

TUGAS SARJANA
KONSTRUKSI DAN MANUFAKTUR

PERENCANAAN LINTASAN PAHAT (*TOOL PATH GENERATION*)
UNTUK EFEKTIFITAS WAKTU PEMESINAN CNC MILLING 3 AXIS

Diajukan Sebagai Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik (S.T)
Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

Disusun Oleh :

NAMA : EDDI SYAHPUTRA

NPM : 1207230060



PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2017

LEMBAR PENGESAHAN - I
TUGAS SARJANA
**PERENCANAAN LINTASAN PAHAT (*TOOL PATH*
GENERATION) UNTUK EFEKTIFITAS WAKTU**
PEMESINAN CNC MILLING 3 AXIS

Disusun Oleh :

EDDI SYAHPUTRA

1207230060

Disetujui Oleh :

Pembimbing – I

Pembimbing – II

(RAHMATULLAH. S.T. M.Sc)

(H. MUHARNIF. S.T. M.Sc)

Diketahui oleh :

Ka. Program Studi Teknik Mesin

(AFFANDI. S.T)

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2017

LEMBAR PENGESAHAN - II
TUGAS SARJANA
PERENCANAAN LINTASAN PAHAT (*TOOL PATH GENERATION*) UNTUK EFEKTIFITAS WAKTU PEMESINAN CNC MILLING 3 AXIS

Disusun Oleh :

EDDI SYAHPUTRA

1207230060

Telah Diperiksa dan Diperbaiki
Pada seminar tanggal 20 Juni 2017

Disetujui Oleh :

Pembanding – I

Pembanding – II

(Ir. H. BATU MAHADI SIREGAR. M.T)

(KHAIRUL UMURANI. S.T. M.T)

Diketahui oleh :

Ka. Program Studi Teknik Mesin

(AFFANDI. S.T)

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2017



MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI MUHAMMADIYAH
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

Pusat Administrasi: Jalan Kapten Mukhtar Baer No.3 Telp. (061) 6611233 – 6624567 –
6622400 – 6610450 – 6619056 Fax. (061) 6625474 Medan 20238
Website : <http://www.umsu.ac.id>

Bla inenjawab suaf ininger disebutan
samsi nauranggetnye

DAFTAR SPESIFIKASI
TUGAS SARJANA

Nama : Eddi Syahputra
NPM : 1207230060
Semester : X (Sepuluh)
SPESIFIKASI :

Perencanaan Lintasan Pahat (*Tool Path Generation*) Untuk Efektifitas Waktu Pemesinan
CNC Milling 3 Axis

Diberikan Tanggal : 18 - April - 2017
Selesai Tanggal : 20 - Juni - 2017
Asistensi :
Tempat Asistensi : Ruang Teknik UMSU

Diketahui oleh :
Ka. Program Studi Teknik Mesin

Medan, 27 April 2017
Dosen Pembimbing - I



(Rahmatullah. S.T. M.Sc)



MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI MUHAMMADIYAH
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

Pusat Administrasi: Jalan Kapten Mukhtar Basri No.3 Telp. (061) 6611233 - 6624567 -
6622400 - 6610450 - 6619056 Fax. (061) 6625474 Medan 20238
Website : <http://www.umsu.ac.id>

Bila ada perubahan atau kecurangan
mohon dikalangkannya

DAFTAR HADIR ASISTENSI
TUGAS SARJANA

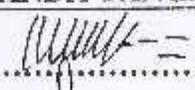
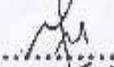
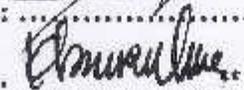
NAMA : Eddi Syahputra
NPM : 1207230060

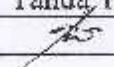
PEMBIMBING - I : Rahmatullah, S.T.M.Sc
PEMBIMBING - II : H. Muharnif, S.T.M.Sc

| NO | Hari / Tanggal | Uraian | Paraf |
|----|----------------|---------------------|-------|
| | 18-04-2017 | Penetapan tugas | 1 ut |
| | 20-04-2017 | Tulisan ikut aturan | 1 ut |
| | 23-04-2017 | Cek Referensi data | 1 ut |
| | 10-05-2017 | Cek Bab 3, 4 | 1 ut |
| | 22-05-2017 | Cek Simulasi data | 1 ut |
| | 27-05-2017 | ke Pembimbing 2 | 1 ut |
| | 20-06-2017 | Skripsi | 1 ut |

**DAFTAR HADIR SEMINAR
TUGAS AKHIR TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK – UMSU
TAHUN AKADEMIK 2016 – 2017**

Peserta Seminar
 Nama : Eddi Syahputra
 NPM : 1207230060
 Judul Tugas Akhir : Perencanaan Lintasan (Tool Path Generation) Untuk Efektifitas Waktu Pemesinan CNC Milling 3 Axis.

| DAFTAR HADIR | TANDA TANGAN |
|--|---|
| Pembimbing – I : Rahmatullah.S.T.M.Sc | :  |
| Pembimbing – II : H.Muharnif.S.T.M.Sc | :  |
| Pemanding – I : Ir.H.Batu Mahadi Siregar.M.T | :  |
| Pemanding – II : Khairul Umurani.S.T.M.T | :  |

| No | NPM | Nama Mahasiswa | Tanda Tangan |
|----|------------|----------------|---|
| 1 | 1207230232 | Apryan Pratama |  |
| 2 | | | |
| 3 | | | |
| 4 | | | |
| 5 | | | |
| 6 | | | |
| 7 | | | |
| 8 | | | |
| 9 | | | |
| 10 | | | |

Medan, 25 Ramadhan 1438 H
20 Juni 2017 M

Ketua Prodi. T Meisn

 Affandi.S.T



**DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**

NAMA : Eddi Syahputra
NPM : 1207230060
Judul T.Akhir : Perencanaan Lintasanan Pahat (Tool Path Generation) Untuk Efektifitas Waktu Pemesinan CNC Milling 3 Axis.

Dosen Pembimbing - I : Rahmatullah.S.T.M.Sc
Dosen Pembimbing - II : H.Muharnif.S.T.M.Sc
Dosen Pembanding - I : Ir.H.Batu Mahadi Siregar.M.T
Dosen Pembanding - II : Khairul Umurani.S.T.M.T

KEPUTUSAN

1. Baik dapat diterima ke sidang sarjana (collogium)
- ② Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan antara lain :
 - Tahapen rancangan
 - hasil rancangan
 - hasil & mulainya dari rancangan
3. Harus mengikuti seminar kembali
Perbaikan :
.....
.....
.....
.....

Medan 25 Ramadhan 1438H
20 Juni 2017 M

Diketahui :
Ketua Prodi. T. Mesin

Affandi.S.T



Dosen Pembanding- I

Ir.H.Batu Mahadi Siregar.M.T



**DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**

NAMA : Eddi Syahputra
NPM : 1207230060
Judul T.Akhir : Perencanaan Lintasanan Pahat (Tool Path Generation) Untuk Efektifitas Waktu Pemesinan CNC Milling 3 Axis.

Dosen Pembimbing – I : Rahmatullah.S.T.M.Sc
Dosen Pembimbing – II : H.Muharnif.S.T.M.Sc
Dosen Pembanding - I : Ir.H.Batu Mahadi Siregar.M.T
Dosen Pembanding - II : Khairul Umurani.S.T.M.T

KEPUTUSAN

1. Baik dapat diterima ke sidang sarjana (collogium)
2. Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan antara lain :

*Must belear feibudijn arried
dalam pros permesin*

3. Harus mengikuti seminar kembali
Perbaikan :

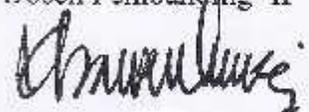
.....
.....
.....
.....

Medan 25 Ramadhan 1438H
20 Juni 2017 M

Diketahui :
Ketua Prodi. T. Mesin

Affandi.S.T



Dosen Pembanding- II

Khairul Umurani.S.T.M.T

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS SARJANA

Saya yang bertandatangan dibawah ini:

Nama : Eddi Syahputra
Tempat/Tgl Lahir : SEI SUKA, 12 September 1994
Npm : 1207230060
Bidang Keahlian : Konstruksi dan Manufaktur
Program Studi : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
(UMSU)

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa laporan Tugas Sarjana saya ini yang berjudul:

“Perencanaan Lintasan Pahat (*TOOL PATH GENERATION*) Untuk Efektifitas Waktu Pemesinan CNC MILLING 3 AXIS”

Bukan merupakan plagiarisme, pencurian hasil karya milik orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena hubungan material maupun non material, ataupun segala kemungkinan yang lain, yang pada hakekatnya bukan merupakan karya tulis Tugas Sarjana saya secara orisinal dan otentik.

Bila kemudian hari diduga kuat ada ketidak sesuaian antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia diproses oleh tim Fakultas yang dibentuk untuk melakukan verifikasi, dengan sanksi terberat berupa pembatalan kelulusan/kesarjanaan saya.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan kesadaran sendiri dan tidak atas tekanan ataupun paksaan dari pihak manapun demi menegakkan integritas akademik di Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 20 Juni 2017

Saya yang menyatakan,



Eddi Syahputra

Abstrak

Proses pemesinan yang dilaksanakan dengan mesin CNC milling 3 Axis (sumbu) yang dioperasikan berdasarkan dengan menentukan besaran nilai kode perintah pemakanan pahat (G) dan jenis kode perintah kerja motor (M) terlebih dahulu dan selanjutnya disimulasikan lintasan pahat berdasarkan besaran kode G dan M tersebut melalui simulasi pahat/mill/pen plotter. Hasil simulasi garis di pen plotter tersebut dinamakan lintasan pahat berkelanjutan (tool path generation) suatu produk pemesinan. Pada bidang industri manufaktur ada 3 faktor utama yang harus dicapai dalam persaingan yang sangat kompetitif. Target tersebut adalah bagaimana dapat meningkatkan kualitas produk pemesinan, berbiaya relatif murah pada setiap proses pemesinannya dan waktu pemesinan yang kompetitif dan hal tersebut harus tercapai. Salah satunya adalah menjadi konsentrasi pada pembahasan Tugas Sarjana ini adalah bagaimana gabungan dari optimalisasi pengoperasian mesin dan metode yang dapat mengurangi waktu pemesinan dengan menggunakan mesin CNC milling 3 axis (sumbu) dan perencanaan tool path generation yang sesuai pada setiap proses pemesinan.

