

## TUGAS AKHIR



### ***DESIGN LOGO BRI MENGGUNAKAN APLIKASI MASTERCAM X5 UNTUK MILLING CNC***

Disusun oleh

**Christian Rudolof Lena**

**NIM: 11 003 066**

KEMENTERIAN RISET TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI  
POLITEKNIK NEGERI MANADO  
JURUSAN TEKNIK MESIN  
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
2015

## TUGAS AKHIR



### ***DESIGN LOGO BRI MENGGUNAKAN APLIKASI MASTERCAM X5 UNTUK MILLING CNC***

*Disusun untuk melengkapi salah satu syarat kelulusan Program D-III  
Jurusan Teknik Mesin di Politeknik Negeri Manado*

Disusun oleh

**Christian Rudolof Lena**

**NIM: 11 003 066**

KEMENTERIAN RISET TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI  
JURUSAN TEKNIK MESIN  
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
POLITEKNIK NEGERI MANADO  
2015

**LEMBAR PERSETUJUAN TUGAS AKHIR**

***DESIGN LOGO BRI MENGGUNAKAN APLIKASI  
MASTERCAM X5 UNTUK MILLING CNC***

**TUGAS AKHIR**

Disusun oleh :

**Christian Rudolof Lena**

**NIM: 11 003 066**

Telah disetujui oleh Dosen Pembimbing untuk di pertahankan  
dalam Seminar dan Ujian Tugas Akhir

Dosen Pembimbing,

**Jeditjah N.T.Papia, ST.,PGDip**

**NIP. 19681208 199601 1 001**

## HALAMAN PENGESAHAN

### ***DESIGN LOGO BRI MENGGUNAKAN APLIKASI MASTERCAM X5 UNTUK MILLING CNC***

TUGAS AKHIR

Disusun oleh :

**Christian Rudolof Lena**  
**NIM: 11 003 066**

Telah dipertahankan dalam Seminar dan Ujian Tugas Akhir  
di depan Tim Penguji Pada tanggal 7 , September 2015  
dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Di sahkan oleh :

Koordinator Panitia TA,

Pembimbing,

**Nici Pinangkaan,ST.,MT**  
**NIP. 19621123 198803 1 001**

**Jeditjah N.T. Papia, ST.,PGDip**  
**NIP. 19681208 199601 1 001**

Mengetahui,

Menyetujui,

Kepala Program Studi,

Ketua Jurusan Teknik Mesin,

**Ivonne F. Y. Polii, ST., MT.**  
**NIP. 19750608 200012 2 001**

**Jedithjah N. T. Papia, ST., PGDip.**  
**NIP. 19600724 199011 1 001**

## **HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR**

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Christian R.Lena  
NIM : 11 003 066  
Konsentrasi : Teknik Produksi  
Jurusan : Teknik Mesin

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa Tugas Akhir yang saya susun ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambilalihan tulisan orang lain. Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa keseluruhan Tugas Akhir ini hasil karya orang lain yang saya gunakan secara tidak sah, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Manado, 7 September 2015

Yang menyatakan,



Christian R.Lena

## **HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik Politeknik Negeri Manado,  
saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Christian R.Lena  
NIM : 11 003 066  
Program Studi : Teknik Produksi  
Jurusan : Teknik Mesin  
Jenis Karya : Tugas Akhir

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Politeknik Negeri Manado **Hak Bebas Royalti Noneksklusif** (*Non-exclusive Royalty-Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul : **DESIGN LOGO BRI MENGGUNAKAN APLIKASI MASTERCAM X5 UNTUK MILLING CNC**

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Politeknik Negeri Manado berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Manado  
Pada tanggal : 7 September 2015

Yang menyatakan

( Christian R.Lena )

## KATA PENGANTAR

Puji dan Syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Kuasa, atas berkat dan karunia-Nya sehingga Tugas Akhir ini dapat diselesaikan oleh penulis, meskipun banyak kendala yang telah penulis hadapi mulai dari persiapan hingga penyelesaian Tugas Akhir ini.

Penyusunan Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat dalam penyelesaian pendidikan jenjang Diploma 3 pada program studi Teknik Mesin Politeknik Negeri Manado, dengan judul **“Design Logo BRI Menggunakan Aplikasi MASTERCAM X5 Untuk Milling CNC”**.

Saya menyadari bahwa tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan Tugas Akhir ini, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini. Oleh karena itu, saya memberikan penghargaan setinggi tingginya dengan ucapan terima kasih kepada :

1. Ir. Jemmy J. Rangan, MT, selaku Direktur Politeknik Negeri Manado;
2. Jedithjah N.T.Papia, ST.PGDip, selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin dan Pembimbing Tugas Akhir
3. Ivonne F. Y. Polii, ST., MT, selaku Kepala Program Studi D3 Teknik Mesin;
4. Nico Pinangkaan ST,.MT, selaku Koordinator Panitia Tugas Akhir;
5. Kedua orang tua yang telah memberikan bantuan berupa dukungan material dan moral
6. Anak dan isteri tercinta yang selalu memberikan semangat;
7. Keluarga besar MPA MARABUNTA yang selalu memberi motivasi;
8. Teman-teman seperjuangan yang telah banyak membantu dalam menyelesaikan tugas akhir ini;

Akhir kata, Dengan segala keterbatasan, saya selaku penulis menyadari bahwa penulisan Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan, harapan dari saya semoga Tugas Akhir ini dapat memberi tambahan wawasan pengetahuan bagi civitas akademik Politeknik Negeri Manado.

Manado, 7 September 2015

Penulis,

## ABSTRAK

**Christian R.Lena:** “Design Logo BRI Menggunakan Aplikasi *MASTERCAM X5* Untuk *Milling CNC*”, di bimbing oleh Jeditjah N.T.Papia, ST., PGDip

Bagi industri kecil dan menengah mesin *CNC* merupakan pendukung dalam proses manufaktur yang dapat menghasilkan produk yang berkualitas, dan dalam waktu yang singkat. Dalam menjalankan mesin *CNC* di butuhkan operator yang handal dan mengusai mesin. Metodologi proses *Design* menggunakan software *MasterCam X5* yang menghasilkan *kode G*. Penggunaan mesin *CNC* untuk proses perencanaan permesinan dan pembentukan lintasan pahat dan waktu pemesinan membutuhkan serangkaian program *NC*, untuk mengurangi waktu pembuatan program dan menghindari kesalahan dalam penggunaan memori mesin yang minimum maka digunakan software *Mastercam X5* dengan proses pengerjaan simulasi mesin *milling*.

**Kata kunci:** *MasterCam X5*



## DAFTAR ISI

LEMBAR SAMBUNG .....	-
LEMBAR JUDUL .....	i
LEMBAR PERSETUJUAN TUGAS AKHIR.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN .....	iii
PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR.....	iv
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR ...	v
MOTTO .....	vi
ABSTRAK .....	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1.LatarBelakang.....	1
1.2.RumusanMasalah.....	2
1.3.Tujuan.....	2
1.4. Batasan Masalah .....	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. <i>CAD/CAM</i> .....	3
2.2. <i>MasterCam</i> .....	3
2.3. Mesin <i>CNC</i> .....	5

2.3.1 Gerakan Sumbu Utama Mesin CNC.....	6
2.3.2 Pemrograman Absolut.....	6
2.3.3 Pemrograman Relatif ( <i>Inkremental</i> ).....	7
2.3.4 Pemrograman <i>NC</i> .....	8
2.3.5 Konstruksi Program <i>NC</i> .....	9
2.3.6 Kode G ( <i>G-Code</i> ) dan Fungsinya.....	10
2.3.7 Kode Fungsi M dan Artinya.....	11
 BAB III DATA TEKNIS	
3.1. <i>MasterCam X5</i> .....	12
 BAB IV PEMBAHASAN	
4.1 <i>Design</i> Logo B.R.I Dengan Program <i>MasterCam X5</i> .....	13
4.2 <i>Operation Manager</i> .....	24
4.3 Simulasi <i>Machine</i> .....	30
 BAB V PENUTUP	
5.1. Kesimpulan.....	27
5.2. Saran.....	27
DAFTAR PUSTAKA.....	28
LAMPIRAN.....	29

## **DAFTAR TABEL**

Tabel 4.1, Langkah-langkah pembuatan Filtrasi

Tabel 4.2 Perakitan alat filtrasi

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Tampilan software Mastercam x5.....	5
Gambar 2.2 Sistem Persumbuan Mesin CNC.....	13
Gambar 2.3 Pengukuran Metode <i>Absolut</i> .....	13
Gambar 2.4 Pengukuran metode <i>inkremental</i> .....	13
Gambar 2.5 Kode G dan fungsinya .....	14
Gambar 4.1 <i>Graphics Window</i> .....	13
Gambar 4.2 <i>Line Endpoint</i> .....	13
Gambar 4.3 Persegi 200x200.....	14
Gambar 4.4 Persegi 180x180.....	14
Gambar 4.5 Persegi 140x140.....	15
Gambar 4.6 <i>Icon Radius</i> .....	15
Gambar 4.7 <i>R20</i> .....	16
Gambar 4.8 <i>Icon Radius</i> .....	16
Gambar 4.9 <i>R10</i> .....	17
Gambar 4.10 <i>Line Pararel</i> .....	17
Gambar 4.11 Angka 90 pada <i>Ribbon Bar</i> .....	18
Gambar 4.12 Garis 180.....	18
Gambar 4.13 Garis bantu tepat di tengah.....	18
Gambar 4.14 <i>Line Endpoint</i> .....	19
Gambar 4.15 <i>Garis Silang</i> .....	19
Gambar 4.16 <i>Icon Trim</i> .....	19
Gambar 4.17 Hasil garis yang di potong.....	20
Gambar 4.18 <i>After radius</i> .....	20
Gambar 4.19 <i>Before radius (R15)</i> .....	21
Gambar 4.20 Garis bantu ( <i>Endpoint</i> ).....	21
Gambar 4.21 <i>Before radius (R15)</i> .....	22

Gambar 4.22 Garis Bantu / <i>After Radius</i> .....	22
Gambar 4.23 <i>Before</i> radius (R15).....	23
Gambar 4.24 Hasil akhir setelah garis di potong.....	23
Gambar 4.25 Setting dimensi benda kerja.....	24
Gambar 4.26 Stock setup.....	24
Gambar 4.27 Setting <i>machine type</i> .....	25
Gambar 4.28 <i>Toolpaths &gt; Pocket</i> .....	25
Gambar 4.29 Buat file program.....	26
Gambar 4.30 <i>Chaining</i> .....	26
Gambar 4.31 <i>Setting toll dan calculate speed</i> .....	27
Gambar 4.32 <i>Setting roughing</i> .....	28
Gambar 4.33 <i>Setting depth cuts</i> .....	28
Gambar 4.34 <i>Setting linking parameter</i> .....	29
Gambar 4.35 <i>Mensimulasi Machine</i> .....	30
Gambar 4.36 <i>Before running</i> .....	30
Gambar 4.37 <i>After running</i> .....	30



## **DAFTAR LAMPIRAN**

Gambar 1. Hasil simulasi bagian pertama.....	29
Gambar 2. Hasil simulasi bagian kedua.....	29
Gambar 3. Hasil simulasi bagian ketiga.....	29
Gambar 4. Hasil akhir.....	29

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi berkembang sangat pesat, termasuk di bidang industri dan multimedia. Dengan kecanggihan teknologi tersebut dewasa ini dikembangkan komputer yang diaplikasikan ke dalam mesin-mesin perkakas yang dikenal dengan mesin *CNC (Computer Numerically Controlled)*. Selain itu juga banyak ditemukan software-software yang bermanfaat untuk dunia industri, misalnya *AutoCAD, MasterCAM, CATIA, Solid Work*, dan masih banyak lagi yang lainnya. Perkembangan proses produksi saat ini yang demikian pesat menuntut pemakaian teknologi untuk mengoptimalkan laju produksi. Pemakaian teknologi bertujuan agar semua proses produksi berjalan secara otomatis untuk mencapai efisiensi dan produktifitas yang tinggi.

Mesin *CNC* dapat diartikan sebagai suatu teknik operasi otomatis yang diterjemahkan melalui instruksi kode-kode tertentu yang dapat dimengerti dan dijalankan oleh mesin. Kelebihan dari mesin *CNC* ini adalah dapat menyediakan basis untuk proses dan sistem manufaktur otomatis untuk masa yang akan datang. Itulah salah satu alasan yang menyebabkan semakin banyaknya industri manufaktur yang menggunakan mesin *CNC*. Dengan penggunaan mesin *CNC* yang optimal yang diiringi dengan perencanaan proses yang tepat, akan menghasilkan berbagai bentuk produk seperti yang direncanakan.

Dalam suatu proses pemesinan dengan menggunakan mesin *CNC*, program *NC* merupakan hal yang paling utama. Untuk pembuatan benda kerja yang rumit dibutuhkan serangkaian program *NC* yang panjang. Semakin rumit benda kerja yang dibuat, maka semakin panjang program *NC* yang dibutuhkan. Hal ini terjadi karena banyaknya pengulangan-pengulangan program *NC* yang dilakukan.



## **1.2. Perumusan Masalah**

Dengan melihat latar belakang masalah tersebut maka penulis menitik beratkan pada proses *Design* Logo BRI menggunakan aplikasi *MasterCam X5*

## **1.3. Tujuan**

Untuk dapat mengetahui langkah mendesign Logo BRI dengan aplikasi *MasterCam X5* pada mesin *CNC*

## **1.4. Batasan Masalah**

Mengingat begitu luasnya permasalahan yang ada pada desain logo BRI menggunakan aplikasi *MasterCam X5* ini maka pokok permasalahan yang akan penulis bahas dibatasi pada "Tahap-tahap mendesign logo BRI menggunakan aplikasi *MasterCam X5*"

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1. CAD/CAM**

Seorang operator mesin *CNC* yang akan memasukkan program pada mesin, sebelumnya harus sudah memahami gambar kerja dari komponen yang akan dibuat pada mesin tersebut. Gambar kerja biasanya dibuat dengan cara manual atau dengan computer menggunakan program *CAD* (*Computer Aided Design*). Seiring dengan kemajuan teknologi di bidang computer, maka telah dikembangkan suatu software yang berisi aplikasi gambar teknik dengan *CAD* yang sudah dapat diminta untuk menampilkan program untuk dikerjakan dengan mesin *CNC*. Aplikasi program tersebut dikenal dengan sebutan *CAM* (*Computer Aided Manufacturing*). *Software CAM* pada umumnya dibuat oleh pabrik yang membuat mesin *CNC* dengan tujuan untuk mengoptimalkan kinerja mesin *CNC* yang diproduksinya.

