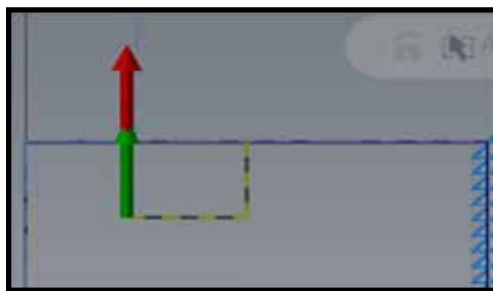
i. Simulasikan

5. Langkah alur

- a. Pilih menu turning
- b. Pilih groove



c. Menu groove definition pilih 3 line. Klik 3 line dari gambar alur kecuali bagian atas(pastikan gambar anak panahnya maju secara urut



d. Klik wait dan centang hijau

e. Pilih Tollpath Parameter(pilih jenis alurnya)

f. Pilih Groove Shape edit menunya

- 1) Radius atas dan bawah dikasih angka 0
- 2) Taper angel dikasih angka 0

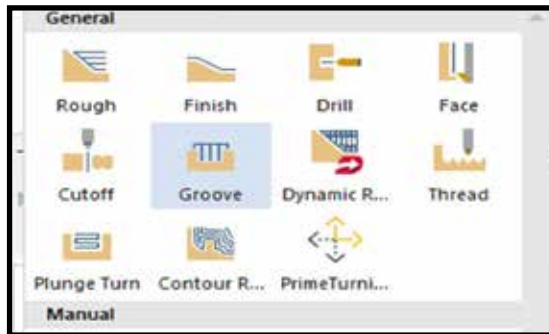
g. Klik groove Rough parameter edit menu yang sekiranya perlu

h. Klik groove finish parameter. Edit menu yang sekiranya perlu

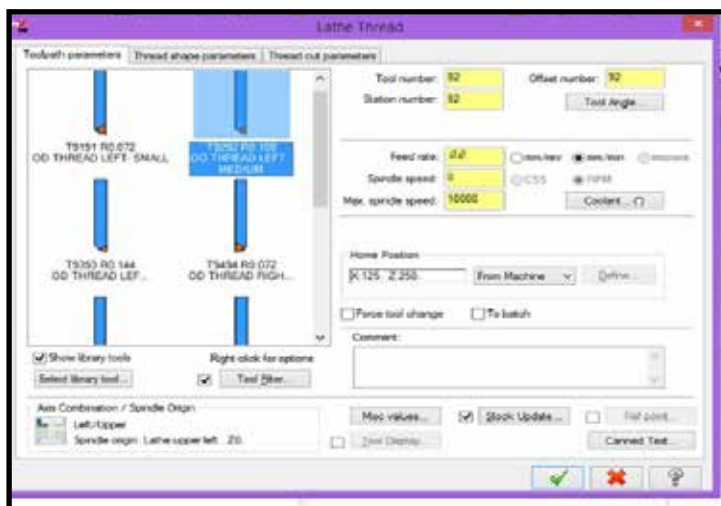
i. Pilih centang hijau



- j. Pilih verify
  - k. Simulasikan
6. Langkah ulir luar
- a. Klik turning
  - b. Pilih Thread



- c. Pada Toolpath Parameter pilih pahat ulir kanan yang medium

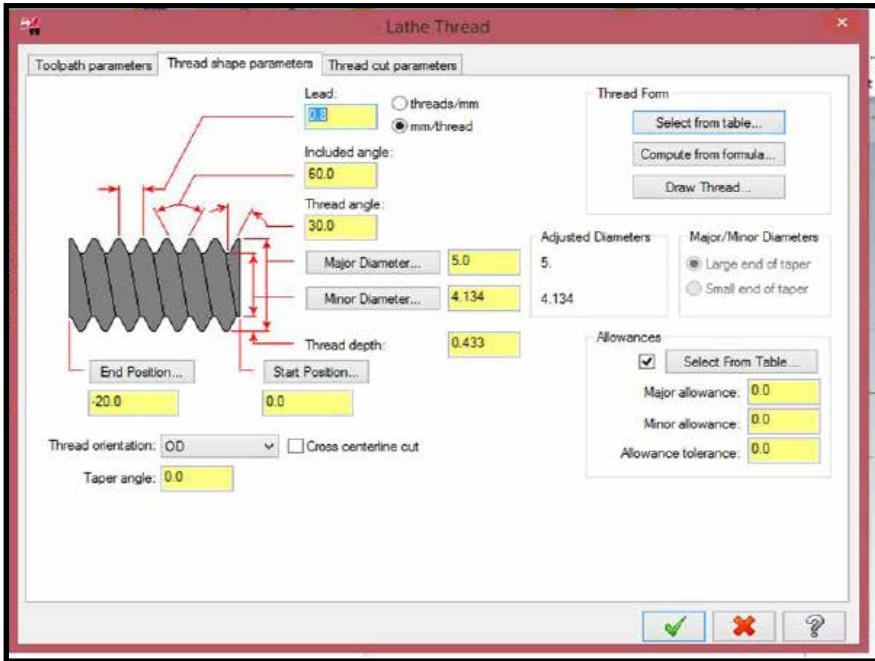


- d. Pada Thread Shape Parameter

- 1) Pilih select from tabel, pilih jenis ulir metrik, pilih ukuran ulir yang akan digunakan
- 2) Pada start position pilih dan tentukan darimana dimulai prosesnya
- 3) Pada end position pilih dan tentukan darimana akhir prosesnya
- 4) Pada Thread Cut parameter edit sesuai kebutuhan (tidak diedit tidak masalah)
- 5) Klik centang hijau



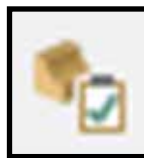
MATERI PEMBELAJARAN



e. Pilih generate



f. Pilih verify



g. Setelah semua tahapan selesai, simulasikan semua tahapan jadi 1. Klik toolpath Group-1



1) Pilih RegenerateAll





2) Pilih verify



3) Pilih Simulasi



### Ulir

Sistem ulir sudah dikenal dan sudah digunakan oleh manusia sejak beberapa abad yang lalu. Tujuan diciptakannya sistem ulir ini pada dasarnya adalah mendapatkan cara yang mudah untuk menggabungkan atau menyambung dua buah komponen sehingga gabung-an ini menjadi satu kesatuan unit yang bermanfaat sesuai dengan fungsi-nya. Sebelum teknologi industri maju pembuatan ulir hanya dilakukan dengan tangan dan sudah tentu hasilnya kasar. Pada abad ke 18 yaitu pada masa Revolusi Industri, Inggris mulai memproduksi sistem ulir dengan peralatan yang waktu itu sudah dipunyai. Karena belum ada standarnya maka antara ulir yang satu dengan ulir yang lain (ulir luar dan ulir dalam) jarang diperoleh kecocokan waktu digabungkan. Pada tahun 1841, seorang ilmuwan Inggris bernama Sir Joseph Whitworth mulai mencoba membuat standar ulir yang hasilnya sampai sekarang dikenal dengan nama ulir Whitworth. Pada tahun 1864, William Sellers, seorang ilmuwan Amerika mengembangkan sistem ulir yang kemudian digunakan di Amerika Serikat pada masa tersebut. Ulir buatan Sellers ini diberi rekomendasi oleh Franklin Institut. Meskipun demikian, ulir Sellers tidak cocok dipasangkan dengan ulir Whitworth karena sudut ulirnya berbeda.

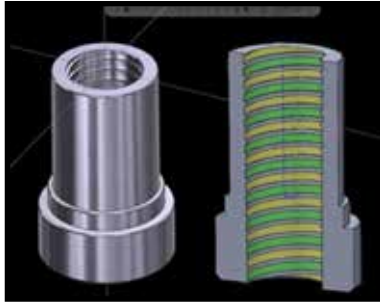
Pada tahun 1935, American Standard mulai mengenalkan standar sudut ulir sebesar 6T. Akan tetapi masih juga belum ada standar yang sama antara beberapa negara seperti Kanada, Inggris dan Amerika. Akhir-nya, pada masa perang dunia kedua, terjadi persetujuan antara Kanada, Inggris dan Amerika untuk menggabungkan standar ulir Inggris dan Amerika yang sekarang terkenal dengan nama ulir Unified. Dengan ulir unified ini penggunaan sistem ulir di ketiga negara tersebut menjadi fleksibel karena adanya keseragaman dalam standarnya.

Dari sejarah singkat di atas, nampak bahwa sejalan dengan perkembangan teknologi perindustrian maka penyederhanaan sistem ulir pun mulai dilakukan. Dalam kaitan ini, Organisasi Standar Internasional (ISO) pun telah membuat standar tersendiri untuk sistem ulir. Perubahan-perubahan dan pengembangan sistem standar ulir ini dilakukan dengan maksud untuk memperoleh komponen-komponen yang berulir, mempunyai sifat mampu tukar (interchangeability) dan dapat diproduksi dalam jumlah besar. Kini, penggunaan sistem ulir untuk penyatuan dua komponen hampir terdapat dalam semua hasil teknologi. Dari hasil teknologi perindustrian yang tingkat ketelitiannya rendah (kasar) sampai pada hasil industri yang tingkat ketelitiannya sangat tinggi (presisi) tidak bisa lepas dari



## CAKRAWALA

yang namanya ulir. Sistem ulir telah menjadi salah satu faktor penting dalam kemajuan industri pada semua jenis produksi. Makin tinggi tingkat ketelitian suatu komponen dibuat berarti makin tinggi pula tingkat ketelitian sistem ulirnya. Untuk dapat membuat komponen yang berulir, maka perlu dipelajari seluk-beluk mengenai ulir khususnya dalam hal sistem pengukurannya.



Sumber: Youtube.com

Gambar 12.9 Pembuatan Ulir dalam



## JELAJAH INTERNET

untuk menunjang pembelajaran guru dan murid tidak harus terfokus pada materi yang ada pada buku pegangan oleh karena itu penulis menyarankan bisa belajar dari media media yang lain. Di bawah ini penulis memberi referensi pembelajaran yang bisa di ikuti.

1. [https://m.youtube.com/watch?v=dmQZry\\_zOZo](https://m.youtube.com/watch?v=dmQZry_zOZo)
2. <https://m.youtube.com/watch?v=1elwf6CkH1I>



SCAN ME



SCAN ME



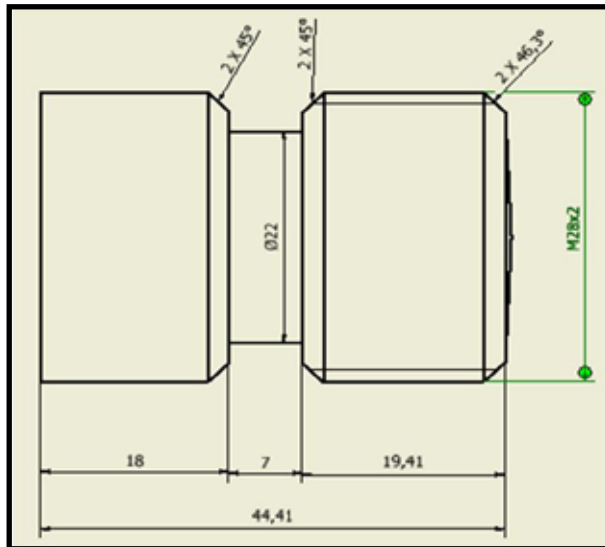
## RANGKUMAN

Dari materi yang sudah dijelaskan bisa dirangkum sebagai berikut.

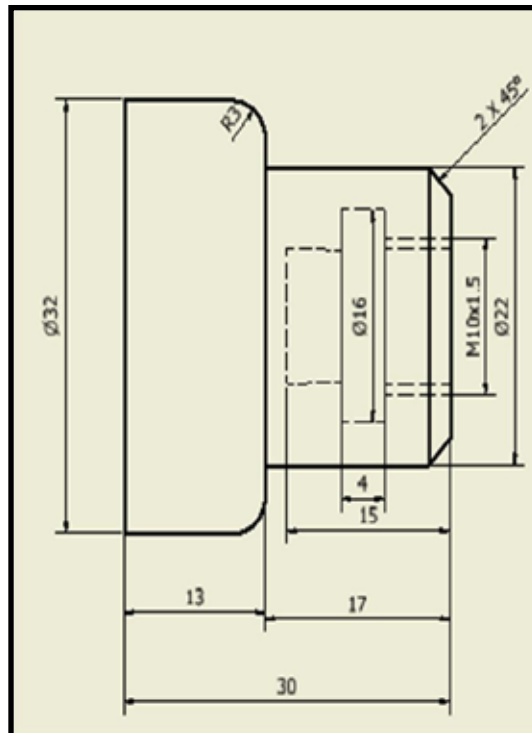
1. Threading adalah proses membuat sebuah ulir pada benda kerja. Dalam mastercam terdapat 2 proses pengerjaan Threading. a. Proses pembuatan ulir luar b. Proses pembuatan ulir dalam.
2. Grooving pada mastercam adalah untuk membuat sebuah alur pada benda kerja proses grooving harus menggunakan pahat alur yang sesuai. Pahat alur terdapat berbagai jenis a.pahat alur dalam yang berfungsi membuat alur dalam dan pahat alur luar yang berfungsi untuk membuat alur luar.
3. Drilling adalah proses pembuatan lubang dengan menggunakan mata bor. Terdapat berbagai macam mata bor yang bisa digunakan tergantung jenis pekerjaan yang sesuai.



1. Buatlah benda kerja di bawah ini dengan proses pengerjaan yang biasa Anda kerjakan dan nilaikan kepada guru simulasinya



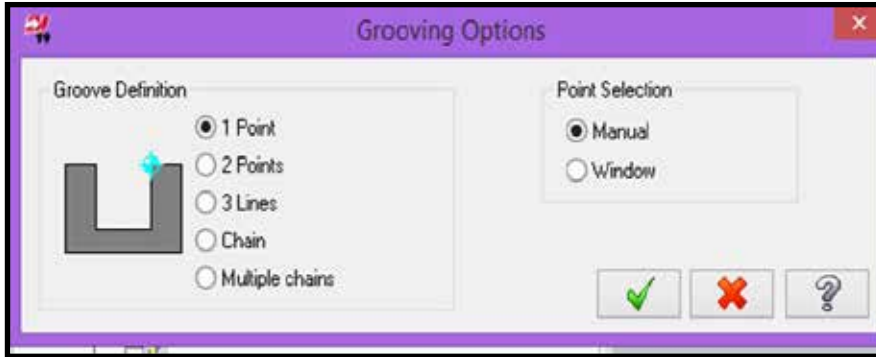
2. Buatlah benda kerja di bawah ini sesuai yang Anda bisa. Jika tidak bisa tanyakan kepada guru yang mengajar





## PENILAIAN AKHIR BAB

1. Jelaskan kegunaan dari menu Threading pada aplikasi mastercam
2. Sebutkan kegunaan dari menu stock to leave in X
3. Menu pada gambar di bawah ini berfungsi sebagai apa



4. Pada proses pembuatan ulir terdapat menu Thread shape parameter. kegunaan dari menu tersebut adalah untuk apakah
5. Tuliskan langkah dari setting benda kerja



## REFLEKSI

Dari pembahasan yang sudah ada di buku dalam bab ini penulis mengajarkan cara membuat alur dan ulir. Dari kedua proses itu, kita bisa simpulkan bahwa untuk membuat satu benda kerja membutuhkan proses yang panjang. Dari proses tersebut mengajarkan kita bahwa untuk mendapatkan sesuatu tidaklah mudah dan cepat. Oleh karena itu, penulis menyarankan kepada siswa agar mencari referensi belajar yang lain jika dalam buku ini tidak menemukan materi yang diinginkan. Berlatih serta belajar dalam menggunakan menu ulir dan alur akan membuat Anda lebih lancar. Bertanyalah saat Anda tidak bisa dan teruslah mencoba.

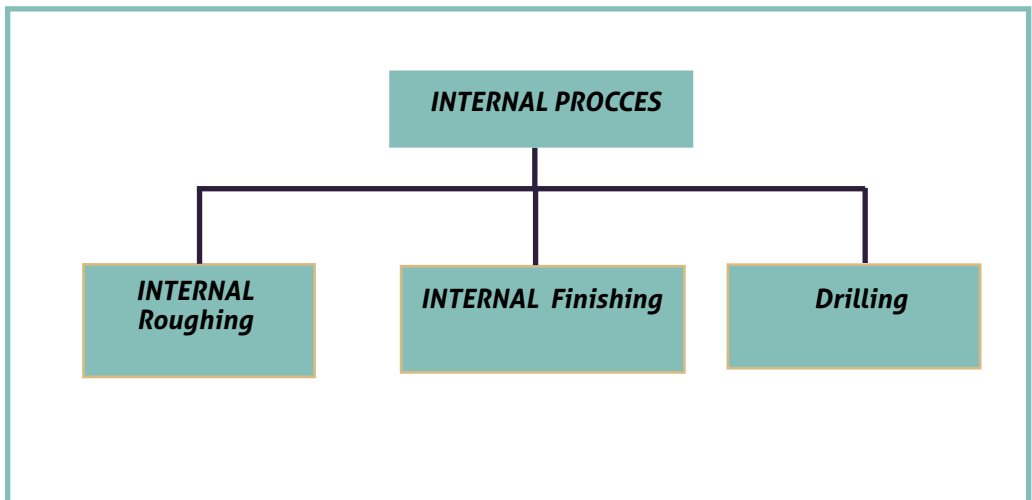
**INTERNAL ROUGHING, INTERNAL FINISHING dan  
DRILLING**

**TUJUAN PEMBELAJARAN**



Dengan mempelajari BAB ini diharapkan siswa bisa membuat *DRILLING*, *INTERNAL Roughing*, *INTERNAL Finishing* pada aplikasi MasterCam dengan baik dan benar.

**PETA KONSEP**



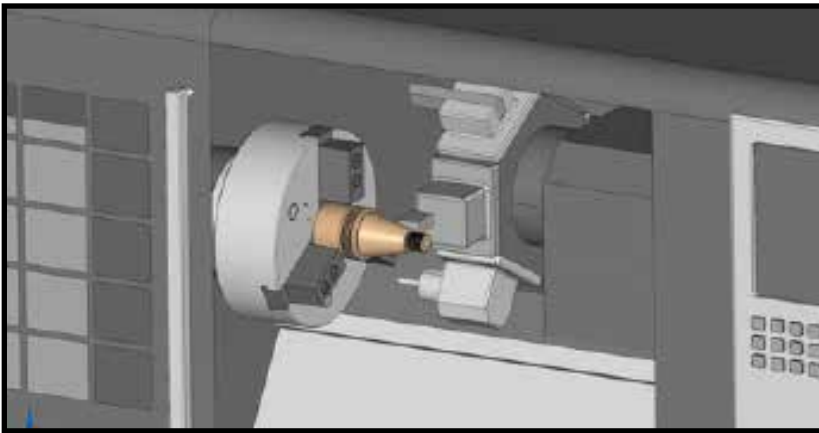
**KATA KUNCI**



**INTERNAL ROUGHING, INTERNAL FINISHING, DRILLING**

## PENDAHULUAN

Dalam teknik pemesinan *Lathe* (bubut) khususnya pada pembuatan sebuah benda kerja yang berdiameter pastinya akan terdapat sebuah lubang. Dalam pembuatan lubang pastinya tidak jauh dari proses *Drilling* (pengeboran) namun proses ini mempunyai kelemahan yaitu mata bor yang digunakan pada proses pengeboran tidak mungkin bisa digunakan untuk lubang yang ukurannya sangat besar. Jadi untuk memperlebar ukuran yang diinginkan maka operator harus memperbesar lubang yang sudah di *Drilling* dengan cara membubut lubang itu agar sesuai keinginan dan ukuran yang dimaksud. Dalam bab ini penulis akan menjelaskan cara menggunakan proses pengeboran dan proses bubut dalam.



Gambar 13.1 Proses Animasi CAD CAM

Sumber: <https://oneCNC.net/id/products/products-overview/lathe>



## MATERI PEMBELAJARAN

A. *Drilling*

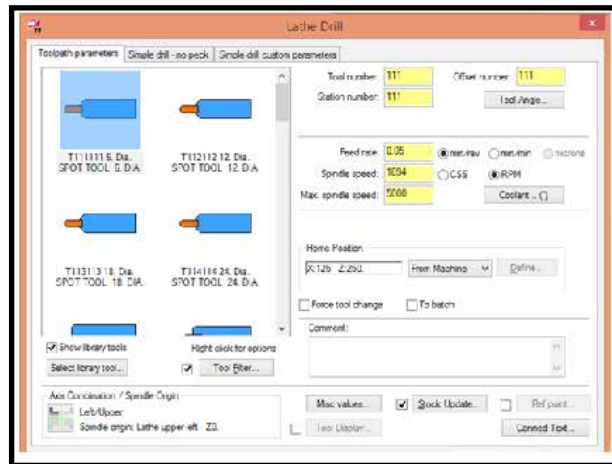
*Drilling* dalam proses pemesinan bubut (*Lathe*) mempunyai fungsi yang sama dengan proses *Milling* yaitu untuk membuat sebuah lubang. Jika *Drilling* pada pemesinan *frais* (*Milling*), bisa untuk membuat ulir berbeda dengan pada proses pemesinan bubut. Perbedaan *Drilling* di teknik pemesinan bubut adalah pada pemesinan *frais* proses *Drilling* menggunakan putaran motor untuk memutar pisau potongnya. Berbeda dengan *Drilling* pada *lathe*, jika pada proses *lathe* (bubut) yang berputar adalah benda kerjanya.

Didalam mastercam terdapat program untuk membuat lubang pada benda kerja melalui proses *Drilling*. Langkah-langkah proses tersebut akan penulis jelaskan pada bab ini sebelum penulis menjelaskan proses *Drilling* maka menu ikon yang akan digunakan perlu bahas terlebih dahulu. Menu Ikon aplikasi yang digunakan pada proses *Drilling* antara lain:

1. *Toolpath* parameter



*Toolpath* parameter untuk proses *drilling* hampir sama dengan proses lainnya dalam pekerjaan bubut (*lathe*). menu-menu tersebut juga sama terdapat *Tool Number*, *Station Number*, *Offset Number*, *Feedrate* dsb. Dalam hal ini karena menu tersebut sudah ada pada proses sebelumnya, maka penulis tidak akan menjelaskannya lagi.



Gambar 13.2 *Toolpath* parameter *Drilling*

## 2. *Simple Drill-no peck*

Menu ini dalam proses *Drilling* berfungsi untuk menentukan parameter proses pekerjaan *Drilling*. Menu yang digunakan adalah sebagai berikut.

### a. *Depth*

Menu ini dalam proses *Drilling* berfungsi untuk menentukan kedalaman proses pekerjaan *Drilling*, kedalaman diukur dari ujung mata bor. Jadi sebelum melakukan pekerjaan *Drilling* operator harus membaca gambar kerja dengan benar setelah itu dimasukkan pad menu ini untuk kedalaman proses *Drilling* yang akan dilakukan.

### b. *Drill point*

Menu *Drill point* pada proses *Drilling* berfungsi sebagai titik utama (titik awal) proses *Drilling* akan dilakukan. Pada menu *Drill point* terdapat *x* dan *y* menu tersebut digunakan untuk menentukan titik *point* secara otomatis.