Kata Kunci: Milling, Tool Path Generation, waktu pemesinan

KATA PENGANTAR



Assalamualaikum WarahmatullahiWabarakatu...

Puji dan syukur Penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT, karena atas berkat dan rahmat serta hidayah-Nya Penulis dapat menyelesaikan Tugas Sarjana ini dengan baik. Tugas Sarjana ini merupakan tugas akhir bagi mahasiswa Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara dalam menyelesaikan studinya. Penulis menyelesaikan Tugas Sarjana dengan bimbingan daripada Dosen Pembimbing dengan judul Tugas Sarjana **“Perencanaan Lintasan Pahat (*Tool Path Generation*) Untuk Efektifitas Waktu Pemesinan CNC Milling 3 Axis”**.

Perkembangan dalam menyelesaikan tugas ini Penulis banyak mengalami tantangan untuk kualitas hasil penulisan yang lebih baik dikarenakan terbatasnya pengetahuan dan pengalaman Penulis, namun berkat petunjuk Allah SWT yang terus-menerus memperhatikan hambaNya dan atas banyaknya fokus pembimbingan dari pada Dosen Pembimbing, serta bantuan moril maupun material dari berbagai pihak maka akhirnya Penulis dapat menyelesaikan Tugas Sarjana ini.

Untuk itu Penulis pada kesempatan ini menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Ayahanda Asnan Saputra dan ibu tercinta Yuliani yang senantiasa selalu memberikan dukungan moril, material dan do'a,
2. Bapak Rahmatullah, S.T.,M.Sc., selaku Dosen Pembimbing I dan selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
3. Bapak H. Muharnif, S.T., M.Sc., selaku Dosen Pembimbing II.
4. Bapak Khairul Umurani, S.T.,M.T, selaku Wakil Dekan III Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
5. Bapak Munawar AlfansurySiregar, S.T., M.T., selaku Wakil Dekan I Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

6. Bapak Affandi, S.T, selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
7. Bapak Chandra A Siregar, S.T., M.T., selaku Sekretaris Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
8. Bapak/Ibu dan staf pengajar di Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
9. Rekan-rekan seperjuangan Stambuk 2012 Kelas A1 Pagi Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak mendukung, membantu memberikan motivasi terus-menerus dalam penyelesaian Tugas Sarjana ini.

Akhir kata Penulis mengharapkan semoga Tugas Sarjana ini dapat bermanfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan khususnya pada bidang manufaktur dan semoga bermanfaat juga bagi kita semua. Aamiin Ya RabbalA'laamiin.

Wassalamualaikum WarahmatullahiWabarakatuh.

Medan, 10Oktober 2017

Penulis

Eddi Syahputra
1207230060

DAFTAR ISI

| | |
|---|-----------|
| LEMBAR PENGESAHAN - I | |
| LEMBAR PENGESAHAN – II | |
| LEMBAR SPESIFIKASI | |
| LEMBAR ASISTENSI | |
| ABSTRAK | i |
| KATA PENGANTAR | ii |
| DAFTAR ISI | iv |
| DAFTAR GAMBAR | vi |
| BAB 1 PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1 LatarBelakang | 1 |
| 1.2 RumusanMasalah | 3 |
| 1.3 BatasanMasalah | 3 |
| 1.4 Tujuan | 3 |
| 1.4.1 Tujuan Umum | 3 |
| 1.4.2 Tujuan Khusus | 4 |
| 1.5 Manfaat | 4 |
| 1.6 SistematikaPenulisan | 4 |
| BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA | 6 |
| 2.1 CNC Milling 3 Axis | 6 |
| 2.2Pandangan Umum Tentang Mesin CNC TU-3A | 8 |
| 2.2.1 Definisi Pemrograman CNC | 9 |
| 2.2.2Bahasa Pemrograman CNC | 11 |
| 2.2.3 Kode-Kode Pemrograman Mesin CNC TU-3A | 11 |
| 2.3 Tool Path Generation | 13 |
| 2.4 Parameter Pemesinan | 19 |
| 2.5Material untuk Pemesinan | 21 |
| BAB 3 METODE PERENCANAAN | 23 |
| 3.1 Tempat | 23 |
| 3.2Waktu | 23 |
| 3.3Alat dan Bahan | 23 |
| 3.3.1Alat | 23 |
| 3.3.2 Bahan | 26 |
| 3.3.3 Langkah Kerja | 27 |
| 3.4 Setting 3 Sumbu | 29 |
| 3.5 Desain dan Benda Kerja | 30 |
| 3.6 Kode Pemrograman | 31 |
| BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN | 32 |
| 4.1 Data Workpiece | 32 |
| 4.2Simulasi Tool Path Generation Proses Pemesinan Milling | 32 |

| | |
|--|-----------|
| 4.2.1 Proses Facing | 33 |
| 4.2.2 Proses Segi Empat | 34 |
| 4.2.3 Proses Lingkaran | 34 |
| 4.3 Analisa Perhitungan dan Kode Pemrograman | 35 |
| 4.3.1 Kode Facing | 36 |
| 4.3.2 Kode Segi Empat | 37 |
| 4.3.3 Kode Lingkaran | 38 |
| BAB 5 KESIMPULAN | 41 |
| 5.1 Kesimpulan | 41 |
| DAFTAR PUSTAKA | 42 |

DAFTAR GAMBAR

| | | |
|------------|--|----|
| Gambar 3.1 | Gambar diagram alir | 27 |
| Gambar 3.2 | Tampilan layar komputer | 28 |
| Gambar 3.3 | Gambar tampilan awal Catia V5 | 29 |
| Gambar 3.4 | <i>zx Plane</i> | 29 |
| Gambar 3.5 | Gambar sketsa specimen pembubutan bertingkat | 30 |
| Gambar 3.6 | Gambar setelah di <i>shaft</i> | 31 |
| Gambar 3.7 | Gambar sketsa selubung | 31 |
| Gambar 3.8 | Gambar benda belum jadi | 32 |
| Gambar 3.9 | Spesifikasi mata pahat | 33 |
| Gambar 4.1 | Posisi pahat | 34 |
| Gambar 4.2 | Pembubutan tingkat pertama | 35 |
| Gambar 4.3 | Pembubutan tingkat kedua | 35 |
| Gambar 4.4 | Hasil simulasi pembubutan | 36 |

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Proses pemesinan dengan konsep penyayatan, pemotongan material (*workpiece/speciment*) pada industri skala kecil dan besar biasanya dikerjakan dengan menggunakan mesin frais/*milling*, bubut/*turning*, sekrap/*shaping*, *sawing* dan lain-lain sesuai dengan tujuan pengerjaannya. Mesin-mesin tersebut ditinjau dari kemampuan dan cara kerjanya terdiri dari dua tipe yaitu tipe konvensional (dioperasikan secara manual) dan tipe *Computer Numerical Controlled* (CNC) yang dioperasikan dengan menggunakan sistem kontrol.

Pengoperasian mesin frais/*milling* adalah satu dari proses pemesinan utama yang populer dalam beberapa dekade. Mesin frais manual, mesin frais semi-automatic, mesin frais automatic, CNC, CAD/CAM adalah aliran generasi dari mesin dalam memodifikasi bentuk material (*workpiece*). Mesin frais (*milling*) CNC adalah satu mesin yang tetap sesuai digunakan secara luas dengan kondisi operasional pemesinan hingga saat ini.

Proses pemesinan yang dilaksanakan dengan mesin CNC *milling 3 Axis* (sumbu) yang dioperasikan berdasarkan dengan menentukan besaran nilai kode perintah pemakanan pahat (G) dan jenis kode perintah kerja motor (M) terlebih dahulu dan selanjutnya disimulasikan lintasan pahat berdasarkan besaran kode G dan M tersebut melalui simulasi pahat/*mill/pen plotter*. Hasil simulasi garis di

pen plotter tersebut dinamakan lintasan pahat berkelanjutan (*tool path generation*) suatu produk pemesinan.

Penentuan lintasan pahat proses pemakanan pada proses CNC *milling* 3 axis berdasarkan besaran sumbu-sumbu, kode G dan pemilihan kode M yang direncanakan. Perencanaan *setting, roughing, cutting, finishing* suatu produk pemesinan *milling* biasanya direncanakan terlebih dahulu untuk mendapatkan hasil pemesinan yang efektif dari segi waktu, kualitas dan juga biaya.

Mesin CNC *milling* 3 axis (x, y, z), 5 axis, 7 axis, 9 axis, 11 axis dan lain-lain adalah gambaran banyaknya sumbu (*axis*) pada mesin CNC *milling* tersebut. Semakin banyaknya sumbu mesin tersebut maka semakin tinggi kemampuan operasinya dan konsekwensinya adalah semakin mahal harga mesin tersebut. Maksud pembahasan pada Tugas Sarjana ini adalah bagaimana mesin CNC *milling* 3 axis dapat digunakan secara optimal dengan salah satu parameternya adalah efektifitas waktu pemesinan yang diperlukan pada proses pemesinannya dengan merencanakan lintasan pahat / *tool path generation* pemesinan tersebut terlebih dahulu.

Pada bidang industri manufaktur ada 3 faktor utama yang harus dicapai dalam persaingan yang sangat kompetitif. Target tersebut adalah bagaimana dapat meningkatkan kualitas produk pemesinan, berbiaya relatif murah pada setiap proses pemesinannya dan waktu pemesinan yang kompetitif dan hal tersebut harus tercapai. Salah satunya adalah menjadi konsentrasi pada pembahasan Tugas Sarjana ini adalah bagaimana gabungan dari optimalisasi pengoperasian mesin dan metode yang dapat mengurangi *waktu pemesinan* dengan menggunakan

mesin CNC *milling 3 axis* (sumbu) dan perencanaan *tool path generation* yang sesuai pada setiap proses pemesinan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas maka diketahui rumusan masalah yaitu bagaimana membuat lintasan pahat pada proses pemesinan *milling 3 axis* yang dapat mengefektifkan waktu pemesinan *milling*.

1.3. Batasan Masalah

Batasan masalah pada tugas akhir ini adalah:

1. Membuat perencanaan *tool path generation* pada proses pemesinan CNC *milling 3 axis*.
2. Spesimen pemesinan pada CNC *milling 3 axis* dengan material *solidaluminium alloy*.

1.4. Tujuan

Adapun tujuan perencanaan ini adalah untuk mengetahui dan mempelajari teknik dan perencanaan lintasan pahat (*tool path generation*) untuk efektifitas/mengurangi waktu pemesinan pada pemesinan CNC *milling 3 axis*.