Dengan menggunakan *software CAM*, seorang operator cukup membuat gambar kerja dari benda yang akan dibuat dengan mesin *CNC* pada *PC*. Hasil gambar kerja dapat dieksekusi secara simulasi untuk melihat pelaksanaan pengerjaan benda kerja di mesin *CNC* melalui layar monitor. Apabila terdapat kekurangan atau kekeliruan, maka dapat diperbaiki tanpa harus kehilangan bahan. Jika hasil eksekusi simulasi sudah sesuai dengan yang diharapkan, maka program dilanjutkan dengan eksekusi program mesin. Program mesin yang sudah jadi dapat langsung dikirim ke mesin *CNC* melalui jaringan atau kabel atau ditransfer melalui media rekam ( *Kuspriyanto & Hari Seputro*).

#### **2.2. MasterCam**

*Mastercam* merupakan sebuah *software CAD/CAM* untuk aplikasi proses gambar, milling dan turning. Dalam pemakaiannya, ketiga proses tersebut tampil terpisah pada masing-masing layar dengan bentuk/fungsi main menu yang khas. Secara umum bentuk perintah yang dapat digunakan pada setiap melakukan

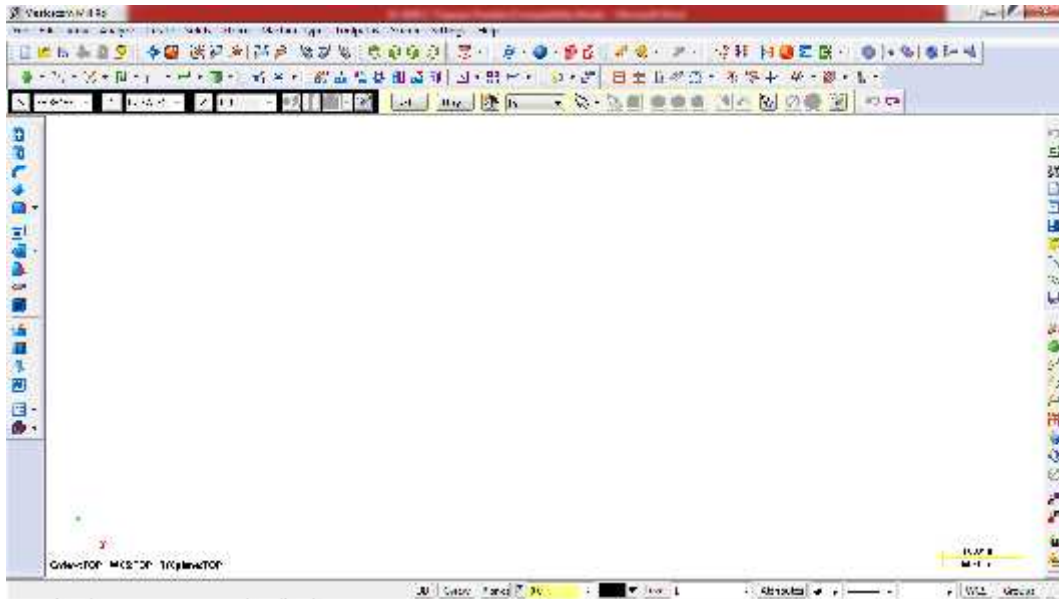
proses design, manufaktur hingga perolehan *NC* terdiri *icon toolbar* dan main menu.

Mendesain sebuah Gambar dapat dilakukan dengan 2D dan 3D yang datanya berbentuk tipe file *MCX*.

*Mastercam* dapat juga membaca data design dari *software* lain seperti : *AutoCAD (\*.dxf)*, *Solid Works*, *ACIS Solid*, *Parasolid*, dan *Solid Edge*. Kemudahan melakukan perancangan proses manufaktur hingga memperoleh *kode-G* terhadap suatu design adalah tanpa keharusan untuk pindah dari layar 3D. Pengaturan *toolpath* yang efisien karena penyimpangan, memodifikasi parameter permesinan dan *Verify* (simulasi) berada pada satu tempat sehingga dengan cepat dapat mengeditnya. Kemampuan *parameter toolpath* untuk *surface finish parallel*, *surface finish contour*, dengan pengerjaan permesinan 2D dan 3D adalah mulai dari bentuk sederhana sampai yang kompleks ([www.Mastercam.com](http://www.Mastercam.com)). Adapun keistimewaan dari parameter-parameter tersebut seperti penjelasan berikut:

- Metode pemotongan menggunakan *toolpaths Surface finish* parallel dengan kecepatan tinggi meliputi *zig-zag*, *one way*, diakhiri *finishing*.
- *Finishing* dengan menggunakan *Surface finish Contour* dan memilih tool yang kecil untuk membersihkan material dari pemotongan sebelumnya.

*Mastercam* dapat diatur pemotongan awal pada berbagai permukaan berbentuk *solid* secara *roughing* (kasar) dan diakhiri dengan *finishing* (penghalusan). Untuk mempermudah dalam penilaian kebenaran gerak simulasi pemotongan dapat dilakukan *verify* sedangkan untuk memperoleh *NC-generating* dapat dipilih bentuk format keluarannya melalui option : *Operation manager post (post processor)* sesuai mesin yang dipergunakan.



Gambar 2.1 Tampilan *software Mastercam x5*

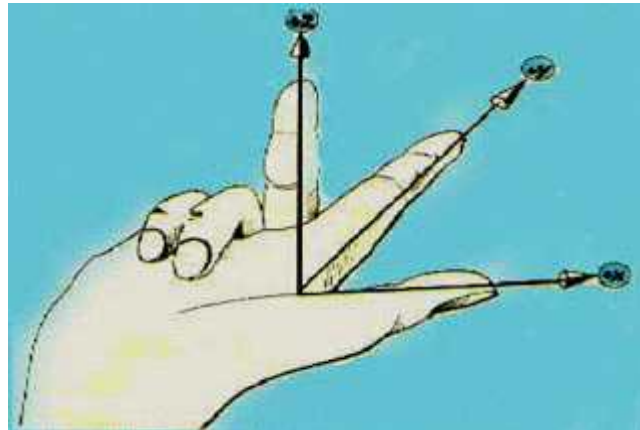
### 2.3. Mesin CNC

Awal lahirnya mesin *CNC (Computer Numerically Controlled)* bermula dari tahun 1952 yang dikembangkan oleh *John Parson* dari *Institut Teknologi Massachusetts*, atas nama Angkatan Udara Amerika Serikat. Semula perangkat mesin *CNC* memerlukan biaya yang tinggi dan volume unit pengendali yang besar. Pada tahun 1973, mesin *CNC* masih sangat mahal sehingga masih sedikit perusahaan yang mempunyai keberanian dalam memelopori investasi dalam teknologi ini. Dari tahun 1975, produksi mesin *CNC* mulai berkembang pesat. Perkembangan ini dipacu oleh perkembangan mikroprosesor, sehingga volume unit pengendali dapat lebih ringkas. Dewasa ini penggunaan mesin *CNC* hampir terdapat di segala bidang. Dari bidang pendidikan dan riset yang mempergunakan alat-alat demikian dihasilkan berbagai hasil penelitian yang bermanfaat yang tidak terasa sudah banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari masyarakat banyak (*Kuspriyanto & Hari Saputro*).

#### 2.3.1 Gerakan Sumbu Utama Mesin CNC

Sistem persumbuan pada mesin *CNC* diatur berdasarkan standar *ISO 841* dan *DIN 66217*. Untuk berbagai macam mesin, sistem penentuan sumbunya

mengikuti kaidah tangan kanan. Telapak tangan kanan pada posisi menghadap ke atas, Jari tengah diatur arahnya tegak lurus bidang telapak tangan, jari telunjuk searah dengan telapak tangan, sedangkan ibu jari diatur tegak lurus dengan telunjuk dan sebidang dengan telapak tangan.(*Tim Fakultas Teknik*).



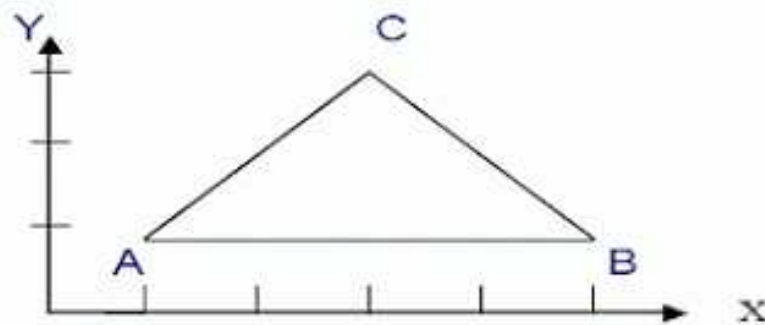
Gambar 2.2 Sistem Persumbuan Mesin CNC

Sumber: *Wirawan Sumbodo*

### 2.3.2 Pemrograman *Absolut*

Pemrograman *absolut* adalah pemrograman yang dalam menentukan titik koordinatnya selalu mengacu pada titik nol benda kerja. Kedudukan titik dalam benda kerja selalu berawal dari titik nol sebagai acuan pengukurannya. Sebagai titik referensi benda kerja letak titik nol sendiri ditentukan berdasarkan bentuk benda kerja dan keefektifan program yang akan dibuat. Penentuan titik nol mengacu pada titik nol benda kerja. Pada pemrograman benda kerja yang rumit, melalui *kode G* tertentu titik nol benda kerja bisa dipindah sesuai kebutuhan untuk memudahkan pemrograman dan untuk menghindari kesalahan pengukuran. Pemrograman absolut dikenal juga dengan sistem pemrograman mutlak, di mana pergerakan alat potong mengacu pada titik nol benda kerja. Kelebihan dari sistem ini bila terjadi kesalahan pemrograman hanya berdampak pada titik yang bersangkutan, sehingga lebih mudah dalam melakukan koreksi. Berikut ini contoh pengukuran dengan menggunakan metode absolut (*Wirawan Sumbodo*).

Titik	Koordinat Absolut (X , Y)
A	(1, 1)
B	(5, 1)
C	(3, 3)



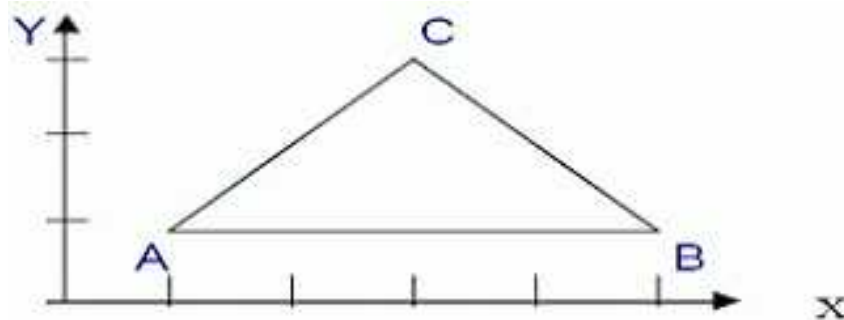
Gambar 2.3 Pengukuran Metode Absolut

Sumber: *Wirawan Sumbodo*

### 2.3.3 Pemrogramman Relatif (*Inkremental*)

Pemrogramman *Inkremental* adalah pemrogramman yang pengukuran lintasannya selalu mengacu pada titik akhir dari suatu pengukuran. Titik akhir suatu lintasan merupakan titik awal untuk pengukuran lintasan berikutnya atau penentuan koordinatnya berdasarkan pada perubahan panjang pada sumbu (X) dan perubahan panjang lintasan sumbu (Y). Titik nol benda kerja mengacu pada titik nol sebagai titik referensi awal, letak titik nol benda kerja ditentukan berdasarkan bentuk benda kerja dan keefektifan program yang akan dibuatnya. Penentuan titik koordinat berikutnya mengacu pada titik akhir suatu lintasan. Sistem pemrogramman inkremental dikenal juga dengan sistem pemrogramman berantai atau relative koordinat. Penentuan pergerakan alat potong dari titik satu ke titik berikutnya mengacu pada titik pemberhentian terakhir alat potong. Penentuan titik setahap demi setahap. Kelemahan dari sistem pemrogramman ini, bila terjadi kesalahan dalam penentuan titik koordinat, penyimpangannya akan semakin besar. Berikut ini contoh dari pengukuran incremental (*Wirawan Sumbodo*).

Titik	Koordinat Inkremental ( $?X, ?Y$ )
A	(1, 1)
B	(4, 0)
C	(-2, 2)



Gambar 2.4 Pengukuran metode inkremental

Sumber: *Wirawan Sumbodo*

### 2.3.4 Pemrograman NC

Dalam pengoperasian mesin perkakas *CNC*, karena program merupakan perangkat lunak pengendali yang mengatur jalannya proses pemesinan suatu produk pada mesin perkakas *CNC*. Fungsi tersebut menyebabkan program *NC* juga sangat menentukan kualitas geometri produk yang dihasilkan. Program *NC* mempunyai sifat sangat spesifik dan khusus, artinya bahwa sebuah program *NC*, dibuat khusus hanya untuk pembuatan produk dengan bentuk dan ukuran (*geometri*) tertentu. Jika ingin membuat produk lain dengan bentuk dan ukuran yang berbeda, harus dibuat program *NC* baru yang khusus untuk mengerjakan produk baru tersebut. Program *NC* bersifat spesifik mempunyai pengertian bahwa program diperuntukkan hanya untuk mesin dengan jenis tertentu dan system kontrol yang tertentu pula. Untuk mesin dengan jenis yang berbeda, misalnya Mesin Frais dengan Mesin Bubut program *NC*-nya akan berbeda.

Program *NC* sebenarnya merupakan urutan dari sejumlah perintah logis, yang disusun dalam bentuk kode-kode perintah yang dimengerti oleh unit kontrol mesin

(*machine control unit*). Kode-kode perintah yang tersusun dalam urutan sedemikian rupa tersebut, secara keseluruhan merupakan satu kebulatan perintah dalam rangka pembuatan suatu produk pada suatu mesin perkakas *CNC*.