### c. *Clereance*

Menu *clereance* pada proses *Drilling* digunakan untuk menentukan titik awal dan akhir mata bor pada proses *Drilling*.

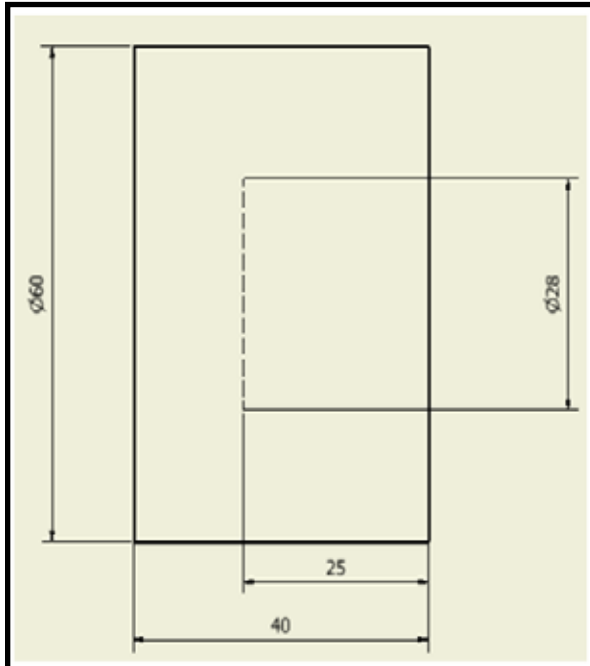
### d. *Retract*

Menu *retract* pada proses *Drilling* berfungsi sebagai pengatur jarak setiap pemakanan *Drilling* tersebut.



- e. *Drill cycle parameter*  
Menu ini digunakan sebagai cara proses pengeboran dilakukan.
- f. *Drill tip compensation*  
Menu ini untuk mengetahui *compensation* dari ujung mata bor.

## B. Proses *Drilling INTERNAL Roughing* dan *INTERNAL Finishing*



### 1. Langkah Menggambar

#### a. Klik menu *wireframe*

Dalam menggambar proses ini penggambarannya sama dengan yang sebelumnya hanya setengah bagian saja. Karena nantinya dalam simulasi sudah bisa bekerja satu gambar penuh.



#### b. Klik *line*

#### c. Klik sumbu tengah, geser ke atas tulis ukuran 20 pada menu *length*



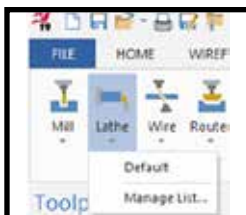
- d. Klik *line*
- e. Klik sumbu terakhir, geser ke arah kanan tulis ukuran 40
- f. Klik *line*
- g. Klik sumbu terakhir arahkan ke bawah tulis ukuran 16
- h. Klik *line*
- i. Klik sumbu terakhir arahkan ke kiri tulis ukuran 25
- j. Klik *line*
- k. Klik sumbu terakhir arahkan ke bawah tulis ukuran 14
- l. Klik *line*
- m. Klik sumbu terakhir arahkan ke arah sumbu utama



Gambar 13.3 Setelah menggambar 2D

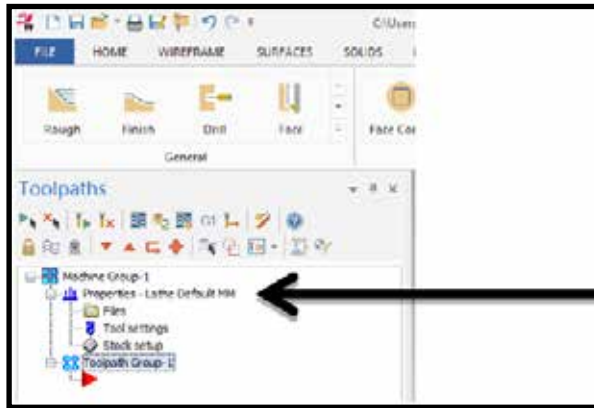
2. Langkah *Setting* Benda kerja

- a. Klik menu *Machine* pilih *Lathe* dan *Default*

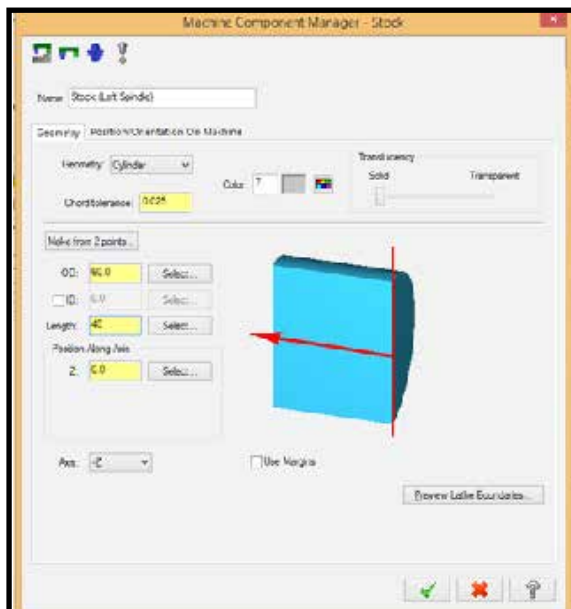




b. *Break Down Properties Lathe Default* dan klik *Stock Setup*



- c. Pada menu *stock setup* pilih *Left Spindle Length Defined* (tanpa chuck)
- d. Klik *properties*
- 1) Isi OD tulis 60 (diambil diameter terbesar), isi *Length* dengan angka 40
  - 2) Axis pilih +Z (karena gambar di kanan koordinat)
  - 3) Lihat benda kerja dengan menu *preview lathe boundaries* lalu enter
  - 4) Sudah selesai Klik centang hijau

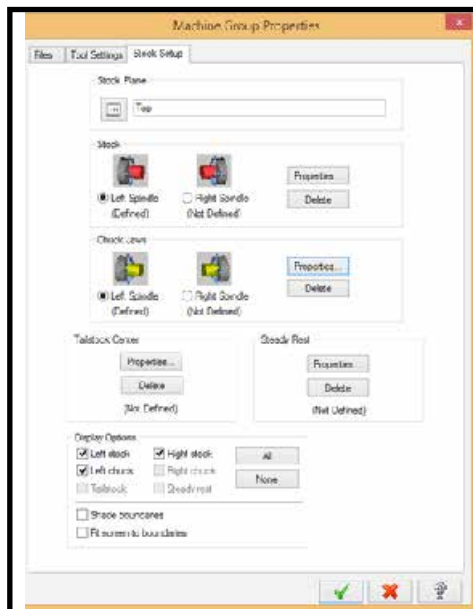




- e. Pada menu *Chuck Jaws* pilih *left spindle* (karena menggambarnya di kanan koordinat)
- f. Klik *properties*
  - 1) Pilih salah satu jenis *chuck*, centang *from stock*
  - 2) Tulis pada menu edit diameter dengan angka 60
  - 3) Klik *priveuw boundaries lathe* (untuk melihat benda yang sudah ada *chucknya*)
  - 4) Klik centang (sudah selesai)



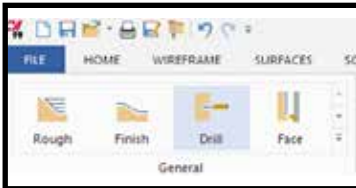
- g. Klik centang hijau



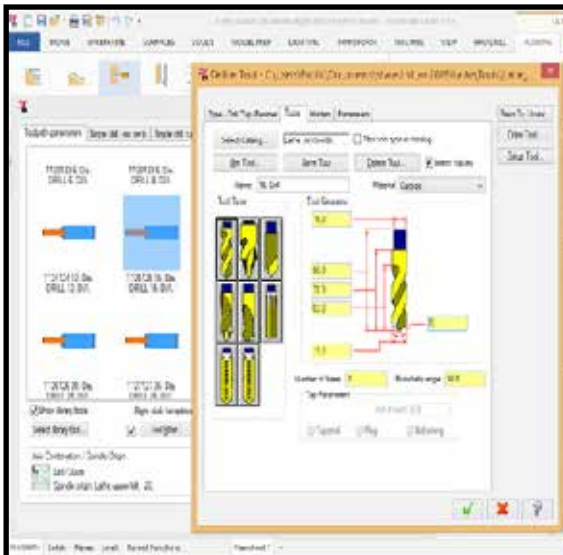


## MATERI PEMBELAJARAN

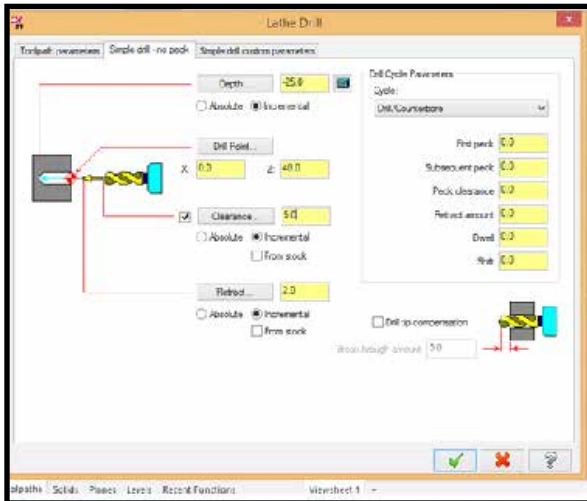
3. Langkah –Langkah pengeboran
  - a. Klik menu *Turning*
  - b. Pilih menu *Drill*



- c. Pada menu *Tollpath* parameter, pilih mata pahat *Drill* diameter 12 (edit untuk merubah Diameter menjadi 23)
  - 1) Klik kanan pada *tool* yang akan diedit, klik edit *tool*
  - 2) Pada menu diameter ganti ukuran 23 (untuk membuat bubut dalam diameter harus besar lebih dari 21 mm dan sudut bornya 0)
  - 3) Pada menu sudut diganti angka 0



- d. Menu sample *Drill no peck* edit menu yang akan digunakan
  - 1) Menu *depth* diisi kedalaman pengeboran yaitu -25
  - 2) *Dril point* diisi titik awalan pengeboran bisa diisi Z yaitu 40 sedangkan X yaitu 0.



Gambar 13.4 Menu Edit *Simple Drill No Peck*

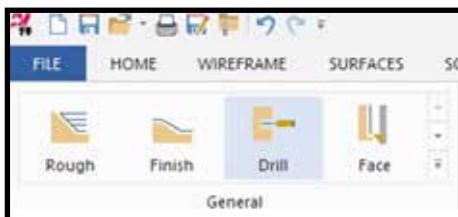
- e. Klik centang hijau
- f. Pilih *Generate*



- g. Pilih *verify*



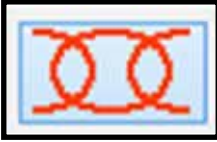
- h. Simulasikan
4. Melakukan Pemakanan *Roughing* dalam
    - a. Klik menu *turning* pilih *Rough*



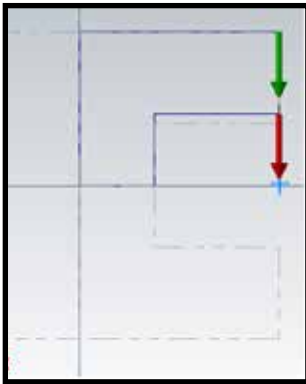


## MATERI PEMBELAJARAN

- b. Pada menu Partial pilih area yang akan dibuat *Roughing* (pastikan arah dari anak panah maju ke depan)



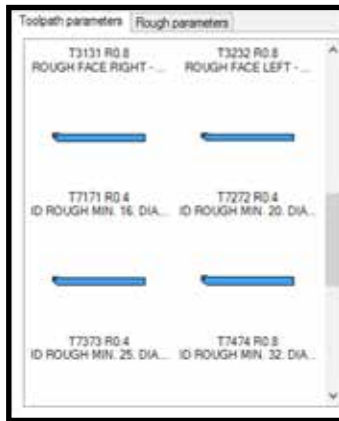
- c. Klik Pilih area awal terlebih dahulu



- d. Klik Pilihan area terakhir

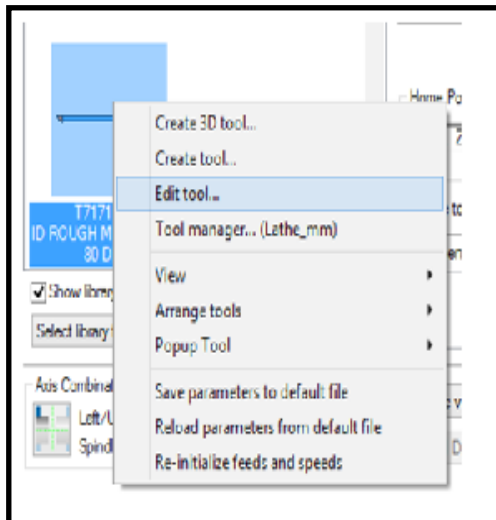


- e. Centang pada *wait* lalu klik centang hijau  
f. Pilih *toolpath* parameter dan pilih pahat dalam (*Rough*)

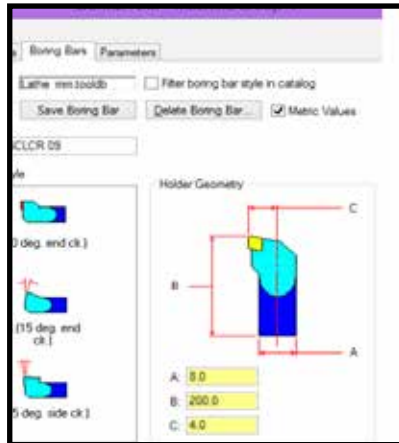


- g. Pilih pahat *Roughing* dalam yang paling kecil. Kemudian edit Geometry pahatnya menjadi yang paling kecil (karena untuk diameter di bawah ini ukuran 40)

- 1) Klik kanan pada *tool* yang akan di edit--- pilih edit *tool*

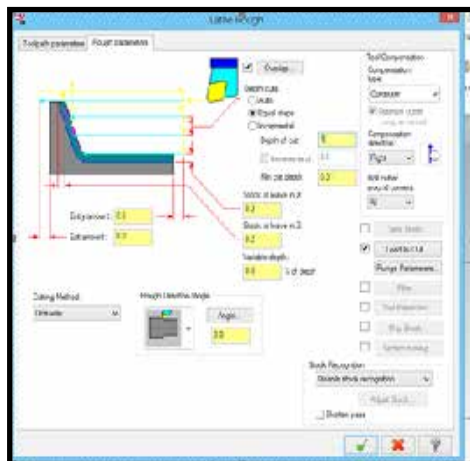


- 2) Pilih boring bar--- edit menu A dan C pada geometry pahat (dengan catatan Menu C diisi setengah ukuran dari Menu A)
- 3) Isi Menu A dengan angka 8 serta isi menu C dengan angka 4

Gambar 13.5 Menu Edit *Boring Bar*

h. *Roughing* parameter diisi sesuai keinginan

- 1) *Compensation direction* pilih *right*
- 2) *Depth Cut* pilih *equal step*
- 3) *Depth of Cut* ganti 1
- 4) *Stock to leave in X* 0.2
- 5) *Stock to leave in Y* 0.2
- 6) *Entry amount* 2.5
- 7) *Exit amount* 0
- 8) Klik centang hijau





- i. Pilih menu *Toolpath* pada bagian kiri
- j. Pilih *Generate All*



- k. Pilih *verify*



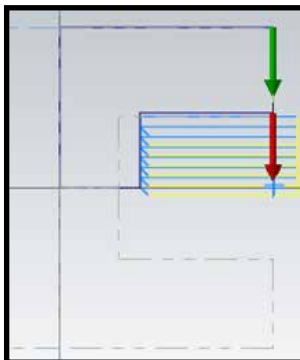
- l. simulasikan

5. Langkah *Finishing* dalam

- a. Pilih *turning* pada menu kemudian pilih *finish*

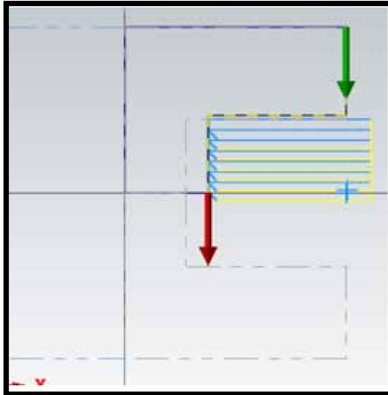


- b. Pada menu *chaining* pilih partial
- c. Pilih klik benda kerja yang akan di *finishing* pastikan anak panah ke arah maju
  - 1) Pilih titik awal benda kerja





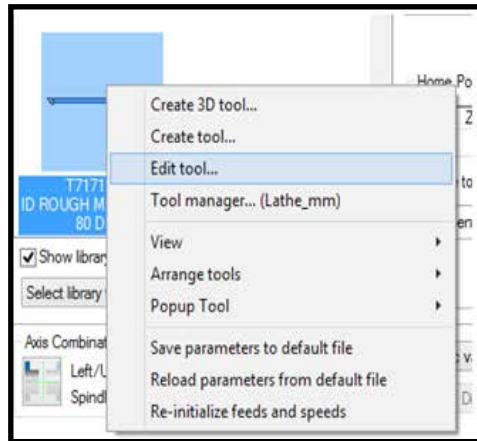
2) Pilih titik Akhir Benda Kerja



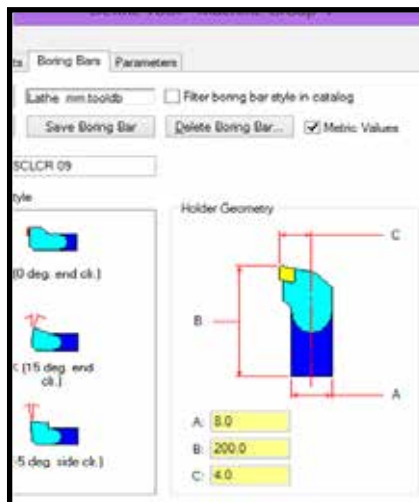
- d. Pada *finishing* pilihan *Wait Tidak Di* centang, klik centang hijau
- e. Pilih pahat *finishing* pada menu *toolpath* parameter.



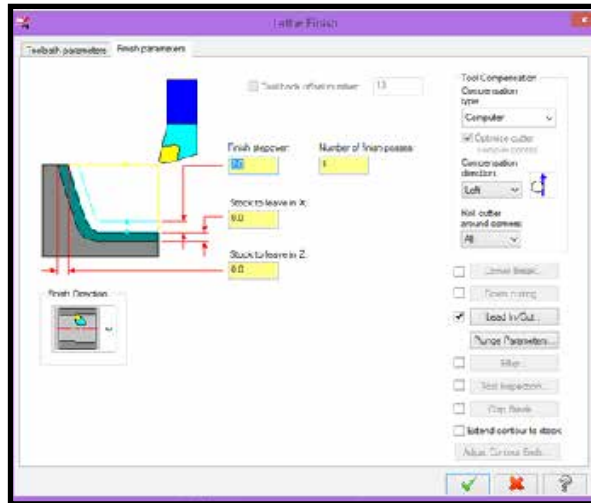
- f. Pilih pahat *finishing* dalam yang paling kecil. Kemudian edit Geometry pihatnya menjadi yang paling kecil
- 1) Klik kanan pada *tool* yang akan di edit--- pilih edit *tool*



- 2) Pilih boring bar--- edit menu A dan C pada geometry pahat (dengan catatan Menu C diisi setengah ukuran dari Menu A)
- 3) Isi Menu A dengan angka 8 serta isi menu C dengan angka 4



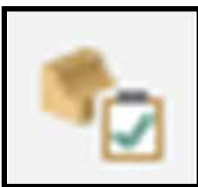
- g. Pada menu *finish* parameter diisi parameteranya
  - 1) *Finish step over* Ini diisi 1 jika pemakanannya 1 mm
  - 2) *Stock to leave in x* Menu ini diisi 0 karena sudah *finishing*
  - 3) *Stock to leave in Y* Menu ini sama diisi 0
  - 4) *Compensation direction* Menu ini diisi auto jika ingin otomatis
  - 5) Klik centang



h. Pilih *generate*



i. Pilih *Verify*



j. Simulasikan

k. Setelah semua tahapan selesai, simulasikan semua tahapan jadi 1. Klik *toolpath Group-1*





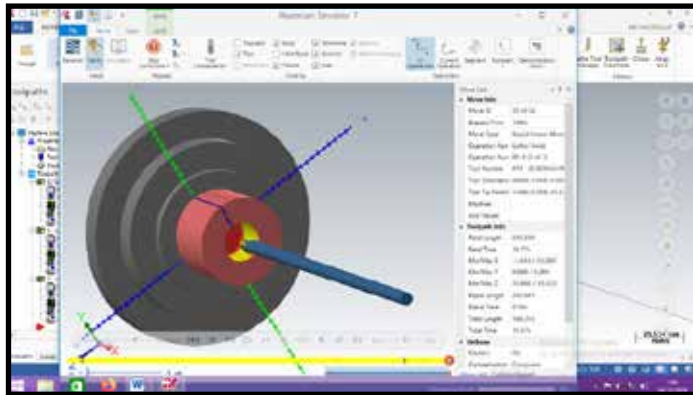
- 1) Pilih *RegenerateAll*



- 2) Pilih *verify*

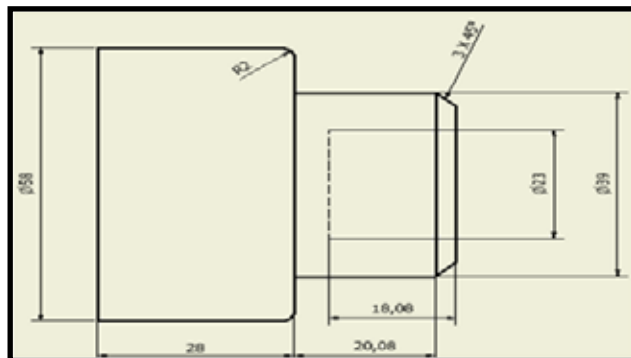


- (1) Simulasikan



Gambar 13.5 Hasil Simulasi Gambar 1

**C. Proses pengerjaan External Facing, Ronghing, Finishing ,Drilling dan Internal Ronghing serta Finishing**





1. Menggambar
  - a. Klik menu *wireframe*



- b. Klik *line*
  - c. Klik sumbu tengah, geser ke atas tulis ukuran 29 pada *length*



- d. Klik *line*
  - e. Klik sumbu terakhir, geser ke arah kanan tulis ukuran 28
  - f. Klik *line*
  - g. Klik sumbu terakhir arahkan ke bawah tulis ukuran 9.5
  - h. Klik *line*
  - i. Klik sumbu terakhir arahkan ke samping kanan, tulis ukuran 23,08
  - j. Klik *line*
  - k. Klik sumbu terakhir arahkan ke bawah tulis ukuran 8
  - l. Klik *line*
  - m. Klik sumbu terakhir arahkan ke kiri tulis ukuran 18,08
  - n. Klik *line*
  - o. Kli sumbu terakhir arahkan ke bawah tulis ukuran 11,5
  - p. Klik *line*
  - q. Klik sumbu terakhir arahkan ke arah sumbu utama
  - r. Klik *chamfer entities*