1.4.1. Tujuan Umum

1. Untuk mengetahui proses *tool path generation* pada proses mesin *milling 3 axis* yang dapat mengefektifkan waktu pemesinan.

2. Untuk mengetahui hasil efektif waktu pemesinan dengan perencanaan *tool path generation* pada mesin *milling 3 axis*.

1.4.2. Tujuan Khusus

1. Untuk mengetahui keutamaan perencanaan *tool path generation* pada proses pemesinan *milling 3 axis*.
2. Untuk mengetahui perencanaan *tool path generation* dan hubungannya dengan waktu pemesinan.

1.5. Manfaat

Manfaat perencanaan ini ialah :

1. Untuk memberikan informasi kepada pembaca bahwa *tool path generation* pemesinan mempunyai peran yang utama dalam memperoleh efektifitas waktu pemesinan (*time machining*) secara umum dan khususnya pada mesin CNC *milling 3 axis*.
2. Hasil dari perencanaan tersebut dapat digunakan sebagai salah satu bahan pertimbangan dan referensi untuk membuat perencanaan lebih lanjut mengenai *tool path generation* dengan aplikasi yang lebih luas.

1.6. Sistematika Penulisan

Adapun sistematika penulisan tugas sarjana ini adalah sebagai berikut :

BAB 1 : Pendahuluan berisikan latar belakang, batasan masalah, tujuan, manfaat dan sistematika penulisan.

BAB 2 : Tinjauan Pustaka, berisikan tentang teori-teori yang mendasari tentang CNC *milling 3 axis*, *tool path generation*, waktu pemesinan dan bahan spesimen aluminium.

BAB 3 : Metodologi Perencanaan, berisikan tentang alat-alat dan bahan serta proses pengerjaan yang digunakan pada pemesinan *milling* dengan bahan/ material spesimen aluminium.

BAB 4 : Hasil dan Pembahasan, berisikan tentang langkah-langkah Perencanaan *Tool Path Generation* Untuk Efektifitas Waktu Pemesinan CNC *Milling 3 Axis*

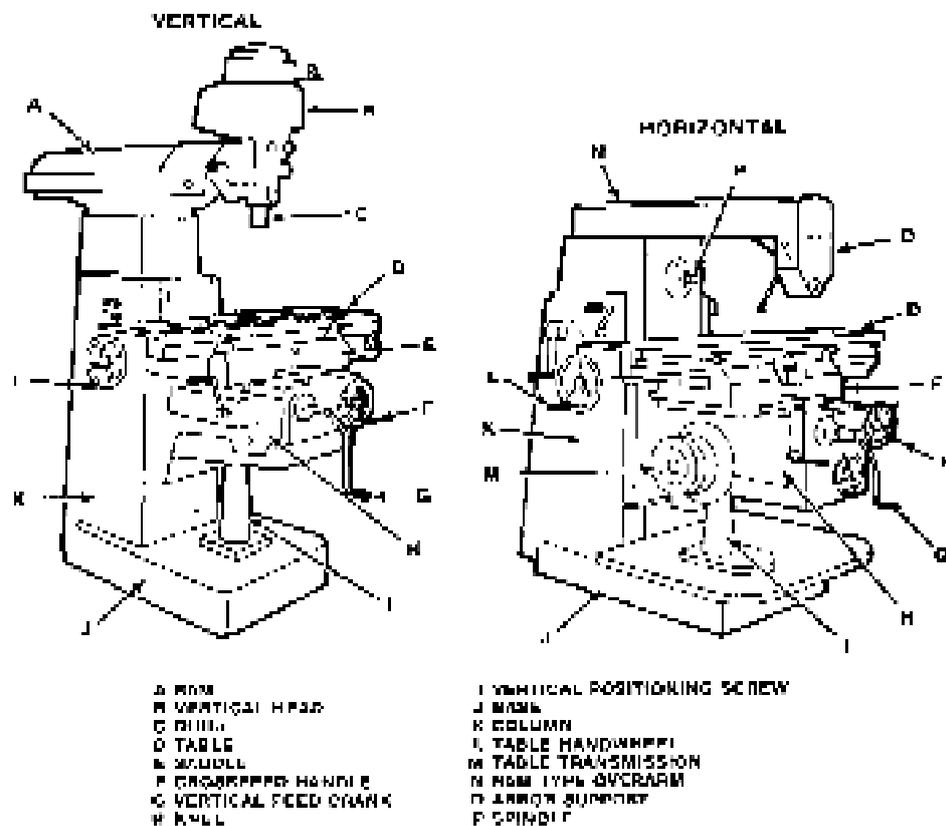
.BAB 5 : Kesimpulan berisi secara garis besar hasil perencanaan.

Daftar Pustaka

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

2.1 CNC Milling 3 Axis

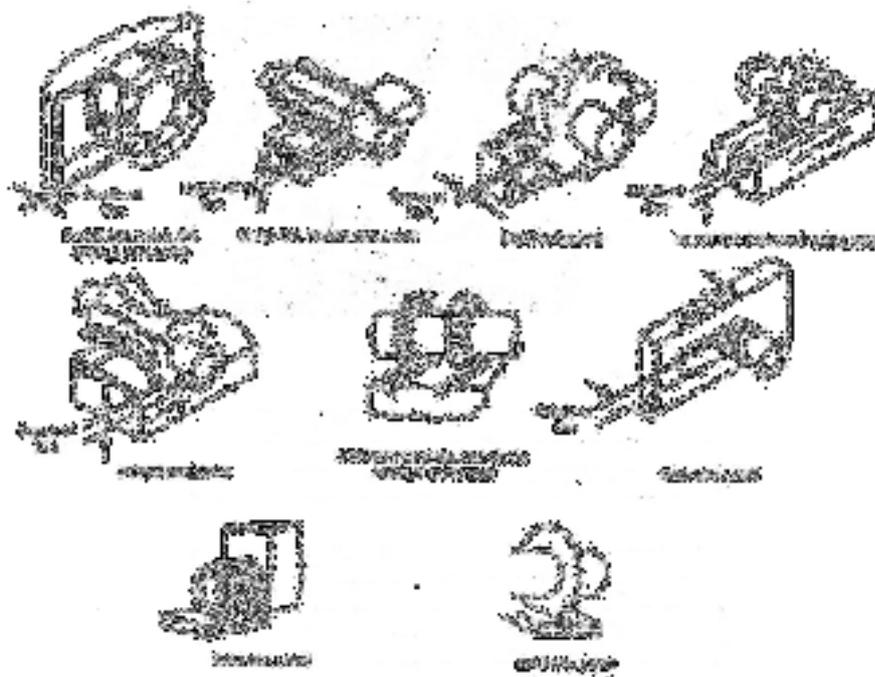
Mesin milling konvensional terbagi 2 (dua) yaitu mesin *milling vertical* dan mesin *milling horizontal*. Mesin *milling* tersebut memiliki unjuk kerja dan kemampuan yang berbeda sesuai dengan tujuannya.



Gambar 2.1 Mesin milling

Pada masa sekarang ini komputer telah memasuki berbagai bidang kegiatan aktivitas manusia, seperti bidang kedokteran, ekonomi, pertanian, teknik dan lain-lain. Berbagai program komputer dikembangkan guna memenuhi dalam pelajaran dibidang tersebut. Salah satu yang kelihatan menonjol pengembangan

komputer dalam era milenium ini adalah sebagai basis pengendalian (kontrol) pada mesin-mesin produksi. Dibidang sistem – sistem yang sebelumnya secara pemula di tangani oleh manusia dalam arti manauak lebih lanjut kita melihat perkembangan teknologi dengan sistem – sistem robotika.



Gambar 2.2 Proses Milling

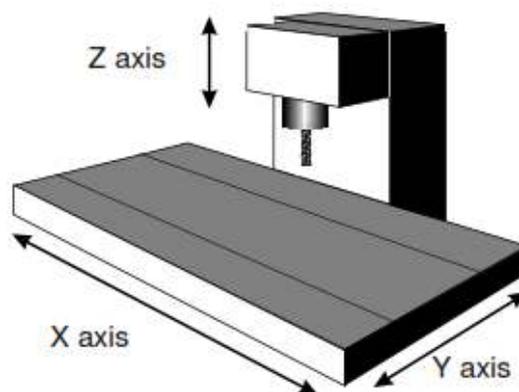
Untuk mengoperasikan ini diperlukan sumber daya manusia yang memiliki pengetahuan dibidang sistem kontrol. Mesin – mesin yang menggunakan sistem kontrol komputer memberikan kemudahan dalam produksi alat –alat mesin dalam bentuk massal ataupun dalam bentuk permulaan benda kerja yang kompleks (rumit). Sistem kontrol dengan menggunakan komputer ini dikenal dengan CNC (Computer Numerical Control). Mesin CNC sangat berperan dalam proses pemotongan logam terutama untuk meningkatkan ketelitian benda kerja yang dihasilkan. Penghematan biaya permesinan serta peningkatan mutu, dengan

menggunakan mesin CNC, berbagai bentuk permukaan benda kerja yang rumit dapat di kerjakan dengan mudah.

Mesin CNC berfungsi pengontrol gerak putaran poros, pemilihan pokok, pemuatan lengkungan pada kontur yang rumit, fungsi pengendali ini di dalam bahasa computer CNC di kenal dengan kode G (GO) dan M (*Milsecanaheous*) cara kontrol berbasis komputer ini tahun demi tahun berkembang pesat karena kemudahan bagi pemakai, dengan demikian pengguna CNC meningkat pesat.

2.2. Pandangan Umum Tentang Mesin CNC TU-3A

Mesin CNC TU - 3A adalah mesin frais yang kontrolnya menggunakan komputer. Mesin frais adalah mesin perkakas yang dapat melakukan gerak pemotongan lurus, miring, radius dan membuat lubang. Mesin CNC TU – 3A melakukan produksi suku cadang dengan melepaskan logam ketika benda kerja dihadapkan terhadap suatu alat pemotong (pahat) berputar. Pemotongan frais memiliki satu deretan mata potong pada sekelilingnya yang masing-masing berlaku sebagai pemotong tersendiri pada putaran.



Gambar 2.3 Sumbu 3 axis mesin *milling*

Bila dilihat dari cara kerjanya, mesin CNC TU – 3A adalah mesin yang mempunyai kemampuan sebagai berikut :

1. Bekerja dengan angka dan huruf (Data Masukan)
2. Dapat memproses data (Data Proses)
3. Bekerja sesuai perintah
4. Selalu mengikuti Intruksi

Mesin CNC TU – 3A adalah mesin yang paling banyak melakukan tugas dari segala mesin perkakas. Permukaan yang datar maupun berlekuk dapat dikerjakan pada mesin dengan penyelesaian dan ketelitian yang istimewa.