Program *NC* juga merupakan urutan sejumlah *block* yang dimulai dengan suatu *block program start* dan diakhiri dengan *blok program end*. Setiap *block* terdiri atas sejumlah *word*. Setiap *block* digunakan aturan urutan *word* yang tetap, yang dimulai dengan *sequence word*. Dalam kebanyakan hal programmer dapat secara bebas menuliskan urutan wordnya. Bahasa manual yang digunakan pada sistem kontrol mesin-mesin *NC* pada umumnya berorientasi pada *kode International Standart Organization (ISO)* dan *kode Electrical Industries Assosiation (EIA)*. Dua *word* yang terpenting dalam bahasa manual ini adalah *word* dengan *kode G* dan *kode M*, sehingga sering kali bahasa manual ini dinamakan bahasa *kode G* dan cara pemogramannya dinamakan *G Code Program*.

*Word* dengan *kode G* dinamakan fungsi persiapan perintah gerakan pahat (*preparatory function*) karena *word* tersebut berkaitan persiapan perintah gerakan pahat (pahat relatif terhadap benda kerja). *Word* dengan *kode M* disebut sebagai fungsi tambahan sebab berhubungan dengan perintah-perintah untuk berbagai fungsi mesin *NC*. Suatu program *NC*, dilihat dari segi struktur isinya terdiri dari tiga bagian utama, yaitu bagian pembuka, bagian isi, dan bagian penutup. Bagian pembuka selalu terletak pada bagian awal program, bagian isi terletak pada bagian tengah, dan bagian penutup terletak pada bagianakhir program (*Widarto* ).

### **2.3.5 Konstruksi Program NC**

Program *CNC* adalah sejumlah urutan perintah logis yang disusun dengan kode-kode huruf dan angka yang bisa dimengerti oleh unit kontrol mesin. Program *CNC* dibuat khusus untuk suatu mesin tertentu dan untuk pembuatan produk tertentu. Secara umum, program *NC* memiliki konstruksi tertentu, yaitu kode atau perintah pendahuluan, dan perintah pembantu. Perintah pendahuluan umumnya menggunakan *kode G*, sedang perintah pembantu menggunakan fungsi *M*. Program *NC*, selain *kode G* dan *M*, di dalamnya terdiri dari sejumlah kode-kode perintah yang tersusun dalam bentuk kombinasi huruf-huruf tertentu



dan angka. Kode berupa huruf, misalnya *N, G, S, F, H, I, J, T, N, K, D, X, Y, Z*, dan angka 0 sampai 9 disebut adres. Suatu kode huruf yang di belakangnya diikuti angka (kombinasi huruf dan angka) disebut “kata” (word). Gabungan dari beberapa kata disebut “blok”. Blok merupakan gabungan dari beberapa kata yang membentuk satu tahapan perintah, misalnya eretan melintang bergerak lurus sejauh 4 mm mendekati sumbu dengan kecepatan 80 mm/menit. Di dalam sebuah program *CNC* satu tahapan perintah ditulis dalam satu baris, berarti “blok” adalah gabungan beberapa kata yang ditulis dalam satu baris program. Komputer (*unit kontrol*) mesin membaca dan menjalankan program per satu blok, bukan per kata (Widarto).

### 2.3.6 Kode M dan Fungsinya

GRUP	FUNGSI M	ARTI
Grup 0	M03	Spindel utama berputar searah jarum jam
	M04	Spindel utama berputar berlawanan arah jarum jam
	M05	Spindel berhenti berputar
Grup 2	M00	Eksekusi program berhenti sementara
	M17	Sub program berakhir
	M30	Program utama berakhir, pembacaan kembali ke awal program
Grup 3	M08	Cairan pendingin mengalir
	M09	Cairan pendingin berhenti mengalir

Gambar 2.5 Kode M dan artinya  
Sumber: Widarto

### 2.3.7 Kode G (*G-Code*) dan Fungsinya

GRUP	KODE - G	ARTI
Grup 0	G00	Gerak cepat tanpa pemakanan
	G01	Gerak lurus interpolasi dengan pemakanan
	G02	Gerak interpolasi melingkar searah jarum jam
	G03	Gerak interpolasi melingkar berlawanan arah dengan jarum jam
	G84	Siklus pembubutan memanjang dan melintang
	G85	Siklus penguliran
	G86	Siklus Pengaluran
	G87	Siklus pengeboran dengan pemutusan tatal
Grup 1	G96	Kecepatan potong konstan
	G97	Putaran spindel konstan
Grup 2	G94	Kecepatan pemakanan dalam mm per menit
	G95	Kecepatan pemakanan dalam mm per putaran
Grup 3	G53	Pembatalan penetapan titik nol yang pertama dan kedua
	G54	Penetapan titik nol benda kerja yang ke 1
	G55	Penetapan titik nol benda kerja yang ke 2
Grup 4	G92	Perubahan koordinat titik nol benda kerja yang ke 5 dengan penetapan melalui program NC
Grup 5	G55	Pembatalan penetapan titik nol yang ke 3, 4, dan 5
	G56	Pembatalan Penetapan titik nol benda kerja yang ke 3 dan 4
	G57	Penetapan titik nol benda kerja yang ke 3
	G58	Penetapan titik nol benda kerja yang ke 4
	G59	Penetapan titik nol benda kerja yang ke 5
Grup 8	G40	Pembatalan Perintah Kompensasi lintasan perkakas sayat
	G41	Kompensasi lintasan pahat pada sebelah kiri
	G43	Kompensasi lintasan pahat pada sebelah kanan

Gambar 2.6 Fungsi Kode G

## **BAB III**

### **DATA TEKNIS**

#### **3.1 MASTERCAM X5**

- *Stock setup* : X200, Y200, Z30
- *Toolpath* : Pocket
- *Define Tool* : Endmill flat Ø 5 mm
- *Roughing Type* : Constan Overlap Spiral

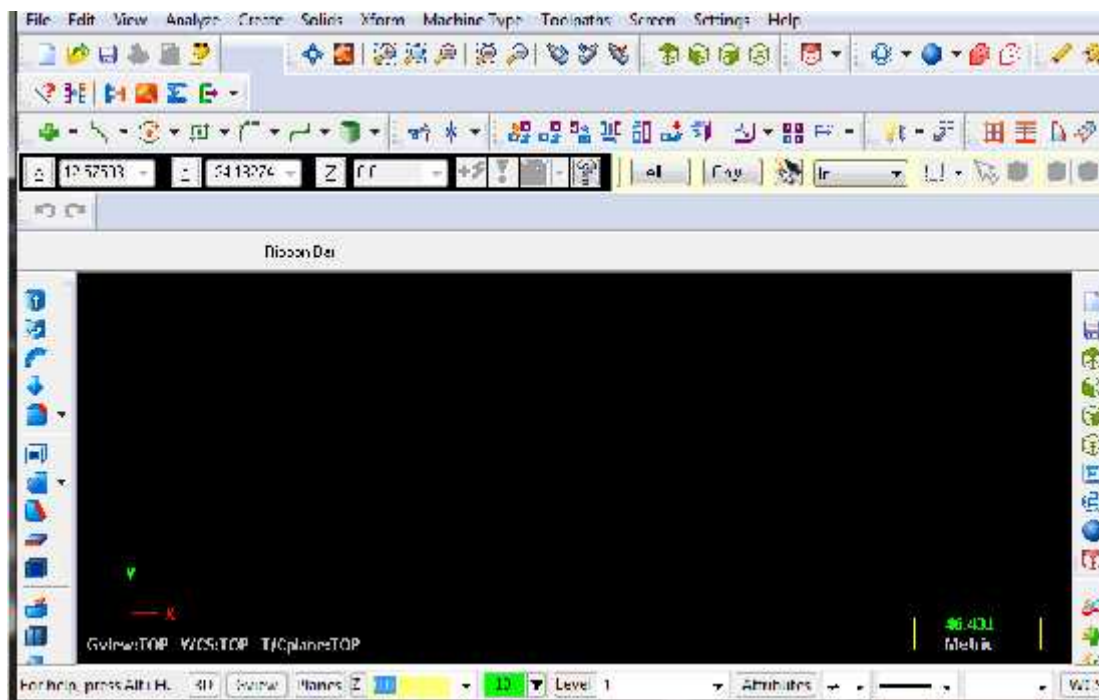
## BAB IV

### PEMBAHASAN

#### IV.1 DESAIN LOGO B.R.I DENGAN PROGRAM *MASTERCAM X5*

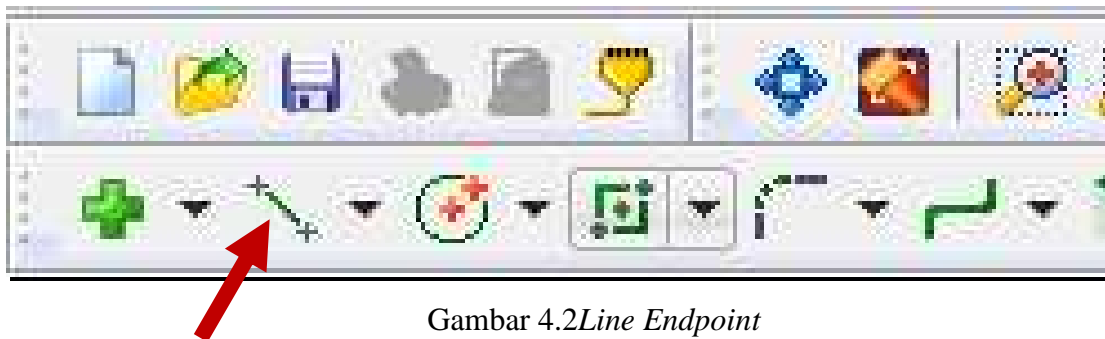
LANGKAH – LANGKAH MENDESIGN DENGAN *MASTERCAM X5*