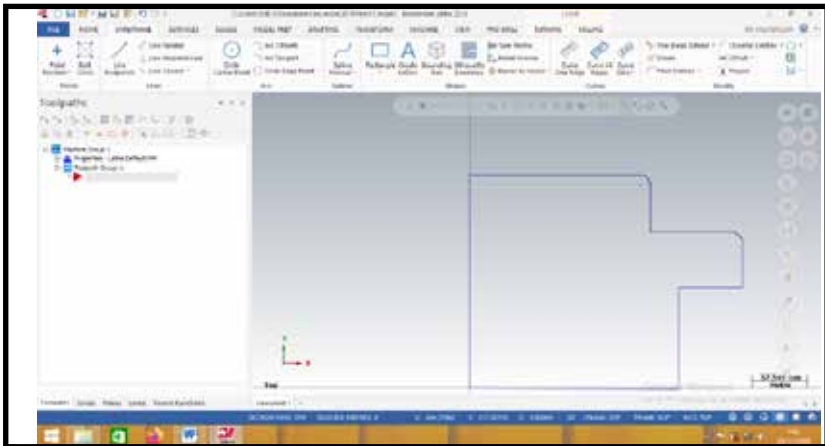




- s. Pilih *distance and angle*, tulis *distance 3 angle* tulis 45. Plih garis yang akan di *chamfer*. Klik centang hijau
- t. Klik fillet *entities*, isi menu *basic* pilih menu normal isi radius ukuran 2

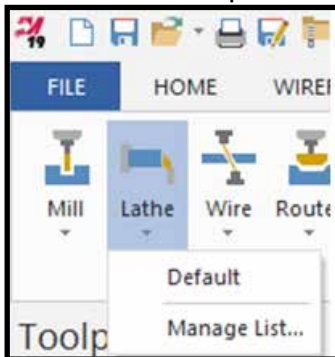


- u. Pilih 2 garis yang akan *difillet*



Gambar 13.6 Hasil Gambar 2D Gambar 2

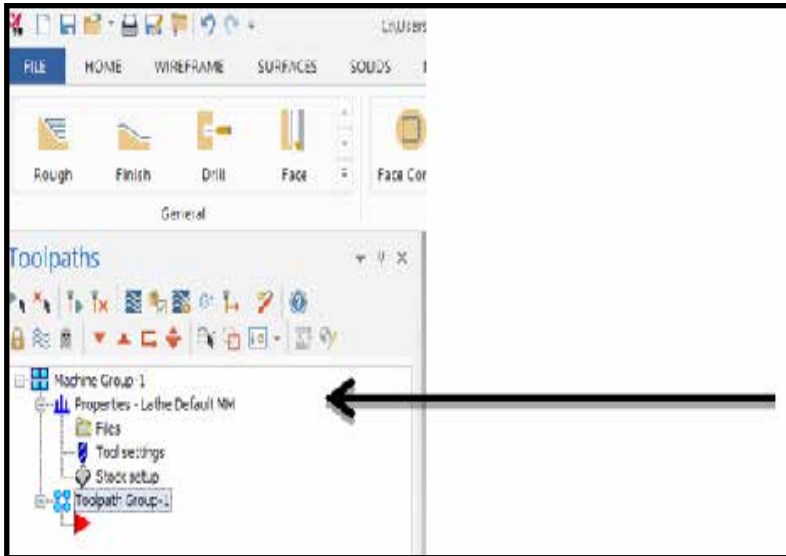
- 2. Langkah *Setting* Benda kerja
  - a. Klik menu *Machine* pilih *lathe* dan *default*



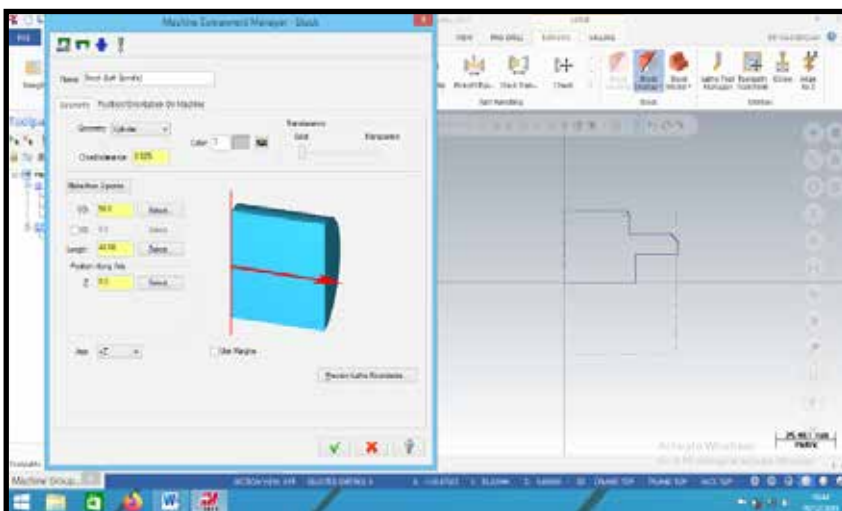
- b. *Break down properties lathe Default* dan klik *stock setup*



## MATERI PEMBELAJARAN



- c. Pada menu *stock setup* pilih *left spindle length defined* (tanpa chuck)
- d. Klik *properties*
  - 1) Isi OD tulis 58 (diambil diameter terbesar), isi *Length* dengan angka 50 (ukuran untuk *Facing 2*)
  - 2) Axis pilih +Z (karena gambar di kanan koordinat)
  - 3) Lihat benda kerja dengan menu *preview lathe boundaries* lalu enter
  - 4) Sudah selesai Klik centang hijau

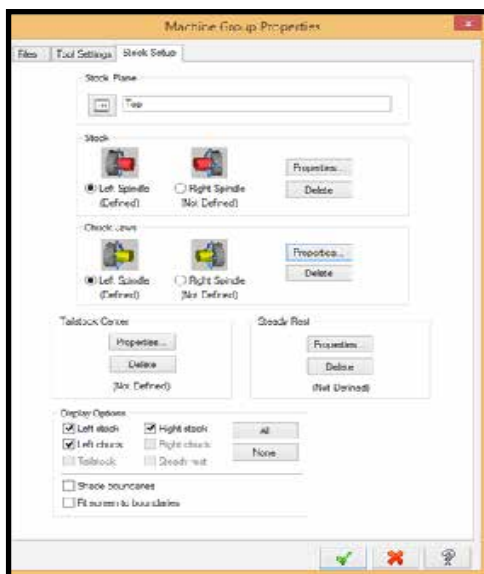




- e. Pada menu *Chuck jaws* pilih *left spindle* (karena menggambaranya di kanan koordinat)
- f. Klik *properties*
  - 1) Pilih salah satu jenis *chuck*, centang *from stock*
  - 2) Tulis pada menu edit diameter dengan angka 30
  - 3) Klik *priveuw boundaries lathe* (untuk melihat benda yang sudah ada *chucknya*)
  - 4) Klik centang (sudah selesai)

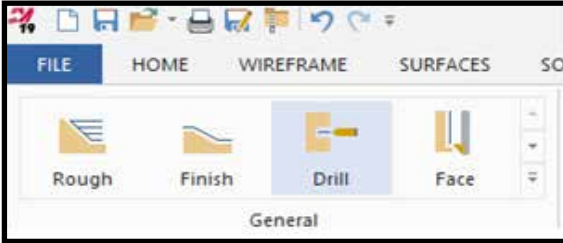


- g. Klik centang hijau

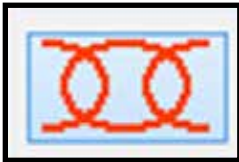




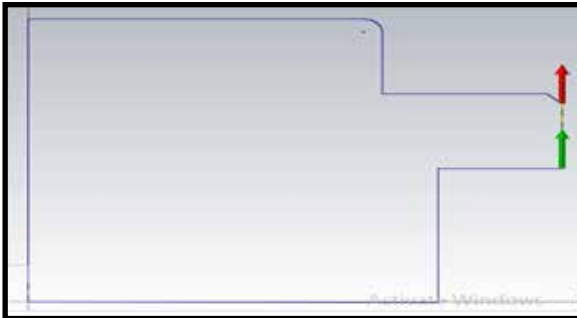
3. Melakukan Pemakanan *Roughing*
  - a. Klik menu *turning* pilih *Roughing*



- b. Pada menu *Partial* pilih area yang akan dibuat *Roughing* (pastikan arah dari anak panah maju kedepan)



- 1) Klik Pilih area awal terlebih dahulu

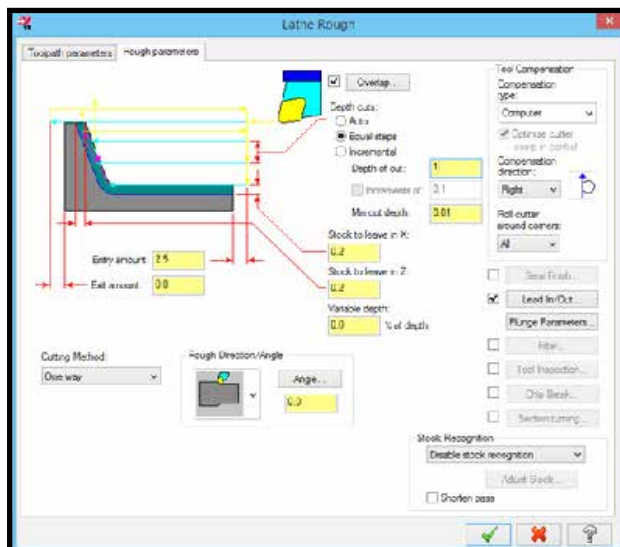


- 2) Klik Pilihan area terakhir





- 3) Centang pada *wait* lalu klik centang hijau
- c. Pilih *toolpath* parameter dan pilih pahat kanan (*Rough right*)
- d. *Roughing* parameter diisi sesuai keinginan
  - 1) *Compensation direction* pilih *right*
  - 2) *Depth Cut* pilih *equal step*
  - 3) *Depth of Cut* ganti 1
  - 4) *Stock to leave in X* 0.2
  - 5) *Stock to leave in Y* 0.2
  - 6) *Entry amount* 2.5
  - 7) *Exit amount* 0
  - 8) Klik centang hijau



- e. Pilih menu *Toolpath* pada bagian kiri
- f. Pilih *generate*



- g. Pilih *verify*

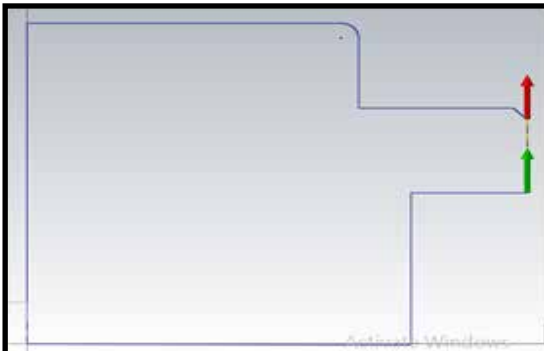




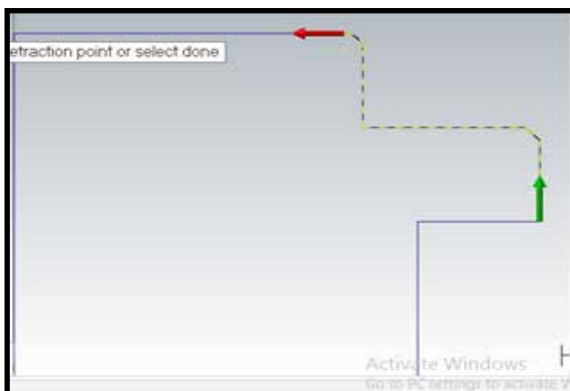
- h. Simulasikan
4. Langkah *Finishing*
- a. Pilih *turning* pada menu ---pilih *finish*



- b. Pada menu *cahaining* pilih partial
- c. Pilih klik benda kerja yang akan di *finishing* pastikan anak panah ke arah maju
- 1) Pilih titik awal benda kerja

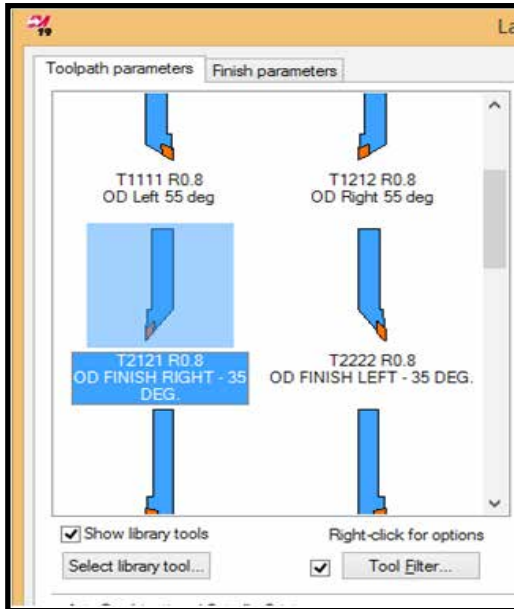


- 2) Pilih titik Akhir Benda Kerja

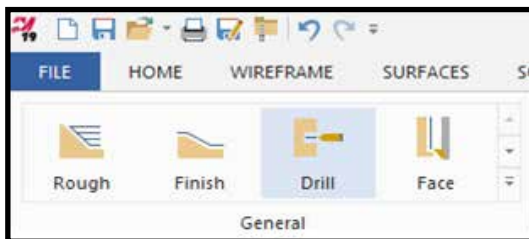




- d. Pada *finishing* pilihan *Wait* Tidak Di centang, klik centang hijau
- e. Pilih pahat *finishing* pada menu *tool* parameter. Jika pemakanan dari kanan berarti milih *finish right*



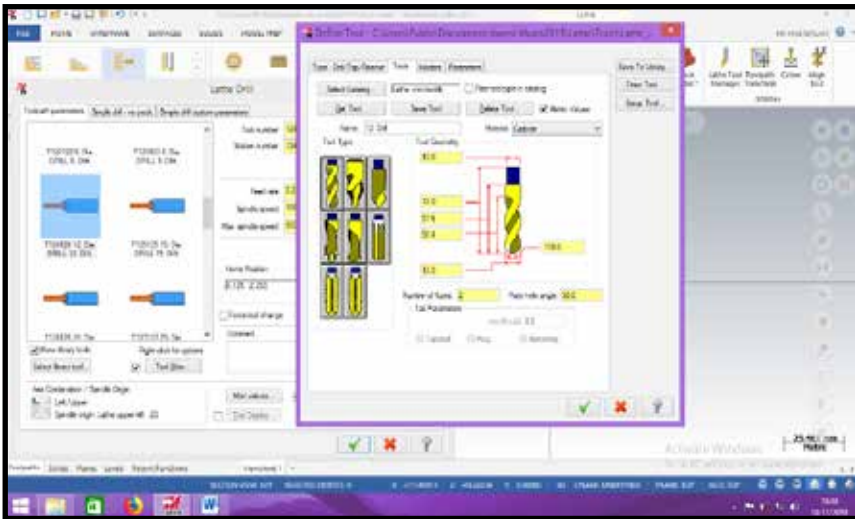
- f. Pada menu *finish* parameter diisi parameternya
    - 1) *Finish step over* Ini diisi 1 jika pemakanannya 1 mm
    - 2) *Stock to leave in x* Menu ini diisi 0 karena sudah *finishing*
    - 3) *Stock to leave in Y* Menu ini sama diisi 0
    - 4) *Compensation direction* Menu ini diisi auto jika ingin otomatis
    - 5) Klik centang
5. Langkah –Langkah pengeboran
- a. Klik menu *Turning*
  - b. Pilih menu *Drill*



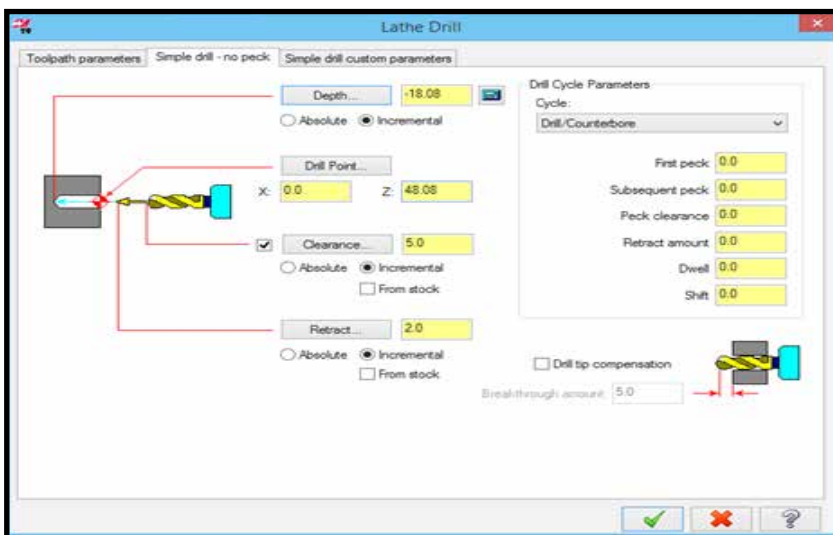


MATERI PEMBELAJARAN

- c. Pada menu *Tollpath* parameter, pilih mata pahat *Drill* diameter 15 (jika ingin di edit)
- 1) Klik kanan pada *tool* yang akan diedit, klik edit *tool*
  - 2) Pada menu diameter ganti ukuran yang akan di edit



- d. Menu sample *Drill no peck* ---edit menu yang akan digunakan
- 1) Menu *depth* diisi kedalaman pengeboran yaitu -18.08
  - 2) *Dril point* diisi titik awalan pengeboran bisa diisi Z yaitu 48.08





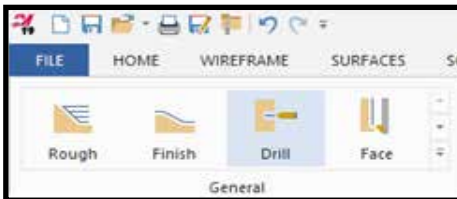
- e. Klik centang hijau
- f. Pilih *generate*



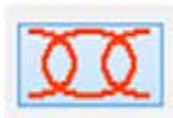
- g. Pilih *verify*



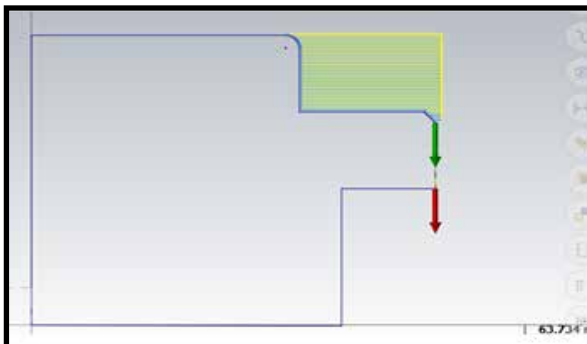
- h. Simulasikan
6. Melakukan Pemakanan *Roughing* dalam
- a. Klik menu *turning* pilih *Roughing*



- b. Pada menu *Partial* pilih area yang akan dibuat *Roughing* (pastikan arah dari anak panah maju ke depan)

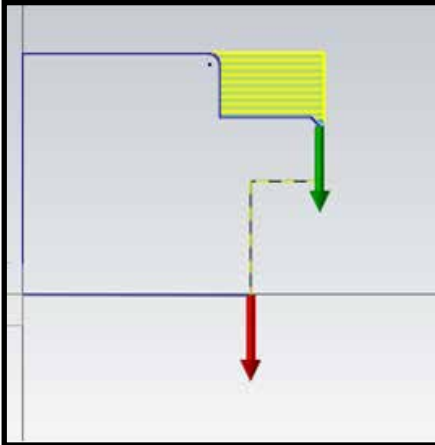


- c. Klik Pilih area awal terlebih dahulu



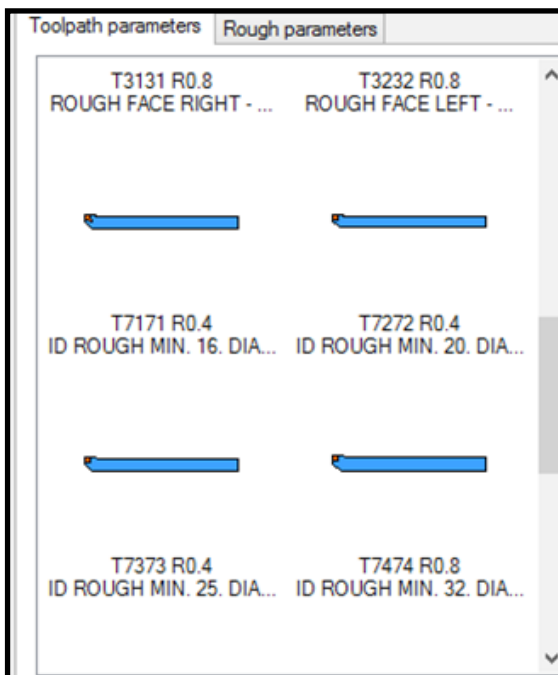


d. Klik Pilihan area terakhir



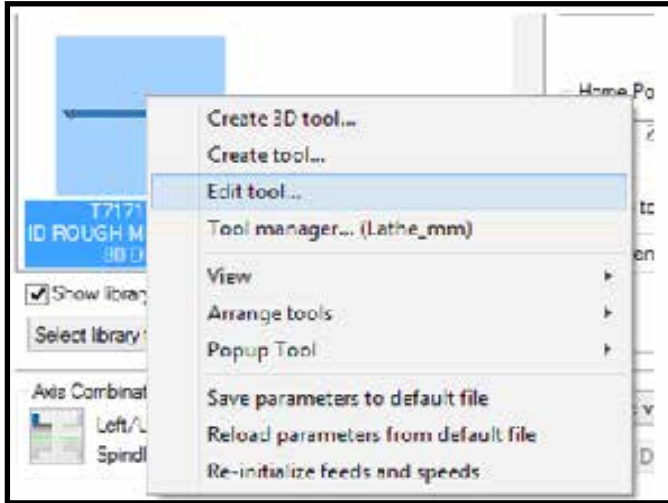
e. Centang pada *wait* lalu klik centang hijau

f. Pilih *Toolpath Parameter* dan pilih pahat dalam

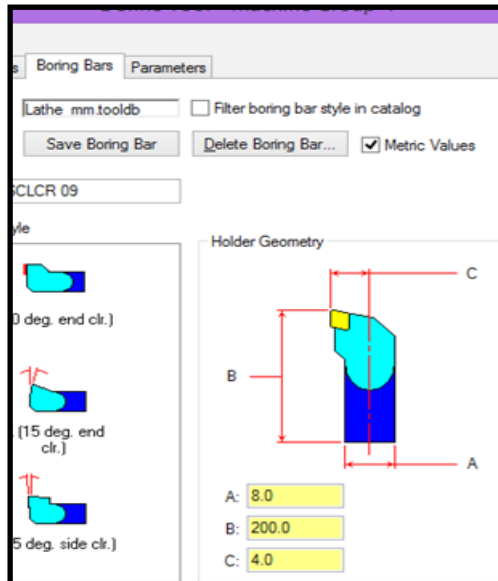




- g. Pilih pahat *Roughing* dalam yang paling kecil--- edit Geometry pahatnya menjadi yang paling kecil (karena untuk diameter di bawah ini ukuran 40)
- 1) Klik kanan pada *tool* yang akan di edit--- pilih edit *tool*