Menggunakan mesin CNC akan diperoleh proses produksi yang ekonomis, ini disebabkan oleh :

- Laju produksi yang tinggi
- Kurangnya pemborosan pada komponen
- Sedikit menggunakan operator
- Untuk produksi massal dan seragam biaya lebih murah.

2.2.1 Definisi Pemrograman CNC

Pemrograman adalah memberikan data kepada komputer yang dapat di fahami olehnya. Dengan kata lain, kita harus menyuapi komputer, menyusun data dalam urutan yang teratur dan dalam bahasa yang dikenal dan difahami oleh mesin. Hal ini dimaksudkan agar data tersebut yang dimasukan dapat di proses olehnya. Bahasa yang dimaksud dinyatakan dalam bentuk kode. Kode tersebut harus memenuhi bentuk kode standar internasional dengan mengacu pada standar ISO yang telah diakui dunia.

Program dalam pengoperasian mesin CNC merupakan bagian persiapan pekerjaan yang tidak dapat dilewatkan. Oleh karena program tersebut merupakan sejumlah perintah dalam bentuk kode yang dipakai untuk mengendalikan mesin. Sehubungan dengan itu, seorang penulis program sebelum melakukan pemrograman harus memiliki pengetahuan dan pengertian yang mendasar mengenai gambar kerja, urutan pengerjaan, pengertian teknologi mengenai berbagai metode produksi seperti memfrais, mengefrais, mengebor dan lain-lain, teknik pemasangan / pemuatan benda kerja, dan alat-alat potong.

Pengertian tersebut diperlukan mengingat dalam membuat sebuah program, akan dihadapkan pada beberapa hal sebagai berikut :

- a. Petunjuk – petunjuk benda kerja yang bersangkutan seperti ditetapkan dalam gambar kerja dan dalam perintah kerja,
- b. Metode pengerjaan, yang mana kita harus meneliti tentang mesin, dan alat potong yang sesuai,
- c. Perencanaan dan penentuan harga pokok produksi.

Berdasarkan hal di atas, maka dalam penyusunan suatu program seorang pembuat program (programer) harus mampu menjawab pertanyaan-pertanyaan sebagai berikut:

- a. Metode pengerjaan apa yang cocok untuk mengerjakan benda kerja tersebut?
- b. Bagaimana benda kerja tersebut harus dipasang ?
- c. Informasi teknologi apa yang harus dipilih ?

2.2.2 Bahasa Pemrograman CNC

Bahasa pemrograman yang digunakan untuk pengoperasian mesin CNC diantaranya adalah:

- a. GTL, yaitu bahasa pemrograman yang digunakan pada komputer mini. Bahasa pemrograman ini akrab bagi pemrograman NC dan CNC.
- b. Compact II yang merupakan bahasa pemrograman yang universal.
- c. MINI APT, yaitu bahasa pemrograman yang cocok untuk mesin-mesin dan benda-benda kerja yang jenisnya banyak.
- d. MITURN, yaitu bahasa pemrograman yang hanya digunakan untuk pekerjaan frais, yaitu bahasa pemrograman dengan karakteristik sebagai berikut:
 - hanya perlu melakukan instruksi-instruksi kontur.
 - Informasi alat-alat potong tidak perlu digunakan.
 - Petunjuk teknologi dihitung sendiri oleh MITURN.
 - Petunjuk input yang diberikan sedikit.
- e. Bahasa pemrograman Sinumerik yang dikeluarkan oleh Jerman.
- f. Bahasa pemrograman Panuc yang dikeluarkan oleh Jepang.
- g. Bahasa pemrograman Emcotronic yang dikeluarkan oleh EMCo MaierAustria.

2.2.3 Kode-kode Perintah Pada pemrograman Mesin Frais CNC TU-3A

Kode-kode perintah yang digunakan dalam memprogram mesin Frais CNC dan mesin Frais CNC TU-3A khususnya terdiri dari dua jenis perintah, yaitu perintah yang dibuat dalam bentuk kode G dan perintah yang dibuat dalam bentuk kode M.

1. Kode G

Kode G adalah bentuk perintah yang terkait dengan bentuk pergerakan alat potong. Jenis-jenis kode G yang digunakan untuk memprogram mesin Frais CNC

TU-3A adalah:

| | |
|--------|--|
| G00 | : Gerakan cepat |
| G01 | : Gerakan lurus terprogram |
| G02/03 | : gerakan melingkar searah dan berlawanan arah jarum jam |
| G04 | : Waktu tinggal diam |
| G21 | : Blok kosong |
| G25 | : Pemanggilan sub program |
| G27 | : Perintah melompat |
| G40 | : Perintah pembatalan kompensasi radius pisau |
| G45 | : Panambahan radius pisau |
| G46 | : Pengurangan radius pisau |
| G47 | : Panambahan radius pisau dua kali |
| G48 | : Pengurangan radius pisau dua kali |
| G64 | : Perintah motor tak berarus |
| G65 | : Pelayanan kaset/disket |
| G66 | : Pelayanan interface (RS 232) |
| G72 | : Siklus pengefraisan kantong |
| G73 | : Siklus pemboran dengan pemutusan tatal |
| G81 | : Siklus pemboran |
| G82 | : Siklus pemboran dengan tinggal diam |
| G83 | : Siklus pemboran dengan penarikan |
| G85 | : Siklus perimeran |
| G89 | : Siklus perimeran dengan tinggal diam |
| G90 | : Perintah pemrograman Absolut |
| G91 | : Perintah pemrograman inkremental |
| G92 | : Perintah pencatatan penetapan |
| G94 | : Penetapan asutan dalam mm/min |
| G95 | : Penetapan asutan dalam m/putaran |

2. Kode M

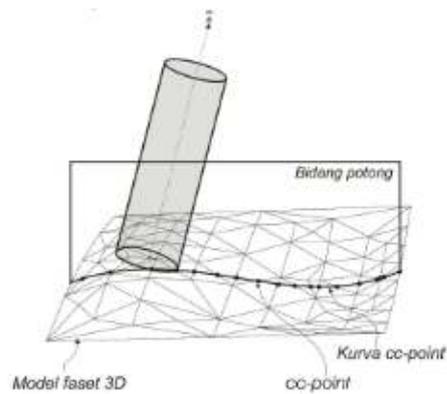
Kode M yang dapat digunakan dalam pemrograman mesin Frais CNC TU-3A adalah:

Tabel 2.1 Kode M

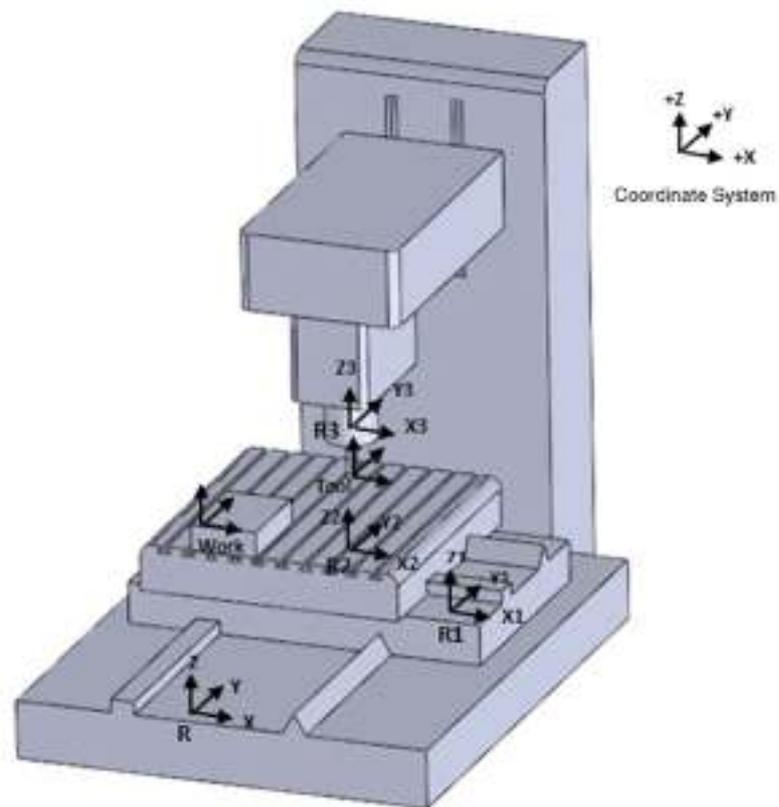
| | | |
|-----|---|--|
| M00 | : | Berhenti terprogram |
| M03 | : | Spindel ON searah jarum jam |
| M05 | : | Spindel berhenti |
| M06 | : | Perhitungan panjang pahat |
| M17 | : | Akhir sub program |
| M30 | : | Akhir program |
| M98 | : | Kompensasi kelonggaran secara otomatis |
| M99 | : | Parameter lingkaran |

2.3 Tool Path Generation

Perencanaan lintasan pahat pada proses pemesinan merupakan satu faktor utama yang dapat mereduksi waktu pemesinan bila direncanakan dengan baik dan sesuai dengan tujuannya.