1. Buka program *mastercam x5*

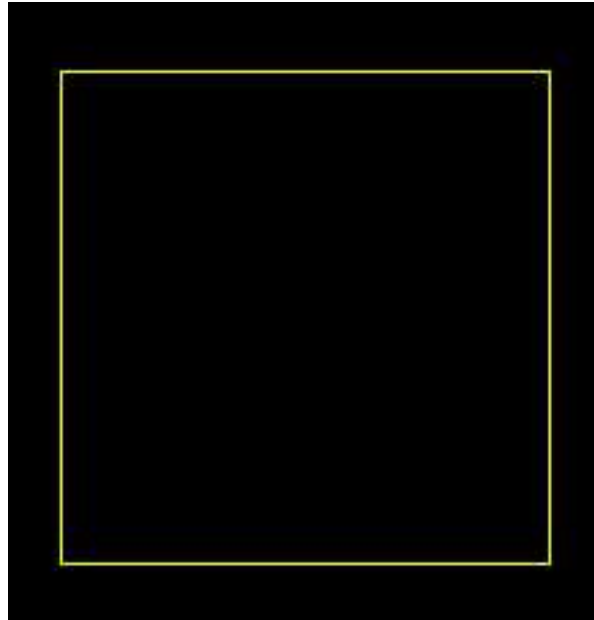


Gambar 4.1 *Window Grapich*

2. Buat persegi ukuran 200x200 mm dengan cara klik *line endpoint*

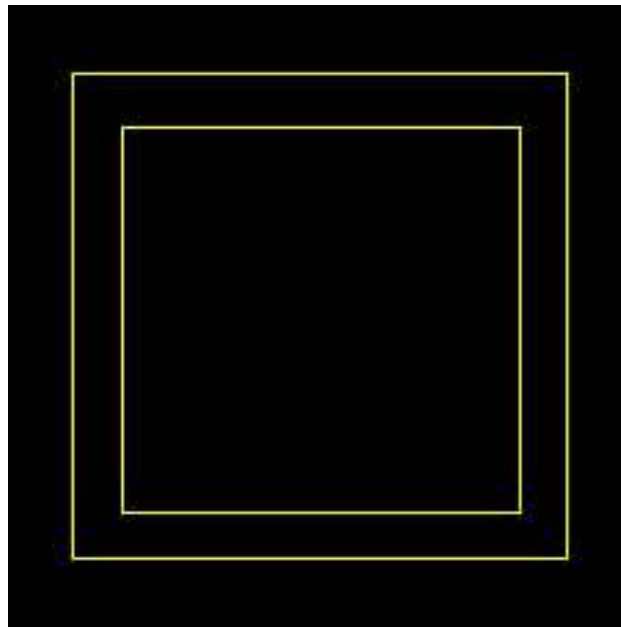


Gambar 4.2 *Line Endpoint*



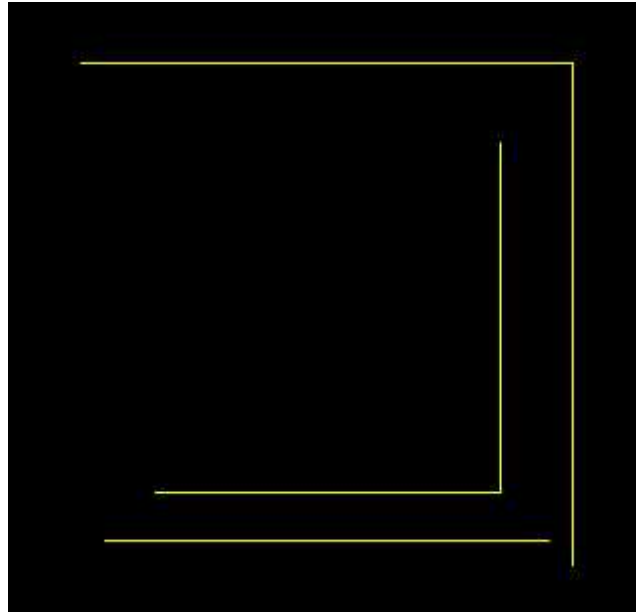
Gambar 4.3 Persegi 200x200

3. Buat persegi lagi di dalamnya ukuran 180x180 mm dengan cara yang sama klik line endpoint



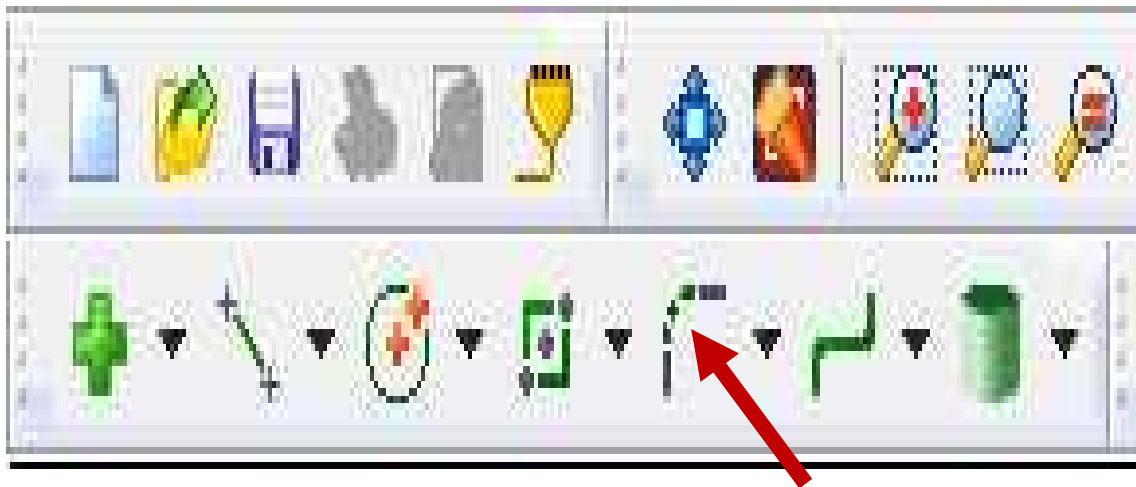
Gambar 4.4 Persegi 180x180

4. Buat lagi persegi di dalamnya dengan ukuran 140x140 mm

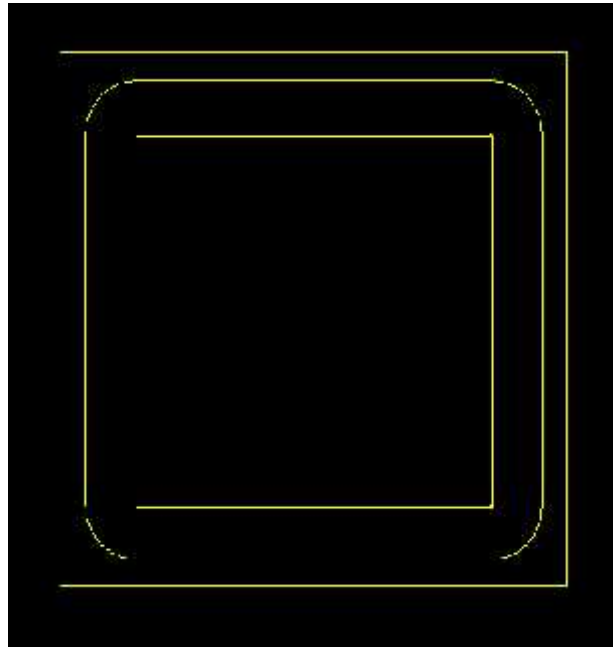


Gambar 4.5 Persegi 140x140

5. Buat radius <R20> pada sudut persegi ukuran 180x180 dengan cara klik *icon fillet entities*

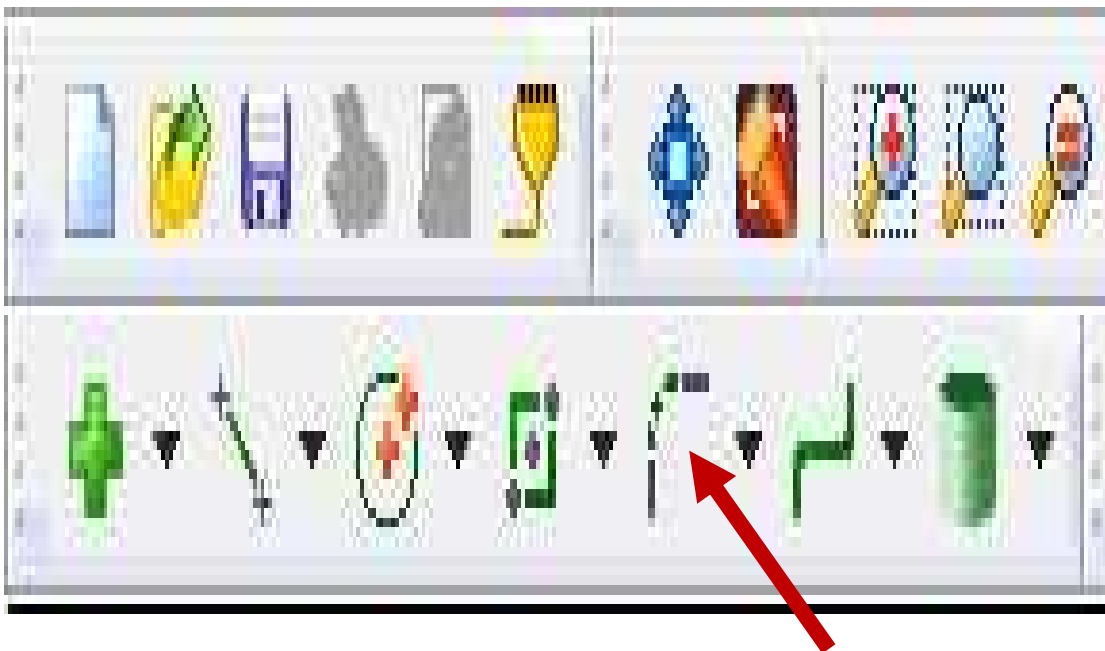


Gambar 4.6 *Icon Radius*

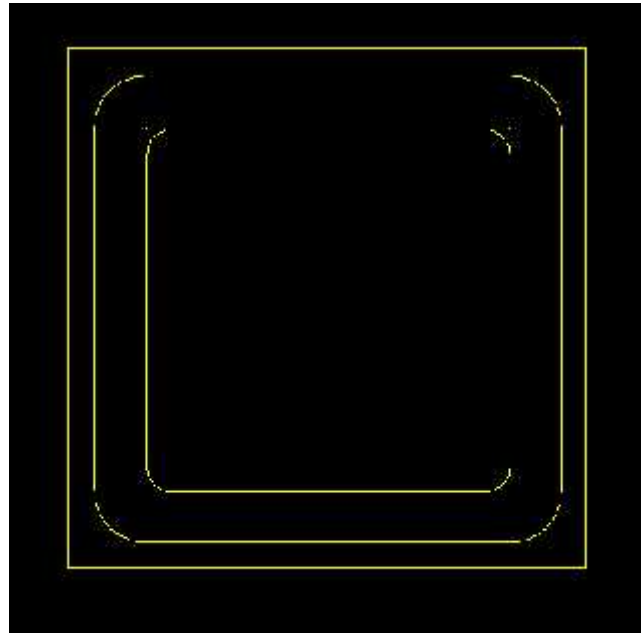


Gambar 4.7R20

6. Kemudian buat radius <R10> pada sudut persegi ukuran 139x139 mm dengan cara klik *fillet entities*

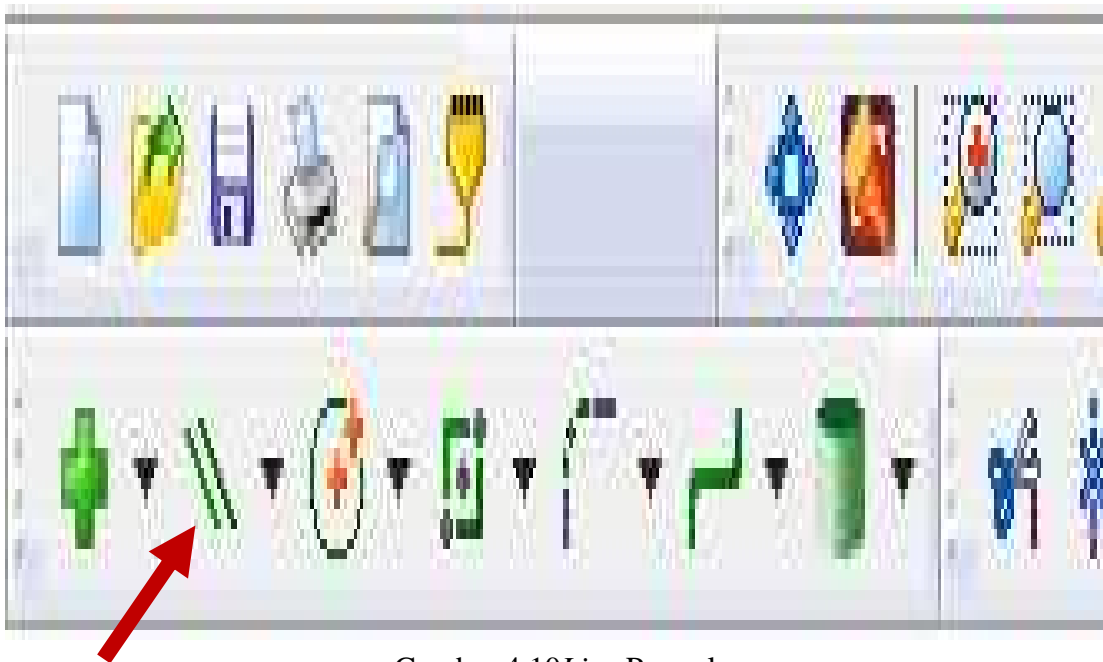


Gambar 4.8Icon Radius



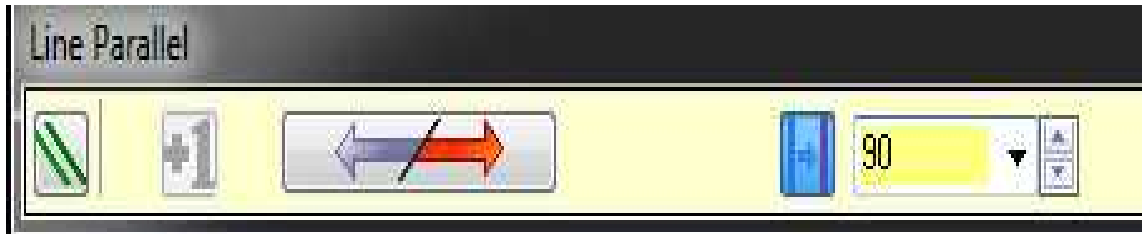
Gambar 4.9R10

7. Selanjutnya buat garis bantu dengan cara klik line parralell > masukan ukuran 90 > klik garis ukuran 180 > klik tepat ditengah persegi .

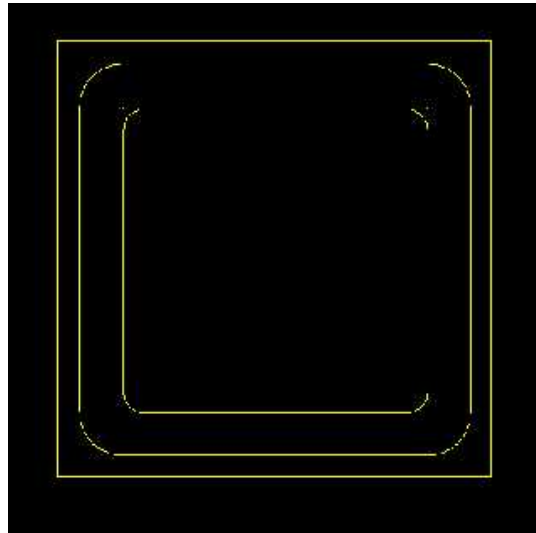


Gambar 4.10Line Pararel

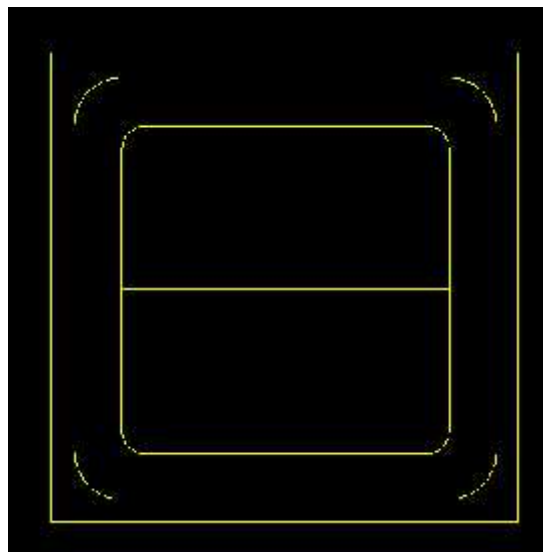




Gambar 4.11 Angka 90 pada *Ribbon Bar*

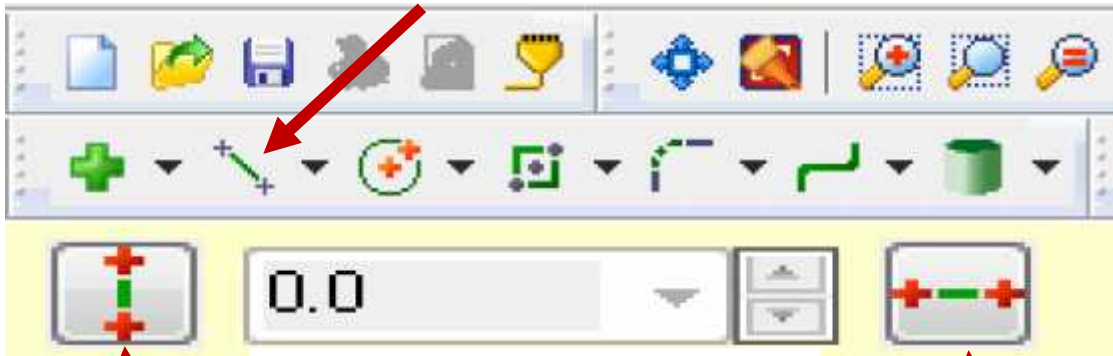


Gambar 4.12Garis 180

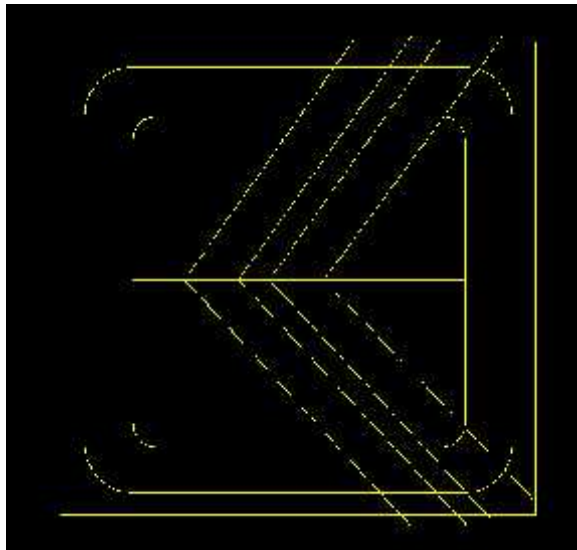


Gambar 4.13 Garis bantu tepat di tengah

8. Buat garis silang, klik *line endpoint* pastikan garis vertical dan horizontal dalam keadaan non aktif, untuk memotong / menghilangkan garis yang tidak di perlukan, klik saja *icon trim*> arahkan cursor pada garis yang akan di potong/hilangkan