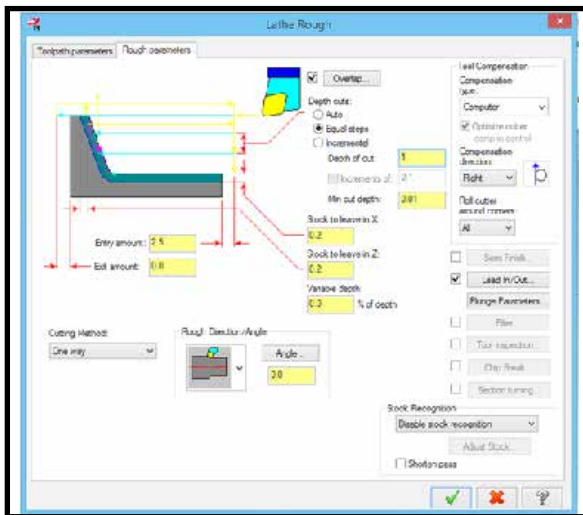
- 2) Pilih boring bar--- edit menu A dan C pada geometry pahat (dengan catatan Menu C diisi setengah ukuran dari Menu A)
- 3) Isi Menu A dengan angka 8 serta isi menu C dengan angka 4





MATERI PEMBELAJARAN

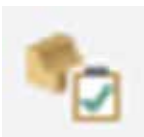
- h. *Roughing* parameter diisi sesuai keinginan
- 1) *Compensation direction* pilih *right*
  - 2) *Depth Cut* pilih *equal step*
  - 3) *Depth of Cut* ganti 1
  - 4) *Stock to leave in X* 0.2
  - 5) *Stock to leave in Y* 0.2
  - 6) *Entry amount* 2.5
  - 7) *Exit amount* 0
  - 8) Klik centang hijau



- e. Klik centang hijau
- f. Pilih *generate*



- g. Pilih *verify*

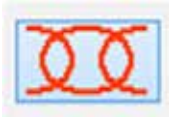


- h. Simulasikan

7. Langkah Internal *Finishing*
  - a. Pilih *turning* pada menu ---pilih *finish*

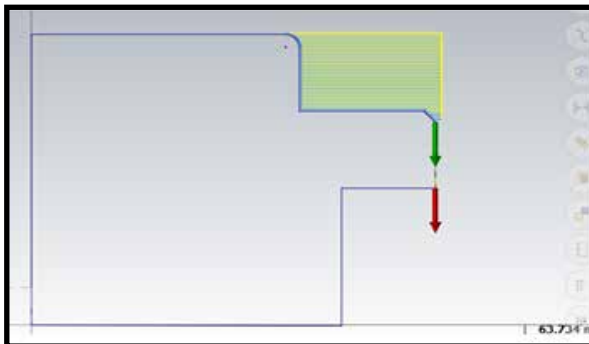


- b. Pada menu *chaining* ---pilih partial

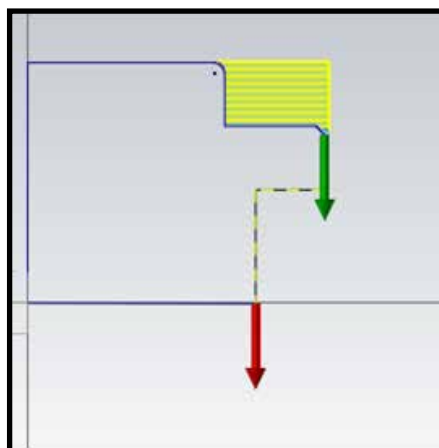


- c. Pilih klik benda kerja yang akan di *finishing* pastikan anak panah ke arah maju

- 1) Pilih titik awal benda kerja



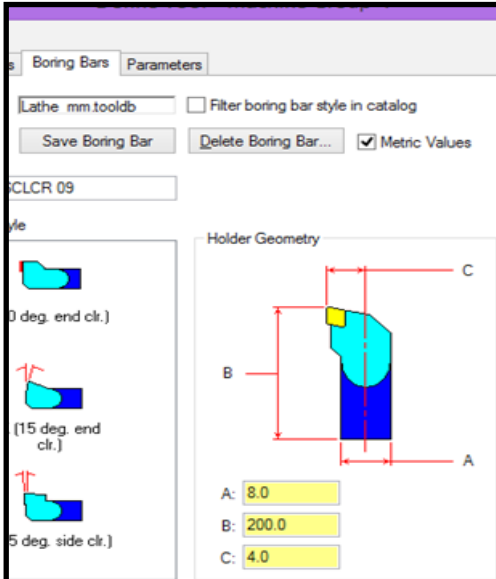
- 2) Pilih titik Akhir Benda Kerja



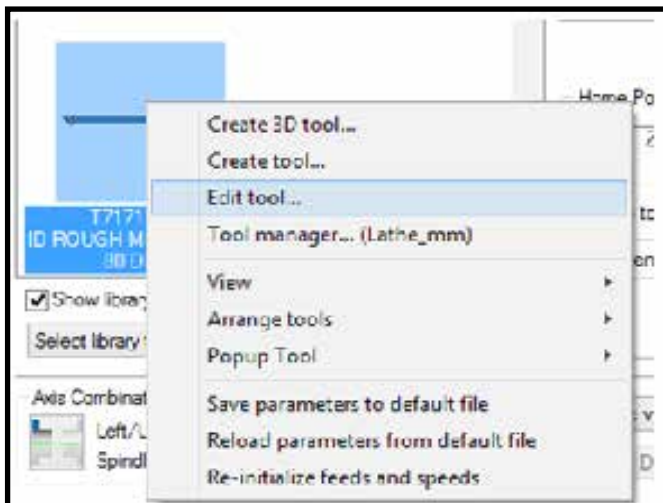


MATERI PEMBELAJARAN

- d. Pada *finishing* pilihan *Wait Tidak Di* centang--- klik centang hijau
- e. Pilih pahat *finishing* pada menu *tool* parameter. Jika pemakaian dari kanan berarti milih *finish right*

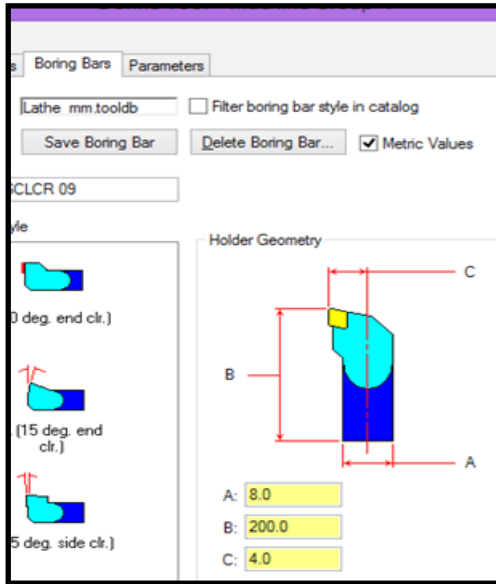


- f. Pilih pahat *finishing* dalam yang paling kecil. Kemudian edit Geometry pahatnya menjadi yang paling kecil (karena untuk diameter di bawah ini ukuran 40)
  - 1) Klik kanan pada *tool* yang akan di edit--- pilih edit *tool*





- 2) Pilih boring bar--- edit menu A dan C pada geometry pahat(dengan catatan Menu C diisi setengah ukuran dari Menu A)
- 3) Isi Menu A dengan angka 8 serta isi menu C dengan angka 4



- g. Pada menu *finish* parameter diisi parameteranya
  - 1) *Finish step over* Ini diisi 1 jika pemakanannya 1 mm
  - 2) *Stock to leave in x* Menu ini diisi 0 karena sudah *finishing*
  - 3) *Stock to leave in Y* Menu ini sama diisi 0
  - 4) *Compensation direction* Menu ini diisi auto jika ingin otomatis
  - 5) Klik centang
- h. Pilih *generate*



- i. Pilih *verify*



- j. Simulasikan
- k. Setelah semua tahapan selesai , simulasikan semua tahapan jadi 1. Klik *toolpath Group-1*



MATERI PEMBELAJARAN

Toolpath Group-1

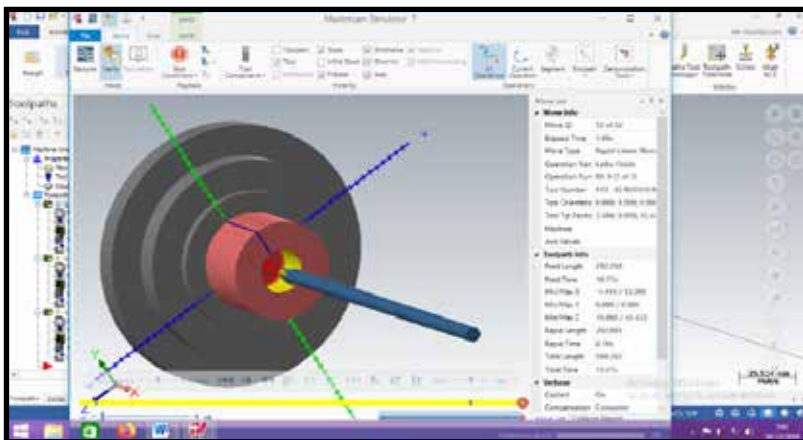
1) Pilih *generate*



2) Pilih *verify*



3) Simulasikan

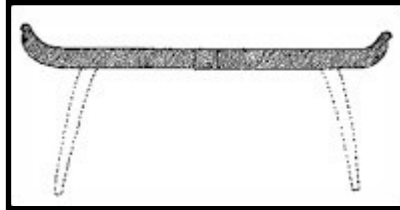


Gambar 13.7 Hasil Simulasi Gambar 2



### AWAL MULA MESIN BUBUT

**Sejarah** mesin bubut berawal ketika manusia pertama kali membangun sebuah rangka kaku bantalan untuk mendukung benda kerja yang dapat diputar pada sebuah kumparan dan dipotong menjadi bentuk melingkar dengan alat genggam.



Gambar 13.8 Gambar Rangka Bantalan Mesin Bubut

Metode ini digunakan pertama kali untuk pembuatan mangkuk dangkal pada tahun 1200 SM dan ditemukan di sebuah kuburan di Mycenae yang diyakini telah berubah. Tak terbantahkan lagi contoh paling kuno dari seni pembubutan sejauh ini ditemukan adalah fragmen dari sebuah mangkuk kayu Etruscan, yang dibuat sekitar tahun 700 SM dan ditemukan di Makam Pejuang di Cornetto



Gambar 13.9 Pembubutan Bubut Zaman Kuno

Pembubut dari Timur awalnya duduk di tanah pada mesin bubut primitif mereka, dengan menggunakan satu tangan untuk memutar kumparan sambil membungkuk sementara tangan lain memegang gagang pahat. Mereka menggunakan satu kaki untuk menjaga kestabilan mesin bubut dan bertindak sebagai alat penumpu, sementara ujung kaki yang lain digunakan untuk memandu titik alat pemotongan. Alat primitif seperti mesin bubut kuno masih dapat kita lihat saat ini dan digunakan di pasar-pasar di Timur Dekat dan Asia.



Gambar 13.10 Gambar Proses Pembubutan Kuno Orang China

Di China, orang duduk di mesin bubut dan menggunakan kakinya untuk membuat gerakan bolak-balik (*reciprocating*) oleh pedal secara bergantian kaki kiri dan kanan pada papan yang dikaitkan pada tali yang dililitkan pada mesin *spindle* bubut, sehingga membuat kedua tangan bebas untuk memegang dan mengarahkan pahat pemotong.



## JELAJAH INTERNET

Untuk menunjang pembelajaran dalam pembuatan proses *drilling*, Internal *Roughing* dan Internal *finishing* maka penulis memberikan beberapa website yang bisa siswa cari untuk menambah ilmunya. Website tersedia pada QR Kode di bawah ini.

1. <https://m.youtube.com/watch?v=oah3pdTW90s>
2. <https://m.youtube.com/watch?v=uJQupCEEQDc>





*Drilling* adalah sebuah cara dalam proses pemesinan khususnya untuk teknik pemesinan bubut yang berguna untuk membuat sebuah lubang. Pada aplikasi simulasi MASTERCAM terdapat proses *Drilling*. Menu proses *Drilling* yang ada pada aplikasi menu mastercam antara lain

1. *Toolpath* parameter
2. *Simple Drill-no peck*
3. *Simple Drill costum* parameter

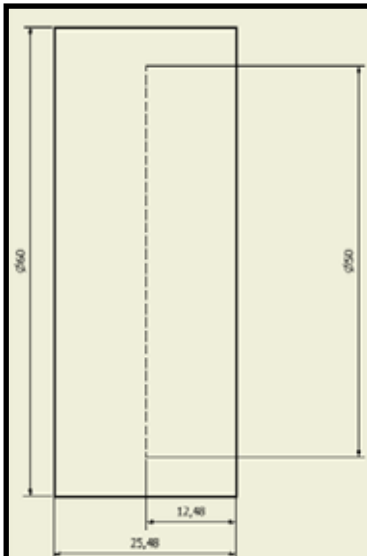
Internal *turning* adalah sebuah proses pebubutan dalam untuk memperlebar lubang yang sudah di *Drilling* terlebih dahulu. Proses ini sama dengan proses *external turning*. Dari proses *Roughing* sampe ke proses *finishing* menggunakan menu yang sama namun yang membedakan dengan *external turning* adalah jenis pahat yang digunakan untuk prosesnya . pahat yang digunakan pada proses ini adalah jenis pahat dalam.

## TUGAS MANDIRI



- A. Buatlah simulasi dari gambar di bawah ini menggunakan aplikasi MASTERCAM

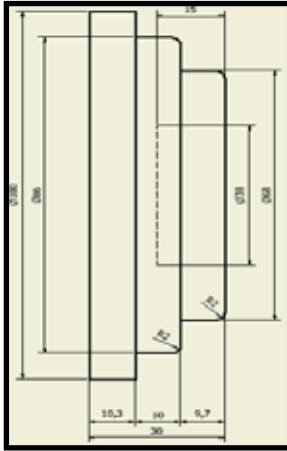
1.





## TUGAS MANDIRI

2.



## PENILAIAN AKHIR BAB

**Kerjakan soal-soal di bawah ini dengan baik dan benar!**

1. Jelaskan apa yang dimaksud proses *Drilling* dalam pemesinan bubut...
2. Sebutkan kegunaan dari sub menu *depth* pada menu simple *Drill no peck*...
3. Sub menu *clereance* pada menu simple *Drill no peck* bertujuan untuk apa ...
4. Tuliskan langkah untuk mengedit *tool* pada menu *toolpath* parameter...
5. Tuliskan Langkah-langkah proses membuat lubang...



## REFLEKSI

Dalam Bab ini telah dijelaskan tentang proses Internal dimana proses internal disini membahas tentang Proses Internal *Roughing*, *Finishing* dan Proses *Drilling*. Dalam proses pembuatan pengerjaan Internal tidak akan bisa dikerjakan tanpa melalui proses drilling karena semua proses pengerjaan internal dimulai dari proses *Drilling*. Dalam hal ini lebih baik siswa langsung praktek karena dengan praktek siswa bisa langsung mengetahui proses dan tahapan yang dilakukan. Berdiskusilah tentang pengerjaan internal sesama teman karena pengerjaan internal dalam proses *turning* sangat banyak. Perbanyak membaca buku dan materi di internet semakin membaca kalian akan semakin paham akan pengerjaan internal

**INTERNAL THREADING DAN INTERNAL GROOVING**

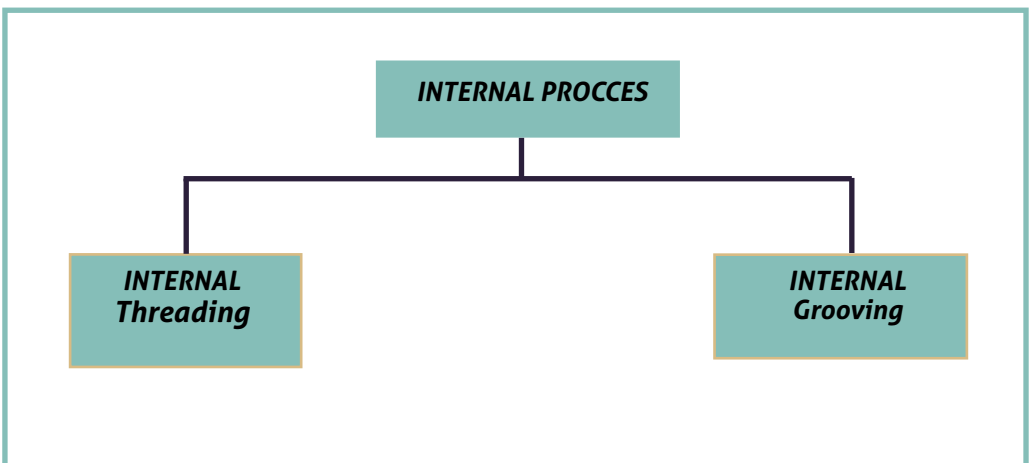
**BAB  
XIV**

**TUJUAN PEMBELAJARAN**



Setelah membaca dan mempelajari bab ini siswa diharapkan bisa membuat *internal Threading* dan *internal Grooving* pada applikasi simulasi *mastercam lathe* dengan baik, benar dan tepat.

**PETA KONSEP**



**KATA KUNCI**



*Internal Threading, Internal Grooving*

## PENDAHULUAN

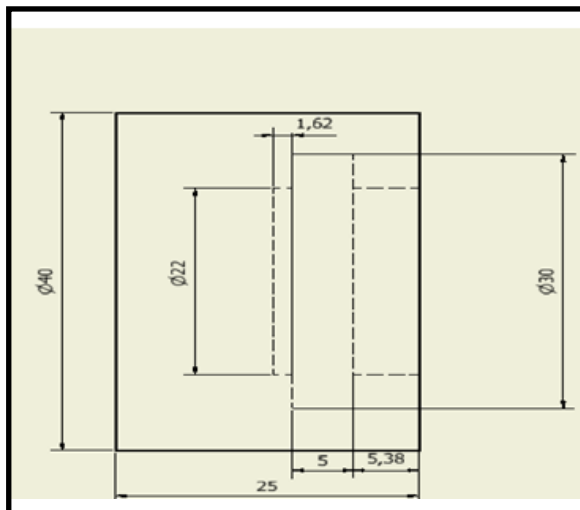
Dalam teknik pemesinan terkadang seorang perancang merancang sebuah poros dengan lubang pengunci dan pengunci yang ada pada lubang yang dibuat. Seorang perancang biasanya membuat pengunci tersebut dengan menggunakan cara terdapat sebuah alur di tengahnya ataupun dengan membuat ulir yang terdapat pada lubangnya. Dalam pengerjaan pembuatan ulir dalam ataupun alur dalam terdapat beberapa tahapan yang harus dilakukan. Penulis, dalam bab ini akan menjelaskan bagaimana cara agar pembuatan ulir dalam dan alur luar bisa dilakukan.



Gambar 14.1 Pembuatan *Grooving*  
<https://hutscom.vn/thong-so-giup>



## MATERI PEMBELAJARAN

A. Proses Pembuatan *Internal Grooving*



1. Langkah menggambar

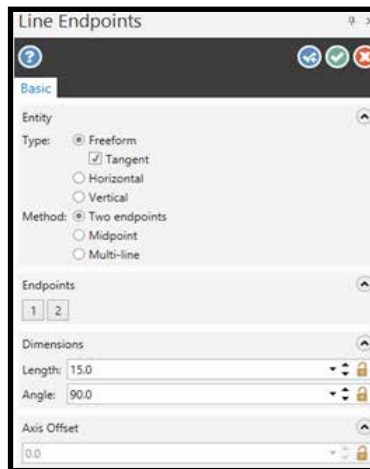
a. Klik menu *wireframe*

Menggambar benda kerja di atas tetap sama seperti *lathe* yang sudah. Menggambar dengan setengah gambar



b. Pilih *line*

c. Posisikan ke sumbu tengah, klik tarik ke atas tulis ukuran 20, klik lagi



d. Klik *line*

e. Posisikan ke sumbu terakhir klik tarik kanan klik tulis ukuran 25

f. Klik *line*

g. Klik ke sumbu terakhir tarik ke bawah klik, tulis ukuran 9

h. Klik *line*

i. Klik sumbu terakhir tarik garis ke kiri tulis ukuran 5.38

j. Klik *line*

k. Klik sumbu terakhir tarik garis ke atas klik tulis ukuran 5

l. Klik *line*

m. Klik sumbu terakhir tarik garis ke kiri klik, tulis ukuran 5

n. Klik *line*

o. Klik sumbu terakhir tarik garis ke bawah klik, tulis ukuran 5

p. Klik *line*

q. Klik sumbu terakhir tarik garis ke kiri kli, tulis ukuran 1.62

r. Klik *line*

s. Klik sumbu terakhir tarik garis ge bawah klik tulis ukuran 11

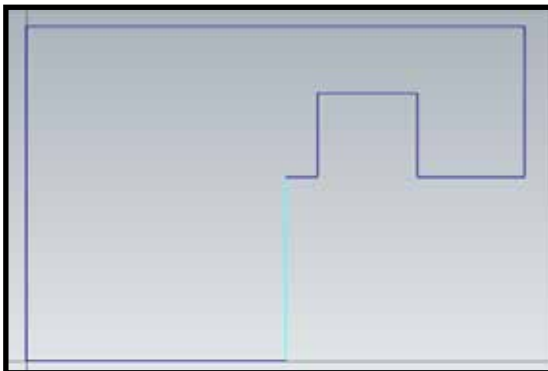


MATERI PEMBELAJARAN

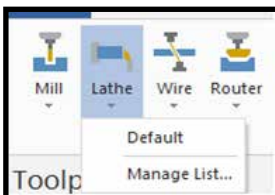
- t. Klik *line*
- u. Klik sumbu terakhir tarik garis ke arah sumbu utama
- v. Hapus kanan dan kiri dari alur



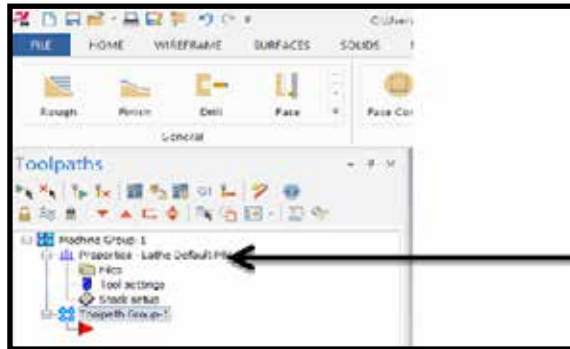
- w. Klik *line*
- x. Hubungkan garis yang telah terputus dan terhapus