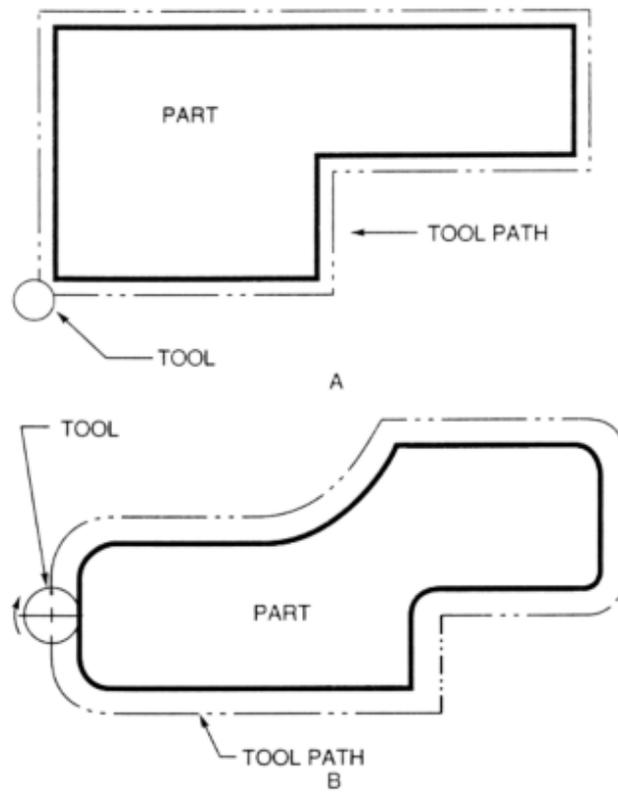
Gambar 2.4 Pembuatan lintasan pahat di atas model faset 3D



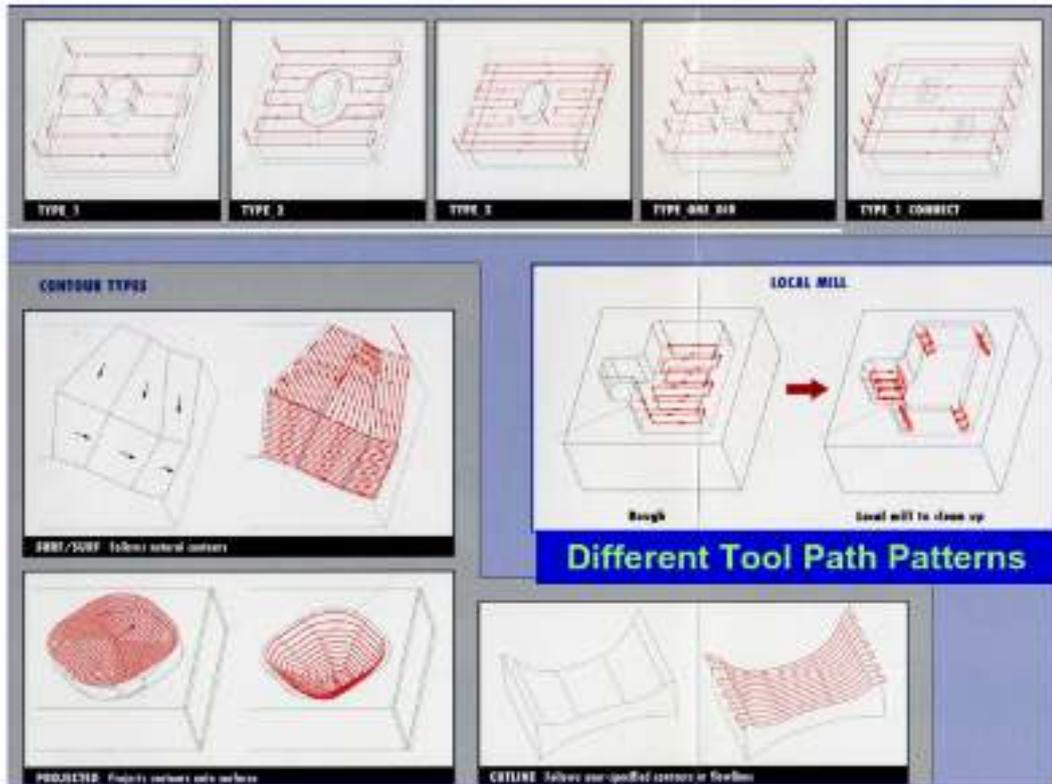
Gambar 2.5 Skema sistim koordinat meja dan pahat/pisau pada mesin *milling 3 axis*

Ada beberapa jenis tool path generation yang sudah digunakan dalam perencanaan lintasan pahat proses pemesinan *milling*, antara lain adalah:

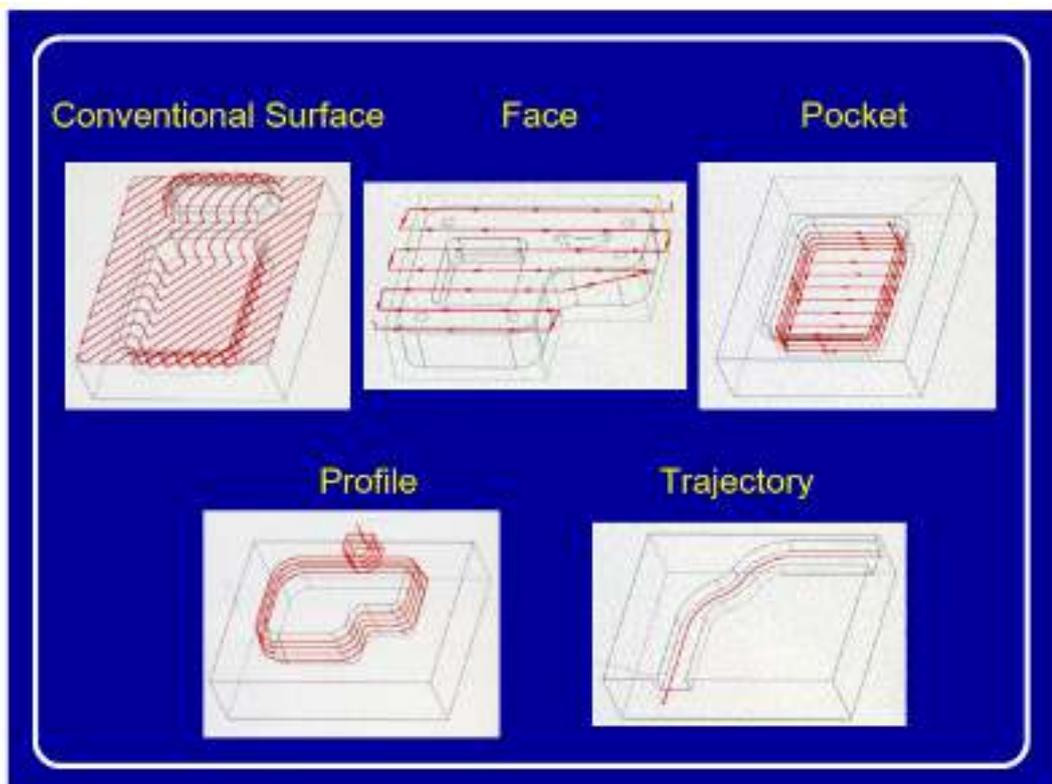
1. *Continuous path* (contouring)
2. *Local mill*
3. *Conventional surface, face, pocket, profile, trajectory*
4. *Cutter, part surface, surface normal, tolerance surface, tool path cusp*
5. *Parallel-plane_guideddan radial tool path.*



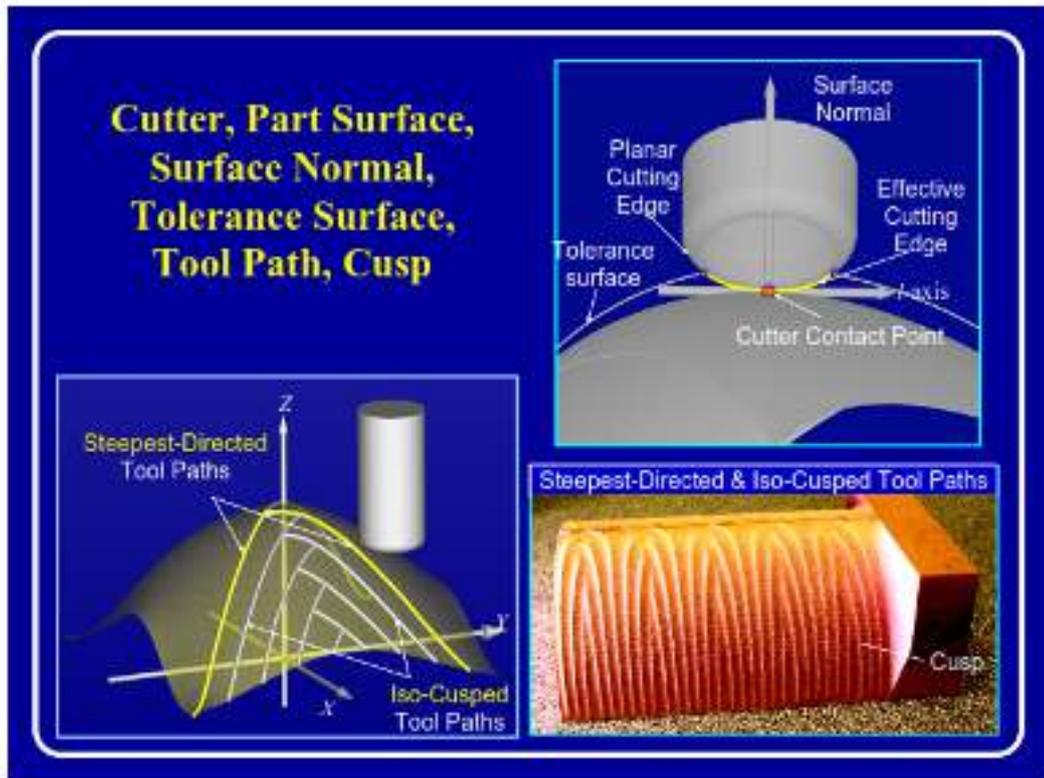
Gambar 2.6 *Continuous path (contouring)* (Steve dan Arthur)



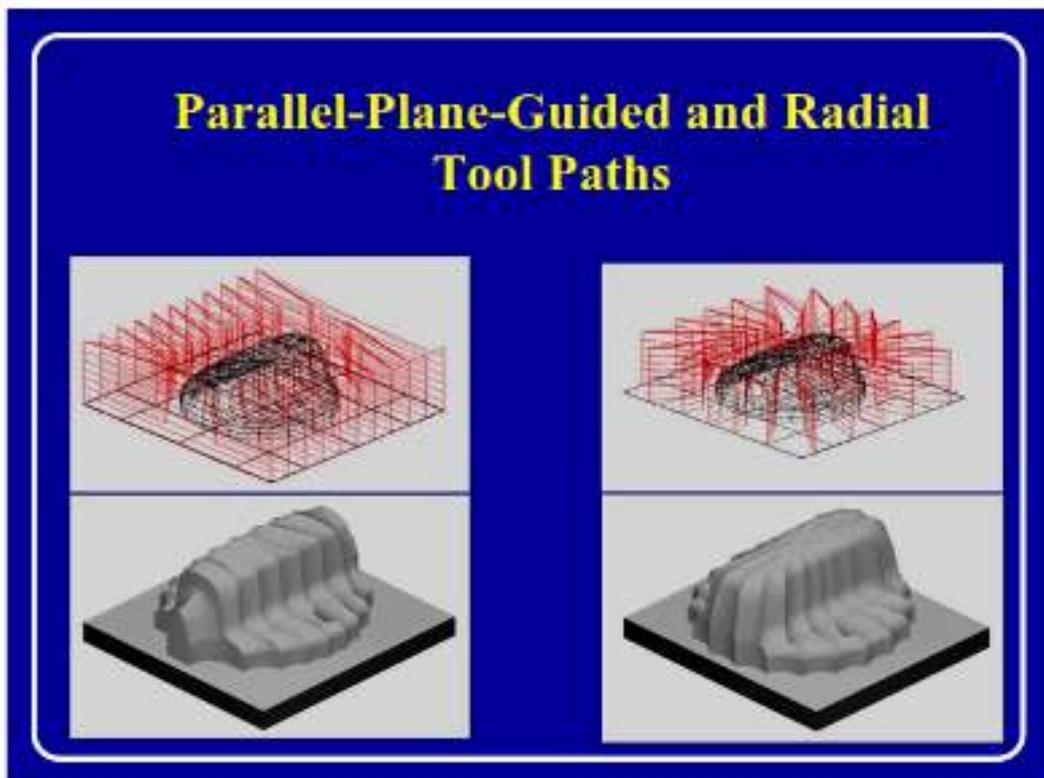
Gambar 2.7 Perbedaan bentuk lintasan pahat (local mill)