Gambar 4.14 *Line Endpoint*

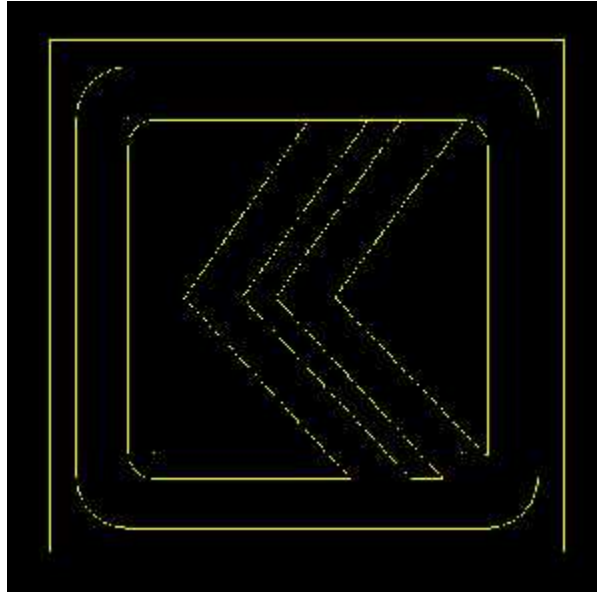


Gambar 4.15 *Garis Silang*



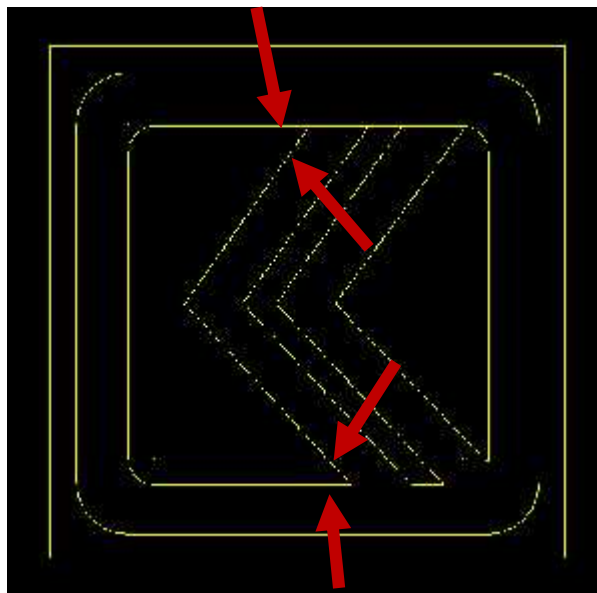
Gambar 4.16 *Icon Trim*

9. Hasilnya akan terlihat seperti gambar di bawah ini ...

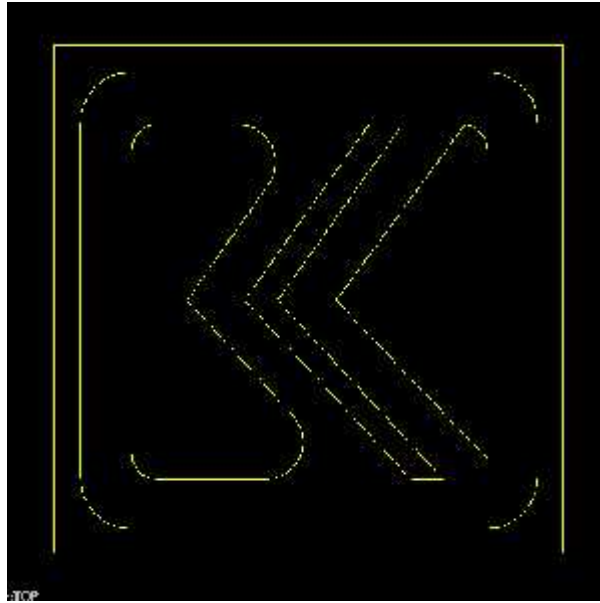


Gambar 4.17 Hasil garis yang di potong

10. Selanjutnya buat radius <R15>pastikan *icon* radius dalam keadaan aktif kemudian klik pada 2 sisi sesuai petunjuk di bawah ini...

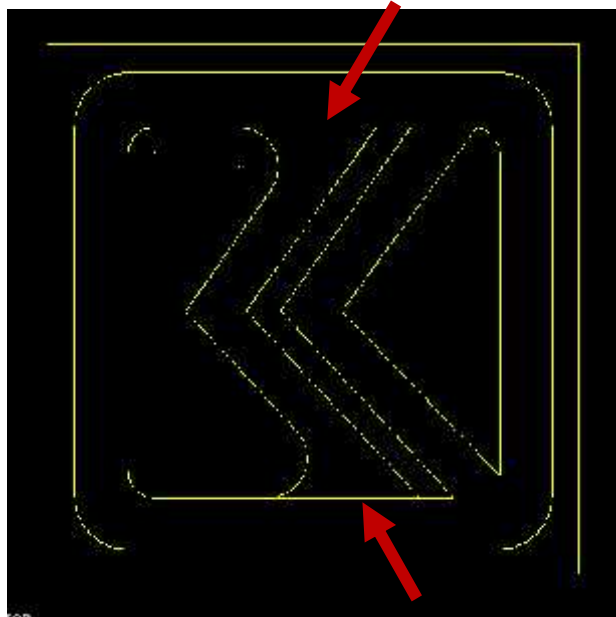


Gambar 4.18 After radius

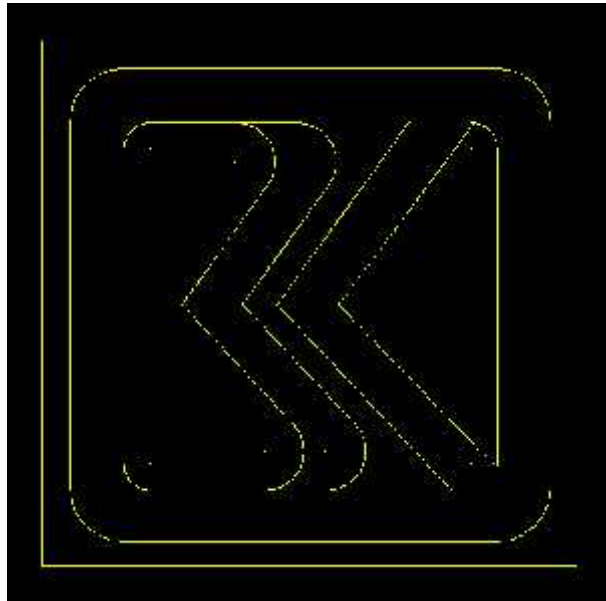


Gambar 4.19 *Before radius (R15)*

11. Buat garis bantu dengan bantuan line endpoint > buat radius <R15> sesuai petunjuk dibawah.....

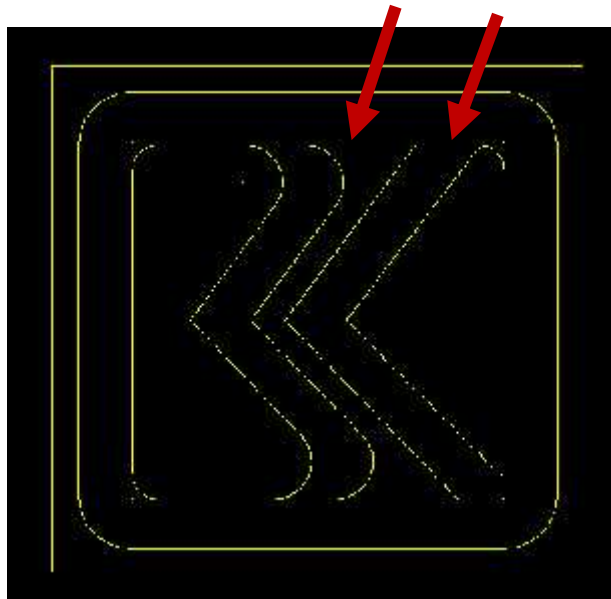


Gambar 4.20 *Garis bantu (Endpoint)*

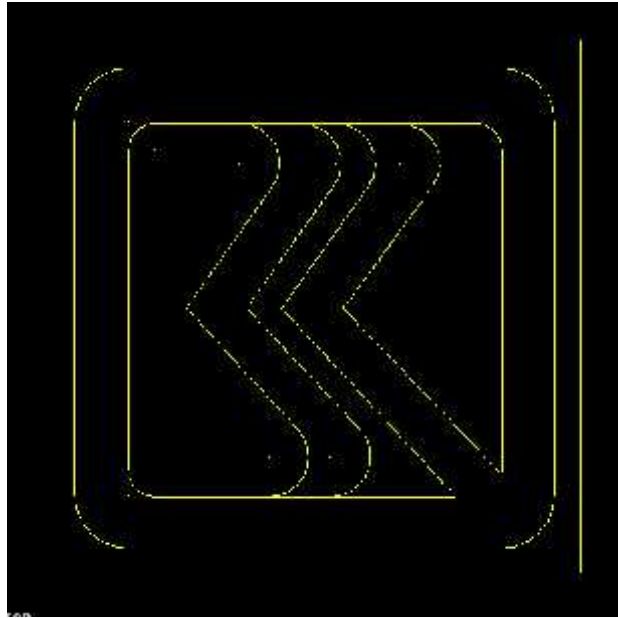


Gambar 4.21 *Before* radius (R15)

12. Selanjutnya buat lagi garis bantu dengan bantuan line endpoint > buat radius <R15> lihat petunjuk di bawah ini....

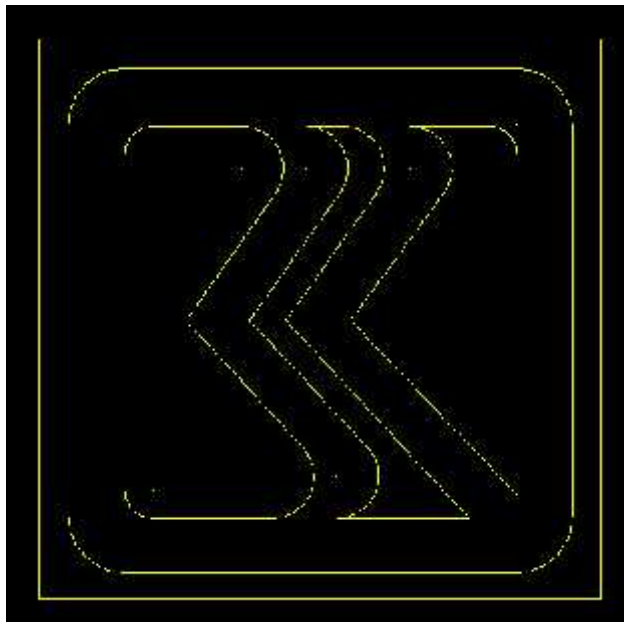


Gambar 4.22 Garis Bantu / *After* Radius



Gambar 4.23 *Before radius (R15)*

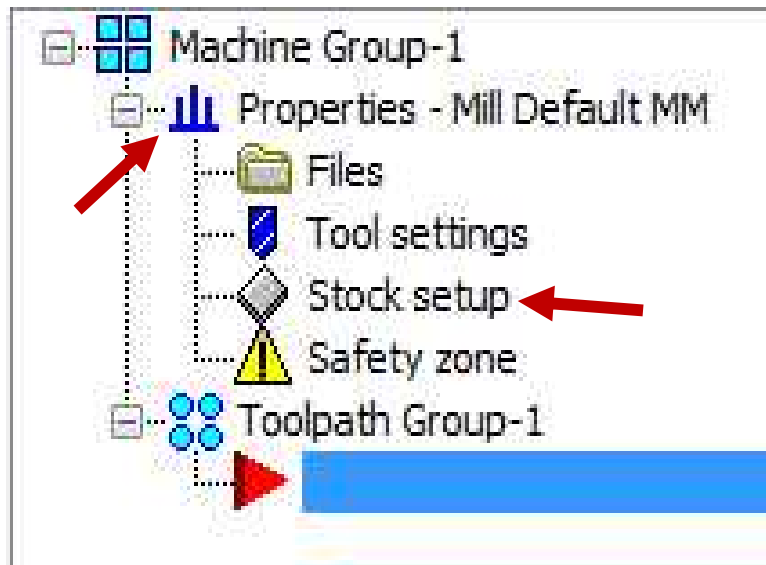
13. Potong/hilangkan garis – garis yang tidak di perlukan menggunakan icon trim dan akan terlihat seperti gambar di bawah ini...