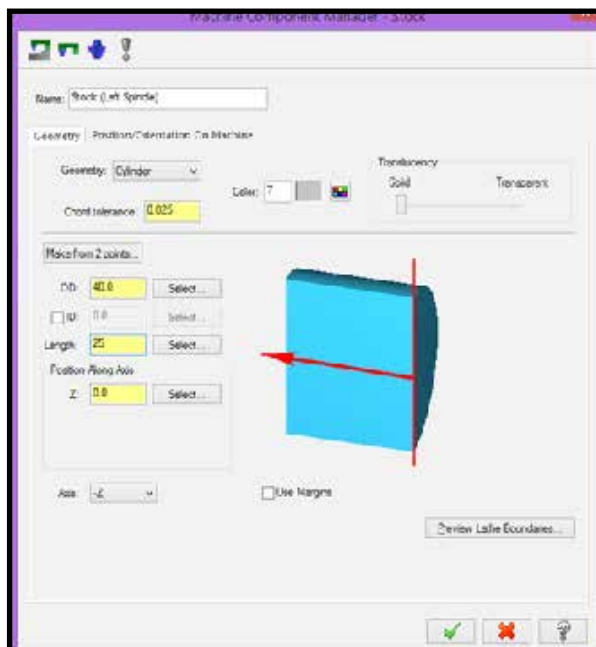
2. Langkah *setting* benda kerja
  - a. Klik menu *Machine* pilih *lathe* dan *Default*



- b. *Break Down Properties Lathe Default* dan klik *Stock Setup*



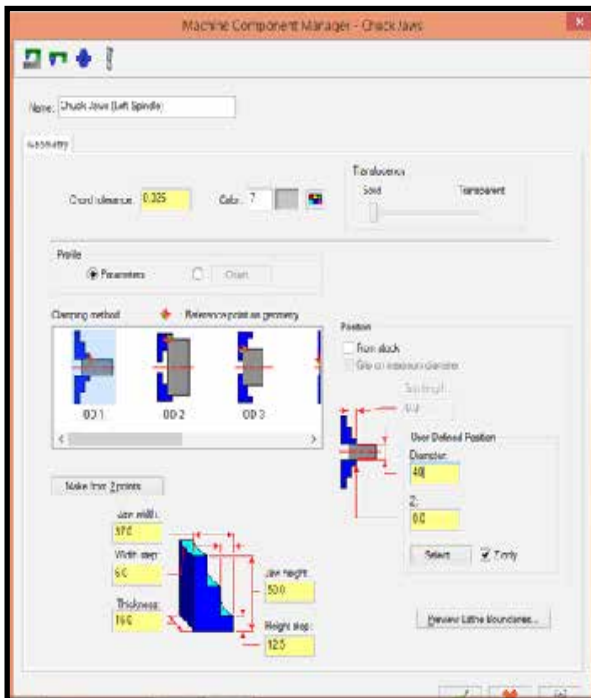
- c. Pada menu *Stock Setup* pilih *Left Spindle Length Defined* (tanpa *chuck*)
- d. Klik *Properties*
- 1) Isi OD tulis 40 (diambil diameter terbesar), isi *length* dengan angka 25
  - 2) Axis pilih +z (karena gambar di kanan koordinat)
  - 3) Lihat benda kerja dengan menu *Preview Lathe Boundaries* lalu enter
  - 4) Sudah selesai klik centang hijau





## MATERI PEMBELAJARAN

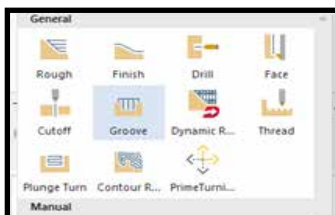
- e. Pada menu *Chuck Jaws* pilih *Left Spindle* (karena menggambarnya di kanan koordinat)
- f. Klik *Properties*
  - 1) Pilih salah satu jenis *chuck*, centang *from stock*
  - 2) Tulis pada menu edit diameter dengan angka 40
  - 3) Klik *Preview Boundaries Lathe* (untuk melihat benda yang sudah ada *chucknya*)
  - 4) Klik centang (sudah selesai)



- g. Klik centang hijau

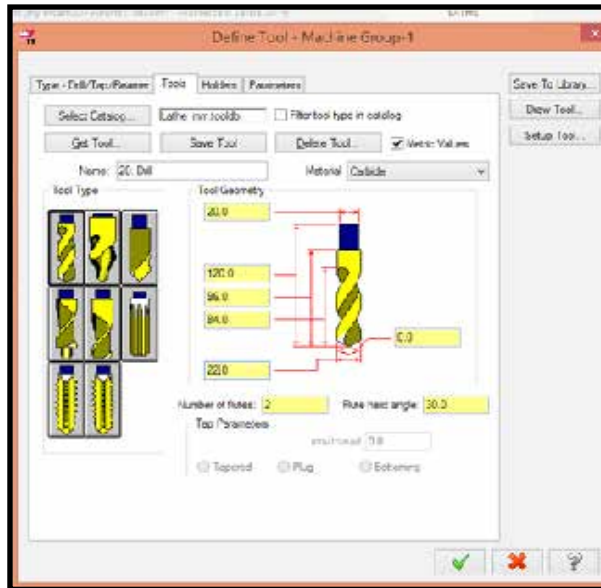
### 3. Langkah-langkah pengeboran

- a. Klik menu *Turning*
- b. Pilih menu *Drill*

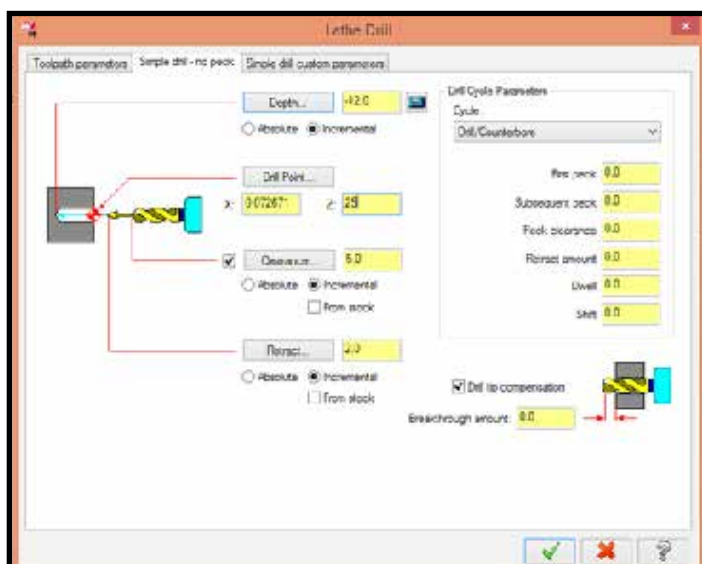




- c. Pada menu *Toolpath Parameter*, pilih mata pahat *Drill* diameter 15 (edit menu tersebut)
- 1) Klik kanan pada *tool* yang akan diedit, klik edit *tool*
  - 2) Pada menu diameter ganti ukuran 22
  - 3) Pada sudut 118 diganti 0 karena pengeborannya lurus



- d. Menu sample *Drill no peck* edit menu yang akan digunakan
- 1) Menu *depth* diisi kedalaman pengeboran
  - 2) *Drill point* diisi titik awalan pengeboran bisa diisi z

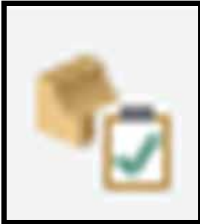




- e. Klik centang hijau
- f. Pilih *generate*

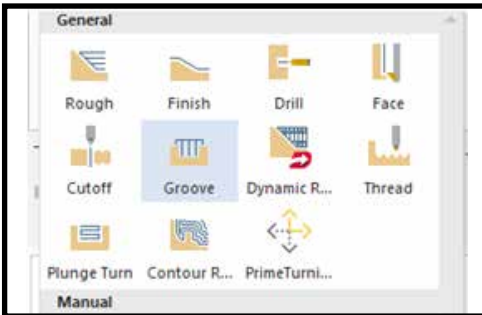


- g. Pilih *verify*

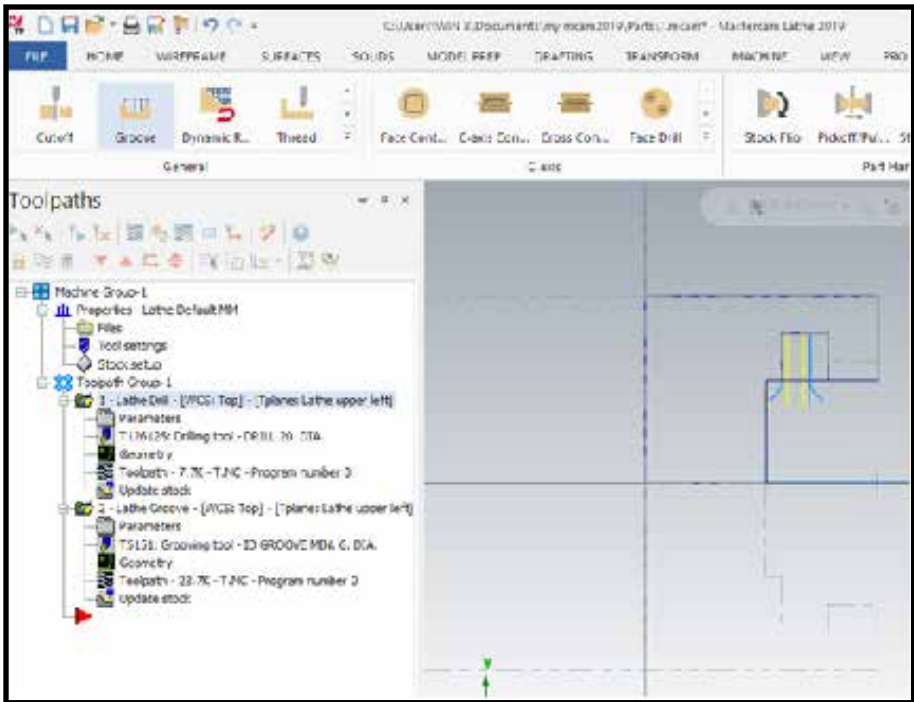


#### 4. Langkah alur

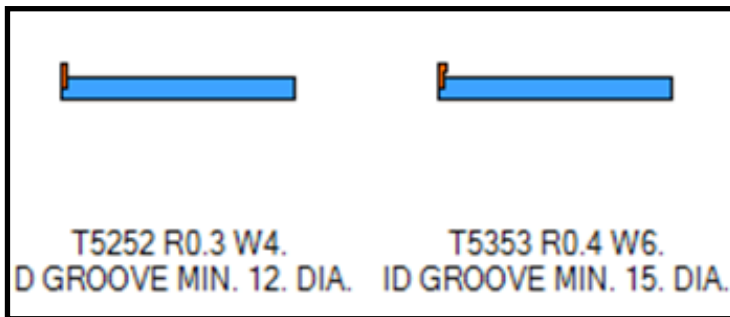
- a. Pilih menu *turning*---pilih *groove*



- b. Menu *Groove Definition* pilih 2 *point* . Klik pojok kanan atas tarik ke pojok kiri bawah. Ketik enter



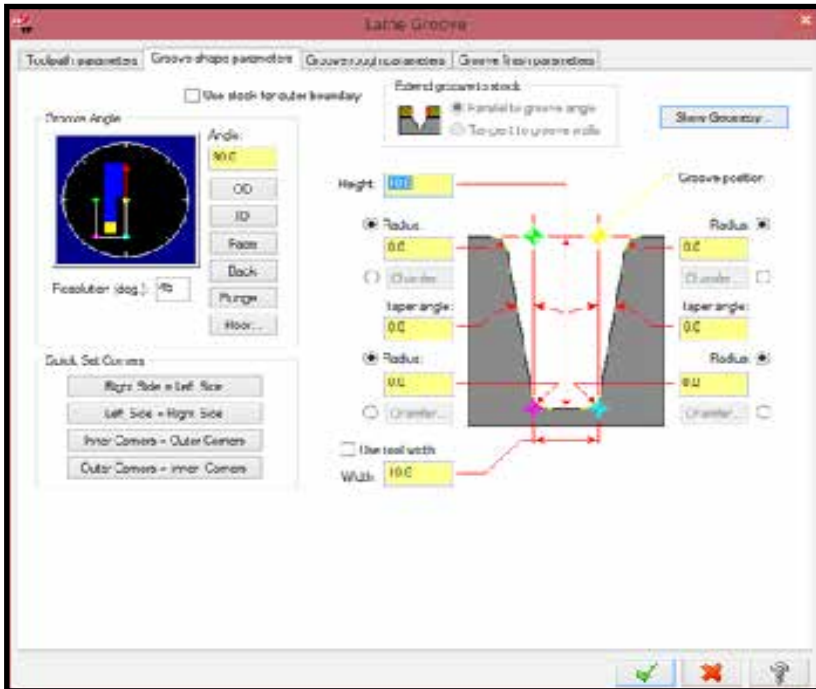
- c. Klik *wait* dan centang *hija*
- d. Pilih *Tollpath* parameter, pilih jenis alur dalam



- e. Pilih *groove shape* edit menunya
  - 1) Radius atas dan bawah dikasih angka 0
  - 2) Taper angel dikasih angka 0



MATERI PEMBELAJARAN



- f. Klik *Groove Rough Parameter* edit menu yang sekiranya perlu
- g. Klik *Groove Finish Parameter*. Edit menu yang sekiranya perlu
- h. Pilih centang hijau

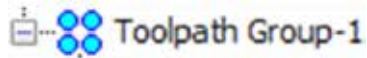


- i. Pilih *verify*





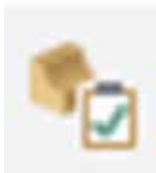
- j. Simulasikan
- k. Setelah semua tahapan selesai , simulasikan semua tahapan jadi 1. Klik *toolpath group-1*



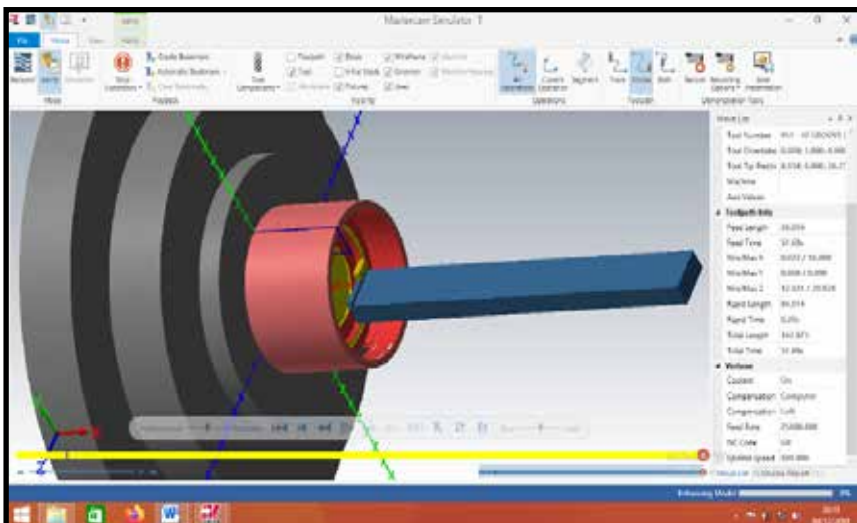
- l. Pilih *regenerateall*



- m. Pilih *verify*



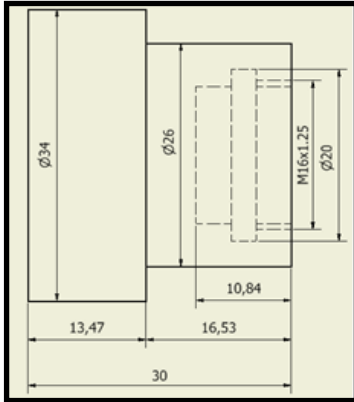
- n. Simulasikan



Gambar 14.2 Simulasi Gambar 1



## B. Proses Pembuatan *Internal Threading* dan *Internal Grooving*



1. Langkah menggambar
  - a. Klik menu *wireframe*

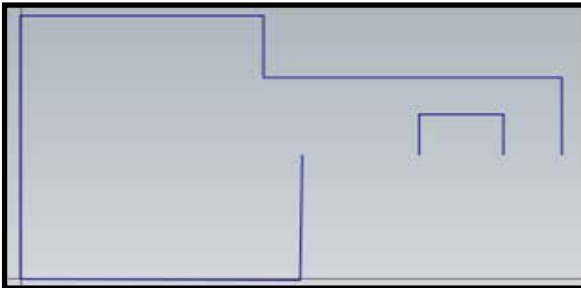


- b. Pilih *line*
- c. Posisikan ke sumbu tengah, klik tarik ke atas tulis ukuran 17 klik lagi
- d. Klik *line*

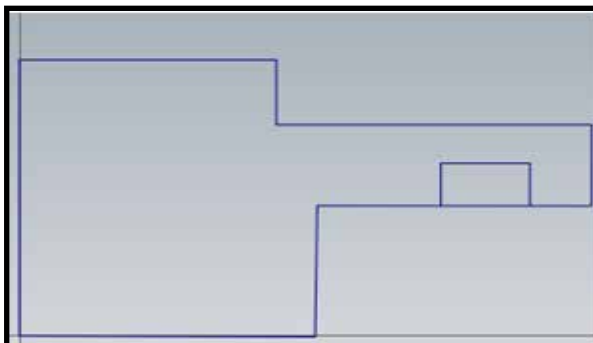




- e. Posisikan ke sumbu terakhir klik tarik kanan klik tulis ukuran 13,47
- f. Klik *line*
- g. Klik ke sumbu terakhir tarik ke bawah klik, tulis ukuran 4
- h. Klik *line*
- i. Klik sumbu terakhir tarik ke kanan klik, tulis ukuran 16, 53
- j. Klik *line*
- k. Klik sumbu terakhir tarik ke bawah klik, tulis ukuran 5
- l. Klik *line*
- m. Klik sumbu terakhir tarik garis ke kiri tulis ukuran 4
- n. Klik *line*
- o. Klik sumbu terakhir tarik garis ke atas klik tulis ukuran 5
- p. Klik *line*
- q. Klik sumbu terakhir tarik garis ke kiri 4 klik, tulis ukuran 3
- r. Klik *line*
- s. Klik sumbu terakhir tarik garis ke bawah klik, tulis ukuran 5
- t. Klik *line*
- u. Klik sumbu terakhir tarik garis ke kiri kli, tulis ukuran 3,84
- v. Klik *line*
- w. Klik sumbu terakhir tarik garis ge bawah klik tulis ukuran 21
- x. Klik *line*
- y. Klik sumbu terakhir tarik garis ke arah sumbu utama
- z. Hapus kanan dan kiri dari alur



- aa. Klik *line*
- ab. Hubungkan garis yang telah terputus dan terhapus



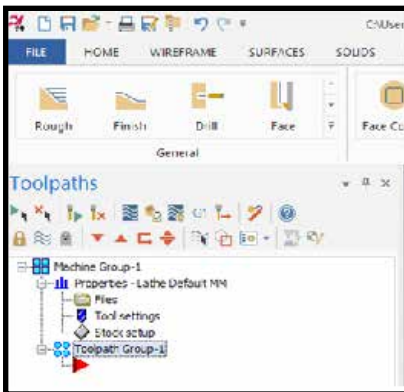


## MATERI PEMBELAJARAN

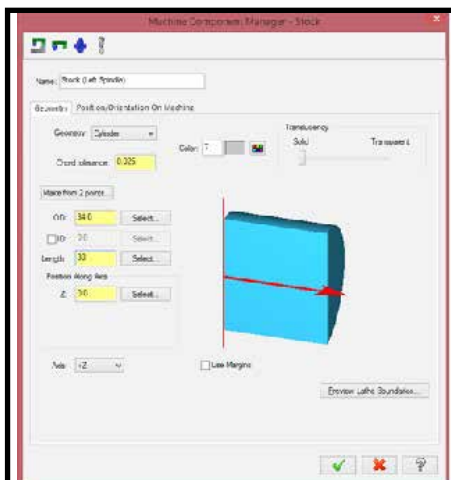
2. Langkah *setting* benda kerja
  - a. Klik menu *Machine* pilih *lathe* --- pilih *default*



- b. Break down properties *lathe default* dan klik *stock setup*

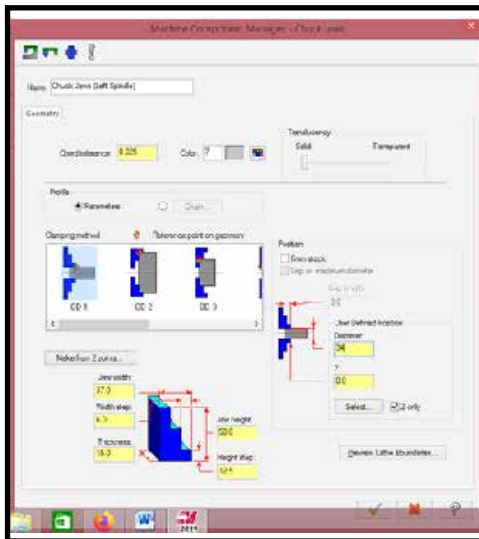


- c. Pada menu *stock setup* pilih *left spindle length defined* (tanpa *chuck*)
  - d. Klik *properties*
    - 1) Isi od tulis 34 (diambil diameter terbesar), isi *length* dengan angka 30
    - 2) Axis pilih +z (karena gambar di kanan koordinat)
    - 3) Lihat benda kerja dengan menu *preview lathe boundaries* lalu enter
    - 4) Sudah selesai klik centang hijau





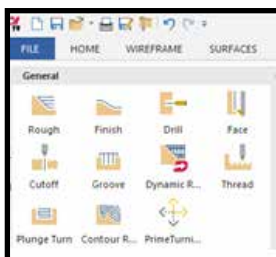
- d. Pada menu *chuck jaws* pilih *left spindle* (karena menggambarnya di kanan koordinat)
- e. Klik *properties*
  - 1) Pilih salah satu jenis *chuck*, centang *from stock*
  - 2) Tulis pada menu edit diameter dengan angka 34
  - 3) Klik *priveuw boundaries lathe* (untuk melihat benda yang sudah ada *chucknya*)
  - 4) Klik centang (sudah selesai)



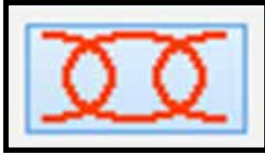
- g. Klik centang hijau

### 13. Melakukan pemakanan *Roughing* luar

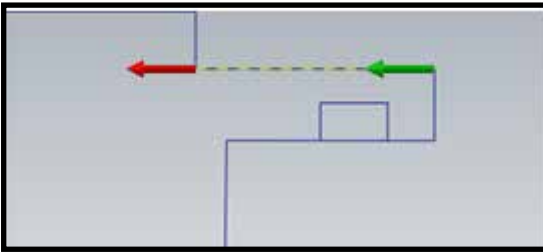
- a. Klik menu *turning* ---pilih *Roughing*



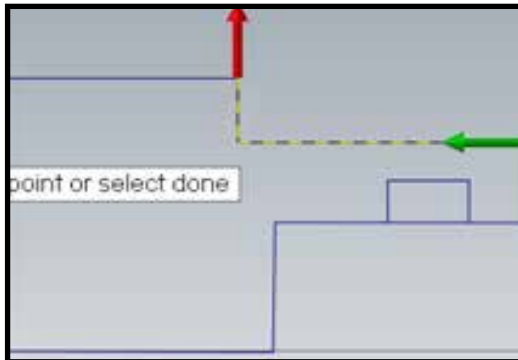
- b. Pada menu partial pilih area yang akan dibuat *Roughing* (pastikan arah dari anak panah maju kedepan)



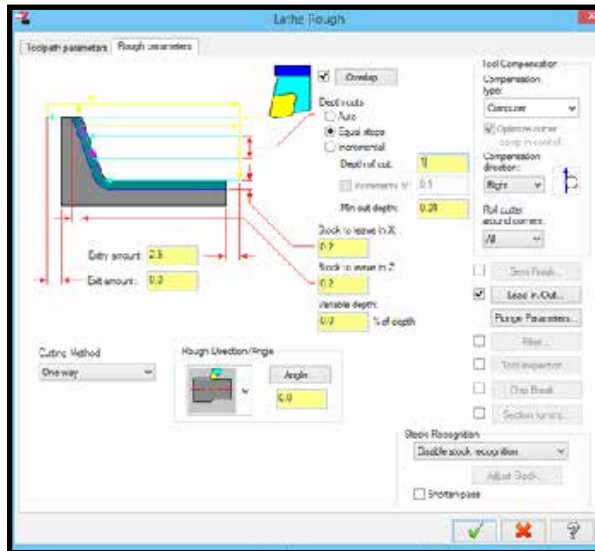
- c. Klik pilih area awal terlebih dahulu



- d. Klik pilihan area terakhir



- e. Centang pada *wait* lalu klik centang hijau
- f. Pilih *toolpath* parameter dan pilih pahat kanan (*Rough right*)
- g. *Roughing* parameter diisi sesuai keinginan
- 1) *Compensation direction* pilih *right*
  - 2) *Depth Cut* pilih *equal step*
  - 3) *Depth of Cut* ganti 1
  - 4) *Stock to leave in x* 0.2
  - 5) *Stock to leave in y* 0.2
  - 6) *Entry amount* 2.5
  - 7) *Exit amount* 0
  - 8) Klik centang hijau



h. Pilih *generate*



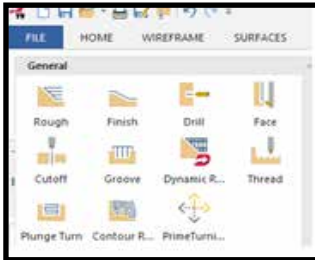
i. Pilih *Verify*



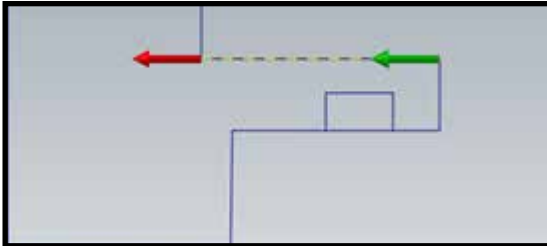
j. Simulasikan

4. Langkah *finishing*

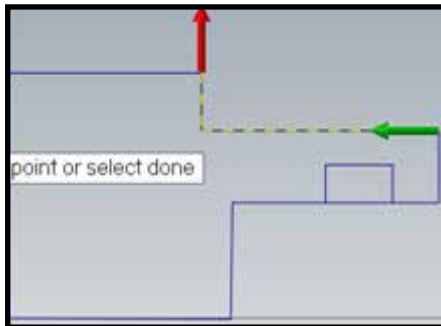
a. Pilih *turning* pada menu kemudian pilih *finish*



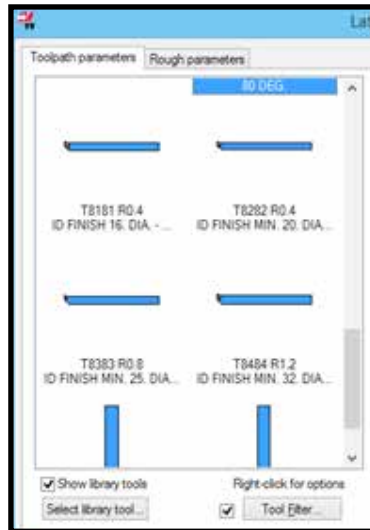
- b. Pada menu *chaining*--- pilih *partial*
- c. Pilih klik benda kerja yang akan di *finishing* pastikan anak panah ke arah maju
  - 1) Pilih titik awal benda kerja



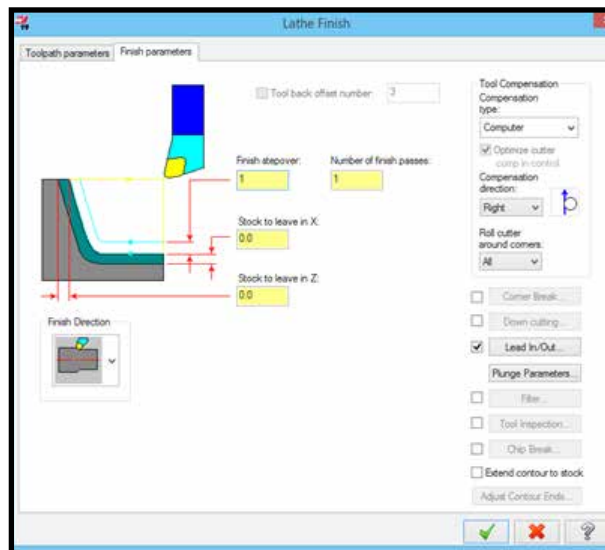
- 2) Pilih titik akhir benda kerja



- d. Pada *finishing* pilihan *wait* tidak dicentang, klik centang hijau
- e. Pilih pahat *finishing* pada menu *tool* parameter. Jika pemakanan dari kanan berarti milih *finish right*



- f. Pada menu *finish* parameter diisi parameternya
- 1) *Finish step over* ini diisi 1 jika pemakanannya 1 mm
  - 2) *Stock to leave in x* menu ini diisi 0 karena sudah *finishing*
  - 3) *Stock to leave in y* menu ini sama diisi 0
  - 4) *Compensation direction* menu ini diisi auto jika ingin otomatis
  - 5) Klik centang



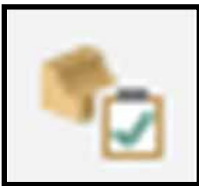


MATERI PEMBELAJARAN

h. Pilih *generate*



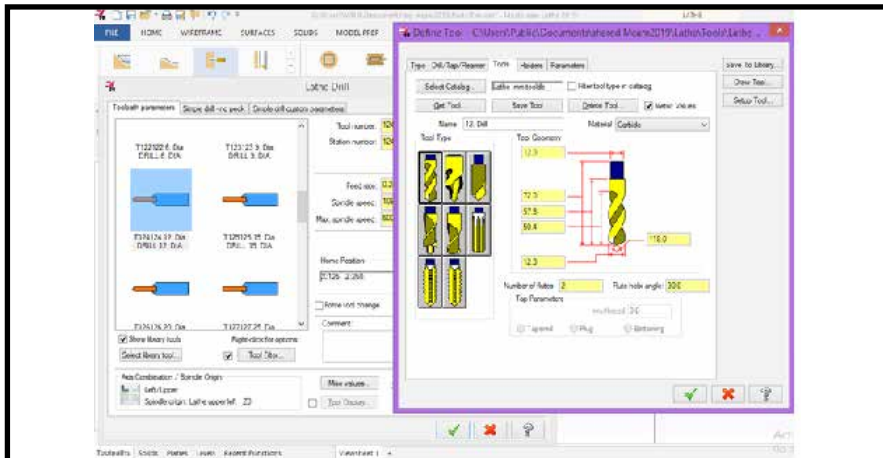
i. Pilih *Verify*



j. Simulasikan

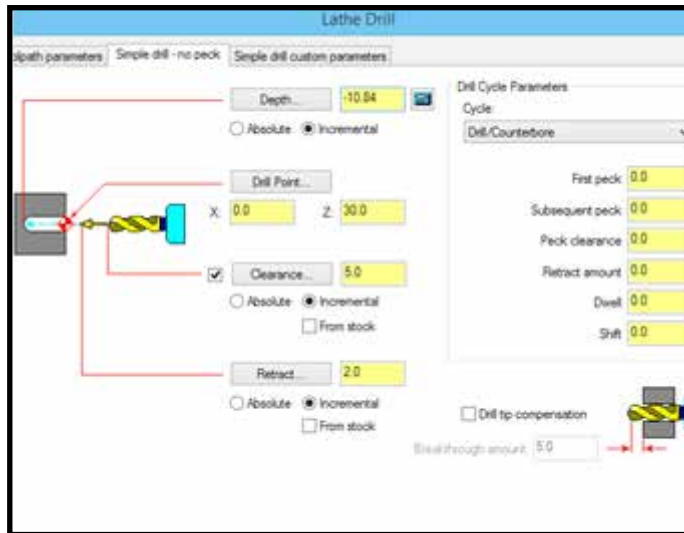
5. Langkah –langkah pengeboran

a. Klik menu *turning*---pilih menu *Drill*Pilih *turning* pada menu kemudian pilih *finish*





- c. Menu sample *Drill* no peck edit menu yang akan digunakan
- 1) Menu *depth* diisi kedalaman pengeboran sebesar- 10.84
  - 2) *Drill point* diisi titik awalan pengeboran bisa diisi z ukuran 30



- h. Pilih *generate*

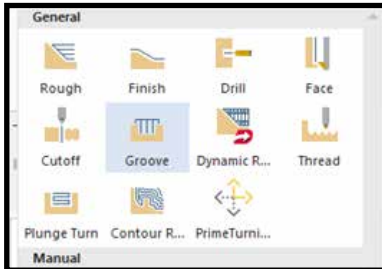


- i. Pilih *Verify*

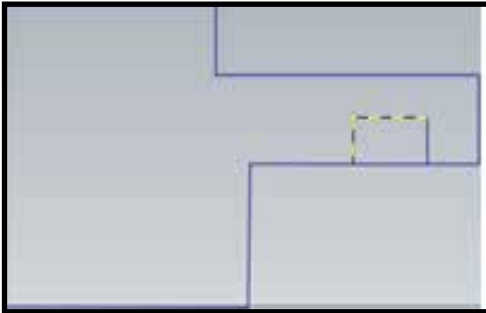


- j. Simulasikan

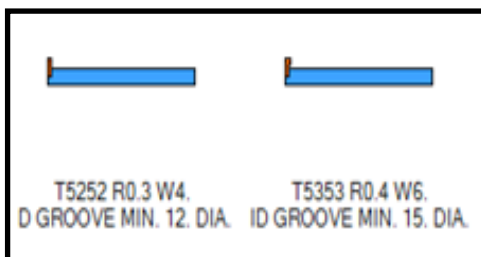
6. Langkah alur
- a. Pilih menu *turning*
  - b. Pilih *groove*



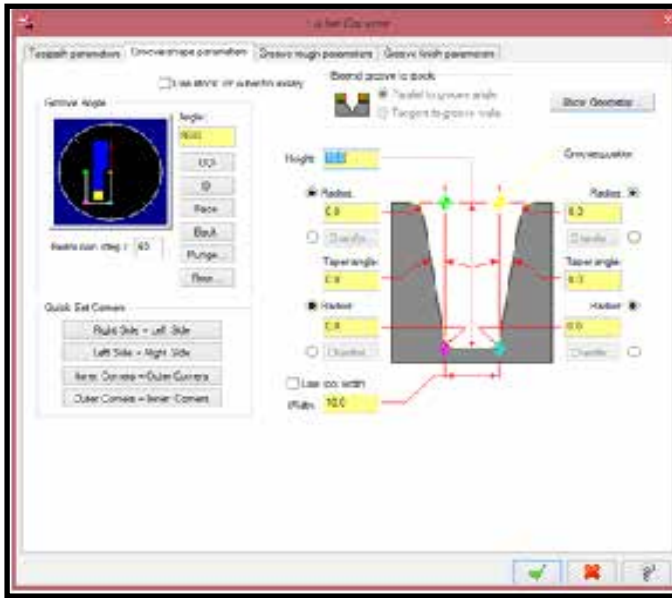
- c. Menu *groove definition* pilih 2 *point* . Klik pojok kanan atas tarik ke pojok kiri bawah. Ketik enter



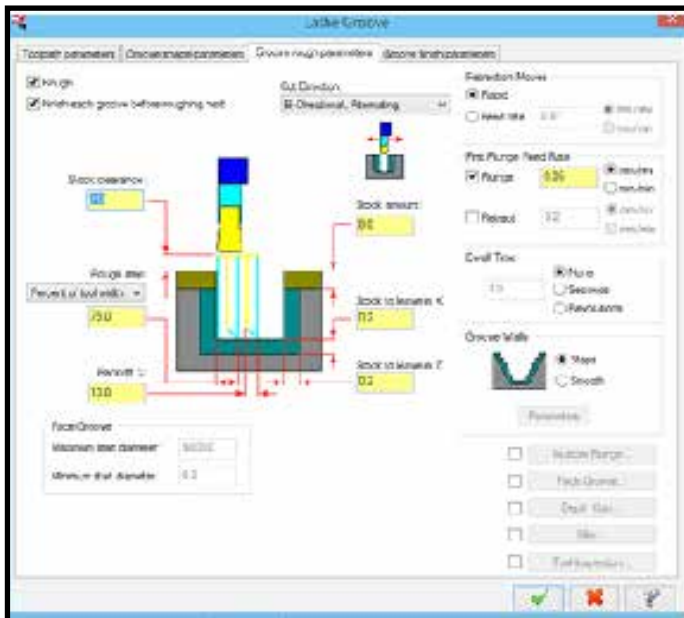
- d. Klik *wait* dan centang hijau  
e. Pilih *Tollpath* parameter, pilih jenis alur dalam



- f. Pilih *groove shape* edit menunya
- 1) Radius atas dan bawah dikasih angka 0
  - 2) Taper angel dikasih angka 0

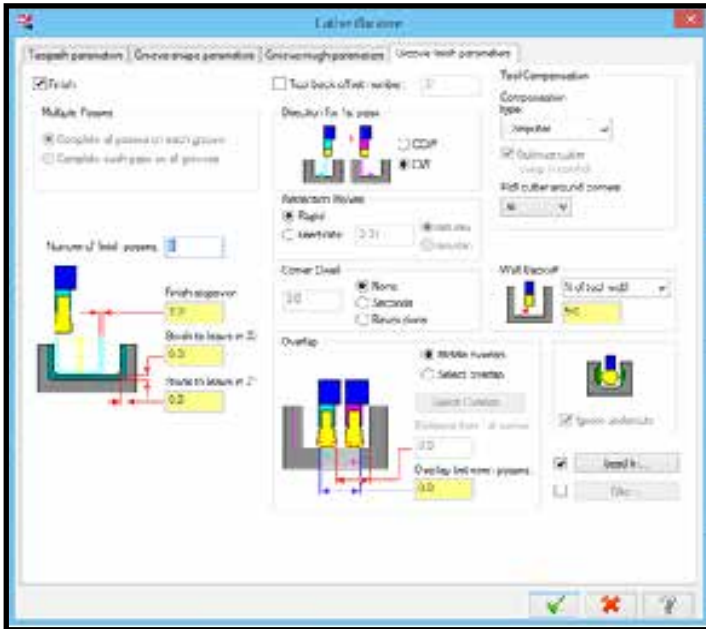


g. Klik *groove Rough* parameter edit menu yang sekiranya perlu





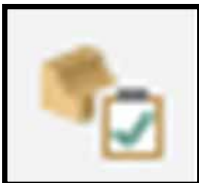
h. Klik *groove finish* parameter. Edit menu yang sekiranya perlu



i. Pilih *generate*

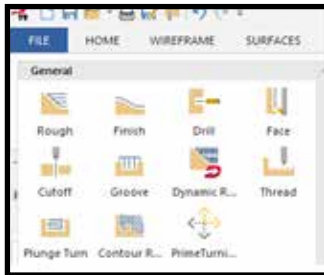


j. Pilih *Verify*

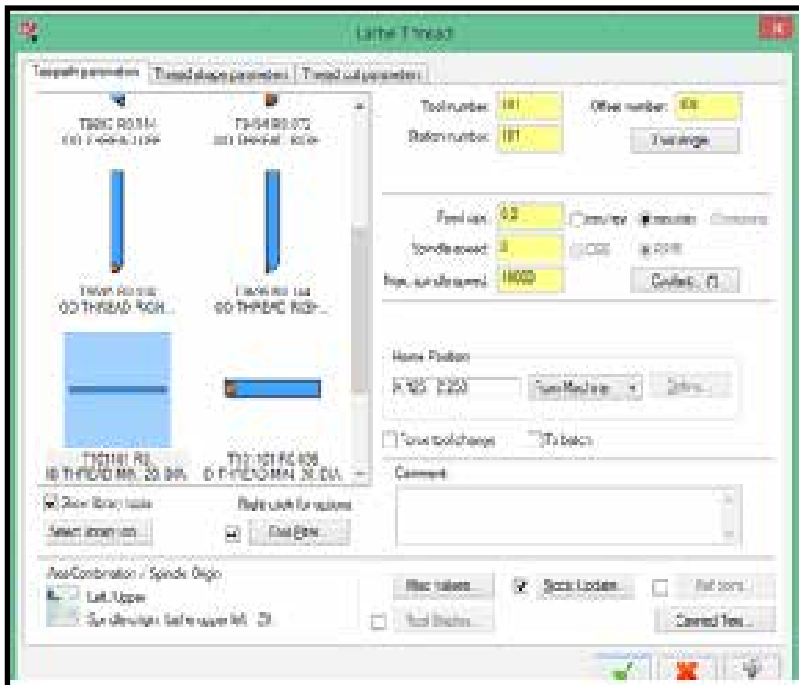


k. Simulasikan

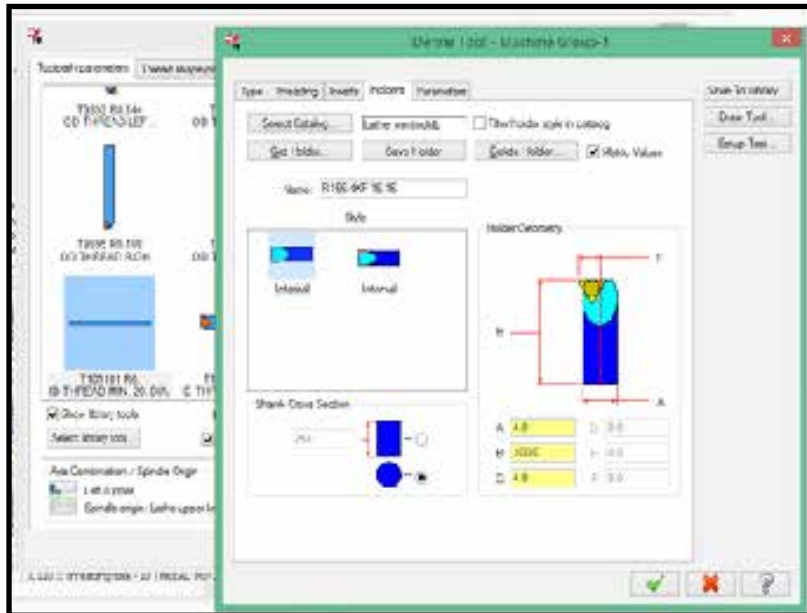
7. Langkah ulir dalam
  - a. Klik *turning*---pilih *Thread*



b. Pada *Toolpath Parameter* pilih pahat ulir dalam

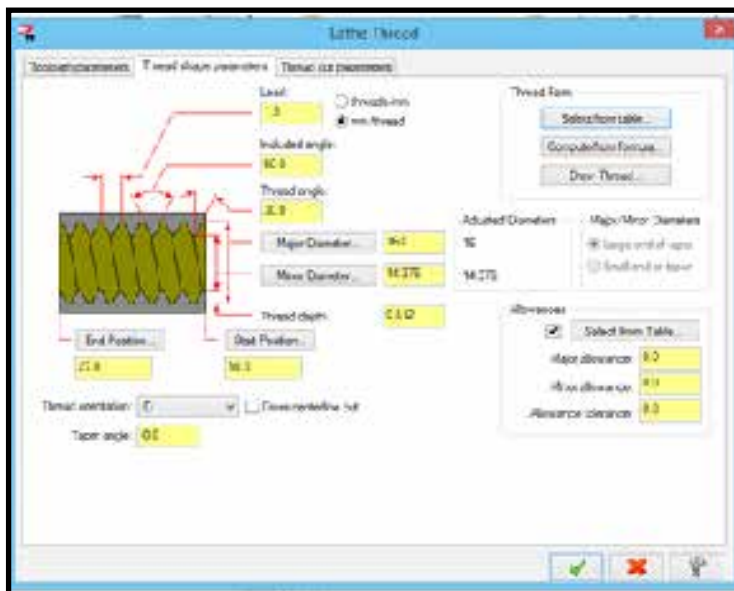


- c. Edit pahat ulir yang digunakan
- 1) Klik kanan pada pahat yang digunakan—pilih edit *tool*
  - 2) Pada menu *holder* huruf a dan c dibuat kecil contohnya 4



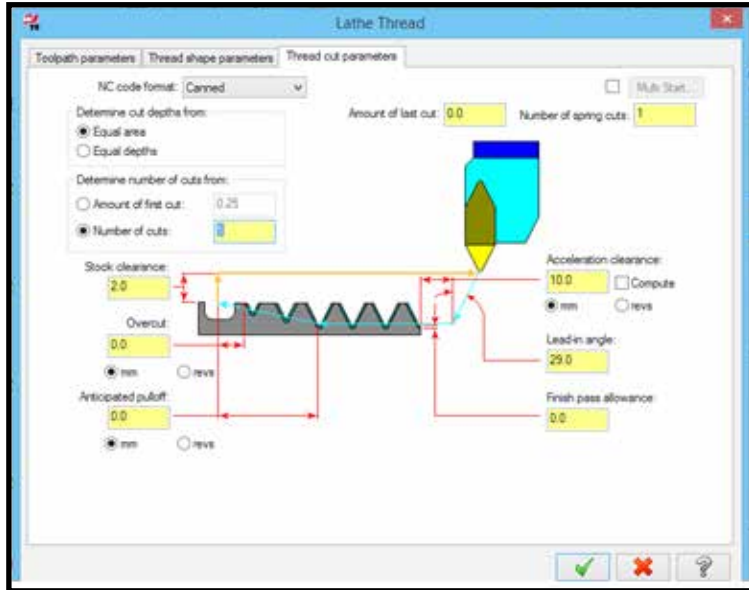
d. Pada *Thread shape parameter*

- 1) Pilih *select from* tabel, pilih jenis ulir metrik, pilih ukuran ulir yang akan digunakan
- 2) Pada *start position* pilih dan tentukan darimana dimulainya prosesnya
- 3) Pada *end position* pilih dan tentukan darimana akhirnya prosesnya





- e. Pada *Thread Cut* parameter edit sesuai kebutuhan (tidak diedit tidak masalah)



- f. Klik centang hijau  
g. Pilih *regenerate*



- h. Pilih *Verify*



- i. Simulasikan  
j. Setelah semua tahapan selesai , simulasikan semua tahapan jadi 1. Klik *toolpath group-1*



 Toolpath Group-1

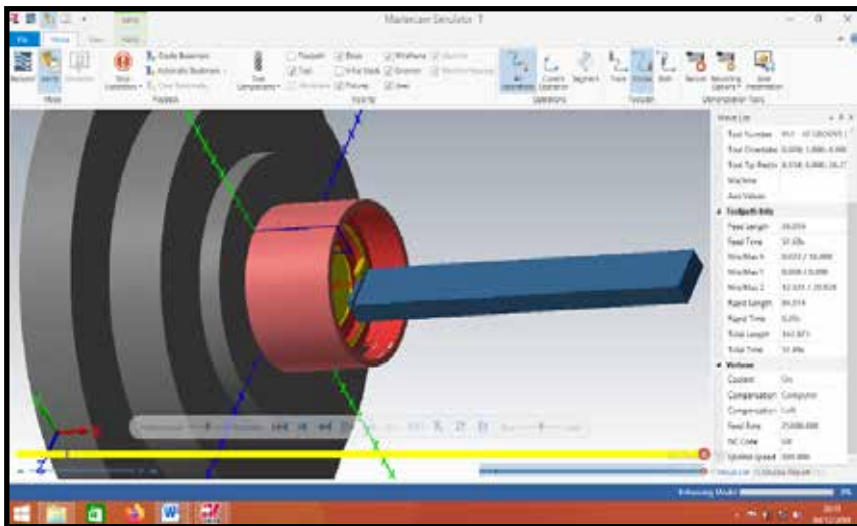
12. Pilih *regenerateall*



13. Pilih *verify*



14. Simulasikan



Gambar 14.3 Simulasi Gambar 2

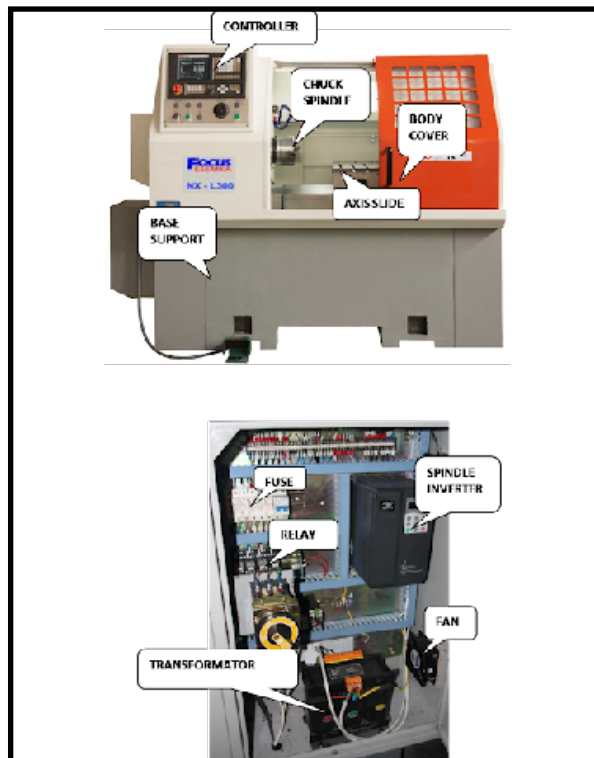


### Bagian utama mesin CNC

Secara garis besar bagian utama mesin CNC dibagi menjadi 3, yaitu bagian mekanik, bagian elektrik dan *controller*.

1. Komponen mekanik : komponen pada mesin yang bergerak Contoh: slide sumbu *x/z*, *tool post*, *spindle*, dll
2. Komponen elektrik : komponen mesin yang berfungsi memberikan tenaga ke komponen mekanik supaya bergerak sesuai perintah *controller*. Contoh: *motor servo*, *spindle driver*, *power supply*, dll.
3. *Controller* : komponen mesin yang berfungsi mengatur seluruh kegiatan mesin, *controller* adalah otak dari mesin CNC, ada banyak merk *controller* di dunia.

Secara sederhana komponen mesin CNC kita analogikan seperti tubuh kita. Otak adalah *controller*, yang memberikan perintah kepada saraf otot (komponen elektrik), yang kemudian saraf otot menggerakkan kaki kita untuk bergerak (komponen mekanik). Di bawah ini contoh gambar komponen mesin CNC



Gambar 14.4 Komponen elektro dan mekanik CNC



## JELAJAH INTERNET

Untuk menunjang pembelajaran tentang inner *Grooving* dan *Threading* alangkah baiknya tidak hanya belajar dari buku. Di bawah ini beberapa website yang bisa dikunjungi untuk menambah wawasan tentang pembahasan dalam bab ini

1. <https://m.youtube.com/watch?v=oah3pdTW90s>
2. <https://m.youtube.com/watch?v=f00l17mLYfs>



## RANGKUMAN

Dalam bab ini kita sudah membahas tentang internal *Threading* dan internal *Grooving*. Dalam pembuatan proses internal *Grooving* dan internal *Threading* menggunakan menu yang sama dalam pembuatan *external Threading* dan *external Grooving*. Namun yang membedakan disini adalah pahat yang digunakan untuk proses pembuatannya. Untuk internal *Threading* menggunakan pahat in *Threading* sedangkan untuk internal *Grooving* menggunakan pahat in *Grooving*.

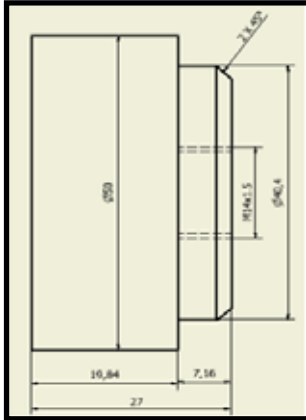


## TUGAS MANDIRI

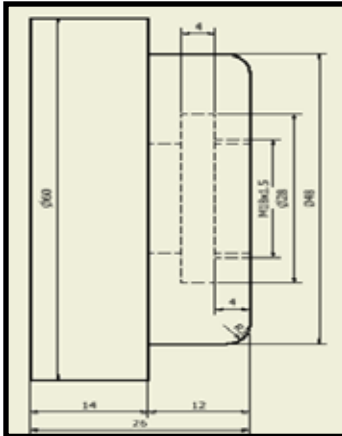
Kerjakan soal-soal di bawah ini dengan baik dan benar!  
Buatlah gambar di bawah ini dengan menggunakan aplikasi master cam



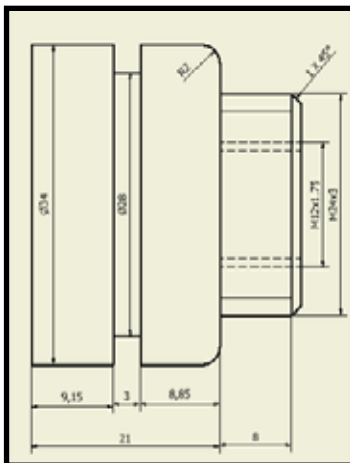
1.



2.



3.

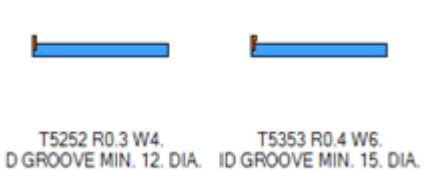




## PENILAIAN AKHIR BAB

Kerjakan soal-soal di bawah ini dengan baik dan benar!

1. Apa yang dimaksud dengan proses internal *Threading*...
2. Apa yang dimaksud dengan internal *Grooving*...
3. Jelaskan kegunaan dari jenis pahat di bawah ini ...



4. Jelaskan langkah untuk membuat alur dalam...
5. Jelaskan langkah untuk membuat ulir dalam...



## REFLEKSI

Dari BAB yang telah dijelaskan dari buku ini bahwa Internal *Threading* dan Internal *Grooving* mempunyai menu yang berbeda-beda walaupun pengerjaannya hampir sama. Dari penuturan di dalam bab ini, terdapat kekurangan yang mungkin dirasa kurang oleh pembaca, maka penulis menyarankan untuk mencari belajar dari media lainnya. Belajar dan pahami tentang proses internal *turning* dari media lain biar Anda lebih memahami proses ini. Tanyakan kepada guru saat Anda tidak mengetahui serta berdiskusi dengan teman akan mempermudah Anda dalam memahami proses ini.

## CNC PROCESSES pada CNC Simulator

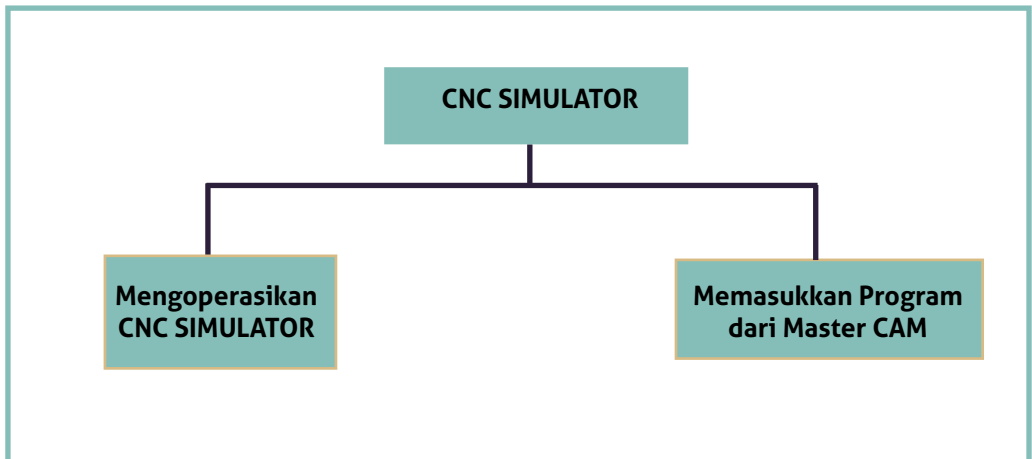
### BAB XV

#### TUJUAN PEMBELAJARAN



Dalam Bab ini diharapkan siswa bisa menjalankan dan memasukkan program dari Aplikasi mastercam kedalam simulasi CNC dengan baik dan benar

#### PETA KONSEP



#### KATA KUNCI



*CNC SIMULATOR , CNC PROCESSES*

## PENDAHULUAN

Dewasa ini telah banyak industri yang menggunakan mesin CNC sebagai proses produksinya. Untuk proses pembuatan produk secara manual sudah mulai ditinggalkan walaupun beberapa produk tidak akan bisa dikerjakan dengan mesin CNC Namun kenyataannya pabrik – pabrik besar seperti pabrik manufaktur hampir 85% produksinya menggunakan mesin CNC. Dengan mesin CNC produk yang dibuat bisa mendapatkan ukuran yang presisi serta kehalusan pengerjaan sangat baik. Disamping itu menggunakan mesin CNC pekerjaan juga jadi lebih cepat dan lebih effective.



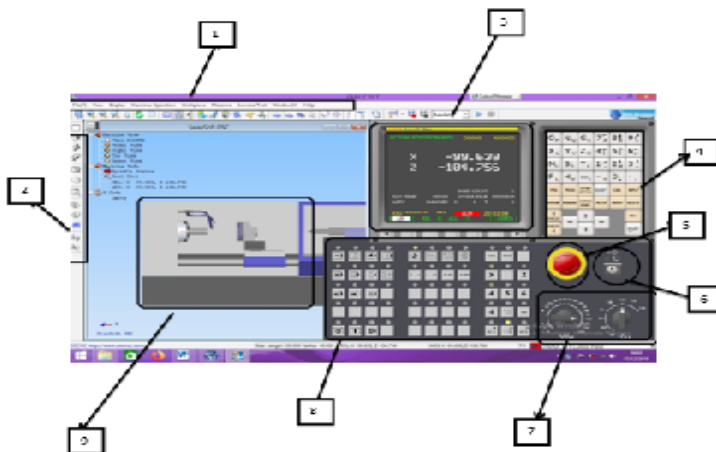
Gambar 15.1 Mesin CNC



## MATERI PEMBELAJARAN

## A. Menu Pada CNC Simulator Lathe

Dalam bab yang ini penulis akan menjelaskan cara menggunakan mesin CNC simulator dengan cara penggunaan dengan pengendali merk Fanuc. Sebelum lanjut ke cara penggunaan penulis akan memberikan pengertian dari aplikasi CNC simulator Fanuc OIT.



Gambar 15.2 Bagian CNC Simulator



1. Menu bar A  
Menu bar ini isinya adalah menu untuk mengedit dan menyimpan file pada sebuah computer. Namun menu ini juga terdapat menu mengedit tool dan benda kerja pada mesin CNC . contohnya pada menu machine operation
2. Menu Bar B  
Menu bar yang ke 2 ini mempunyai fungsi khusus untuk mengedit pada mesin CNC. jadi pada menu yang disini tidak ada fungsi selain untuk operasi pada mesin
3. Layar Control  
Pada mesin cnc terdapat sebuah layar seperti layar pada komputer. Layar ini biasa disebut control. Kegunaan dari layar control adalah untuk melihat pengisian program, setting nol benda serta yang berhubungan dengan control mesin. Jika tidak ada layar ini bisa dipastikan operator. Tidak mengetahui hal yang sudah dia kerjakan. Layar control ini sangat vital untuk proses cnc
4. Keyboard  
Pada mesin cnc mempunyai keyboard sama halnya komputer. Pada mesin cnc kegunaan keyboard adalah untuk mengisi program cnc kedalam mesin cnc
5. Tombol emergency  
Tombol ini kegunaannya untuk tombol mematikan mesin secara paksa saat terjadi kesalahan pada pembuatan program pada mesin cnc
6. Tombol key open  
Tombol key open pada mesin cnc mempunyai tujuan untuk membuka / menghidupkan setiap tombol pada mesin cnc
7. Pengatur kecepatan  
Tombol ini mempunyai kegunaan untuk mengatur kecepatan putar spindle secara manual
8. Tombol operasi mesin  
Tombol operasi ini mempunyai menu menu yang berguna untuk mengoperasikan mesin cnc secara manual maupun otomatis. Contohnya jog. MDI. Edit dsb
9. Mesin cnc  
Dari aplikasi simulasi yang ditampilkan terdapat animasi dari mesin cnc. Animasi dari mesin cnc tersebut bisa dikendalikan melaluhi control yang ada pada penjelasan sebelumnya.

## B. PENGOPERASIAN

1. Langkah Pengoperasian Awal
  - a. Buka aplikasi swansoft--- pilih Fanuc OiT(Turning)--



MATERI PEMBELAJARAN



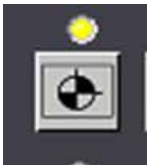
b. Putar emergenci ke kanan



c. Putar kunci dari I ke O

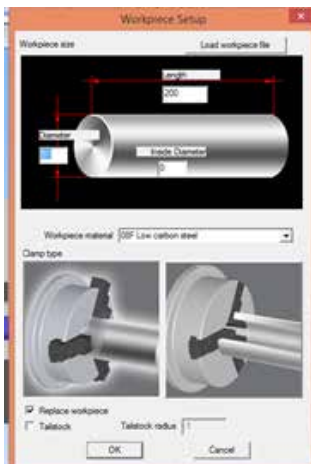


d. Pilih referensi point--- Klik X dan Z( Pastikan pada Monitor X dan Z menuju O pada saat di klik)



2. Langkah Setting Benda kerja dan Tool

a. Klik Menu Work Piece--- Pilih Stock Size ---isi Panjang dan Diameter benda--- Pilih OK

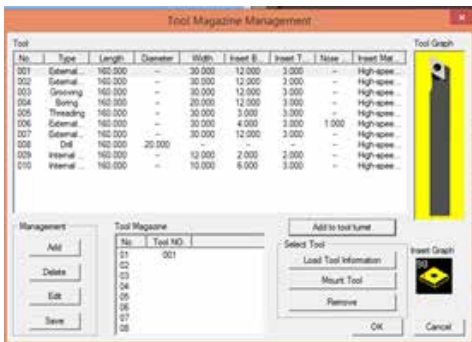




b. Pilih Tool management



- c. Pilih Tool Yang Akan Digunakan
- d. Klik Tool Yang Akan Digunakan
- e. Pilih Add To Tool Turent
- f. Pilih Tempat Yang Akan Di Gunaakan Contoh Station 1
- g. Klik Tool Pada Station 1
- h. Pilih Mount Tool(Untuk Memasang Pahat)



Gambar 15.3 Tool Magazine Cnc Simulator

3. Langkah Setting Nol

- a. pilih work piece setup pada menu bar B



b. Pilih Rapid Postiton



- c. Pilih dari pinggir--- pilih Ok



MATERI PEMBELAJARAN



d. Pilih offset setting---klik Kotak dibawah kata setting



e. Klik offset--- ketik X0—klik measure---klik Y0—klik measure



4. Langkah Memasukkan Program

a. Pilih Prog



b. Pilih Edit

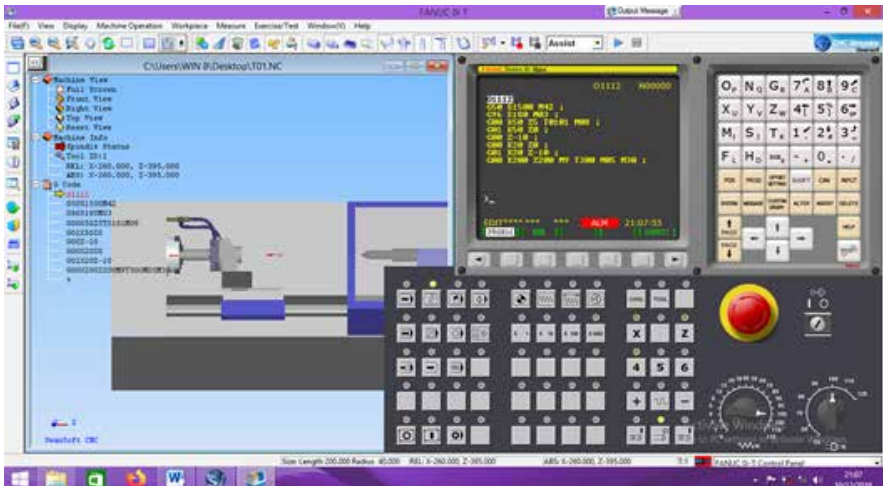




- c. Tulis nama program diawali dengan O0. Contoh O01123--Klik insert



- d. Tulis program, setiap blok program diakhiri tanda ; contoh G00 x2 z-3; baru klik insert, jika mau transfer dari mastercam tinggal klik file--open--pilih data yang diinginkan format harus NC



Gambar 15.4 Contoh Program Yang Telah Di Masukan

- e. jika sudah maka jalankan  
1) Klik MDI





## MATERI PEMBELAJARAN

- 2) Trus klik tombol seperti gambar



- 3) Terus jalankan



## CAKRAWALA

## Macam - Macam Mesin Bubut CNC

## A. Mesin Bubut CNC Dasar (Training Unit)

Mesin bubut ini digunakan untuk latihan dasar - dasar pelatihan pengoperasian dan pemrograman CNC yang dilengkapi dengan EPS (External Program System) dan juga dapat untuk mengerjakan pekerjaan ringan . mesin -mesin jenis ini hanya dipergunakan untuk latihan bagi pemula / siswa yang akan belajar tentang teknologi mesin CNC di sekolahnya ataupun di perusahaan

## B. Mesin Bubut CNC Produksi (Production Unit)

Mesin bubut ini menghasilkan fasilitas produksi komponen dalam jumlah besar atau produksi massal, sehingga mesin ini dilengkapi dengan aksesoris yang lebih lengkap ketimbang CNC TU (Training Unit) , Misal : sistim pembuka maupun sistim penutup pintu otomatis, cekam dengan sistim hidrolis, pembuangan tatal , dll.

Sehingga dalam jumlah besar / produksi massal dapat meningkatkan kapasitas produksi dan ada beberapa keunggulan dalam pemakaian mesin bubut CNC

1. Accurate:Mesin CNC ini sangatlah akurat dalam setiap pengerjaan
2. Menghemat waktu :Mesin CNC ini dapat menghemat waktu kalian bekerja tanpa terlalu sering diawasi
3. Low Risk Humanity:sangat jarang terjadi Human Eror ,kecuali operator salah memasukan progam
4. Mass Production :Mesin ini dapat digunakan untuk produksi massal dengan jenis benda kerja yang sama



Untuk menunjang pembelajaran siswa harus aktif mencari bahan materi yang diperlukan dalam proses pembelajaran. dalam bab tentang pengoperasian mesin CNC terdapat banyak materi yang ada di internet. Penulis akan memberikan beberapa link yang bisa siswa gunakan untuk memperoleh ilmu yang lebih banyak

1



2



## RANGKUMAN



Dalam industri manufaktur terdapat berbagai macam mesin industri. Karena beberapa sekolah menengah kejuruan belum ada yang mempunyai mesin CNC, maka untuk keefektifan pembelajaran digunakanlah aplikasi CNC Simulator. CNC simulator terdapat berbagai macam jenis CNC yang digunakan. Maka difokuskan menggunakan CNC simulator Merk Fanuc OiT. Dalam CNC simulator Merk Fanuc terdapat berbagai macam panel dalam penggunaannya yaitu

1. Tombol emergency
2. Tombol kunci
3. Keyboard komputer
4. Panel operasi mesin
5. Menu Bar
6. Layar komputer CNC

Dalam menunjang pembelajaran siswa belajar tidak harus dari buku atau yang dijelaskan oleh guru. carilah bentuk benda sederhana kemudian gambar benda tersebut kedalam mastercam setelah itu transfer code pada aplikasi mastercam ke dalam format NC. Kemudian buka pada CNC Simulator



## PENILAIAN AKHIR BAB

***Kerjakan soal-soal di bawah ini dengan baik dan benar!***

1. Apa yang dimaksud simulator...
2. Jelaskan fungsi tombol emergency....
3. Jelaskan fungsi tombol edit ...
4. Tuliskan langkah setting nol dari benda kerja...
5. Sebutkan kegunaan dari tombol pada gambar dibawah ini...



6. Bagaimana cara merubah ukuran benda kerja.....






## REFLEKSI

Dalam Bab ini penulis mengajarkan tentang cara menggunakan mesin simulator CNC alasan penulis menggunakan simulator karena beberapa SMK banyak yang belum mempunyai mesin CNC yang Production unit. Dengan menggunakan mesin simulator guru tidak takut akan terjadi kesalahan yang dilakukan murid saat membuat program. Saran dari penulis alangkah baiknya siswa bisa juga

**A. Pilihan Ganda**

*Kerjakan soal-soal di bawah ini dengan baik dan benar!*

1. Komputer Aided Manufaktur adalah sebuah Aplikasi untuk industri manufaktur khususnya. Komputer Aided Manufaktur biasa didengar oleh orang industri sebagai...
  - a. CAD
  - b. NC
  - c. CAM
  - d. *SOLIDWORK*
  - e. MAC
2. Gambar  dalam aplikasi mastercam biasa disebut...
  - a. *Copy*
  - b. *Paste*
  - c. *Extrode*
  - d. *Cut*
  - e. *Chamfer*
3. Menu *line style*  mempunyai fungsi...
  - a. Memilih warna rangka
  - b. Memilih warna kulit
  - c. Memilih ketebalan garis
  - d. Mengembalikan warna ke asal
  - e. Memilih jenis garis
4. Gambar disamping  termasuk jenis mata pisau apakah...
  - a. *Chamfer mill*
  - b. *Ballnose mill*
  - c. *Endmill*
  - d. *Line endmill*
  - e. *Line ball nose*
5. Nomor posisi alat potong yang terdapat pada mesin CNC dinamakan
  - a. *Toolpath* parameter
  - b. *Tool number*
  - c. *Tool thicks*
  - d. *Magazine tool*
  - e. Number parameter *tool*
6. Dalam menu *spindle direction* terdapat beberapa arah putaran. Arah putaran searah berlawanan arah jarum jam dinamai dengan kode nama

PENILAIAN AKHIR  
SEMESTER GENAP

- a. Counter clock wise
- b. Static
- c. Dinamic
- d. *Clockwise*
- e. CW



7. gambar disamping merupakan ikon sebuah menu yang mempunyai tujuan untuk...

- a. Merubah warna *background*
- b. Merubah warna kulit dari benda kerja
- c. Merubah warna rangka benda kerja
- d. Merubah garis pada benda kerja
- e. Merubah ketebalan garis dari benda kerja



8. gambar disamping adalah gambar pada menu *rectangle* yang mempunyai fungsi...

- a. Menempatkan benda pada titik tengah pusat dari koordinat
- b. Membuat benda menuju salah satu pojok dari koordinat
- c. Membuat koordinat sebelum menggambar dimulai
- d. Menempatkan koordinat pada sebuah gambar
- e. Membuat lingkaran



9. menu disamping merupakan sebuah menu ikon pada aplikasi mastercam. Nama dari menu tersebut adalah....

- a. *Loft*
- b. *Changed*
- c. *Extrude*
- d. *Sweep*
- e. *Extrude Cut*



10. gambar disamping mempunyai fungsi untuk


- a. Mengubah penggunaan mesin dari tanpa mesin ke mesin *MILLING*
- b. Merubah proses penggunaan proses *DRILLING*
- c. Menentukan proses jalannya simulasi
- d. Menggunakan proses *Facing*
- e. Menggunakan proses *contour*

11. Di bawah ini menu yang digunakan membuat ketebalan pada gambar 2 dimensi sehingga menjadi gambar 3 dimensi dengan arah tertentu


- a. 
- b. 
- c. 
- d. 
- e. 

12. Untuk menampilkan sebuah rangka pada objek tertentu maka menggunakan menu

- a. *Stretch*
- b. *Shickh*
- c. *Metch*
- d. *Wireframe*
- e. *Frame generator*

13.  gambar disamping adalah ikon yang berfungsi untuk...

- a. Membuat 2D menjadi 3D
- b. Membuat tabung pejal
- c. Membuat lingkaran dengan bantuan LOFT
- d. Membuat Tabung dengan bagian tengah berlubang
- e. Membuat benda pejal dengan bantuan SWEEEP

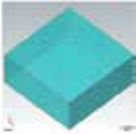
14.  berapakah jumlah mata potong pisau *frais* yang ada pada gambar disamping...

- a. 6
- b. 5
- c. 7
- d. 8
- e. 4

15. Membuat sudut menggunakan 2 sumbu garis *entities* menggunakan menu...

PENILAIAN AKHIR  
SEMESTER GENAP

- a. *crowded entities*
- b. *chains entities*
- c. *fillet entities*
- d. *chamfer entities*
- e. *roods entities*



16. gambar disamping merupakan gambar dengan pandangan jenis...

- a. *Front view*
- b. *Back view*
- c. *Right view*
- d. *Isometric view*
- e. *Dimetric view*

17. Untuk membuat rongga pada benda pejal menggunakan menu...

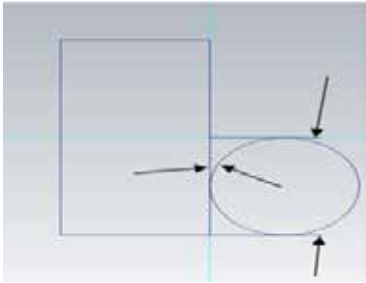
- a. 
- b. 
- c. 
- d. 
- e. 



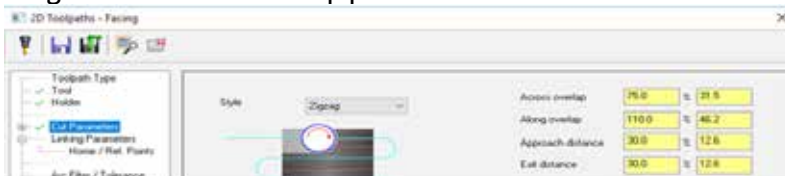
18. menu pada gambar disamping adalah jenis menu *facing*. Fungsi dari menu *facing* ialah...

- a. Proses penyayatan muka pada benda kerja yang tidak rata
- b. Proses penyayatan benda kerja yang digunakan untuk proses *Roughing*
- c. Proses penyayatan untuk menentukan kehalusan benda kerja
- d. Proses penyayatan untuk menentukan ukuran maksimal benda kerja
- e. Proses penyayatan untuk memntukan cara kerja terakhir

19. Coba jelaskan langkah membuat *rectangle* dengan anchor *center*
- Wireframe—rectangle--anchor to center-- origin,*
  - origin,—rectangle--anchor to center—Wireframe*
  - Wireframe --anchor to center -- rectangle — origin*
  - anchor to center —rectangle-- Wireframe -- origin,*
  - origin --anchor to center -- rectangle — Wireframe*
20. Jelaskan langkah membuat *circle* dengan *center point*
- circle center point ---enter the center point—wireframe*
  - origin --anchor to center -- circle center point — Wireframe*
  - wireframe-- circle center point -enter the center point*
  - enter the center point --anchor to center -- circle center point — Wireframe*
  - enter the center point origin --anchor to center -- rectangle — Wireframe*
21. Sebutkan langkah menggabungkan gambar di bawah ini.....



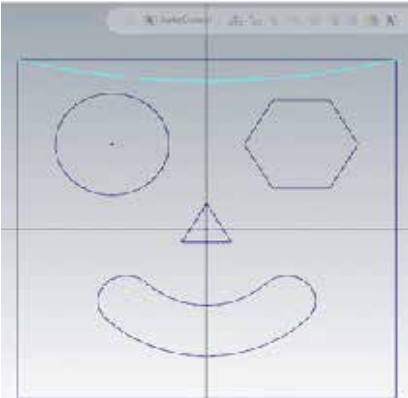
- Klik bidang ---*entities divide* ---*trim*
  - origin --anchor to center -- circle center point --* Klik bidang *trim*
  - entities divide*--- Klik bidang *trim*
  - divide*--- *trim* ---Klik bidang *entities*
  - origin --entities -- circle center point --* Klik bidang *trim*
22. Fungsi menu *Acroos Overlap* pada menu di bawah ini adalah.....



- jarak keluar *tool* dari benda kerja setelah selesai penyayatan
- tool* bergerak bolak balik menyayat benda kerja
- jarak maksimal pergeseran *tool*

- d. jarak awal *tool* dari benda kerja sebelum menyayat
- e. posisi *tool* keluar dari benda kerja saat penyayatan pertama arah melintang.  
Persentase dari diameter *tool*

23. Coba jelaskan langkah membuat garis lengkung pada gambar di bawah ini



- a. *wireframe endpoint arc arc*
- b. *entities divide---* Klik bidang *trim*.
- c. *wireframe-- circle center point -enter the center point*
- d. *wireframe-- arc endpoint.-enter the center point*
- e. *wireframe arc arc endpoint.*

24. Pahat bubut di bawah ini mempunyai kegunaan untuk



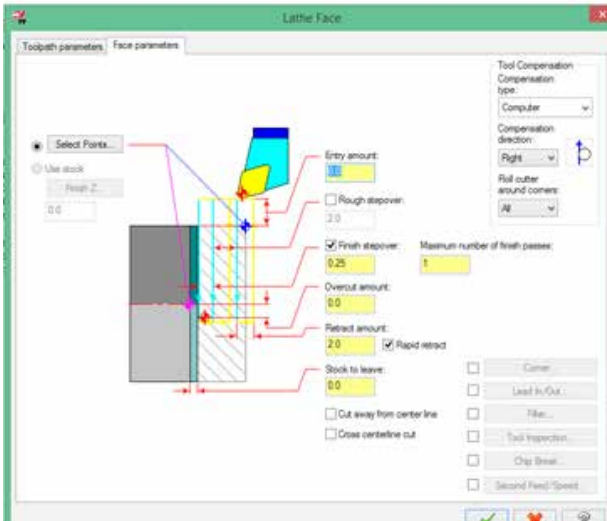
- a. Pemakanan kasar posisi kiri
- b. Pemakanan kasar posisi kanan
- c. Pemakanan kasar segala posisi
- d. Pemakanan kasar dan halus kanan
- e. Pamakanan kasar dan halus kiri

25. Pahat di bawah ini digunakan untuk...



T8282 R0.4  
ID FINISH MIN. 20. DIA...

- a. Pemakanan kasar posisi kiri
  - b. Pemakanan halus Pembuatan *External Roughing*
  - c. Pemakanan halus pembuatan *Internal Finishing*
  - d. Pemakanan halus *External Finishing*
  - e. Pemakanan kasar dan halus kiri
26. Dalam membuat sebuah program mastercam terdapat kode G 20 kode itu mempunyai fungsi
- a. Mengecek kembali titik referensi mesin
  - b. Menonaktifkan jarak batas sumbu
  - c. Pahat kembali ke benda kerja dari titik referensi mesin
  - d. Membatalkan kompensasi pahat
  - e. Input data dalam imperial (inch)
27. Dalam membuat program mastercam terdapat kode M. Kode M 04 mempunyai fungsi
- a. Memanggil program
  - b. Mematikan *coolant*
  - c. Menghidupkan *coolant* bertekanan tinggi
  - d. *Spindle* utama berputar berlawanan arah jarum jam (CCW)
  - e. Menghentikan program CNC sementara
28. Gambar di bawah ini merupakan gambar menu dari *face* parameter. Menu ini terdapat pada proses pengerjaan



- Facing
- Finishing
- Drilling
- Roughing
- Finishing dan Roughing

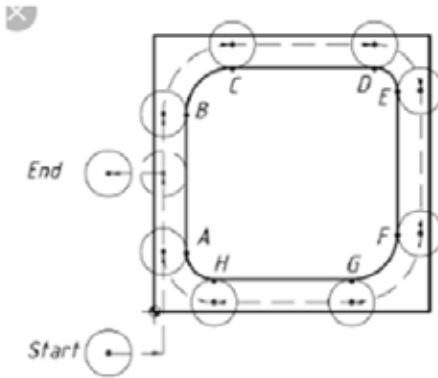
29. Di bawah ini manakah langkah *finishing* yang benar dan tepat

- Finish- Turning- Partial –Setting Semua
- Turning-Finish- Partial –Setting Semua
- Partial –Setting Semua --Turning-Finish
- Properties –Lathe -Turning-Finish- Partial –Setting Semua
- Properties –Lathe-Partial –Setting Semua-- Turning-Finish

30. Di bawah ini langkah *setting* benda kerja yang benar adalah

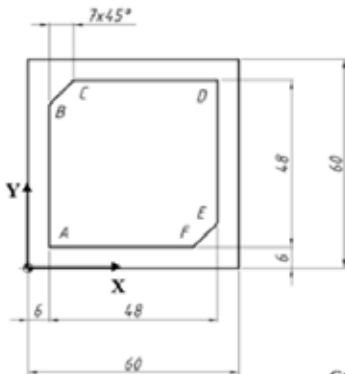
- Machine-- Lathe -- Default --Stock Setup-- Left Spindle Lenght Defined
- Machine-- Stock Setup-- Lathe -- Default -- Left Spindle Lenght Defined
- Machine-- Default -- Left Spindle Lenght Defined --Stock Setup-- Lathe
- Properties –Machine--Lathe -Turning-Finish
- Turning-Finish- Partial –Setting Semua

31. Untuk pemrograman CNC, pergerakan pahat dari titik A menuju titik C, kode yang digunakan adalah ....



- a. G1 dan G2
- b. G1 dan G3
- c. G2 dan G3
- d. G3 dan G4
- e. G3 dan G1

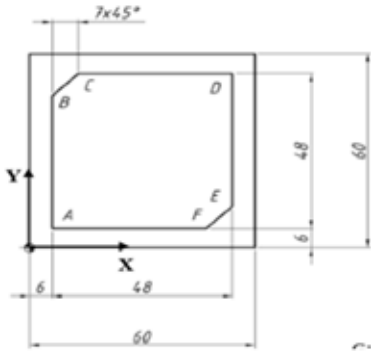
32. Kode program dari titik B menuju titik D adalah ...



- a. G1 X48 Y54 dan G1 X54
- b. G1 X54 Y13 dan G1 X54
- c. G1 X13 Y54 dan G1 X13
- d. G1 X13 Y54 dan G1 X54
- e. G1 X13 Y60 dan G1 X54


33. Titik koordinat pada titik A adalah


PENILAIAN AKHIR  
SEMESTER GENAP





- X0 Y0
- X6 Y6
- X7 Y7
- X48 Y48
- X60 Y60


34. Untuk memilih pemesinan Bubut, ikon yang dipilih adalah ...

- 

Mill
- 


Lathe
- 

Wire
- 

Router
- 

Design

35. Untuk mensimulasikan hasil *toolpath*, ikon yang dipilih adalah ...

- 



36. Perbedaan gambar a dan b adalah ...



- a. a pandangan depan, b pandangan samping
- b. a pandangan atas, b pandangan depan
- c. a pandangan atas, b pandangan kanan
- d. a pandangan bawah, b pandangan depan
- e. a pandangan depan, b pandangan kanan

### B. Essay

1. Tuliskan blok pemrograman G74...
2. Tuliskan rumus mencari  $\delta 2$ ...
3. Tuliskan langkah untuk mengedit *tool* pada menu *toolpath* parameter...
4. Tuliskan Langkah-langkah proses membuat lubang...
5. Tuliskan langkah *setting* nol dari benda kerja...
6. Sebutkan kegunaan dari tombol pada gambar di bawah ini ...



## DAFTAR PUSTAKA

- B. Sentot Wijanarka. 2010. Modul Pemesinan Frais CNC. Yogyakarta : FT UNY  
Wijanarka. 2012. *CAD CAM untuk pemesinan Bubut dan Frais*. Yogyakarta: Cv Budi Utama
- Dwi Rahdiyanta. 2013. *Modul Mesin Bubut CNC*. Yogyakarta: FT Uny  
*Modul Basic Mastercam 2019*. Yogyakarta :PT Unicam Indonesia
- B. Triwahyu Adiwibowo. 2015. *Buku Belajar Mastercam X5*. Yogyakarta
- A. Gunanto, Joko Pramono. 2018. *Teknik Pemesinan NC& CAM*. Yogyakarta: Andi Offset
2013. *CNC PROGRAM MANUAL*. DAEWOO HEAVY INDUSTRIES&MACHINERY LTD  
<https://blog.misumiusa.com/komputer-aided-desain-pt-2-cad-meets-cam/>  
<https://hamidabdillah.wixsite.com/profile/single-post/2017/04/12/SEJARAH-SINGKAT-CAD-KOMPUTER-AIDED-DESAIN>  
<http://indonesian.CNCmachiningprototype.com/sale-8540029-five-axis-CNC-machining-for-Machinery-spare-parts-aluminium-material.html>  
<http://fab.academany.org/2019/labs/berlytech/students/nagi-abdelnour/week%208.html>  
[https://www.sandvik.coromant.com/en-gb/products/coromill\\_plura/pages/solid-carbide-ball-nose-end-mill-for-micro-machining.aspx](https://www.sandvik.coromant.com/en-gb/products/coromill_plura/pages/solid-carbide-ball-nose-end-mill-for-micro-machining.aspx)  
<https://www.harveyperformance.com/in-the-loupe/multiple-uses-chamfer-mill/>  
<https://en.wikipedia.org/wiki/Countersink>  
<https://www.canadianmetalworking.com/canadianindustrialMachinery/article/metalworking/the-art-of-milling>  
<https://kawatlas.jayamanunggal.com/pisau-mesin-bor-dan-fungsinya/>  
<https://Teknikece.com/pisau-frais/>  
<https://www.harveyperformance.com/in-the-loupe/end-mill-anatomy/>  
<https://www.CNCcookbook.com/when-to-use-a-spot-Drill/>  
[https://www.123rf.com/photo\\_78829381\\_the-CNC-milling-Machine-Cutting-the-sample-part-with-the-flat-endmill-in-light-blue-scene-the-Rough-.html](https://www.123rf.com/photo_78829381_the-CNC-milling-Machine-Cutting-the-sample-part-with-the-flat-endmill-in-light-blue-scene-the-Rough-.html)  
<https://www.osgtool.com/>  
<https://stock.adobe.com/ee/images/the-CNC-milling-Machine-Drilling-the-hole-at-the-automotive-parts-the-automotive-parts-manufacturing-process-by-machining-center/276557794>  
[https://www.123rf.com/photo\\_90081297\\_the-center-Drill-tool-on-the-CNC-milling-Machine-in-blue-scene-.html](https://www.123rf.com/photo_90081297_the-center-Drill-tool-on-the-CNC-milling-Machine-in-blue-scene-.html)  
<https://www.stanleyengineeredfastening.com/tools/accessories/spirallock-Thread-milling-Cutters>  
<https://www.mastercam.dk/docs/hsmpp/Strategy3DContour.html>  
<https://mlc-cad.com/mastercam/mastercam-add-ons/proDrill/>  
<https://www.moldmakingtechnology.com/articles/a-strategy-for-better-mold-finishes>  
<https://www.industr.com/en/CNC-software-releases-mastercam-2338065>  
<https://www.pluralsight.com/courses/mastercam-introduction-basics>  
<https://www.solidprofessor.com/tutorials/mastercam>  
<https://belajarmachining.blogspot.com>  
<http://laserCuttingspecialists.com>  
<https://mae.ufl.edu/desainlab/Advanced%20Manufakturing/CNC%20Lathe%20>

[Resources.htm](#)

<https://suryaputra2009.wordpress.com/2012/01/30/program-pion-CNC-tu2a/StaffNew.Uny.ac.id>

<http://jaiz-blogblokan.blogspot.com>

<https://oneCNC.net/id/products/products-overview/lathe> (5 Des:11.30 WIB)

<http://malahayati.ac.id/?p=18627>

<http://gurutarom.blogspot.com/2012/07/pelajaran-1-CNC-pengenalan-perangkat.html>

## GLOSARIUM

<i>Komputer Aided Manufacturing (CAM)</i>	: Proses Perencanaan Manufaktur Menggunakan Komputer
<i>Milling</i>	: Mesin <i>Frais</i>
<i>Ikon</i>	: Simbol
<i>Cutter</i>	: Alat Potong Pada Mesin <i>Frais</i>
<i>Endmill</i>	: Salah Satu Jenis <i>Cutter</i> .
<i>Cutting speed</i>	: Kecepatan Pemotongan
<i>Spindel speed</i>	: Kecepatan Putaran <i>Spindel</i>
<i>Roughing</i>	: Proses Pengkasaran
<i>Finishing</i>	: Proses Penyelesaian Akhir
<i>Rectangle</i>	: Kotak
<i>Wireframe</i>	: Rangkaian Garis Target
<i>Spot Drill</i>	: Bor Titik. Untuk Mencegah Ujung Mata Bor Bergeser Dari Titik Pengeboran
<i>Dril</i>	: Pengeboran
<i>Depth</i>	: Kedalaman Akhir Dari Proses Pemesinan
<i>Helix bore</i>	: Membuat Lubang Dengan <i>Tool</i> Bergerak Secara Helix
<i>Facing</i>	: Proses Penyayatan Permukaan
<i>Pocketing</i>	: Kantong/Kolam
<i>Contour</i>	: Garis <i>Tool</i> bergerak mengikuti garis yang dipilih
<i>Toolpath</i>	: Pergerakan Alat Potong
<i>Tool</i>	: Alat Potong
<i>Area Roughing</i>	: Daerah Yang Akan Diproses Pemesinan Pengkasaran
<i>Area Finishing</i>	: Daerah Yang Akan Diproses Pemesinan Pengerjaan <i>Finishing</i>
<i>Bounding box</i>	: Membuat Benda Kerja Awal Berupa Kotak
<i>Wall stock</i>	: Ketebalan Dinding Yang Disisakan Dari Ukuran Yang Dituju
<i>Floor stock</i>	: Ketebalan Lantai Yang Disisakan Dari Ukuran Yang Dituju
<i>Max Rough step</i>	: Kedalaman Maksimal <i>Tool</i> Dalam Satu <i>Step</i>
<i>Lead in/out</i>	: Salah Satu <i>Style</i> Gerak Masuk <i>Tool</i> Ke Benda Kerja
<i>Machining</i>	: Proses Pemesinan
<i>Backplot</i>	: garis lintasan pahat
<i>Swansoft</i>	: Salah Satu Brand Aplikasi Simulasi Mesin CNC
<i>Simulatro</i>	: Simulasi
<i>Transfer</i>	: Proses Pemindahan
<i>G-Kode</i>	: Kode Pemrograman Untuk Proses CNC <i>Machine</i>
<i>Internal</i>	: Proses Pengerjaan Dalam
<i>External</i>	: Proses Pengerjaan Luar

### BIODATA PENULIS 1

Nama Lengkap : Caesar Ever Anggriawan, S.Pd, Gr.  
Alamat : Jl . Argomoyo 23. Rt 01 Rw 13,  
Kel. Barenglor, Kec.Klaten Utara,  
Kab. Klaten, Prov. Jawa Tengah  
Telepon/ Wa : 085729253556  
Email : rickycaesar1@gmail.com  
Alamat Sekolah : SMK MUHAMMADIYAH 1 Klaten Utara  
Kompetensi keahlian : Teknik Pemesinan  
Riwayat Pendidikan  
1. SDN 3 Barenglor Klaten lulus(2004)  
2. SMPN 4 Klaten Lulus(2007)  
3. SMA Muhammadiyah 1 Klaten Utara Lulus(2010)  
4. UNY (Universitas Negeri Yogyakarta) Lulus (2015)  
5. Pofesi Guru (PPG) Universitas Negeri Yogyakarta(2018)



#### Riwayat Pekerjaan

1. Guru SMK MUHAMMADIYAH 1 Klaten Utara 2017- sekarang

Judul Buku dan Tahun Terbit 10 tahun terakhir

**BIODATA PENULIS****BIODATA PENULIS 2**

Nama Lengkap : Dhamas Faisal Hakim, ST. Gr.  
Tempat Tanggal Lahir : Klaten 24 Februari 1984  
Alamat : Bendo, Kel. Buntalan,  
Kec. Klaten Tengah,  
Kab. Klaten. Prov. Jawa Tengah  
Telepon/ Wa : 083865436996  
Email : dfhak1m@gmail.com  
Alamat Sekolah/ Ngajar : SMK MUHAMMADIYAH 1 Klaten Utara  
Kompetensi keahlian : Teknik Pemesinan

**Riwayat Pendidikan**

1. SD Muhammadiyah Tonggalan Klaten lulus(1995)
2. SMPN 3 Klaten Lulus(1998)
3. SMA Muhammadiyah 1 Klaten Lulus(2001)
4. Universitas Muhammadiyah Surakarta Lulus (2008)
5. Pofesi Guru(PPG) Universitas Sebelas Maret (2019)

**Riwayat Pekerjaan**

1. CV Tri Murti Nusantara, Pondok Cabe, Jakarta 2009
2. Guru SMK MUHAMMADIYAH 1 Klaten Utara 2012-sekarang

**Judul Buku dan Tahun Terbit 10 tahun terakhir**

1. Teknik Pemesinan NC/ CNC Dan CAM, Quantum Book, 2019



**SMK BISA-HEBAT**  
SIAP KERJA • SANTUN • MANDIRI • KREATIF