Gambar 2.8 Jenis lintasan pahat



Gambar 2.9 Cutter, part surface, surface normal, tolerance surface, tool path cusp



Gambar 2.10 Parallel-plane-guided dan radial tool path

Generate NC program dari data CAD

Berdasarkan geometri

- Terbatas untuk bentuk geometri yang sederhana
- Memerlukan algoritma pengenalan *feature* (*feature recognition*) yang tepat.

Optimasi lintasan pahat NC adalah sebagai berikut:

- Generate lintasan pahat untuk berbagai operasi NC.
- Tidak memerlukan model matematik dalam mengkreasikan lintasan pahat optimum.
- Hanya memerlukan identifikasi jumlah pemotongan yang minimal.

Pendekatan analitik pada perencanaan lintasan pahat:

Optimasi pemesinan NC

- Optimasi parameter pemesinan (*feed, speed, depth of cut*)
- Minimal panjang pemotongan.

Menggunakan beberapa metoda pada mesin milling seperti:

- *Staircase*: gerakan pahat selalu sejajar dengan kaki pada bidang.
- *Window frame*: gerakan pahat pertama mengikuti bentuk bidang dan pada tahap berikutnya semakin berkurang hingga menuju posisi ditengah bidang.

Jika diameter cutter meningkat maka lintasan pahat berkurang.

Jika diameter cutter mengurang maka lintasan pahat meningkat.

Jika diameter cutter \equiv maka lintasan pahat berkurang.

2.4 Parameter Pemesinan

Waktu pemesinan adalah waktu yang diperlukan suatu mesin CNC *milling* untuk melaksanakan operasi pemesinan. Waktu pemesinan biasanya meliputi waktu setting, pemakanan/pemotongan dan *finishing*.

1. Kecepatan potong (V_c)

$$V_c = 2 \cdot \pi \cdot n \cdot r \text{ (mm/menit)}$$

Dimana : n = putaran spindel (rpm)

r = jari-jari rata-rata (mm)

$$= \frac{r_1 + r_2}{2}$$

2. Kecepatan pemakanan (V_f)

$$V_f = f \times n \text{ (mm/menit)}$$

Dimana: f = pemakanan kasar/halus (mm/put)

3. Kedalaman potong (a)

$$a = \frac{D_1 - D_2}{2} \text{ (mm)}$$

4. Lebar geram yang terbuang pada saat pemotongan (b)

$$b = \frac{a}{\sin k_r} = \text{(mm)}$$

Dimana: $\sin k_r$ = sudut pemotongan utama = 90°

5. Tebal geram yang terbuang pada saat pemotongan (h)

$$h = f \times \sin k_r \text{ (mm)}$$

Dimana : untuk pemakanan kasar $f = f_1$

untuk pemakanan halus $f = f_2$

6. Volume geram yang terbuang pada saat pemotongan (V_g)

$$V_g = \pi \cdot L_c \cdot (r_1^2 - r_2^2) \text{ (mm}^3\text{)}$$

7. Kapasitas geram yang terbuang pada saat pemotongan (Q)

$$Q = A \times V_c \text{ (mm}^3\text{/menit)}$$

Dimana : $A = \text{luas penampang}$
 $= a \times b \text{ (mm}^2\text{)}$

8. Gaya potong utama (F_c)

$$F_c = A \times F_s \text{ (kN)}$$

Dimana $F_s = \text{tekanan pemotongan spesifik} = 2,9 \text{ kN/mm}^2$

9. Daya potong utama (N_c)

$$N_c = \frac{F_c \cdot V_c}{60000} \text{ (kW)}$$

10. Daya pemakanan (N_f)

$$N_f = \frac{F_f \cdot V_f}{60000} \text{ (kW)}$$

Dimana : $F_f = 40 - 70 \text{ (kN)}$

11. Waktu pemotongan (T_c)

$$T_c = \frac{L_c}{V_c \cdot h_1} \text{ (menit/mm)}$$

12. Waktu pemakanan (T_f)

$$T_f = \frac{L_f}{V_f} \text{ (menit/mm)}$$

Dimana : $L_f = \frac{1}{2} D_1 + 2$

Pembuatan ulir :

1. Kedalaman ulir (h)

$$h = \frac{1 \cdot \sqrt{3} \cdot P}{2}$$

Dimana : P = Jarak antara ulir (pitch)

2. Kedalaman sis terpakai (h_1)

$$h = 0,6495 * P \text{ (mm)}$$

3. Diameter kedalaman (D_1)

$$D_1 = D - 2 \times h \text{ (mm)}$$

Dimana : D = Diameter bagian yang diulir

4. Diameter sisi (D_2)

$$D_2 = D - h \text{ (mm)}$$

5. Kapasitas geram yang terbuang (V_g)

$$V_g = \frac{\pi \cdot L(D_2^2 - D_1^2)}{8} \text{ (mm)}$$

2.5 Material untuk Pemesinan

Material yang digunakan untuk bahan pemesinan memiliki karakteristik berdasarkan jenis material tersebut. Kemampuan untuk dilakukan pemesinan, pengambilan data dasar sebagai referensi perlakuan (treatment) pemesinan akan berbeda berdasarkan jenis material tersebut (tabel 2.2).

Tabel 2.2 Kecepatan potong bahan logam (George Love dan Harus A.R., 1986:190)

| No. | Nama Bahan | Kecepatan Potong (m/menit) |
|-----|--------------------|----------------------------|
| 1. | Baja lunak | 24-30 |
| 2. | Baja perkakas | 12-18 |
| 3. | Besi tuang abu-abu | 18-24 |
| 4. | Kuningan kertas | 45 |
| 5. | Kuningan lunak | 60 |
| 6. | Tembaga | 60 |
| 7. | Alumunium | 300 |

Tabel 2.3 Cutting speed dan feed bahan aluminium 6061

Cutting speed dan feed Bahan Aluminium 6061.

| <i>Materials</i> | <i>Cutting tool</i> | <i>Feeds (mm/rev)</i> | | | | | |
|------------------------------|---------------------|-----------------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| | | <i>0.1</i> | <i>0.2</i> | <i>0.4</i> | <i>0.8</i> | <i>1.6</i> | <i>3.2</i> |
| <i>Cutting Speed (m/min)</i> | | | | | | | |
| <i>Al Alloy</i> | <i>HSS</i> | <i>100</i> | <i>67</i> | <i>45</i> | <i>30</i> | <i>-</i> | <i>-</i> |
| <i>(1-13% Si)</i> | <i>TCT</i> | <i>224</i> | <i>190</i> | <i>160</i> | <i>140</i> | <i>118</i> | <i>-</i> |

(sumber: Westermann Tables for The Metal Trade , 1966:95)

BAB 3

METODE PERENCANAAN

3.1 Tempat

Tempat dilaksanakan di laboratorium Komputer dan Laboratorium Computer Numerical Control (CNC) Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik UMSU, Jl. Kapten Mukhtar Basri BA No. 3 Medan

3.2 Waktu

Waktu dimulai dari awal pemberian surat penunjukan tugas akhir pada bulan Maret 2017 sampai optimisasi perencanaan selesai pada bulan Juni 2017.

3.3 Alatan dan Bahan

3.3.1 Alat

Alat yang digunakan adalah:

1. Komputer
2. Software Simulasi pemesinan (CATIA)
3. Mesin Milling 3 *Axis* EMCO



Gambar 3.1. Mesin Produksi CNC Tiga Aksis (3A)

4. Sigmat/Jangka Sorong



Gambar 3.2 Jangka Sorong

5. Kunci Ragum

6. Pen Plotter



Gambar 3.3 Pena Plotter

7. Kertas Plotter

8. Pisau Frais



Gambar 3.4 Pisau Frais

9. Arbor



Gambar 3.5 Arbor

10. Kunci-Kunci

11. Kuas



Gambar 3.6 Kuas

3.3.2 Bahan

Bahan yang digunakan adalah:

1. Solid Aluminium 50 mm x 50mm dan tebal 20 mm



Gambar 3.7 Spesimen

3.3.3 Langkah Kerja

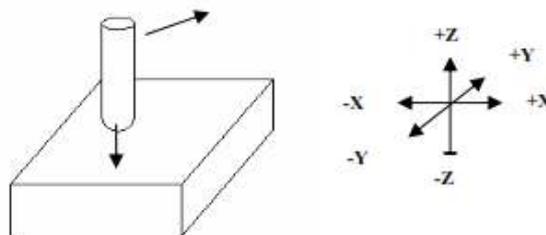
1. Menghidupkan mesin dengan memutar kunci kontak kekanan pada saklar utama dengan tanda lampu control menyala
2. Mengetikan angka-angka ke monitor (CPU) yang selanjutnya menekan tombol INP
3. Memeriksa ulang hasil angka-angka yang akan digunakan pada benda kerja dengan menekan M.
4. Mengatur mesin ke pelayanan Manual dengan menekan tombol H/c maka pada monitor akan muncul X, Y, dan Z.
5. Memasang pena plotter ke arbor sampai menyentuh keatas gambar pada meja plotter yang tersedia.
6. Menekan tombol H/C untuk mengatur pelayanan CNC.
7. Memeriksa kembali masukkan angka-angka yang tersimpan pada komputer dan mengatur agar monitor tidak berarus dengan menekan tombol DEL dikolom G92 kemudian tekan angka G4 lalu tekan INP.
8. Memasukkan kembali harga G seperti semula dalam hal ini mesin siap dioperasikan.