Gambar 4.24 *Hasil akhir setelah garis di potong*

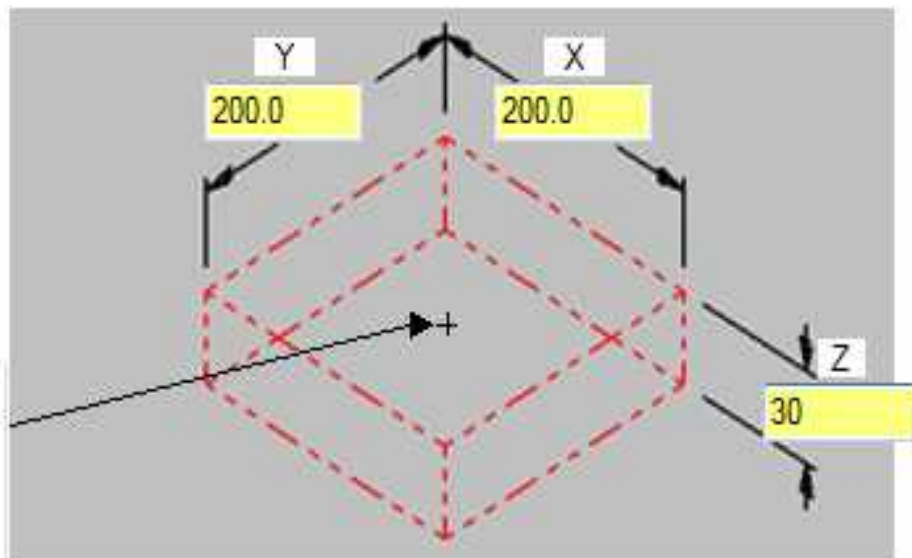
## IV.2 OPERATION MANAGER

1. Selanjutnya setting panjang dan tebal benda kerja dengan cara klik icon *propertis>stock setup*



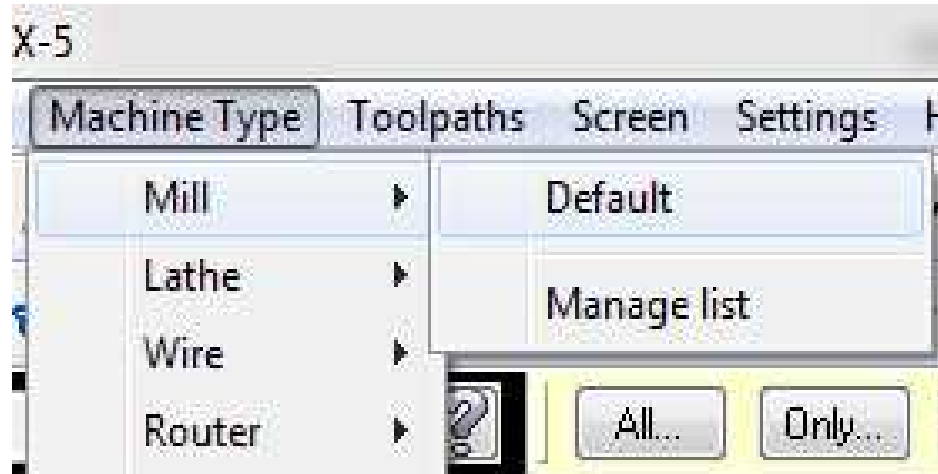
Gambar 4.25 Setting dimensi benda kerja

2. Kemudian akan muncul gambar , selanjutnya masukan angka X200, Y200, Z30 kemudian centang, seperti gambar di bawah ini...



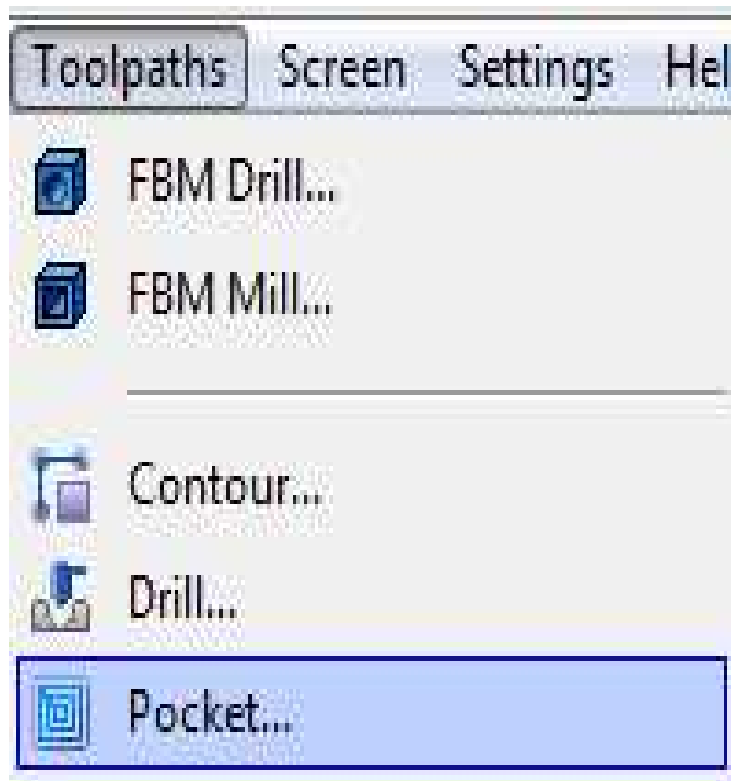
Gambar 4.26 Stock setup

- Langkah selanjutnya akan masuk pada tahap mensimulasi mesin klik icon *machine type* > mill > default



Gambar 4.27 Seting *machine type*

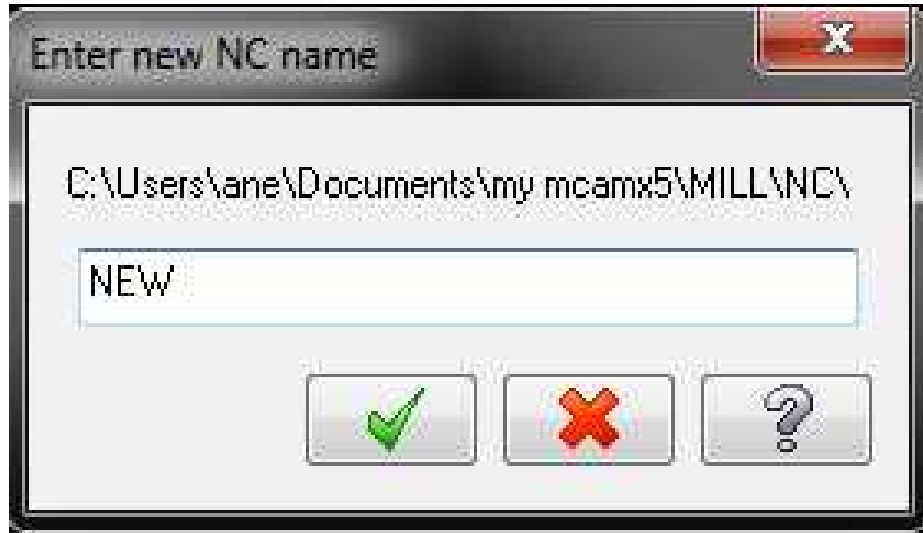
- Klik icon *tollpaths* > pocket



Gambar 4.28 *Toolpaths* > *Pocket*

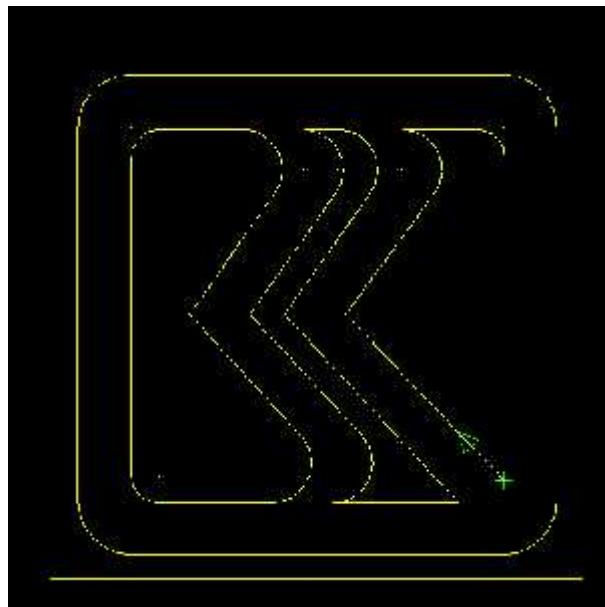


5. Buat file program baru, klik centang ...



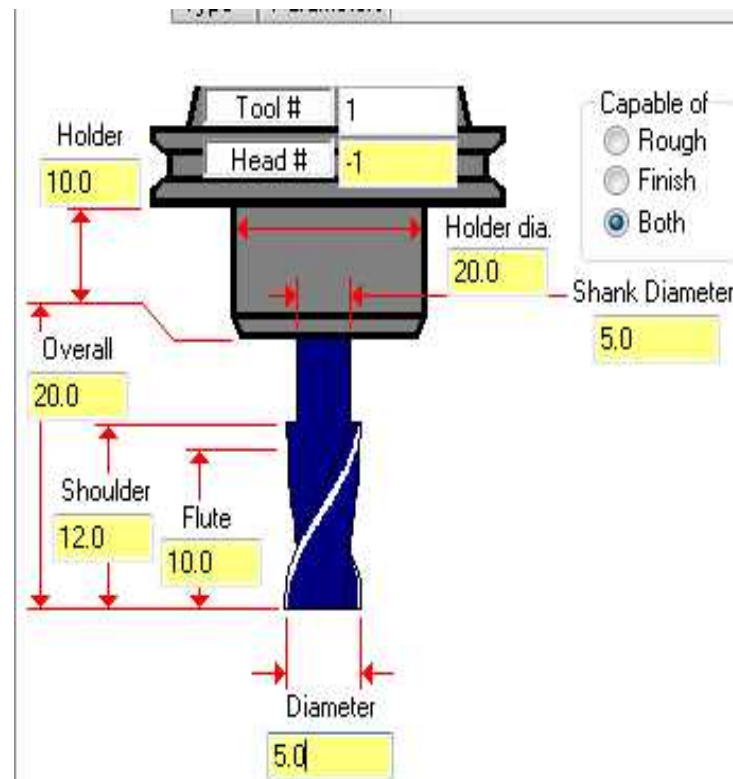
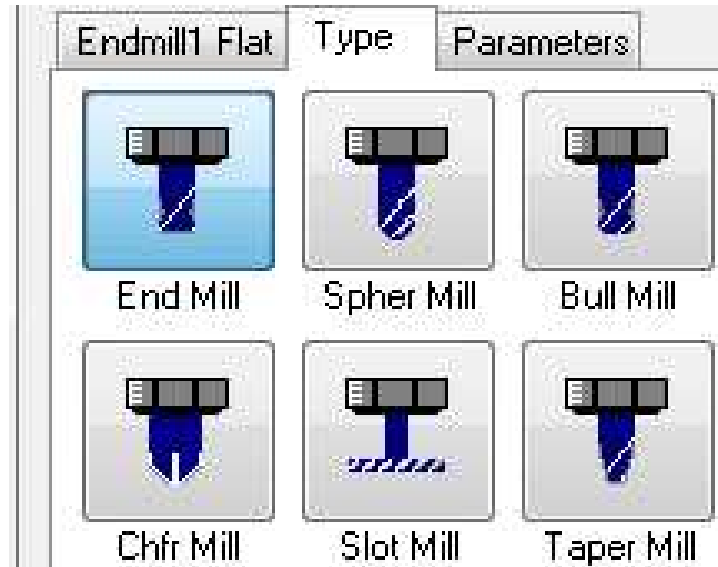
Gambar 4.29 Buat file program

6. Mengatur rangkaian pocket , klik semua garis sampai semua menjadi kuning kemudian di centang



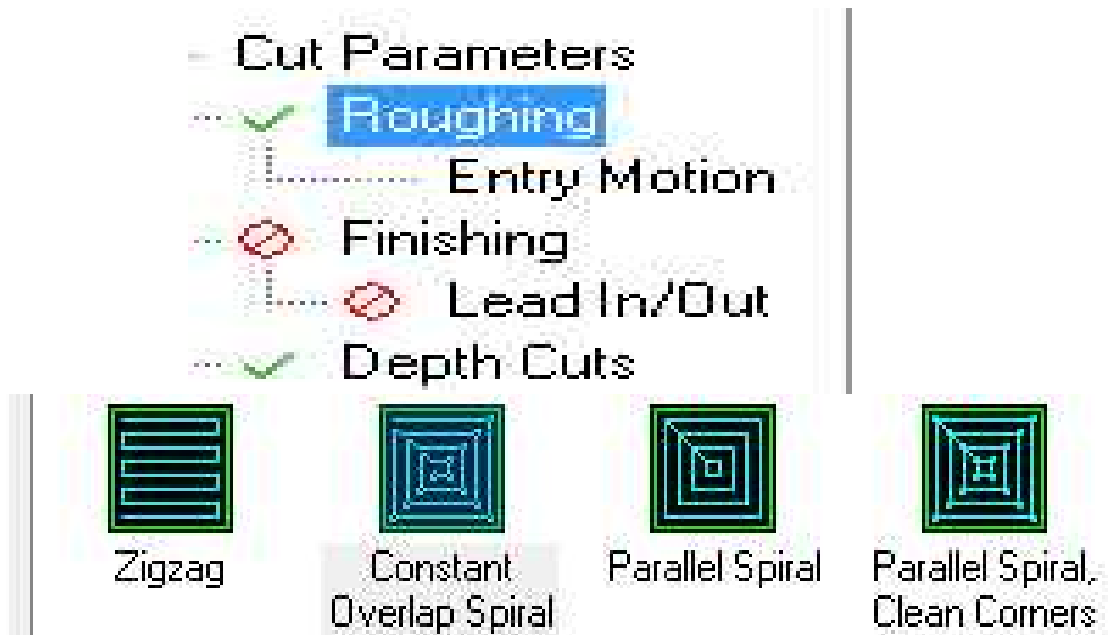
Gambar 4.30 Chaining

7. Setting tool > create new tool > pilih endmill> atur diameter tool 5mm >calculate speed> centang



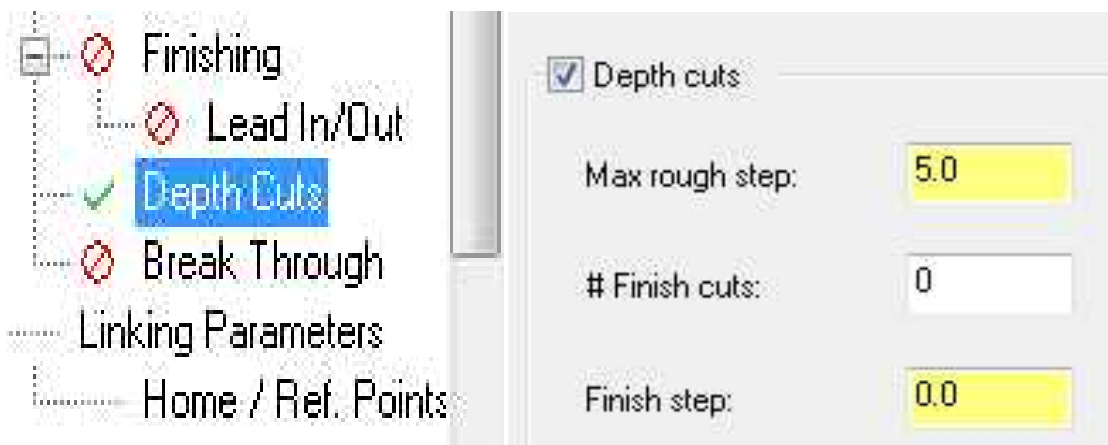
Gambar 4.31 Seting toll dan calculate speed

8. Setting roughing>constan overlap spiral> non aktifkan finishing dan lead in out seperti gambar di bawah ini...



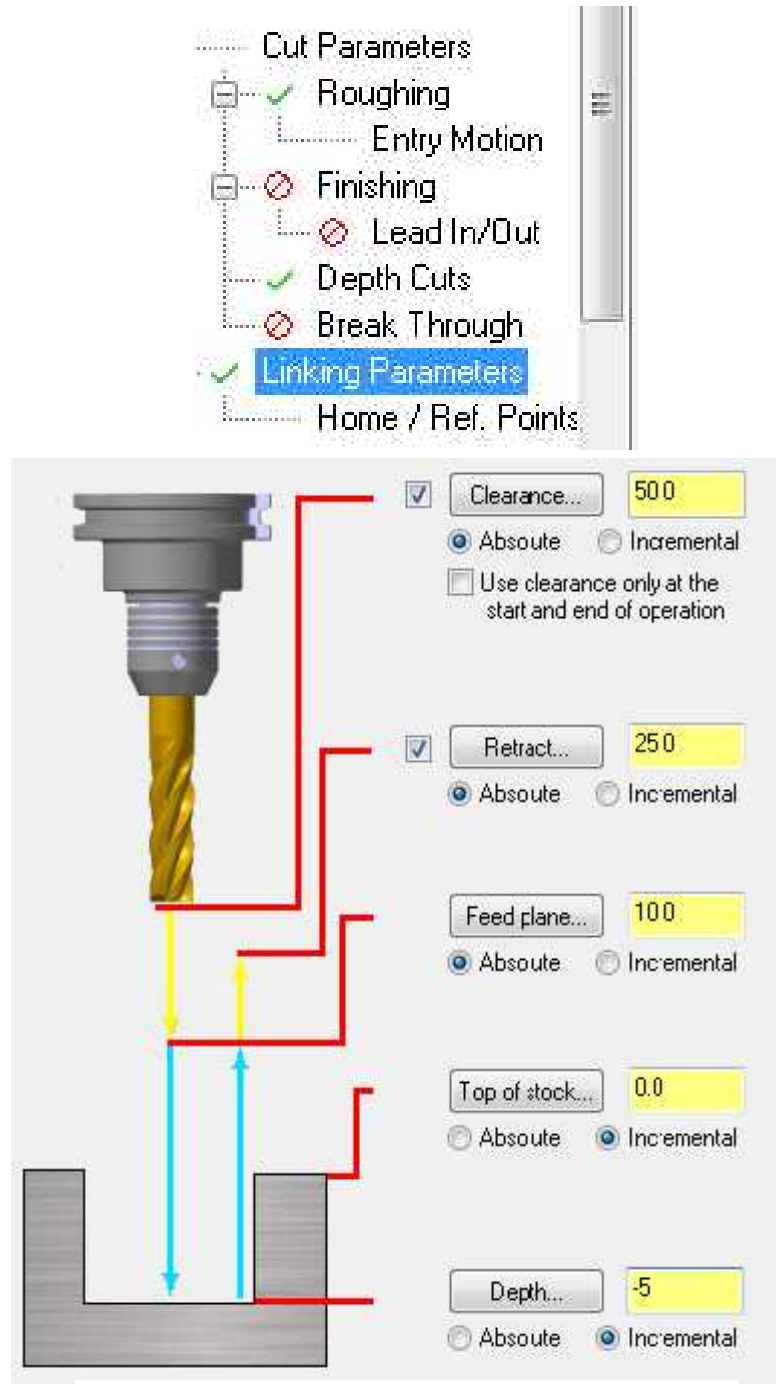
Gambar 4.32 Setting roughing

9. Atur depth cuts>max roughstep 5.0 >finish cut 0 >finish step 0.0 seperti pada gambar di bawah ini...



Gambar 4.33 Setting depth cuts

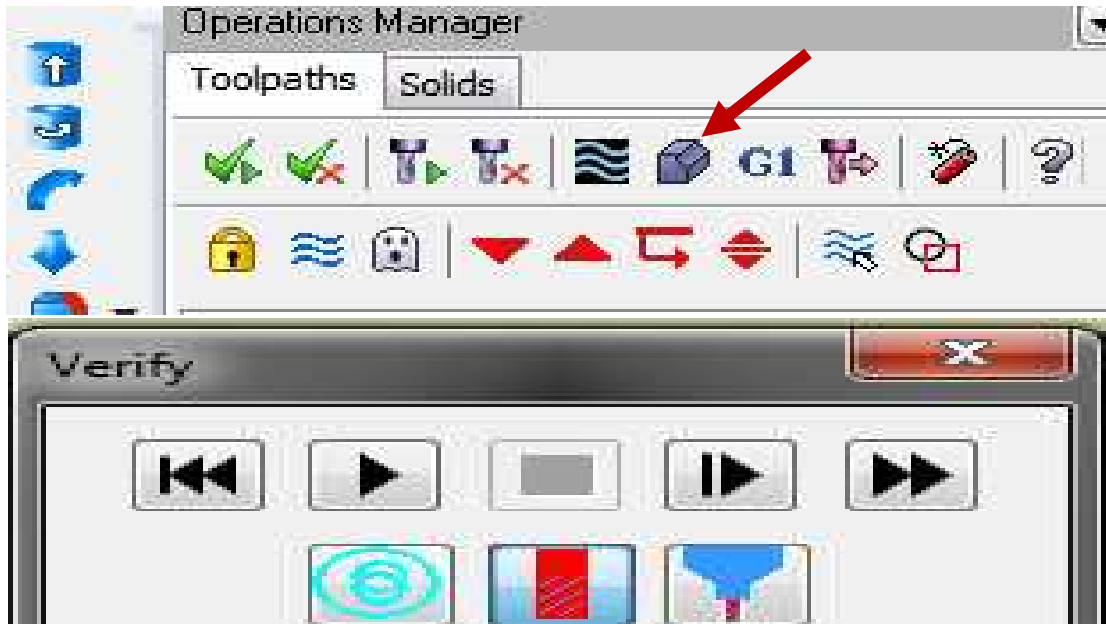
10. Atur *linking parameter* > centang *clearance* pilih *absolute* > centang *retract* pilih *absolute* > *feedplane* pilih *absolute* > *top of stock* pilih *incremental* > atur *depth* -5mm pilih *incremental* > klik centang



Gambar 4.34 Setting linking parameter

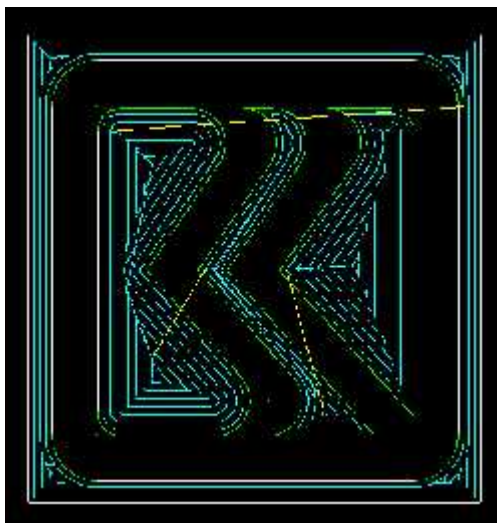
### IV.3 SIMULASI MACHINE

11. Langkah selanjutnya mensimulasi machine, klik icon *verify selected operation*> lalu klik icon *play*> klik centang



Gambar 4.35Mensimulasi *Machine*

12. Hasil akhir benda kerja sebelum dan sesudah *running*



Gambar 4.36Before *running*



Gambar 4.37After *running*

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Dari *Design* logo BRI menggunakan aplikasi *MasterCam X5* maka penulis mengambil kesimpulan sebagai berikut :

- Untuk mendapatkan efisiensi waktu produksi dan hasil yang lebih bagus sangat tergantung dari pemilihan *toolpath* parameters dan cutting method.
- Kode G yang didapat pada software *MasterCam X5* sangat mendukung untuk proses pemesinan dengan menggunakan mesin CNC.

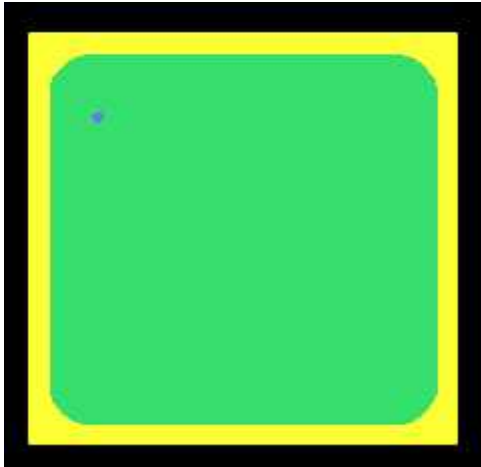
#### 5.2 Saran

- Pada proses *Design* logo BRI menggunakan aplikasi *MasterCam X5*, penulis menyarankan dari bentuk perencanaan yang telah dibuat dalam sebuah simulasi dapat dikembangkan ke proses pengerjaan pemesinan.

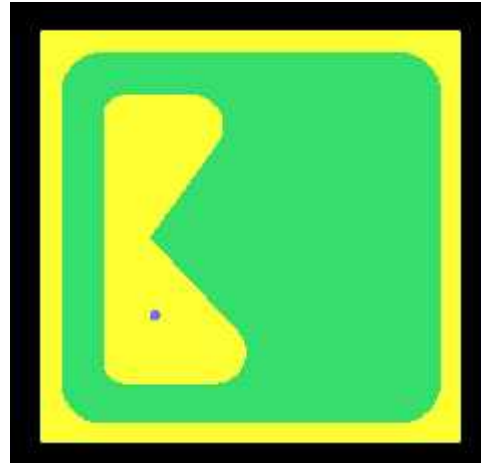
## DaftarPustaka

1. <http://mastercam-user.blogspot.com/2011/11/mengenal-tampilan-mastercam-x.html>.
2. <http://lukman455.blogspot.com/2012/07/mastercam-adalah-sebuah-perangkat-lunak.html>
3. *BalbalelYulius(2014)Pembuatan feed pocket*
4. <http://rachmatstengineering.blogspot.co.id/2011/02/kumpulan-tugas-akhir.html>
5. <http://fauzikecebanget.blogspot.co.id/2013/10/manual-book-mastercam.html>

## LAMPIRAN



Gambar 1. Simulasi bagian pertama



Gambar 2. Simulasi bagian kedua



Gambar 3. Simulasi bagian ketiga



Gambar 4. Hasil akhir



## 2.INPUT DATA LOGO B.R.I MENGGUNAKAN APLIKASI MASTERCAM X5

```

O0000(BANK BRI)
  (DATE=DD-MM-YY - 03-02-15
  TIME=HH:MM - 23:37)
  (MCX FILE - D:\BAHAN
  AJAR\POXI\POXII CNC BANK
  BRI.MCX-5)
  (NC FILE -
  C:\USERS\ANE\DOCUMENTS\MY
  MCAMX5\MILL\NC\BANK
  BRI.NC)
  (MATERIAL - ALUMINUM MM -
  2024)
  ( T1 | | H1 )
N100
N102 G40 G49 G80 G90
N104 T1 M6
N106 G0 G90 G54 X2. Y198.
A0. S1000 M3
N108 G43 H1 Z50.
N110 Z10.
N112 G1 Z-5. F300 N114
X198. F3055.6
N116 Y2.
N118 X2.
N120 Y198.
N122 X4.411 Y195.25
N124 X195.589
N126 X195.25 Y193.75
N128 Y5.25
N130 X195.589 Y4.5
N132 X4.411
N134 X4.75 Y6.
N136 Y194.25
N138 X4.411 Y195.25
N140 X7.411 Y192.25
N142 X23.079 Y193.
N144 X20.827 Y192.75
N146 X20.047 Y192.25
N148 X18.245 Y191.75
N150 X14.445 Y189.25
N152 X11.131 Y186.
N154 X8.354 Y182.
N156 X7.592 Y180.5
N158 X7.047 Y177.
N160 X6.121 Y175.75
N162 X7.75 Y181.5
N164 Y191.25
N166 X7.411 Y192.25
N168 X10.411 Y189.5
N170 X11.997 Y190.
N172 X10.75 Y189.5
N174 X10.411 Y188.25
N176 Y189.5
N178 X10.152 Y179.489
N180 G3 X8. Y170. I19.848
J-9.489
N182 G1 Y96.625
N184 X6.121 Y24.25
N186 X7.047 Y23.
N188 X7.71 Y19.25
N190 X10.134 Y15.25
      N192 X13.282 Y11.75
N194 X16.929 Y9.
N196 X20.391 Y7.25
N198 X22.006 Y7.
N200 X23.213 Y6.5
N202 X7.411 Y7.25
N204 X7.75 Y8.75
N206 Y18.75
N208 X6.121 Y24.25
N210 X10.411 Y11.75
N212 X10.605 Y10.25
N214 X12.639 Y9.25
N216 X10.411 Y10.
N218 Y11.75
N220 X25.888 Y6.5
N222 X174.437
N224 X176.787
N226 X177.994 Y7.
N228 X180.201 Y7.5
N230 X184.219 Y9.75
N232 X187.744 Y12.75

```

N234 X190.903 Y16.75  
 N236 X192.408 Y19.5  
 N238 X192.953 Y23.  
 N240 X193.879 Y24.25  
 N242 X192.25 Y18.5  
 N244 Y8.  
 N246 X192.589 Y7.25  
 N248 X174.437 Y6.5  
 N250 X187.29 Y9.5  
 N252 X189.148 Y10.25  
 N254 X189.589 Y11.75  
 N256 Y10.  
 N258 X187.29 Y9.5  
 N260 X187.578 Y16.771  
 N262 G3 X192. Y30. I-  
 17.578 J13.229  
 N264 G1 Y128.339  
 N266 X193.879 Y175.75  
 N268 X192.953 Y177.  
 N270 X192.29 Y180.75  
 N272 X189.866 Y184.75  
 N274 X186.718 Y188.25  
 N276 X183.071 Y191.  
 N278 X181.268 Y192.  
 N280 X179.953 Y192.25  
 N282 X179.173 Y192.75  
 N284 X176.921 Y193.  
 N286 X192.589 Y192.25  
 N288 X192.25 Y190.75  
 N290 Y181.25  
 N292 X193.879 Y175.75  
 N294 X189.589 Y188.25  
 N296 X189.289 Y189.5  
 N298 X187.922 Y190.  
 N300 X189.589 Y189.5  
 N302 Y188.25  
 N304 X191.245 Y175.714  
 N306 G2 X192. Y170. I-  
 21.245 J-5.714  
 N308 G1 Y30.  
 N310 G2 X170. Y8. I-22.  
 J0.  
 N312 G1 X30.  
 N314 G2 X8. Y30. IO. J22.  
 N316 G1 Y170.  
 N318 G2 X30. Y192. I22.  
 J0.  
 N320 G1 X170.  
 N322 G2 X192. Y170. IO.  
 J-22.  
 N324 G0 Z50.  
 N326 X40. Y32.  
 N328 Z10.  
 N330 G1 **Z-5**. F300  
 N332 G2 X32. Y40. IO. J8.  
 F300  
 N334 G1 Y160.  
 N336 G2 X40. Y168. I8.  
 J0.  
 N338 G1 X72.729  
 N340 G2 X85.729 Y155. IO.  
 J-13.  
 N342 X83.326 Y147.469 I-  
 13. J0.  
 N344 G1 X50.415 Y101.159  
 N346 G3 X50.045 Y100.  
 I1.63 J-1.159  
 N348 X50.57 Y98.649 I2.  
 J0.  
 N350 G1 X91.664 Y53.78  
 N352 G2 X95.077 Y45. I-  
 9.587 J-8.78  
 N354 X82.077 Y32. I-13.  
 J0.  
 N356 G1 X40.  
 N358 X40.661 Y34.5  
 N360 X38.212 Y35.  
 N362 X36.324 Y36.25  
 N364 X35.137 Y38.  
 N366 X34.75 Y40.  
 N368 X34.845 Y161.  
 N370 X35.688 Y163.  
 N372 X37.27 Y164.5  
 N374 X38.911 Y165.25  
 N376 X74.426  
 N378 X77.222 Y164.25  
 N380 X79.716 Y162.5  
 N382 X81.533 Y160.25  
 N384 X82.67 Y157.5  
 N386 X82.968 Y154.5  
 N388 X82.367 Y151.5  
 N390 X80.868 Y148.75  
 N392 X47.862 Y102.25  
 N394 X47.303 Y100.25

N396 X47.541 Y98.5  
N398 X48.588 Y96.75  
N400 X90.565 Y50.75  
N402 X91.879 Y48.  
N404 X92.327 Y45.  
N406 X91.879 Y42.  
N408 X90.565 Y39.25  
N410 X88.487 Y37.  
N412 X86.053 Y35.5  
N414 X83.774 Y34.75  
N416 X81.416 Y34.5  
N418 X40.661  
N420 X41.525 Y37.25  
N422 X39.476 Y37.75  
N424 X38.385 Y38.5  
N426 X37.901 Y39.5  
N428 X37.753 Y43.75  
N430 X37.878 Y160.5  
N432 X38.465 Y161.5  
N434 X39.461 Y162.25  
N436 X74.117  
N438 X75.929 Y161.5  
N440 X77.894 Y160.  
N442 X79.123 Y158.25  
N444 X79.784 Y156.25  
N446 X79.86 Y154.25  
N448 X79.36 Y152.25  
N450 X77.194 Y148.75  
N452 X45.04 Y103.25  
N454 X44.303 Y100.25  
N456 X44.821 Y97.25  
N458 X46.588 Y94.5  
N460 X88.2 Y48.75  
N462 X89.038 Y46.75  
N464 X89.225 Y44.5  
N466 X88.916 Y42.75  
N468 X87.874 Y40.75  
N470 X86.042 Y39.  
N472 X83.552 Y37.75  
N474 X80.649 Y37.25  
N476 X41.525  
N478 X42.427 Y40.  
N480 X40.75 Y40.5  
N482 X40.876 Y158.5  
N484 X40.565 Y159.25  
N486 X73.662  
N488 X75.638 Y158.

N490 X76.544 Y156.5  
N492 X76.881 Y154.75  
N494 X76.451 Y153.25  
N496 X71.582 Y146.  
N498 X42.218 Y104.25  
N500 X41.303 Y100.25  
N502 X42.101 Y96.  
N504 X44.815 Y92.  
N506 X85.689 Y47.  
N508 X86.135 Y45.5  
N510 X86.056 Y43.75  
N512 X85.102 Y42.25  
N514 X83.91 Y41.25  
N516 X82.416 Y40.5  
N518 X79.816 Y40.  
N520 X42.427  
N522 X43.414 Y42.75  
N524 X43.754 Y44.25  
N526 X43.77 Y88.5  
N528 X43.466 Y90.5  
N530 X44.403 Y88.  
N532 X83.122 Y45.25  
N534 X83.024 Y44.5  
N536 X81.779 Y43.5  
N538 X78.964 Y42.75  
N540 X43.414  
N542 X46.416 Y45.5  
N544 X46.755 Y47.  
N546 X46.767 Y81.  
N548 X46.43 Y82.75  
N550 X47.384 Y80.25  
N552 X78.63 Y45.75  
N554 X79.455 Y45.5  
N556 X46.416  
N558 X49.417 Y48.25  
N560 X49.756 Y49.75  
N562 X49.765 Y73.  
N564 X49.427 Y74.75  
N566 X50.364 Y72.5  
N568 X72.327 Y48.25  
N570 X73.48 Y48.  
N572 X49.417 Y48.25  
N574 X52.418 Y51.  
N576 X52.757 Y52.5  
N578 X52.762 Y65.25  
N580 X52.424 Y67.  
N582 X53.344 Y64.75

N584	X65.797	Y51.	N678	Z10.
N586	X66.951	Y50.75	N680	G1 <b>Z-5.</b> F1527.8
N588	X52.418	Y51.	N682	X77.239 Y100.18 F300
N590	X55.419	Y53.75	N684	X108.507 Y145.32
N592	X55.758	Y55.25	N686	G3 X111.532 Y155. I- 13.975 J9.68
N594	X55.625	Y58.	N688	X105.486 Y168. I-17. J0.
N596	X55.421	Y59.25	N690	G1 X108.386
N598	X56.324	Y57.	N692	G2 X121.386 Y155. I0. J-13.
N600	X59.267	Y53.75	N694	X118.981 Y147.467 I- 13. J0.
N602	X60.421	Y53.5	N696	G1 X86.055 Y101.159
N604	X55.419	Y53.75	N698	G3 X85.685 Y100. I1.63 J-1.159
N606	X43.484	Y109.5	N700	X86.21 Y98.649 I2. J0.
N608	X43.827	Y113.	N702	G1 X147.277 Y32.
N610	X43.873	Y155.5	N704	X116.04
N612	X43.536	Y156.25	N706	G3 X122.086 Y45. I- 10.954 J13.
N614	X72.816		N708	X117.57 Y56.538 I- 17. J0.
N616	X73.683	Y155.5	N710	G1 X119.495 Y58.5
N618	X73.791	Y154.75	N712	X81.142 Y100.
N620	X63.172	Y139.25	N714	X80.556 Y100.25
N622	X43.83	Y111.75	N716	X111.847 Y145.5
N624	X43.599	Y109.5	N718	X113.571 Y149.75
N626	X46.494	Y119.	N720	X114.255 Y154.
N628	X46.838	Y122.5	N722	X114.009 Y158.25
N630	X46.869	Y152.5	N724	X112.993 Y162.
N632	X46.532	Y153.25	N726	X111.665 Y164.75
N634	X69.987	Y153.5	N728	X111.763
N636	X68.788	Y152.75	N730	X114.475 Y163.25
N638	X46.849	Y121.25	N732	X116.702 Y161.
N640	X46.494	Y119.	N734	X118.109 Y158.25
N642	X49.505	Y128.5	N736	X118.633 Y155.25
N644	X49.848	Y132.	N738	X118.26 Y152.25
N646	X49.866	Y149.75	N740	X117.036 Y149.5
N648	X49.53	Y150.5	N742	X83.502 Y102.25
N650	X64.44	Y150.75	N744	X82.943 Y100.25
N652	X63.221	Y150.	N746	X83.181 Y98.5
N654	X49.988	Y131.	N748	X84.228 Y96.75
N656	X49.505	Y128.5	N750	X141.265 Y34.5
N658	X52.515	Y138.	N752	X142.434 Y34.25
N660	X52.858	Y141.5	N754	X120.952
N662	X52.864	Y147.		
N664	X52.527	Y147.75		
N666	X58.873	Y148.		
N668	X57.654	Y147.25		
N670	X53.127	Y140.75		
N672	X52.515	Y138.		
N674	G0	Z50.		
N676	X117.57	Y56.538		

N756	X121.967	Y34.75		N838	X118.261	Y102.219
N758	X123.818	Y38.75		N840	X149.407	Y145.219
N760	X124.729	Y43.		N842	X151.133	Y149.219
N762	Y47.			N844	X151.936	Y153.469
N764	X123.818	Y51.25		N846	X151.804	Y157.719
N766	X121.967	Y55.25		N848	X150.816	Y161.719
N768	X119.495	Y58.5		N850	X149.149	Y165.219
N770	X127.374	Y46.5		N852	X148.138	Y165.719
N772	X127.583	Y45.		N854	X159.961	Y165.469
N774	X134.913	Y37.		N856	X161.86	Y164.969
N776	X136.083	Y36.75		N858	X163.708	Y163.719
N778	X125.731			N860	X164.875	Y161.969
N780	X126.425	Y37.25		N862	X165.25	Y159.719
N782	X127.729	Y43.		N864	Y49.469	
N784	Y44.25			N866	X165.589	Y47.719
N786	X127.374	Y46.5		N868	X164.917	Y49.719
N788	X129.817	Y39.5		N870	X117.343	Y99.969
N790	X128.275	Y52.74		N872	X116.735	Y100.219
N792	X86.21	Y98.649		N874	X120.624	Y100.469
N794	G2 X85.685	Y100.		N876	X120.609	Y100.719
I1.475	J1.351			N878	X121.777	Y101.969
N796	X86.055	Y101.159	I2.	N880	X152.235	Y144.219
J0.				N882	X154.136	Y148.969
N798	G1 X117.482	Y145.358		N884	X154.922	Y153.969
N800	X116.62	Y152.75		N886	X154.647	Y158.719
N802	X116.901	Y154.5		N888	X153.782	Y162.219
N804	X116.332	Y155.25		N890	X153.064	Y162.969
N806	X116.702	Y157.		N892	X159.04	Y162.719
N808	X116.621	Y152.75		N894	X160.955	Y161.969
N810	X109.91	Y166.		N896	X161.605	Y161.469
N812	G0	Z50.		N898	X162.046	Y160.719
N814	X113.374	Y100.168		N900	X162.25	Y157.719
N816	Z10.			N902	Y56.969	
N818	G1	Z-5. F300.8		N904	X162.589	Y55.219
N820	X145.995	Y144.998		N906	X161.942	Y57.219
F300				N908	X121.232	Y100.219
N822	G3 X149.249	Y155. I-		N910	X120.624	Y100.469
13.746	J10.002			N912	X124.513	Y100.719
N824	X143.203	Y168. I-17.		N914	X124.522	Y100.969
J0.				N916	X126.01	Y102.719
N826	G1	X160.		N918	X155.058	Y143.219
N828	G2 X168.	Y160. I0.		N920	X157.129	Y148.719
J-8.				N922	X157.896	Y154.469
N830	G1	Y42.469		N924	X157.552	Y159.469
N832	X113.374	Y100.168		N926	X157.079	Y160.219
N834	X116.735	Y100.219		N928	X159.073	Y159.719
N836	X116.757	Y100.469		N930	X159.16	Y158.969

N932	X159.25	Y64.469	N1026	X144.574	Y100.219
N934	X159.589	Y62.719	N1028	X143.694	Y102.219
N936	X158.968	Y64.719	N1030	G0	Z50.
N938	X125.121	Y100.469	N1032	M5	
N940	X124.513	Y100.719	N1034	G91	G28 Z0.
N942	X128.36	Y101.219	N1036	G28	X0. Y0.
N944	X129.517	Y102.469	N1038	M30	
N946	X156.233	Y139.719			
N948	X156.514	Y142.219			
N950	X156.181	Y137.469			
N952	X156.242	Y72.469			
N954	X156.584	Y70.219			
N956	X155.519	Y72.719			
N958	X128.774	Y100.969			
N960	X128.36	Y101.219			
N962	X132.261	Y101.469			
N964	X133.74	Y103.219			
N966	X153.439	Y130.719			
N968	X153.523	Y132.469			
N970	X153.189	Y128.719			
N972	X153.268	Y79.219			
N974	X153.576	Y77.969			
N976	X152.544	Y80.219			
N978	X132.261	Y101.469			
N980	X136.025				
N982	X150.472	Y121.469			
N984	X150.535	Y123.219			
N986	X150.204	Y119.469			
N988	X150.255	Y87.469			
N990	X150.598	Y85.219			
N992	X149.528	Y87.719			
N994	X136.641	Y101.219			
N996	X136.025	Y101.469			
N998	X139.854	Y101.969			
N1000	X141.345	Y103.719			
N1002	X147.461	Y112.219			
N1004	X147.55	Y113.969			
N1006	X147.218	Y110.219			
N1008	X147.243	Y94.969			
N1010	X147.586	Y92.719			
N1012	X146.511	Y95.219			
N1014	X140.306	Y101.719			
N1016	X139.854	Y101.969			
N1018	X143.694	Y102.219			
N1020	X144.25	Y102.969			
N1022	X144.565	Y104.719			
N1024	X144.367	Y101.719			