9. Mengoperasikan mesin dengan mengatur saklar penggerak sumbu utama dengan menekan tombol START sehingga pena plotter dapat menggambar sesuai dengan angka-angka yang tersedia.
10. Melihat hasil plotter dan melepaskan dengan menggantikannya dengan benda kerja.
11. Meng off kan mesin (motor) dan melakukan penshee terhadap benda kerja.
12. Mengatur harga pada sumbu koordinat z.
 - ✓ Menggerakkan mata pisau frais sampai mengenai ujung benda kerja.
 - ✓ Mengatur penunjukkan harga z keposisi 00 dan menekan tombol DEL
13. Mengatur harga pada sumbu koordinat x.
 - ✓ Menggerakkan mata frais sampai menyentuh ujung benda kerja.
 - ✓ Mengatur kembali harga penunjukkan harga x pada posisi 00 dengan menekan tombol DEL
14. Mengatur harga pada sumbu koordinat y.
 - ✓ Menggerakkan mata frais sampai menyentuh sedikit benda kerja.
 - ✓ Mengatur kembali penunjukkan harga y pada posisi 00 dengan menekan tombol DEL
15. Mengatur mesin kepelayanan CNC dengan menekan tombol H/C dan mengatur monitor agar tidak berarus program G64.

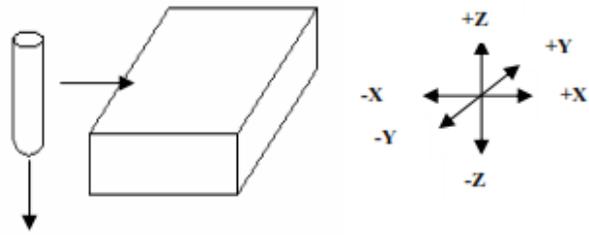
16. Memutar tombol pengatur sesuai dengan keadaan putaran yang kita kehendaki.
17. Memperhatikan kembali benda kerja yang akan dikerjakan pada mesin CNC TU-3A secara otomatis.
18. Meng off kan mesin dan mengambil benda kerja yang telah diselesaikan serta membersihkan sisa-sisa pengerjaan.
19. Dalam penyetingan benda kerja pada mesin CNC TU-3A sebelum pengoperasian dilakukan penyetingan untuk menentukan titik nol (0) benda kerja terhadap titik sumbu mesin CNC TU – 3A yaitu sumbu X, Y dan Z

3.4 Setting 3 Sumbu

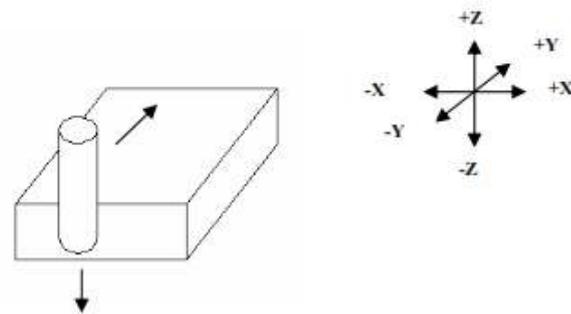
Sebelum melakukan operasi manufaktur pemesinan maka langkah awal yang harus dilakukan terlebih dahulu adalah mensetting 3 (tiga) sumbu utama pada *workspiece* yang digunakan. Setting pada sumbu (*axis*) adalah yang dilakukan pada sumbu Z, X dan Y seperti gambar dibawah ini.



Gambar 3.8 Setting pisau terhadap sumbu Z



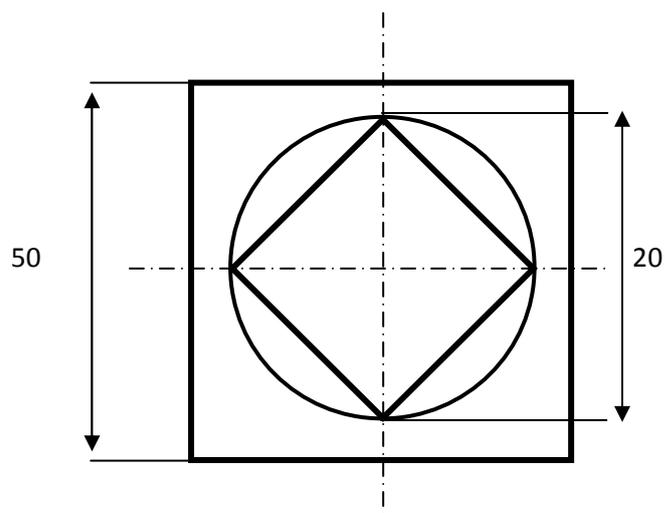
Gambar 3.9 Setting pisau terhadap sumbu X



Gambar 3.10 Setting pisau terhadap sumbu Y

3.5 Desain Dan Benda Kerja

1) Desain Benda Kerja



Gambar 3.11 Desain benda kerja

3.6 Kode Pemrograman

Kode pemrograman yang akan digunakan pada proses pemesinan CNC *Milling 3 Axis* adalah kode yang terdiri dari kode G, kode M, sumbu X, sumbu Y, sumbu Z, F dan nomor urutan pemrograman CNC. Form dari kode pemrograman tersebut dapat dilihat pada Tabel 3.1. Besaran/nilai akan dimasukkan ke form berdasarkan besaran arah x, y, z dan kode-kode G dan M sesuai apa yang akan dilakukan/diproduksi pada mesin CNC.

Tabel 3.1 Form pemrograman CNC *Milling 3 Axis*

| N | G | X | Y | Z | F | Keterangan |
|----|---|---|---|---|---|------------|
| 00 | | | | | | |
| 01 | | | | | | |
| 02 | | | | | | |

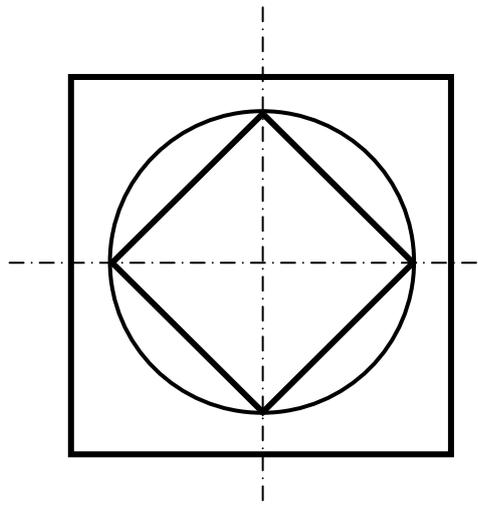
BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Data *Workpiece*

Pada pembahasan ini bentuk spesimen yang akan dikerjakan sebagai bahan simulasi lintasan pahat (*tool path generation*) adalah Segiempat di atasLingkaran, dengan data-data sebagai berikut:

- Bahan = Alumunium
- r.pahat = 9 mm
- J. setting = 2 mm



Gambar 4.1 Segi empat diatas lingkaran

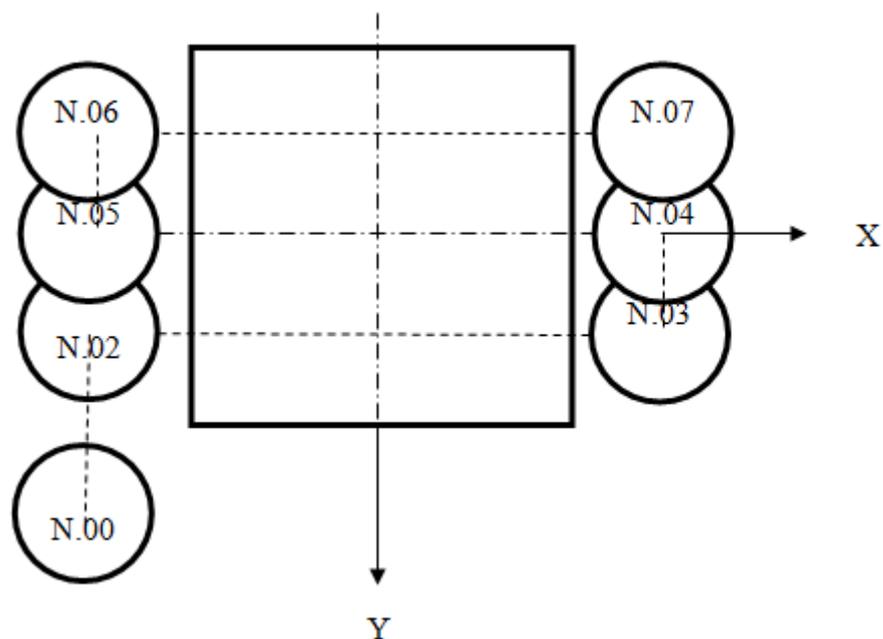
4.2 Simulasi Tool Path Generation Proses Pemesinan Milling

Simulasi *tool path generation* (TPG) pada proses pemesinan milling 3 Axis terdiri dari beberapa proses yang dilakukan, antara lain: proses facing, proses

segi empat, dan proses lingkaran. Pembahasan akan proses-proses tersebut akan diuraikan pada sub Bab selanjutnya.

4.2.1 Proses Facing

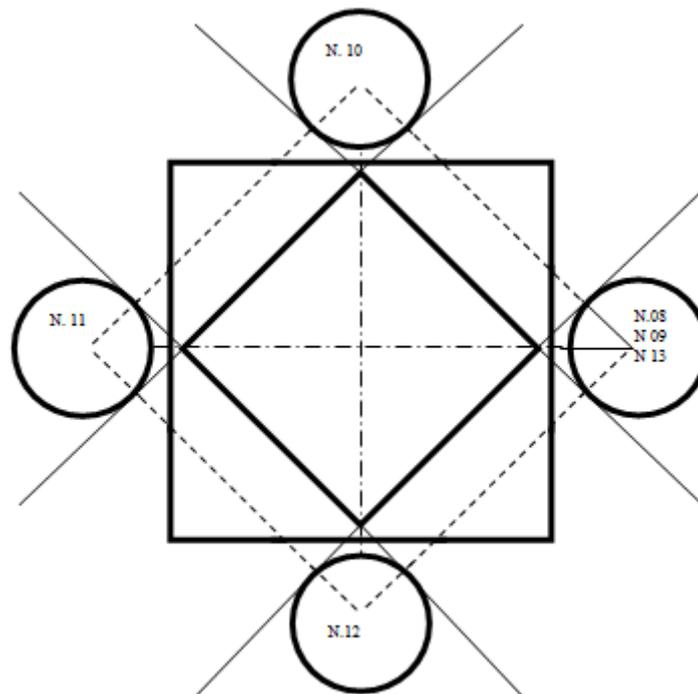
Proses facing pada pembahasan ini adalah proses Bergeraknya pisau/pahat milling mengidentifikasi permukaan dari workpiece dimulai dari posisi pahat pada posisi setting $X = 200$, $Y = 200$ dan $Z = 200$, menuju permukaan yang telah diidentifikasi titik nol workpiece pada saat dilakukan setting pada titik nol sumbu X, Y dan Z. Desain dari lintasan pahat yang direkayasa dengan efektif akan mengurangi waktu pemesinan yang diperlukan untuk membuat produk pemesinan seperti desain segi empat diatas lingkaran dibandingkan dengan tidak ada desain yang baik untuk lintasan pahat tersebut. Merencanakan terlebih dahulu TPG suatu proses pemesinan akan dapat mengetahui lebih awal waktu pemesinan berdasarkan perencanaan pergerakan pahat yang dibuat.



Gambar 4.2 Facing

4.2.2 Proses Segi Empat

Proses segi empat adalah simulasi pahat bergerak membuat segi empat dari awal desain untuk pembuatan segi empat. Desain meliputi jumlah putaran pisau frais, besaran feeding, arah penyayatan dalam pembuatan segi empat, pemilihan jenis dan diameter pisau frais dan desain langkah-langkah proses yang akan dilakukan juga menentukan efektifitas simulasi TPG yang efektif.

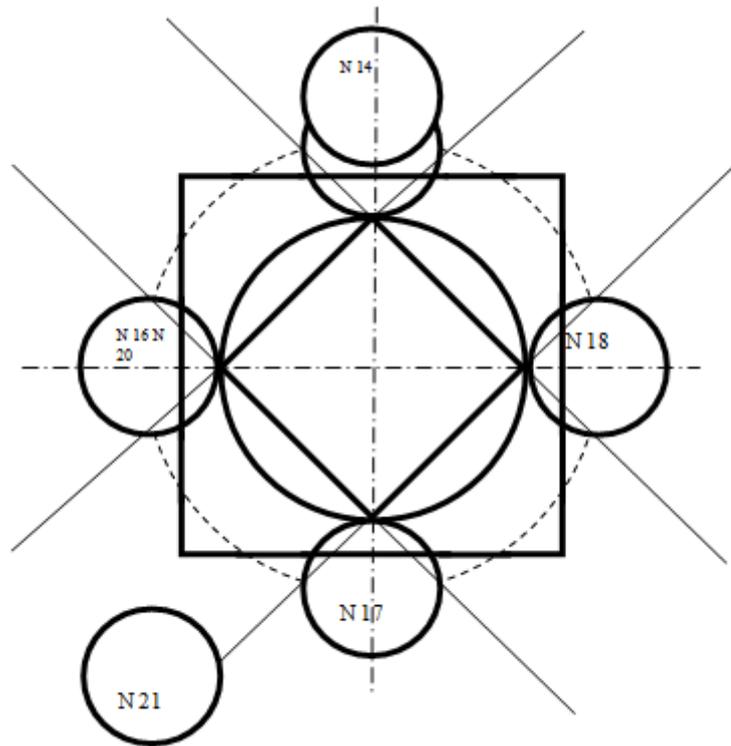


Gambar 4.3 Proses segi empat

4.2.3 Proses Lingkaran

Proses membuat lingkaran adalah simulasi pahat bergerak membuat lingkaran dari awal desain untuk pembuatan lingkaran tersebut. Desain meliputi jumlah putaran pisau frais, besaran feeding, arah penyayatan dalam pembuatan segi empat, pemilihan jenis dan diameter pisau frais dan desain langkah-langkah

proses yang akan dilakukan juga menentukan efektifitas simulasi TPG yang efektif.



Gambar 4.4 Proses lingkaran

4.3 Analisa Perhitungan dan Kode Pemrograman

Perhitungan dan kode pemrograman yang meliputi perhitungan besaran untuk sumbu X, Y, Z, dan pemilihan kode G (pemakanan) dan pemilihan kode M (perintah kerja motor) akan diuraikan berdasarkan desain produk pemesinan milling dan desain lintasan pahatnya.

4.3.1 Kode Facing

Kode pemrograman CNC milling untuk proses facing dapat dilihat pada urutan nomor form pemrograman yang menjadi acuan tersebut dan dimulai dari nomor 00 dan nomor 07.

No. 00 Jarak X = - 3600 jarak X = 2500 + jarak setting + R. Pahat

$$Y = - 3600 \qquad = 2500 + 200 + 900$$

$$Z = 00 \qquad = 3600$$

No. 02 Jarak X = -3600 jarak Y = 2500 + jarak setting + R.Pahat

$$Y = -1600 \qquad = 2500 + 200 + 900$$

$$Z = 00 \qquad = 3600$$

No. 03 Jarak X = 3600

$$Y = -1600$$

$$Z = 00$$

No. 04 Jarak X = 3600

$$Y = 00$$

$$Z = 00$$

No. 05 Jarak X = -3600

$$Y = 00$$

$$Z = 00$$

No. 06 Jarak X = -3600

$$Y = 1600$$

$$Z = 00$$

No. 07 Jarak X = 3600

$$Y = 1600$$

$$Z = 00$$

4.3.2 Kode Segi Empat

Kode pemrograman CNC milling untuk proses segi empat dapat dilihat pada urutan nomor form pemrograman yang mejadi acuan tersebut dan dimulai dari nomor 08 dan nomor 13.

No.08 jarak X = 3272

$$Y = 00$$

$$Z = 00$$

No. 09 Jarak X = 3272

$$Y = 00$$

$$Z = -100$$

No. 10 Jarak X = 00

$$Y = -3272$$

$$Z = -100$$

No. 11 Jarak X = - 3272

$$Y = 00$$

$$Z = -100$$

No. 12 Jarak X = 00

$$Y = 3272$$

$$Z = -100$$

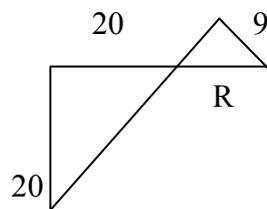
No. 13 Jarak X = 3272

$$Y = 00$$

$$Z = -100$$

4.3.3 Kode Lingkaran

Kode pemrograman CNC milling untuk proses lingkaran dapat dilihat pada urutan nomor form pemrograman yang mejadi acuan tersebut dan dimulai dari nomor 14 dan nomor 23.



$$\tan \alpha = \frac{Y}{X} = \frac{20}{20} = 1$$

$$\alpha = 450$$

$$\sin 45^\circ = \frac{9}{R^1}$$

$$R^1 = \frac{9}{450} = 12,72$$

$$\begin{aligned} R^1 \text{ .total} &= 2000 + 12,72 \\ &= 3272 \end{aligned}$$

No. 14 Jarak X = 00

$$Y = 2900$$

$$Z = -100$$

No. 15 Jarak X = 00

$$Y = 2900$$

$$Z = -20$$

No. 16 Jarak X = -2900

$$Y = 00$$

$$Z = -200$$

No. 17 Jarak X = 00

$$Y = -2900$$

$$Z = -200$$

No. 18 Jarak X = 2900

$$Y = 00$$

$$Z = -200$$

No. 19 Jarak $X = 00$

$$Y = 2900$$

$$Z = -200$$

No. 20 Jarak $X = -2900$

$$Y = 00$$

$$Z = -200$$

No. 21 Jarak $X = -3600$

$$Y = -3600$$

$$Z = -200$$

N 22 Jarak $X = -3600$

$$Y = -3600$$

$$Z = 200$$

N 23 M30

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan pada tugas sarjana ini adalah dengan melihat, mensimulasikan, dan menguji desain *Tool Path Generation* (TPG) sesuai kode G (G code), kode M (M code), besaran *feeding* yang digunakan dan melihat pada hasil simulasi tersebut maka dapat disimpulkan bahwa perencanaan proses pemakanan pada pemesinan *milling 3 axis* dengan contoh segi empat di atas lingkaran yang menjadi bahan referensi maka diketahui bahwa perencanaan TPG dapat mengefektifkan waktu pemesinan *milling 3 axis* (sumbu).

5.2 Saran

Pada pembahasan yang telah dilakukan sesuai dengan Perencanaan Lintasan Pahat *Tool Path Generation* untuk Mempersingkat Waktu Pemesin CNC *Milling 3 Axis* maka kedepannya dapat dilakukan dengan beberapa contoh kasus dan pemakaian software CAD/CAM tertentu (*free ware/shere ware/commercial ware*) agar dapat diketahui performa yang lebih kuat dari yang telah dilakukan. Pada kondisi bagaimana terjadi penguatan/efektifitas pemesinan *milling 3 axis* dapat diketahui dengan lebih terperinci dengan cara tersebut di atas dan hal ini direkomendasikan untuk dapat dibahas pada pembahasan yang selanjutnya.

DAFTAR PUSTAKA

EMCO “Student Hand Book EMCO TU-3A” Austria 1993.

Love, George, (1983) *The Theory and Practice of Metal Work (third edition)*

Steve Krar and Arthur Gill, *Computer Numerical Control Programming Basics*
Industrial Press, INC., published of Machinery’s Handbook.

Watermann Tables for the Metal Trade, (1966), New Delhi: Wiley Eastern Ltd.

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



DATA PRIBADI

Nama : Eddi Syahputra
Npm : 1207230060
Tempat/ Tanggal Lahir : SEI SUKA, 12 September 1994
Jenis Kelamin : Laki-Laki
Agama : Islam
Status : Belum Menikah
Alamat : SEI SUKA Deras, Dsn VI
Nomor Hp : 0812 6053 8354
Nama Orang Tua
 Ayah : Asnan Syahputra
 Ibu : Yuliani

PENDIDIKAN FORMAL

2000-2006 : SD NEGERI No. 013871 SEI SUKA Deras
2006-2009 : SMP NEGERI 1 SEI SUKA
2009-2012 : SMA NEGERI 1 SEI SUKA
2012-2017 : Mengikuti Pendidikan S1 Program Studi Teknik Mesin Fakultas
Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara