



BAB I PENDAHULUAN

1.1 Sejarah dan Perkembangan Mesin – Mesin CNC

1.1.1 Sejarah Mesin CNC

Awal lahirnya mesin CNC (*Computer Numerically Controlled*) bermula dari tahun 1952 yang dikembangkan oleh John Pearson dari Institut Teknologi Massachusetts, atas nama Angkatan Udara Amerika Serikat.

.....

.....

.....

.....

1.1.2 Perkembangan Mesin CNC

Seiring perkembangan zaman

.....(Perkembangan jumlah axis CNC)

CAD.....

..... (Sumber)

CAM.....

.....(Sumber)

FMS.....

.....(Sumber)

1.2 Tahap Perencanaan Proses Pemesinan

Pemesinan (*Manufacturing*) adalah suatu bidang yang bertujuan untuk menghasilkan komponen atau benda kerja melalui proses - proses pemrosesan (*machining*) dengan menggunakan mesin perkakas. Berikut merupakan tahap perencanaan proses pemesinan:

1. Gambar teknik yang mencantumkan geometri secara detail.
..... (jelaskan)
2. Spesifikasi pahat dan jenis benda kerja
..... (jelaskan)



3. Pemilihan parameter permesinan
..... (jelaskan)
4. Perencanaan urutan proses permesinan (*machining*)
..... (jelaskan)
5. Pembuatan program data NC
..... (jelaskan)
6. Pelaksanaan proses permesinan (*machining*)
..... (jelaskan)
7. Pengukuran kualitas produk
..... (jelaskan)

1.3 Manfaat Penggunaan Mesin CNC

Ada pun manfaat dari penggunaan mesin cnc, yaitu sebagai berikut :

1. Laju produksi yang tinggi (cepat)
..... (jelaskan)
2. Keseragaman produk
..... (jelaskan)
3. Meminimalisir pemborosan benda kerja
..... (jelaskan)
4. Biaya perlengkapan (*tooling*) berkurang
..... (jelaskan)
5. Operator yang terlibat lebih sedikit
..... (jelaskan)
6. Pembuatan bentuk – bentuk yang kompleks dapat dilakukan dengan mudah
..... (jelaskan)



1.4 Tujuan Praktikum

1. Memahami operasional mesin TU NC/CNC-2A (untuk 2 sumbu) dan TU NC/CNC-3A (untuk 3 sumbu) serta simulasi gerakan pahat.
2. Mampu membuat program mesin TU NC/CNC-2A dan TU NC/CNC-3A untuk pembuatan geometri suatu komponen.
3. Melatih praktikan untuk menganalisis proses pelaksanaan produksi suatu komponen menggunakan mesin TU NC/CNC-2A dan TU NC/CNC-3A.



BAB II

DASAR TEORI

2.1 Spesifikasi Mesin

2.1.1 Spesifikasi Mesin Bubut TU CNC-2A

.....(gambar)

Gambar.... Mesin TU CNC-2A

Sumber: Laboratorium Otomasi Manufaktur Teknik Mesin FT-UB (2022)

- Merk : EMCO (Austria)
- Jenis : *Turning*
- Model : TU CNC-2A
- Spindel utama : - Putaran : 50-3200 rpm
- Daya masukan : 500 w
- Daya keluaran : 300 w
- Kapasitas pahat pada *revolver* : 6 buah
- Kapasitas : - *Max turning Diameter* : 36 mm
- *Max turning length* : 300 mm
- *Distance between centers* : 310 mm
- *Swing over bed* : 100 mm
- Gerakan Pemakanan : - Jarak sumbu x : 59,99 mm
- Jarak sumbu z : 327,60 mm
- *Feed* : 2 – 499 mm/menit
- Ketelitian : 0,01 mm

Sumber: *Student's Handbook* Emco TU CNC-2A (1988)



2.1.2 Spesifikasi Mesin *Milling* TU CNC-3A

.....(gambar)

Gambar.... Mesin TU CNC-3A

Sumber: Laboratorium Otomasi Manufaktur Teknik Mesin FT-UB (2022)

- Merek : EMCO (Austria)
- Jenis : *Milling*
- Model : TU CNC-3A
- Spindel utama : - Putaran : 50 - 3200 rpm
- Daya masukan : 500W
- Daya keluaran : 300 W
- Gerak Pahat : -Jarak sumbu x : 0 – 199.99 mm
-Jarak sumbu y : 0 – 99.99 mm
-Jarak sumbu z : 0 – 199.99 mm
-*Feed* : 2 – 499 mm/min
- Ketelitian : 0.01 mm

Sumber: *Student's Handbook* Emco TU CNC-3A (1988)

2.1 Bagian-Bagian Utama Mesin

2.2.1 Bagian Mekanik

2.2.1.1 Bagian Mekanik Mesin TU CNC-2A

1. Motor Utama

Motor utama adalah motor penggerak cekam (*chuck*) untuk memutar benda kerja. Motor ini adalah motor yang menggunakan arus searah (DC) merubah putaran dengan mengatur tegangan. Kecepatan motor dikendalikan secara elektronik menggunakan penghalang sinar dan cakram berlubang pada *pulley* motor (lihat gambar....)



.....(gambar)

Gambar... Motor Utama

Sumber: Laboratorium Otomasi Manufaktur Teknik Mesin FT-UB (2022)

.....(gambar)

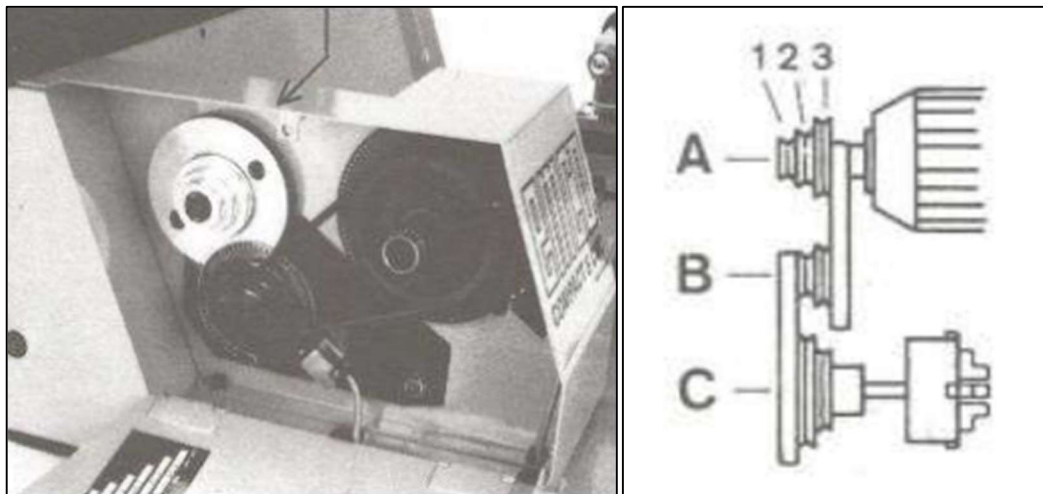
Gambar... Penghalang Sinar dan Cakram Berlubang

Sumber: Laboratorium Otomasi Manufaktur Teknik Mesin FT-UB (2022)

2. Sabuk Penggerak *Pulley*

Ada 3 *pulley* yang digunakan (Gambar 2.6), yaitu *pulley* A (sebagai *pulley* motor), *pulley* B (sumbu antara), dan *pulley* C (sumbu utama). Dari 3 buah *pulley* tersebut, 6 tingkat *pulley* penggerak memungkinkan pengaturan berbagai putaran sumbu utama. 6 tingkat tersebut adalah:

1. BC1, BC2, dan BC3 (dari *pulley* antara ke sumbu utama). Sabuk *pulley* A (motor) ke *pulley* B (antara) adalah tetap dan tidak dapat berubah atau berpindah. Sabuk *pulley* B ke *pulley* C dapat berubah dalam 3 posisi.
2. AC1, AC2, dan AC3 (dari *pulley* motor ke sumbu utama). Sabuk *pulley* A (motor) langsung ke *Pulley* C (utama) sehingga *pulley* B kosong.



Gambar.... Sabuk Penggerak *Pulley*

Sumber: Laboratorium Otomasi Manufaktur Teknik Mesin FT-UB (2022)



3. Eretan

Eretan adalah gerak persumbuan jalannya mesin untuk mesin bubut TU CNC-2A dimana memiliki data teknis:

1. kecepatan gerakan cepat sumbu x dan z 700 mm/menit
2. kecepatan asutan yang di programkan (pelayanan CNC) 2 – 499 mm/menit
3. jalannya gerakan eretan pada sumbu z sepanjang 327.60 mm
4. jalannya gerakan eretan pada sumbu x sepanjang 59.99 mm
5. penunjuk pada sajian 0.01 mm

Pembatasan jalannya gerakan eretan ketika eretan berada pada posisi akhir akan berbunyi. Bunyi tersebut merupakan tanda bahwa motor masih menerima pulsa putar untuk gerakan selanjutnya, tapi tidak dapat lagi bergerak.

.....(gambar)

Gambar.... Eretan

Sumber: Laboratorium Otomasi Manufaktur Teknik Mesin FT-UB (2022)

4. *Step Motor*

Step motor adalah motor penggerak eretan dan *revolver*. Setiap satu putaran pada *step* motor eretan terbagi dalam 72 langkah, sehingga setiap 5⁰ putaran *step* motor menghasilkan satu langkah eretan.

.....(gambar)

Gambar... Step Motor

Sumber: Laboratorium Otomasi Manufaktur Teknik Mesin FT-UB (2022)

5. *Revolver* pahat

Pada *revolver* pahat dari TU-2A dapat dipasang 3 pahat luar dan 3 pahat pengerjaan dalam. *Revolver* berada pada *tool turret*.

.....(gambar)

Gambar... Revolver Pahat

Sumber: Laboratorium Otomasi Manufaktur Teknik Mesin FT-UB (2022)



6. Cekam (*Chuck*)

Digunakan untuk menjepit benda kerja pada waktu proses pemakanan benda kerja berlangsung. Cekam dihubungkan langsung dengan *spindle* utama dengan motor penggerak melalui sabuk *chuck*.

.....(gambar)

Gambar.... Cekam (Chuck)

Sumber: Laboratorium Otomasi Manufaktur Teknik Mesin FT-UB (2022)

7. Kepala lepas (*Tail Stock*)

Alat bantu mesin yang digunakan untuk mengerjakan proses kerja sederhana secara manual. Disamping itu juga digunakan untuk menopang atau mendukung ujung benda kerja yang panjang pada proses pembubutan.

.....(gambar)

Gambar... Kepala lepas (Tail stock)

Sumber: Laboratorium Otomasi Manufaktur Teknik Mesin FT-UB (2022)

8. *Sliding Bed*

Sliding Bed berfungsi sebagai papan luncur eretan dari eretan mesin. Untuk itu kebersihannya harus selalu dijaga karena kerusakan dari meja mesin akan sangat mempengaruhi hasil benda kerja.

.....(gambar)

Gambar... Sliding Bed

Sumber: Laboratorium Otomasi Manufaktur Teknik Mesin FT-UB (2022)

2.2.1.2 Bagian Mekanik Mesin TU CNC-3A

1. Motor utama

Fungsi dari motor utama adalah untuk menggerakkan *spindel*. Motor ini adalah motor jenis DC dengan kecepatan putaran 50-3200 rpm



.....(gambar)

Gambar... Motor Utama

Sumber: Laboratorium Otomasi Manufaktur Teknik Mesin FT-UB (2022)

2. Eretan

Merupakan gerak persumbuan pada mesin. Untuk mesin TU CNC-3A memiliki 3 persumbuan yaitu:

- sumbu x = jarak 0-199,99 mm
- sumbu y = jarak 0- 99,99 mm
- sumbu z = jarak 0-199,99 mm

Dengan sumbu x dan y merupakan gerakan pada bidang horizontal, sedangkan sumbu z untuk gerakan bidang vertikal. Gerakan eretan pada mesin TU CNC-3A pada sumbu bidang horizontal (x dan y) tidak dapat di kombinasikan dengan sumbu vertikal (z). kecepatan asutan yang di programkan (pelayanan CNC) 2 – 499 mm/menit

.....(gambar)

Gambar... Eretan

Sumber: Laboratorium Otomasi Manufaktur Teknik Mesin FT-UB (2022)

3. *Step* motor

Step motor adalah motor penggerak eretan. Masing - masing eretan memiliki *step* motor. Setiap satu putaran pada *step* motor terbagi dalam 72 langkah, sehingga setiap 5⁰ putaran *step* motor menghasilkan satu langkah eretan. Bentuk *step* motor mesin TU CNC-3A sama dengan mesin TU CNC-2A (dapat dilihat pada gambar....)

.....(gambar)

Gambar... *Step* motor

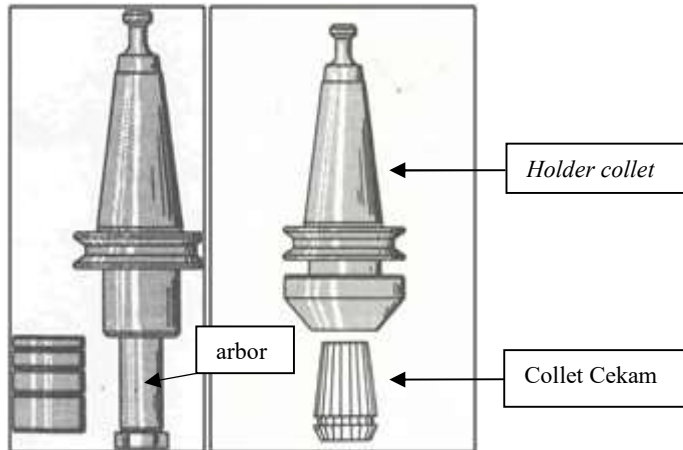
Sumber: Laboratorium Otomasi Manufaktur Teknik Mesin FT-UB (2022)

4. *Tools*

Digunakan untuk menahan pahat atau memegang pahat. Adapun bagian-bagian dari *tools* yaitu arbor, cekam *collect*, *holder collet*. Adapun sumber



putaran dihasilkan dan putaran utama yang mempunyai kecepatan putaran antara 200 – 2000 putaran/menit.



Gambar ... Tools

Sumber: Laboratorium Otomasi Manufaktur Teknik Mesin FT-UB (2022)

5. Ragum

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

.....(gambar)

Gambar.... Ragum

Sumber: Laboratorium Otomasi Manufaktur Teknik Mesin FT-UB (2022)

6. Meja mesin

Berfungsi sebagai papan bergerak yang nantinya mengikuti gerakan program yang telah dibuat. Meja mesin di gerakan oleh motor eretan.

.....(gambar)

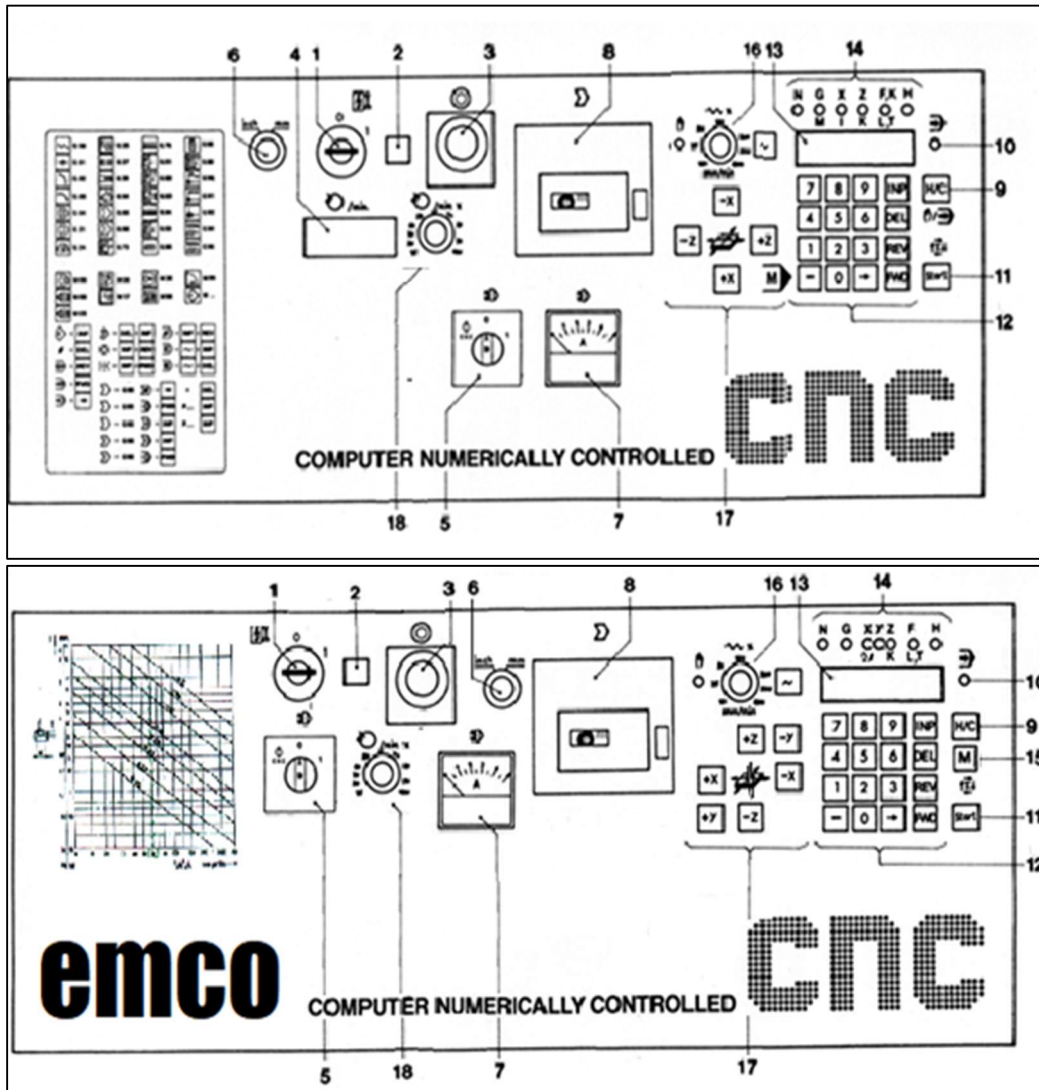
Gambar Meja Mesin

Sumber: Laboratorium Otomasi Manufaktur Teknik Mesin FT-UB (2022)



2.2.2 Bagian Kontroler

Bagian kontroler merupakan bagian yang mengoperasikan bagian mekanik agar selaras dengan yang diinginkan pada jalannya proses pemesinan. Setiap bagian kontroler memiliki fungsinya masing-masing. Berikut penjelasannya,



Gambar Bagian Kontroler TU CNC-2A (atas) dan TU CNC-3A (bawah)
Sumber: *Student's Handbook Emco TU CNC-2A & 3A* (1988)



1. Saklar utama.
.....
.....(jelaskan)
2. Lampu kontrol saklar utama.
.....
.....(jelaskan)
3. Tombol darurat
.....
.....(jelaskan)
4. Penunjuk jumlah putaran sumbu utama (TU CNC-2A)
.....
.....(jelaskan)
5. Saklar penggerak sumbu utama (*Main Spindle Switch*)
.....
.....(jelaskan)
6. Saklar satuan.
.....
.....(jelaskan)
7. Amperemeter penggerak sumbu utama.
.....
.....(jelaskan)
8. Rumah kaset.
.....
.....(jelaskan)
9. Tombol *Hand/CNC*.
.....
.....(jelaskan)
10. Lampu kontrol pelayanan CNC.
.....
.....(jelaskan)



11. Tombol *start*.

.....
.....(jelaskan)

12. Tombol kontrol sajian.

.....
.....(jelaskan)

13. Penunjuk sajian.

.....
.....(jelaskan)

14. Lampu indikator sajian.

.....
.....(jelaskan)

15. Tombol *Miscellaneous* (TU CNC-3A.)

.....
.....(jelaskan)

16. Pengatur kecepatan asuatan (manual).

.....
.....(jelaskan)

17. Penggerak sumbu eretan (manual).

.....
.....(jelaskan)

18. Saklar kecepatan putaran sumbu utama.

.....
.....(jelaskan)

2.3 Penentuan Referensi Koordinat

Bila ditinjau dari penentuan referensi titik koordinat mesin CNC, dapat ditinjau dalam 2 sistem dasar, yaitu sistem pemrograman *absolute* dan sistem pemrograman *incremental*

A. Pemrograman *Absolute*

.....
.....(jelaskan)



.....(gambar)
Gambar... Pemrograman Absolute
 Sumber:

B. Pemrograman *Incremental*

.....
(jelaskan)

.....(gambar)
Gambar.... Pemrograman Incremental
 Sumber:

2.4 Perintah-Perintah Pemrograman

2.4.1 Perintah-Perintah Pemrograman Mesin TU CNC-2A

2.4.1.1 Fungsi G (*going*)

Fungsi G/kode G adalah perintah utama yang digunakan untuk menggerakkan pahat. Berikut merupakan kode G dan fungsinya:

1. G 00: Gerakan cepat
 $\{N... / G 00 / x\pm... / z\pm...\}$
2. G 01: Interpolasi lurus
 $\{N... / G 01 / x\pm... / z\pm... / F...\}$
3. G 02: Interpolasi melingkar/berlawanan arah jarum Jam
 $\{N... / G 02 / x\pm... / z\pm... / F...\}$
4. G 03: Interpolasi melingkar/searah jarum Jam
 $\{N... / G 03 / x\pm... / z\pm... / F...\}$
5. G 04: Waktu tinggal diam
 $\{N... / G 04 / x\pm... \}$
6. G 21: Blok kosong
 $\{N... / G 21\}$
7. G 24: Pemrograman radius
 $\{N... / G 24\}$
8. G 25: Pemanggilan sub program
 $\{N... / G 25 / L...\}$



9. G 27: Perintah melompat
{N.../ G 27 / L...}
10. G 33: Pemotongan ulir
{N.../ G 33 / z±.../ k...}
11. G 64: Motor asutan tak berarus
{N.../ G 64}
12. G 65: Pelayanan kaset
{N.../ G 65}
13. G 66: Pelayanan RS 232
{N.../ G 66}
14. G 73: Siklus pemboran dengan pemutusan total
{N.../ G 73 / z±... / F...}
15. G 78: Siklus penguliran
{N.../ G 78 / x±... / z±.../ k.../H...}
16. G 81: Siklus pemboran
{N.../ G 81 / z±.../ F...}
17. G 82: Siklus pemboran dengan tinggal diam
{N.../ G 82 / z±.../ F...}
18. G 83: Siklus pemboran dengan penarikan
{N.../ G 83 / z±.../ F...}
19. G 84: Siklus pembubutan memanjang
{N.../ G 84 / x±... / z±.../ F.../H...}
20. G 85: Siklus pereameran
{N.../ G 85 / z±.../ F...}
21. G 86: Siklus pengeluaran
{N.../ G 86 / x±... / z±.../ F.../ H...}
22. G 88: Siklus pembubutan melintang
{N.../ G 88 / x±... / z±.../ F.../ H...}
23. G 89: Siklus pereameran dengan tinggal diam
{N.../ G 89 / z±.../ F...}



24. G 90: Pemrograman harga *absolute*
{N.../ G 90}
25. G 91: Pemrograman harga *incremental*
{N.../ G 91}
26. G 92: Penentuan titik referensi
{N.../ G 92 / x±... / z±...}
27. G 94: Asutan dalam mm/min.
{N.../ G 94}
28. G 95: Asutan dalam mm/rev.
{N.../ G 95}

2.4.1.2 Fungsi M (*Miscellaneous*)

Adalah fungsi pembantu untuk mengontrol *on/off function* yang ada pada mesin serta membantu melengkapi perintah dengan menggunakan kode

1. M 00: Berhenti terprogram
{N.../ M 00}
2. M 03: Sumbu utama searah jarum jam
{N.../ M 03}
3. M 05: Sumbu utama berhenti
{N.../ M 05}
4. M 06: Perhitungan panjang pahat
{N.../ M 06/ x±... / z±.../ T...}
5. M 17: Akhir sub program
{N.../ M 17}
6. M 30: Akhir program
{N.../ M 30}
7. M 98: Kompensasi kelonggaran secara otomatis
{N.../ M 98/ x±... / z±...}
8. M 99: Parameter lingkaran
{N.../ M 99/ I / K...}



2.4.2 Perintah-Perintah Pemrograman Mesin TU CNC-3A

2.4.2.1 Fungsi G (*going*)

Fungsi G/kode G adalah perintah utama yang digunakan untuk menggerakkan pahat. Berikut merupakan kode G dan fungsinya:

1. G00 Gerakan cepat
V: N3/G00/X ± 5/Y ± 4/Z ± 5
H: N3/G00/X ± 4/Y ± 5/Z ± 5
2. G01 Interpolasi lurus
V: N3/G01/X ± 5/Y ± 4/Z ± 5/F3
H: N3/G01/X ± 4/Y ± 5/Z ± 5/F3
3. G02 Interpolasi melingkar searah jarum jam
Kuadran:
V: N3/G02/X ± 5/Y ± 4/Z ± 5/F3
H: N3/G02/X ± 4/Y ± 5/Z ± 5/F3
4. G03 Interpolasi melingkar berlawanan arah jarum jam
Kuadran:
V: N3/G03/X ± 5/Y ± 4/Z ± 5/F3
H: N3/G03/X ± 4/Y ± 5/Z ± 5/F3
5. G04 Lamanya tinggal diam
N3/G04/X5
6. G21 Blok kosong
N3/G21
7. G25 memanggil sub program
N3/G25/L(F)3
8. G27 Intruksi melompat
N3/G27/L(F)3
9. G40 Kompensasi radius pisau hapus
N3/G40
10. G45 Penambahan radius pisau
N3/G45



11. G46 Pengurangan radius pisau
N3/G46
12. G47 Penambahan radius pisau 2 kali
N3/G47
13. G48 Pengurangan radius pisau 2 kali
N3/G48
14. G64 Motor asutan tanpa arus (Fungsi penyetelan)
N3/G64
15. G65 Pelayanan pita magnet (Fungsi penyetelan)
N3/G65
16. G66 Pelaksanaan antar aparat RS 232
N3/G66
17. G72 Siklus pengefraisan kantong
V: N3/G72/X ± 5/Y ± 4/Z ± 5/F3
H: N3/G72/X ± 4/Y ± 5
18. G73 Siklus pemutusan total
N3/G73/Z ± 5/F3
19. G74 Siklus penguliran
N3/G74/K3/Z ± 5/F3
20. G81 Siklus pemboran tetap
N3/G81/Z ± 5/F3
21. G82 Siklus pemboran tetap dengan tinggal diam
N3/G82/Z ± 5/F3
22. G83 Siklus pemboran tetap dengan pembuangan total
N3/G83/Z ± 5/F3
23. G84 Siklus penguliran
N3/G84/K3/Z ± 5/F3
24. G85 Siklus mereamer tetap
N3/G85/Z ± 5/F3
25. G89 Siklus mereamer tetap dengan tinggal diam
N3/G89/Z ± 5/F3



26. G90 Pemrograman nilai absolute

N3/G90

27. G91 pemrograman nilai inkremental

N3/G91

28. G92 Penentuan titik referensi

V: N3/G92/X ± 5/Y ± 4/Z ± 5

H: N3/G92/X ± 4/Y ± 5/Z ± 5

Keterangan: V = *Vertical* / tegak

H = *Horizontal* / mendatar

2.4.2.2 Fungsi M (*Miscellaneous*)

Adalah fungsi pembantu untuk mengontrol *on / off function* yang ada pada mesin serta membantu melengkapi perintah dengan menggunakan kode.

1. M00 Diam

N3/M00

2. M03 *Spindle* frais hidup, searah jarum jam

N3/M03

3. M05 *Spindle* frais mati

N3/M05

4. M06 Penggeseran alat, radius pisau frais masuk

N3/M06/D5/S4/Z ±5/T3

5. M17 Kembali ke program pokok

N3/M17

6. M08

7. M09

8. M20

9. M21

10. M22

11. M23

Hubungan keluar

N3/M2

12. M26 Hubungan keluar – impuls

N3/MH26/H3



13. M30 Program berakhir
N3/M30
14. M98 Kompensasi kocak / kelonggaran otomatis
N3/M98/X3/Y32/Z3
15. M99 Parameter dari interpolasi melingkar (dalam hubungan dengan G02/G03)
N3/M99/J3/K3

2.4.3 Tanda Alarm

1. A 00 : Salah perintah G, M
2. A 01 : Salah radius (M 99)
3. A 02 : Salah harga x
4. A 03 : Salah harga F
5. A 04 : Salah harga z
6. A 05 : Kurang perintah M 30
7. A 06 : Jumlah putaran sumbu utama terlalu tinggi
8. A 08 : Akhir pita pada perekaman
9. A 09 : Pemrograman tidak ditemukan
10. A 10 : Pemrograman kaset
11. A 11 : Salah memuat
12. A 12 : Salah pengecekan
13. A 13 : Pengalihan inchi/mm dengan memori penuh
14. A 14 : Salah satuan jalan pada program terbaca
15. A 15 : Salah harga H
16. A 17 : Salah sub program

2.4.4 Tombol Kombinasi

Tombol kombinasi digunakan untuk membantu dalam proses permesinan secara khusus dikarenakan keterbatasan tombol yang ada pada mesin. Berikut tombol kombinasi beserta fungsinya,

$$\begin{array}{|c|} \hline \text{INP} \\ \hline \end{array} + \begin{array}{|c|} \hline \sim \\ \hline \end{array} = \text{Menambahkan 1 baris blok program}$$

$$\begin{array}{|c|} \hline \text{DEL} \\ \hline \end{array} + \begin{array}{|c|} \hline \sim \\ \hline \end{array} = \text{Menghapus 1 baris blok program}$$

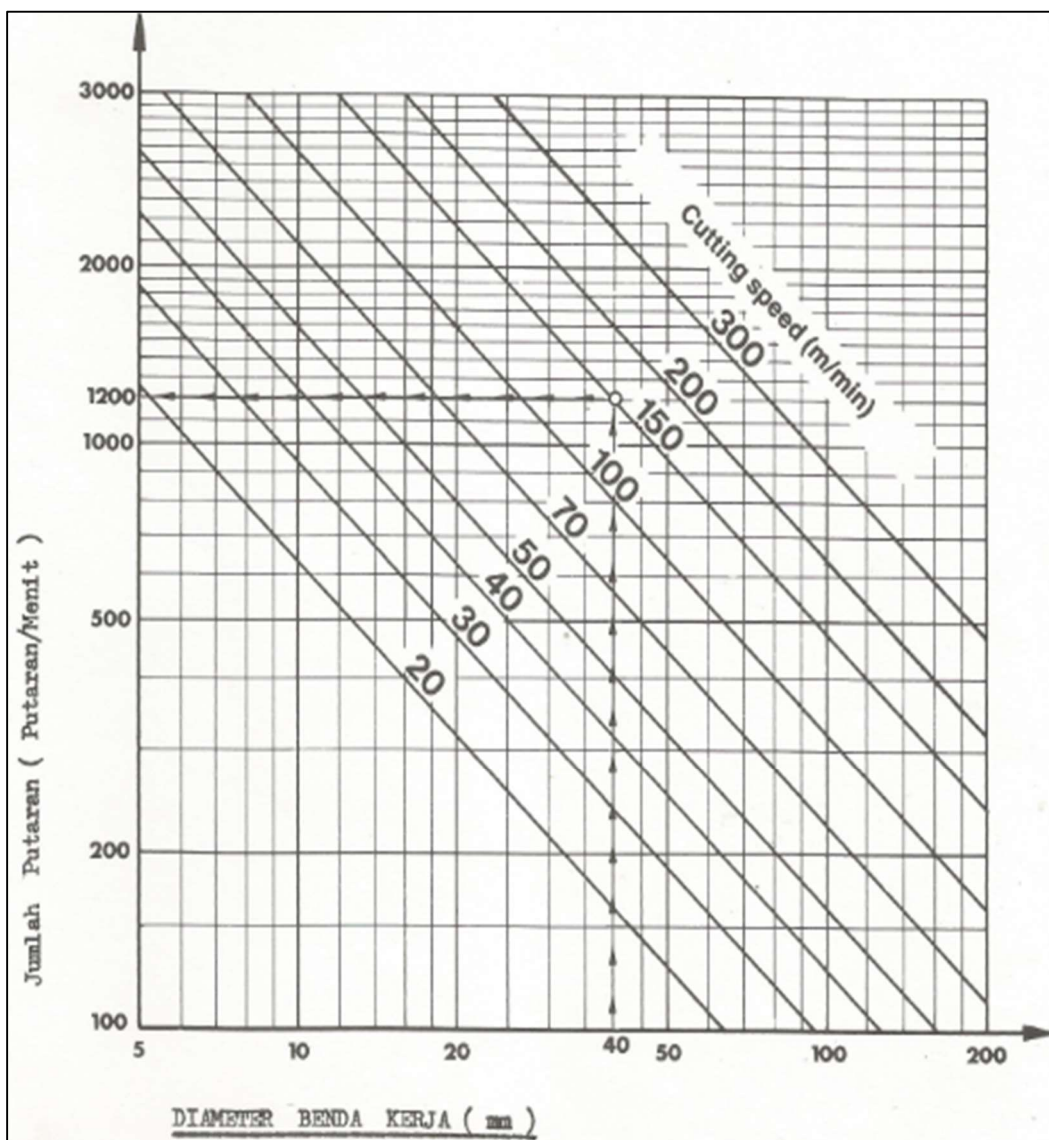


INP	+	REV	= Kembali ke awal program dan mematikan alarm
FWD	+	INP	= Eksekusi program berhenti sementara
INP	+	DEL	= Menghapus program keseluruhan
FWD	+	NUM	= Pergantian pahat

2.5 Hubungan antar Parameter Permesinan

2.5.1 Hubungan antar Parameter Permesinan TU CNC-2A

1. Menentukan jumlah putaran melalui diameter benda kerja yang diketahui



Gambar ... Grafik Hubungan Antara Jumlah Putaran, Diameter Benda Kerja Dan Cutting Speed TU CNC-2A

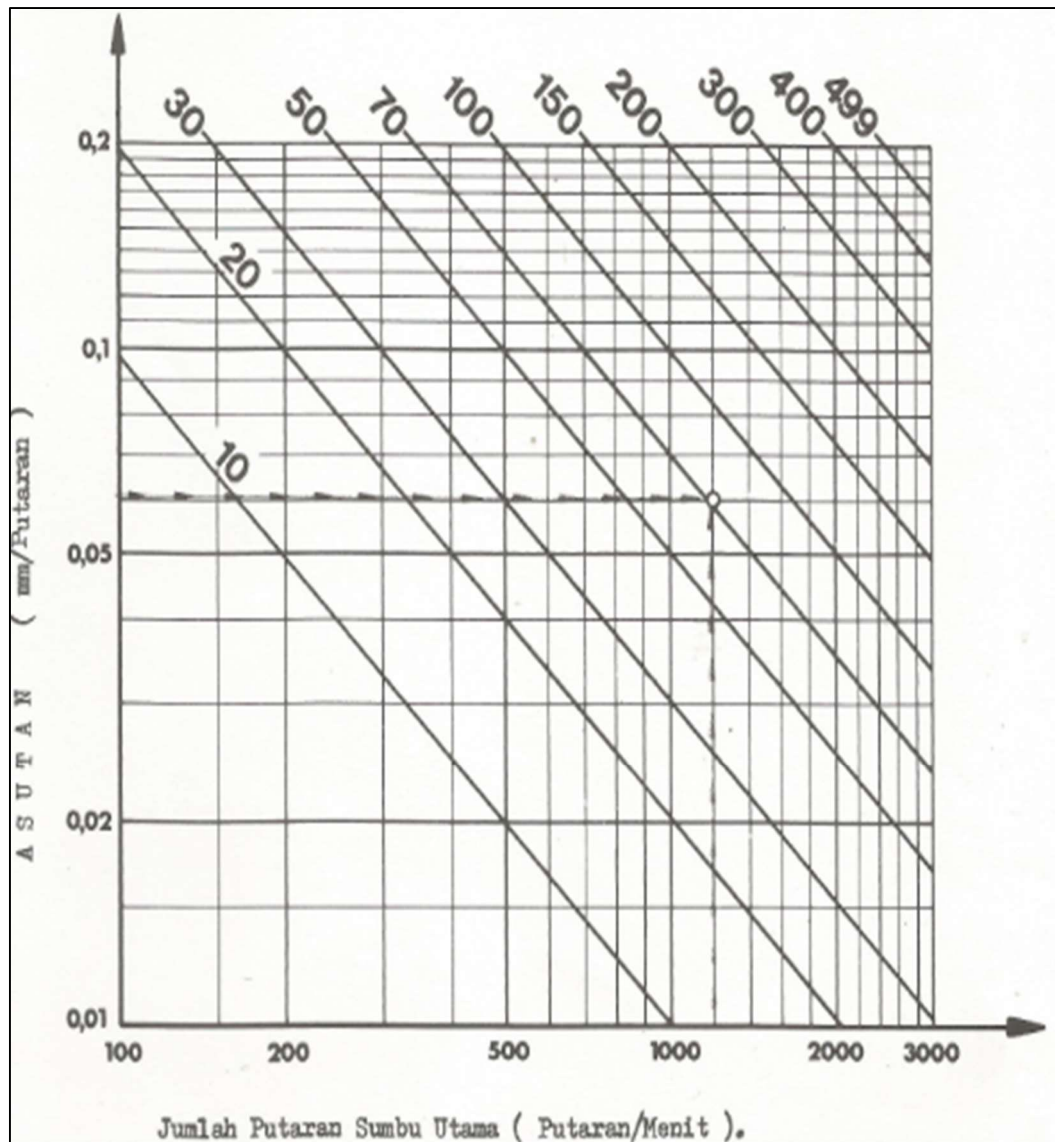
Sumber: *Student's Handbook Emco TU CNC-2A* (1988)



Contoh pembacaan grafik:

1. Diameter benda kerja : 40 mm
2. *Cutting speed* : 150 m /menit
3. Jumlah putaran : 1200 rpm

2. Menentukan kecepatan asutan melalui jumlah putaran yang diketahui.



Gambar ... Grafik Hubungan Antara Jumlah Putaran, Asutan dan Kecepatan Asutan TU CNC-2A

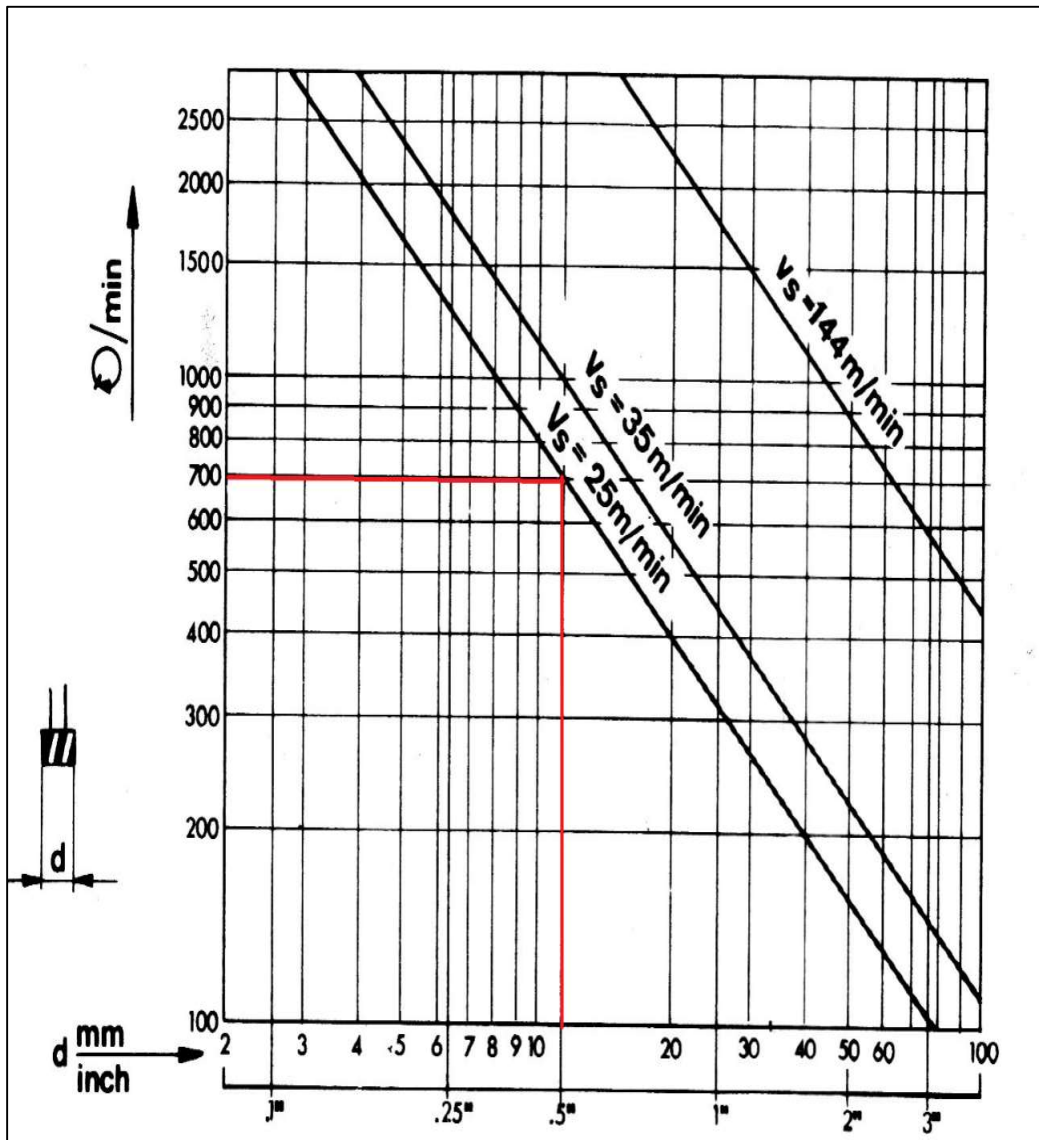
Sumber: *Student's Handbook Emco TU CNC-2A* (1988)

Contoh pembacaan grafik:

- 3. Jumlah putaran : 1200 putaran/menit
- 4. Asutan : 0.06 mm/putaran
- 5. Kecepatan asutan : 70 mm/menit

2.5.2 Hubungan antar Parameter Permesinan TU CNC-3A

- 1. Menentukan jumlah putaran melalui diameter pahat



Gambar..... Grafik Hubungan Antara Diameter Benda Kerja, Cutting Speed dan Jumlah Putaran TU CNC-3A

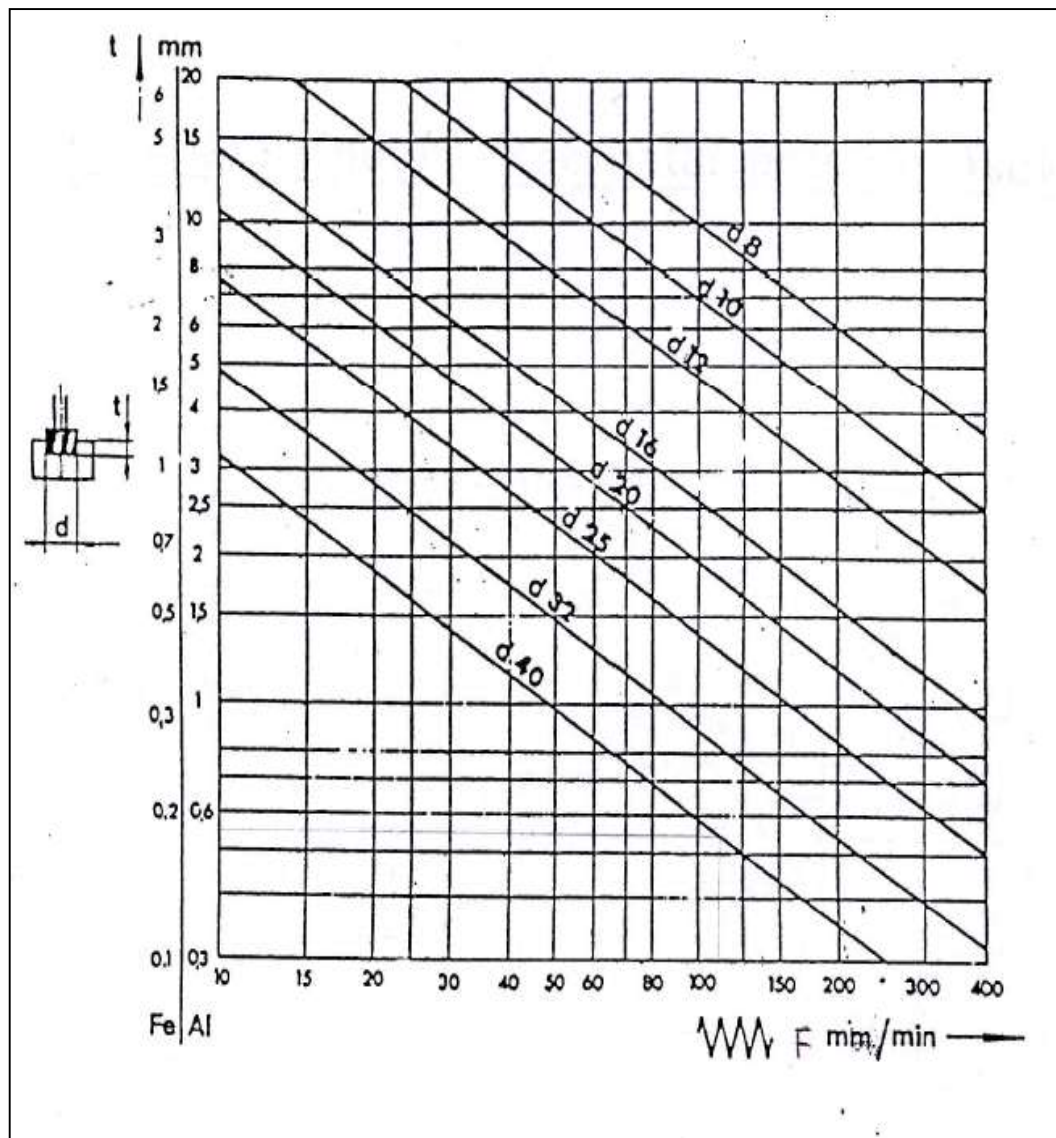
Sumber: *Student's Handbook Emco TU CNC-3A (1988)*



Contoh pembacaan grafik:

1. Diameter benda kerja : 15 mm
2. Kecepatan potong : 25 m /menit
3. Jumlah putaran : 700 rpm

2. Menentukan kecepatan asutan melalui diameter pahat dan *depth of cut*.



Gambar..... Grafik Hubungan Antara Kedalaman Pemakanan, Diameter dan Kecepatan Asutan TU CNC-3A

Sumber: *Student's Handbook Emco TU CNC-3A* (1988)



Contoh pembacaan grafik :

1. Diameter benda kerja : 20 mm
- 2/ Kedalaman pemakanan (A1) : 2,5 mm
3. Kecepatan asutan : 70 mm/min

2.6 Macam – Macam Pahat

2.6.1 Macam – Macam Pahat TU CNC-2A

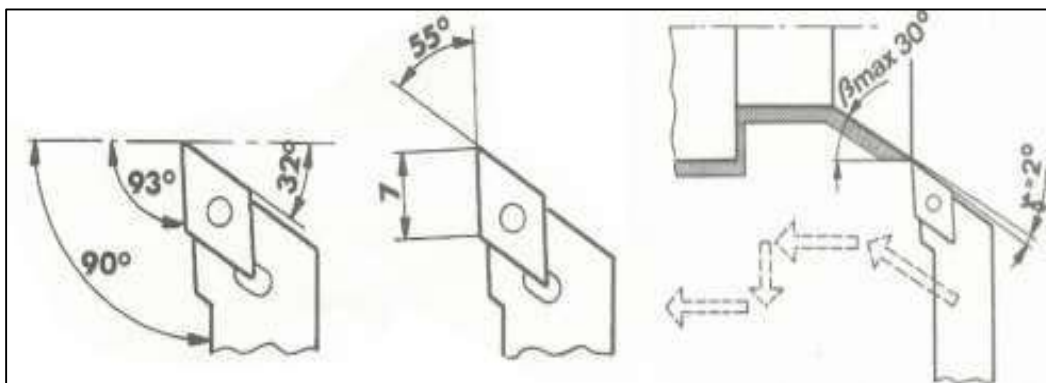
1. Pahat Sisi Kanan

Pahat sisi kanan dapat digunakan untuk pembubutan memanjang, melintang, menyudut.

.....(gambar)

Gambar ... Pahat Sisi Kanan

Sumber: ...



Gambar ... Pahat Sisi Kanan

Sumber: *Student's Handbook Emco TU CNC-2A (1988)*

Gambar merupakan spesifikasi pahat kanan. Pada pembubutan membentuk, pahat kanan tidak boleh membentuk melebihi sudut 30° jika melebihi maka tidak akan termakan permukaannya.

2. Pahat Sisi Kiri

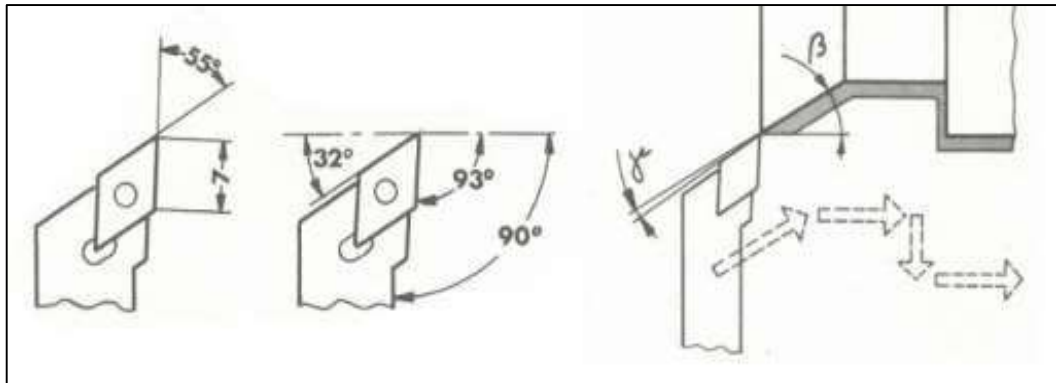
Pahat sisi kiri dapat digunakan untuk pembubutan memanjang, melintang, menyudut.



.....(gambar)

Gambar ... Pahat Sisi Kiri

Sumber: ...



Gambar ... Pahat Sisi Kiri

Sumber: *Student's Handbook Emco TU CNC-2A* (1988)

Gambar merupakan spesifikasi pahat kiri. Pada pembubutan membentuk, pahat kiri tidak boleh membentuk melebihi sudut 30° jika melebihi maka tidak akan termakan permukaannya bentuknya.

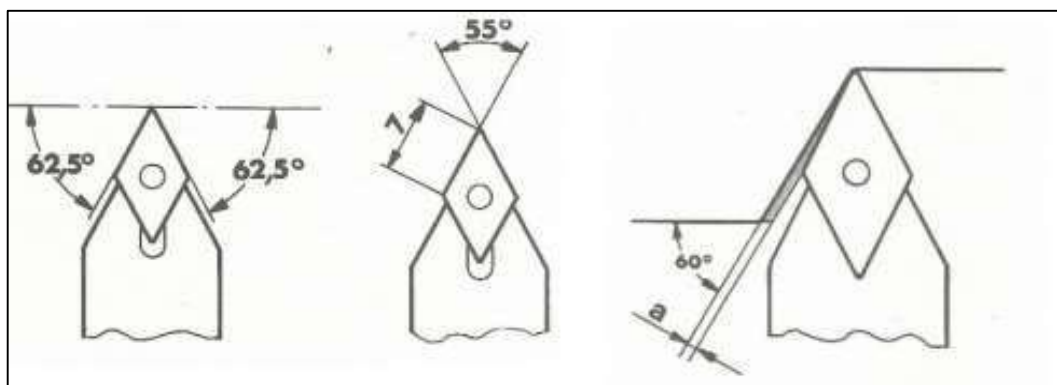
3. Pahat Netral

Pahat netral dapat digunakan untuk pembubutan memanjang, melintang, menyudut.

.....(gambar)

Gambar ... Pahat Netral

Sumber:



Gambar ... Pahat Netral

Sumber: *Student's Handbook Emco TU CNC-2A* (1988)



Gambar.... Merupakan spesifikasi pahat netral. Pahat ini digunakan untuk pembubutan memanjang menyudut dengan sudut maksimal 60° dan sudut bebas $2,5^\circ$. untuk pembubutan bagian radius dengan tangent busur lingkaran tidak boleh melebihi 60° .

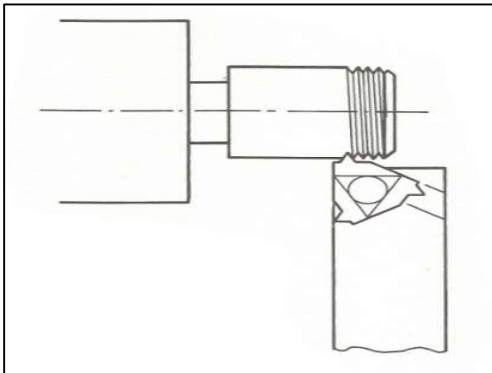
4. Pahat Sudut Ulir Luar Kanan

Pahat sudut ulir luar kanan memiliki jangkauan *pitch* antara 0.5-1.5 mm dengan sudut apit sebesar 60°

.....(gambar)

Gambar ... Pahat Sudut Ulir Luar Kanan

Sumber:



GambarPahat Sudut Ulir Luar Kanan

Sumber: *Student's Handbook Emco TU CNC-2A (1988)*

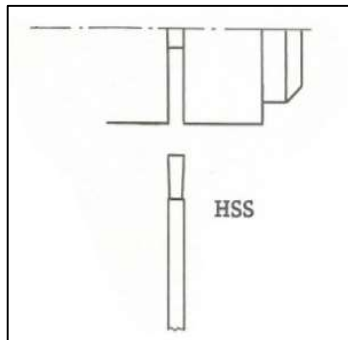
5. Pahat Potong HSS

Patang potong digunakan dalam proses pemakanan melintang. Lebar mata pahat potong adalah 3 mm.

.....(gambar)

Gambar ... Pahat Potong HSS

Sumber: ...



Gambar... Pahat Potong HSS

Sumber: *Student's Handbook Emco TU CNC-2A* (1988)

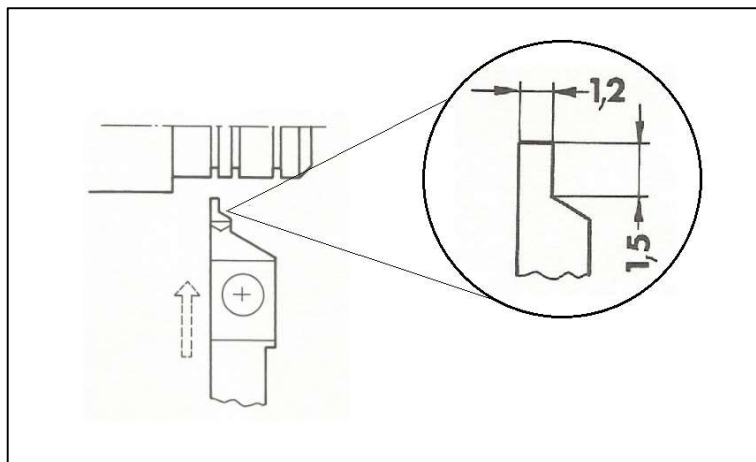
6. Pahat Alur

Pahat alur digunakan untuk pemakanan melintang. Berikut merupakan gambar spesifikasi pahat alur.

.....(gambar)

Gambar ... Pahat Alur

Sumber:



Gambar... Pahat Alur

Sumber: *Student's Handbook Emco TU CNC-2A* (1988)

7. Pahat Dalam

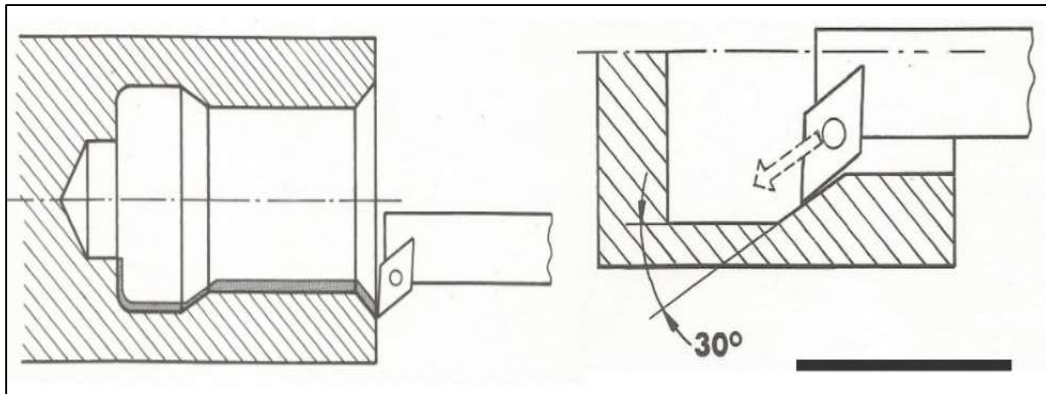
Pahat dalam digunakan untuk pemotongan memanjang menyudut dan melintang pada bagian dalam benda kerja.



.....(gambar)

Gambar ... Pahat Dalam

Sumber:



Gambar ... Pahat Dalam

Sumber: *Student's Handbook Emco TU CNC-2A (1988)*

Pahat dalam dapat digunakan jika diameter lubang pada benda yang terbentuk minimal 14 mm. Pahat dalam tidak boleh membentuk melebihi sudut 30° jika melebihi maka tidak akan termakan permukaan bentuknya.

2.6.2 Macam – Macam Pahat TU CNC-3A

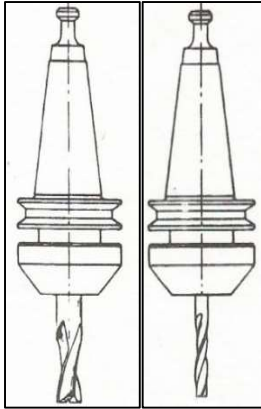
1. *End Mill*

.....
.....(jelaskan)

.....(gambar)

Gambar ... *End Mill*

Sumber:



Gambar..... End Mill

Sumber: *Student's Handbook Emco TU CNC-3A (1988)*

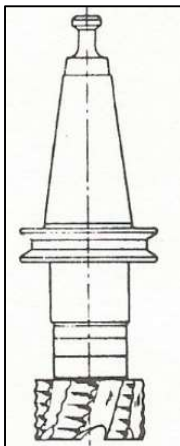
2. Face Mill

.....
(jelaskan)

.....(gambar)

Gambar ... Face Mill

Sumber:



Gambar Face Mill

Sumber: *Student's Handbook Emco TU CNC-3A (1988)*

3. Dovetail Mill

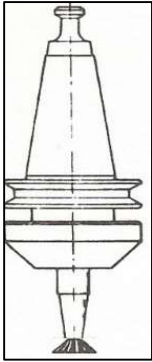
.....
(jelaskan)



.....(gambar)

Gambar ... Dovetail Mill

Sumber:



Gambar.... Dovetail Mill

Sumber: *Student's Handbook Emco TU CNC-3A (1988)*

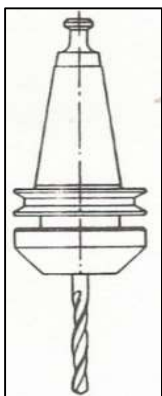
4. Pahat Drill

.....
.....(jelaskan)

.....(gambar)

Gambar Pahat Drill

Sumber:



Gambar.... Pahat Drill

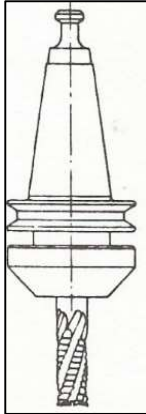
Sumber: *Student's Handbook Emco TU CNC-3A (1988)*

5. Pahat Reamer



.....
.....(jelaskan)

.....(gambar)
Gambar Pahat Reamer
Sumber:



Gambar.... Pahat Reamer
Sumber: *Student's Handbook Emco TU CNC-3A (1988)*





BAB III

METODE PRAKTIKUM

3.1 Persiapan Praktikum

Sebelum praktikum, ada beberapa hal yang perlu diperhatikan dan disiapkan agar pelaksanaannya sesuai dengan prosedur pemesinan:

1. Praktikan diwajibkan mengikuti peraturan praktikum
2. Menyiapkan kelengkapan praktikum
3. Menyiapkan benda kerja.
4. Memeriksa kondisi mesin CNC.

3.2 Prosedur Menghidupkan Mesin

1. Hidupkan *stabilizer*
2. Hidupkan mesin dengan memutar kunci kontak “ON”

3.3 Pelaksanaan Prosedur Permesinan

3.3.1 Pelaksanaan Prosedur Permesinan TU CNC-2A

3.3.1.1 *Plotting*

Plotting berfungsi untuk mengetahui apakah gerakan pahat atau pemotongan sudah sesuai dengan gambar yang direncanakan pada desain geometri TU-2A. berikut adalah langkah - langkah untuk proses *plotting*:

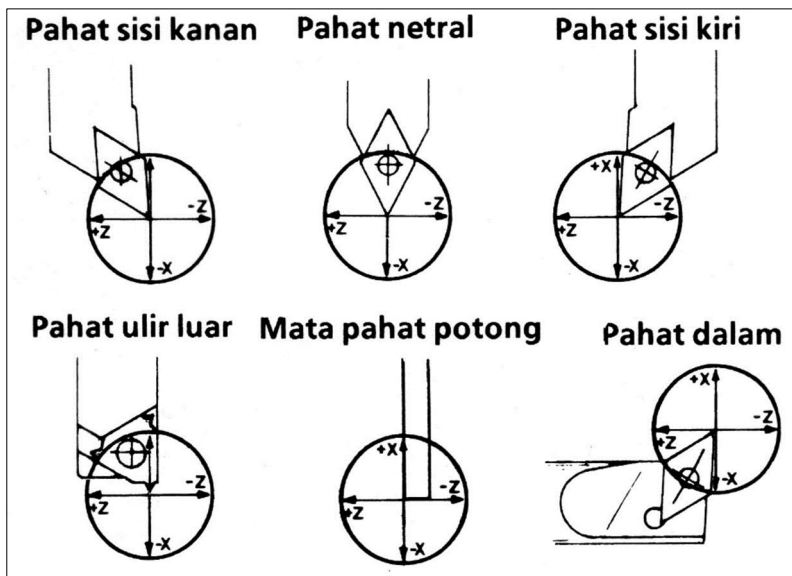
1. Pasang tangkai *plotter* dan atur posisi pena ke tempat yang ideal
2. Masukkan manuskrip dengan nilai $Z = 0$ dan $F = 200$
3. Tempelkan atau posisikan *plotter* pada titik referensi
4. Pilih CNC mode, ganti $F = 200$
5. Putar saklar sumbu utama ke mode CNC
6. Tekan “*START*” dan catat waktu mulai.
7. Lakukan pengeplotan hingga selesai
8. Catat waktu akhir
9. Konsultasikan hasilnya dengan asisten



3.3.1.2 Setting Pahat dan Benda kerja

1. Setting pahat

Setting pahat dilakukan dengan tujuan agar mengetahui nilai kompensasi pahat. Pada saat proses eksekusi menggunakan 3 buah pahat atau lebih yang masing-masing memiliki posisi yang berbeda pada *tool turret*, untuk melakukannya digunakan bantuan lup.

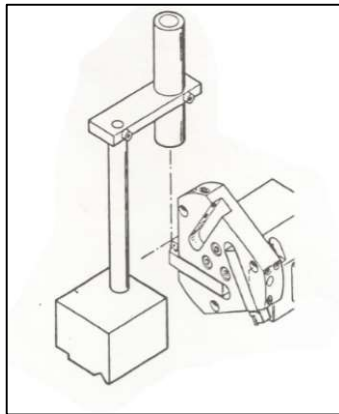


Gambar Tampak yang Tercerminkan Melalui Pengamatan dengan Lup yang disesuaikan dengan Tiap Pahat.

Sumber: *Student's Handbook Emco TU CNC-2A* (1988)

Setting pahat dapat dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Pilih operasi ke manual tekan H/C
2. Pastikan *tool turret* hingga kedudukannya aman untuk pemasangan pahat
3. Pasang pahat pada *revolver* sesuai dengan urutan proses
4. Posisikan *tool turret* sedemikian rupa sehingga ada ruang untuk memasang lup
5. Pilih pahat referensi pada *revolver*
6. Dekatkan *tool turret* mendekati lup dan amati hingga kedudukan pahat tepat pada salip sumbu.



Gambar Posisi Lup terhadap Pahat

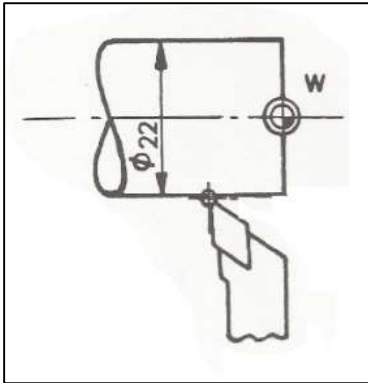
Sumber: *Student's Handbook Emco TU CNC-2A* (1988)

7. Untuk pahat referensi, harga X dan Z adalah 0. Untuk pahat lain catat harga X dan Z untuk kemudian masukkan ke dalam program, lakukan hingga pahat di *set-up* semua
8. Setelah selesai, lepasakan lup

2. *Setting* Benda Kerja

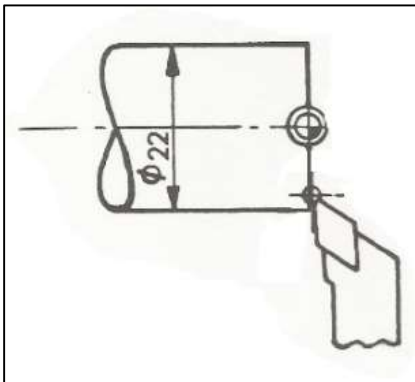
Setting benda kerja dilakukan untuk menentukan titik 0 pahat terhadap pada benda kerja. langkah-langkah pada *setting* benda kerja adalah:

1. Pilih operasi kmanual, tekan H/C
2. Posisikan *tool turret* hingga kedudukannya aman untuk pemasangan pahat (agak menjauh dari *chuck*)
3. Posisikan benda kerja pada *chuck*
4. Pilih pahat referensi untuk pertama kali proses
5. Putar saklar sumbu utama "1"
6. Gerakkan mata pahat ke arah benda kerja
7. Sentuhkan ujung pahat ke arah X *facing* memakan sedikit kemudian tekan "DEL" masukkan nilai jari-jari benda. Contoh (11 mm)



Gambar Kontak Ujung Pahat ke Arah X
Sumber: *Student's Handbook Emco TU CNC-2A* (1988)

8. Sentuhkan ujung pahat ke arah Z memanjang dari permukaan benda kerja, masukan nilai 0



Gambar Kontak Ujung Pahat ke Arah Z
Sumber: *Student's Handbook Emco TU CNC-2A* (1988)

9. Putar saklar sumbu utama "0"
10. *Tool turret* pada bagian X dan Z di posisikan pada titik referensi (sesuai G92)

3.3.1.3 *Dry run*

Proses *dry run* bertujuan untuk mengetahui seberapa aman gerakan pahat dalam melakukan proses eksekusi yang dilakukan tanpa benda kerja, *dry run* dapat dilakukan dengan:

1. Masukan manuskrip dengan nilai $F = 200$
2. Lakukan setting benda kerja TU CNC-2A



3. Posisikan pahat pada harga X dan Z pada titik referensi (sesuai dengan program G92)
4. Lepaskan benda kerja dari *chuck*
5. Aturilah putaran *spindle*
6. CNC-mode: kursor di N00
7. Putar saklar sumbu utama di posisi CNC
8. Tekan “START” dan catat waktu mulai
9. Lakukan *dry run* hingga selesai
10. Catat waktu akhir

3.3.1.4 Eksekusi Program TU CNC-2A

Setelah eksekusi program dengan *dry run* selesai dan benar maka pasanglah benda kerja pada *chuck*, kemudian:

1. Masukkan manuskrip dengan nilai F aktual
2. Atur putaran *spindle*
3. Tangan di posisikan pada “INP” + “FWD” dan ujung yang lain ditempat “EMERGENCY STOP”
4. Eksekusi dimulai tekan “START” catat waktu mulai
5. Arus dicatat
6. Lakukan eksekusi hingga selesai
7. Catat waktu selesai
8. Lepaskan benda kerja dari *chuck*
9. Konsultasikan dengan dosen atau asisten tentang hasil praktikum

3.3.2 Pelaksanaan Prosedur Pemesinan TU CNC-3A

3.3.2.1 *Plotting*

Plotting berfungsi untuk mengetahui apakah gerakan pahat atau pemotongan sudah sesuai dengan gambar yang direncanakan pada desain geometri TU-3A. berikut adalah langkah-langkah untuk proses *plotting*:

1. Masukkan manuskrip dengan nilai Z = 0 dan F = 200
2. Ambil plat alas simulasi dan jepitkan di ragum.
3. Letakkan kertas di atas plat.

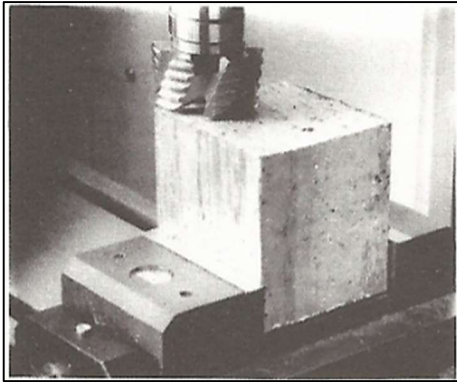
4. Letakan magnet pada ujung-ujung kertas sebagai penahan agar kertas tidak geser.
5. ambil "*Plotter Tool*" atur sesuai radius.
6. Pilih manual mode: turunkan pena *plotter* dengan menekan sumbu Z sampai sedikit di atas kertas
7. Posisikan pada harga X, Y dan Z pada titik referensi (sesuai dengan program G92)
8. CNC-mode: kursor di N00
9. Putar saklar sumbu utama di posisi CNC
10. Tekan "*START*" dan catat waktu mulai
11. Lakukan pengeplotan hingga selesai
12. Catat waktu akhir
13. Konsultasikan hasilnya dengan asisten

3.3.2.2 *Setting* Pahat dan Benda kerja

1. *Setting* pahat

Untuk mencatat perbedaan harga Hz terhadap pahat pertama sebagai *tool* referensi (T1) dari *tool - tool* yang lain yang dipakai dalam proses. berikut langkah *setting* pahat:

1. Monitor dalam "*Manual mode*"
2. Pasang *tool* pertama, dan pasang benda kerja pada ragum.
3. Putar saklar sumbu utama "1"
4. Turunkan sumbu Z eretan, sampai di atas permukaan benda hingga mengalami goresan. Hapus nilai Z, dan masukan nilai $Z = 0$.



Gambar Setting Pahat dengan Goresan

Sumber: *Student's Handbook Emco TU CNC-3A* (1988)

5. Lepas *tool* pertama, ganti *tool* kedua (T2). Ulangi langkah 4 catat Z nya. Dan lakukan untuk pahat selanjutnya.
6. Putar saklar sumbu utama "0"

2. *Setting* benda kerja

1. Monitor pada Manual, tekan H/C
2. gunakan *tool* referensi (T1)
3. putar saklar sumbu utama pada "1"
4. Sentuhkan pahat pada permukaan dalam arah X, kemudian masukan nilai radius pahat pada X
5. Sentuhkan pahat pada permukaan dalam arah Y, kemudian masukan nilai radius pahat pada Y
6. Sentuhkan pahat pada permukaan dalam arah Z kemudian masukan nilai 0
7. Kembalikan saklar sumbu utama pada 0
8. Atur pahat pada bagian X, Y dan Z di posisikan pada titik referensi (sesuai G92 pada)
9. Putar saklar sumbu utama "0"

3.3.2.3 Dry run

Proses *dry run* bertujuan untuk mengetahui seberapa aman gerakan pahat dalam melakukan proses eksekusi yang dilakukan tanpa benda kerja, *dry run* dapat dilakukan dengan:

1. Masukkan manuskrip dengan nilai Z aktual dan $F = 200$
2. Lakukan setting benda kerja TU CNC-3A
3. Posisikan pahat pada harga X, Y dan Z pada *start point* (sesuai dengan program G92)
4. Lepaskan benda kerja dari ragum
5. Atur putaran *spindle*
6. CNC-mode: kursor di N00
7. Putar saklar sumbu utama di posisi CNC
8. Tekan START dan catat waktu mulai
9. Lakukan *dry run* hingga selesai
10. Catat waktu akhir

3.3.2.4 Eksekusi Program TU CNC-3A

Setelah eksekusi program dengan *dry run* selesai dan benar maka pasanglah benda kerja pada *chuck*, kemudian:

1. Masukkan manuskrip dengan nilai Z dan F aktual
2. Atur putaran *spindle*
3. Tangan di posisikan pada “INP” + “FWD” dan ujung yang lain ditempat “EMERGENCY STOP”
4. Eksekusi dimulai tekan “START” catat waktu mulai
5. Arus dicatat
6. Lakukan eksekusi hingga selesai
7. Catat waktu selesai
8. Lepaskan benda kerja dari ragum
9. Konsultasikan dengan dosen atau asisten tentang hasil praktikum



3.4 Prosedur Mematikan Motor dan Mesin

1. Pilih operasi ke manual
2. Gerakan tool turret (TU CNC-2A) atau meja mesin (TU CNC-3A) untuk posisi membersihkan geram
3. Pilih Mode CNC, masukkan kode G64 tekan “*INPUT*”
4. Berilah oli pada tempat - tempat yang diperlukan
5. Matikan mesin dengan memutar kunci kontak “OFF”
6. Matikan *stabilizer*





BAB IV

PERSIAPAN PRAKTIKUM TU CNC-2A

4.1 Desain Benda Kerja

(Terlampir)

4.2 Spesifikasi Pahat dan Benda Kerja

4.2.1 Spesifikasi Pahat yang Digunakan

Pada praktikum TU CNC-2A yang akan dilakukan, digunakan macam-macam pahat, yaitu:

Tabel

Daftar pahat yang digunakan

No	Nama Pahat	Kode T	Harga kompensasi	
			Harga X	Harga Z
1.				
2.				
3.				

Sumber: Dokumentasi Pribadi (2022)

4.2.2 Jenis Benda Kerja yang Digunakan

Pada praktikum TU CNC-2A yang akan dilakukan, menggunakan spesifikasi benda kerja sebagai berikut:

1. Material

.....
(jelaskan)

.....(gambar)

Gambar ... Benda Kerja TU CNC-2A

Sumber: Laboratorium Otomasi Manufaktur Teknik Mesin FT-UB (2022)

2. Dimensi

.....
(jelaskan)

.....(gambar)
 Gambar ... Dimensi Benda Kerja TU CNC-2A
 Sumber: Laboratorium Otomasi Manufaktur Teknik Mesin FT-UB (2022)

4.3 Perhitungan Koordinat Lintasan Pahat

1. Parameter Lingkaran Pertama

.....(gambar)
 Gambar.... Parameter Lingkaran Pertama
 Sumber: Dokumentasi Pribadi (2022)

Tabel ...
 Manuscript Parameter Lingkaran Pertama

No	G (M)	X (I) (D)	Z (K) (S)	F (L,T,H)	Deskripsi
----	-------	-----------	-----------	-----------	-----------

Sumber: Dokumentasi Pribadi (2022)

Perhitungan :

- $AO = BO = r = \dots mm$

- $AB = \sqrt{\dots^2 + \dots^2}$
 $= \dots mm$

- $\sin(\dots) = \frac{\dots}{\dots}$

$\sin(\dots) = \dots$
 $\dots = \arcsin(\dots)$
 $\dots = \dots^\circ$

..... (tuliskan rumus dan perhitungan)



2. Parameter Lingkaran Kedua

.....(gambar)

Gambar.... Parameter Lingkaran Kedua

Sumber: Dokumentasi Pribadi (2022)

Tabel ...

Manuscript Parameter Lingkaran Kedua

No	G (M)	X (I) (D)	Z (K) (S)	F (L,T,H)	Deskripsi
----	-------	-----------	-----------	-----------	-----------

Sumber: Dokumentasi Pribadi (2022)

Perhitungan :

- $AO = BO = r = \dots \text{mm}$

- $AB = \sqrt{\dots^2 + \dots^2}$
= ... mm

- $\sin(\dots) = \frac{\dots}{\dots}$

$$\sin(\dots) = \dots$$

$$\dots = \arcsin(\dots)$$

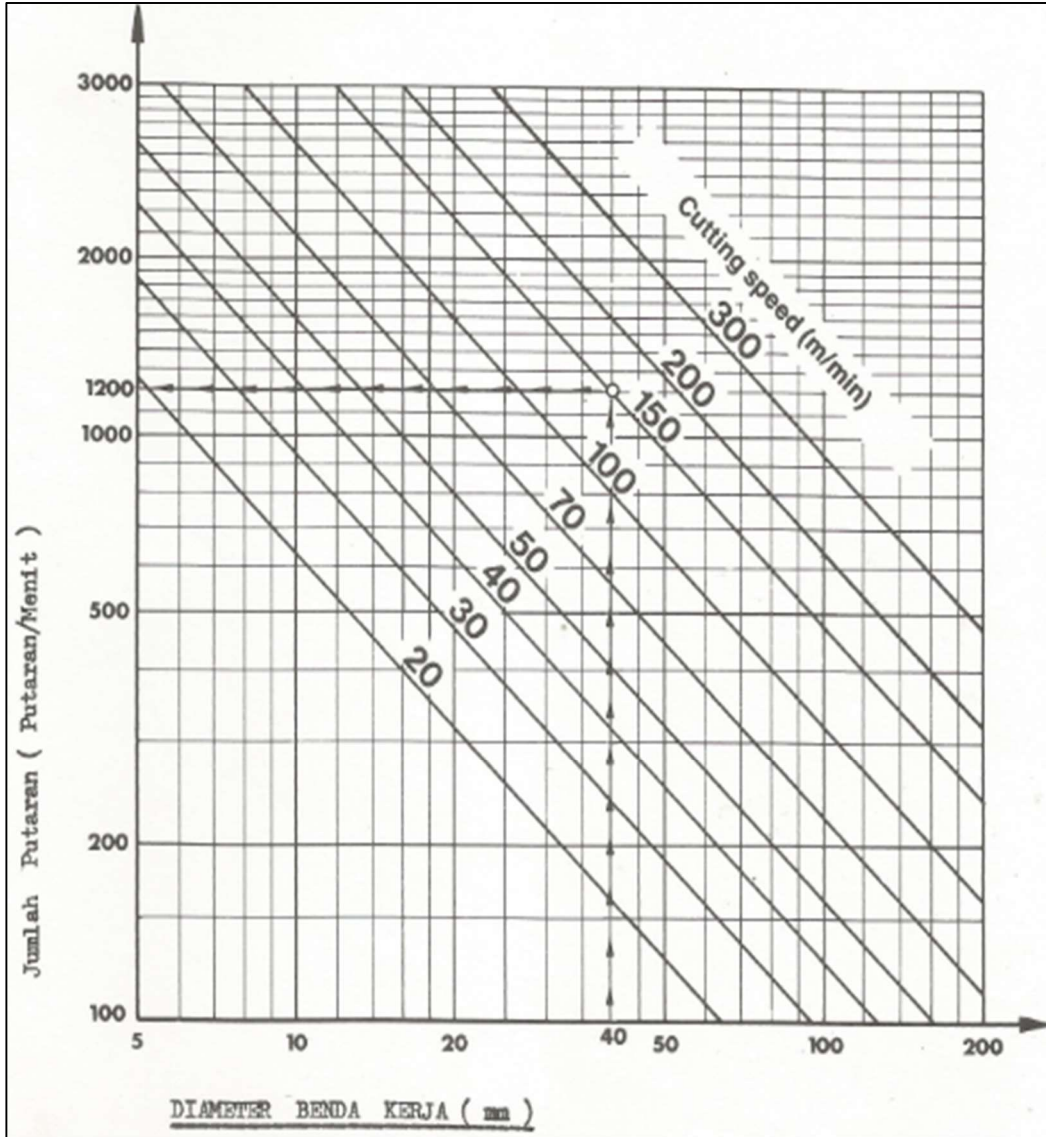
$$\dots = \dots^\circ$$

..... (tuliskan rumus dan perhitungan)



4.4 Perhitungan Parameter Permesinan Teoritis Menurut Grafik

1. Jumlah Putaran



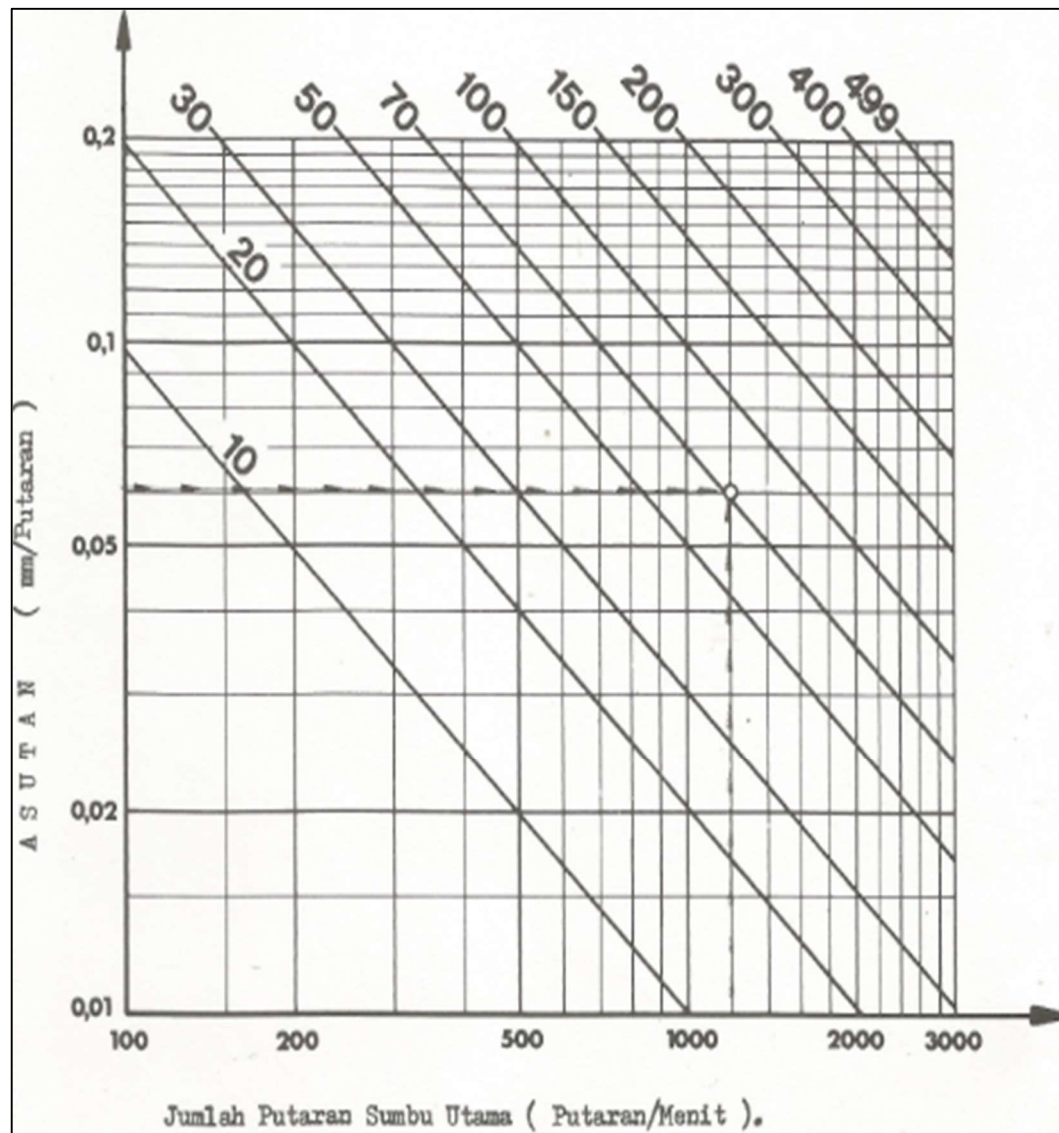
Gambar Grafik Hubungan Antara Jumlah Putaran, Diameter Benda Kerja dan Kecepatan Pemotongan TU CNC-2A

Sumber: *Student's Handbook* Emco TU CNC-2A (1988)

..... (Hitung jumlah putaran dengan menggunakan grafik kecepatan potong di atas)



2. Kecepatan Asutan



Gambar ... Grafik Hubungan Antara Jumlah Putaran, Asutan, dan Kecepatan Asutan

Sumber: *Student's Handbook Emco TU CNC-2A* (1988)

..... (Hitung kecepatan asutan dengan menggunakan grafik asutan di atas)

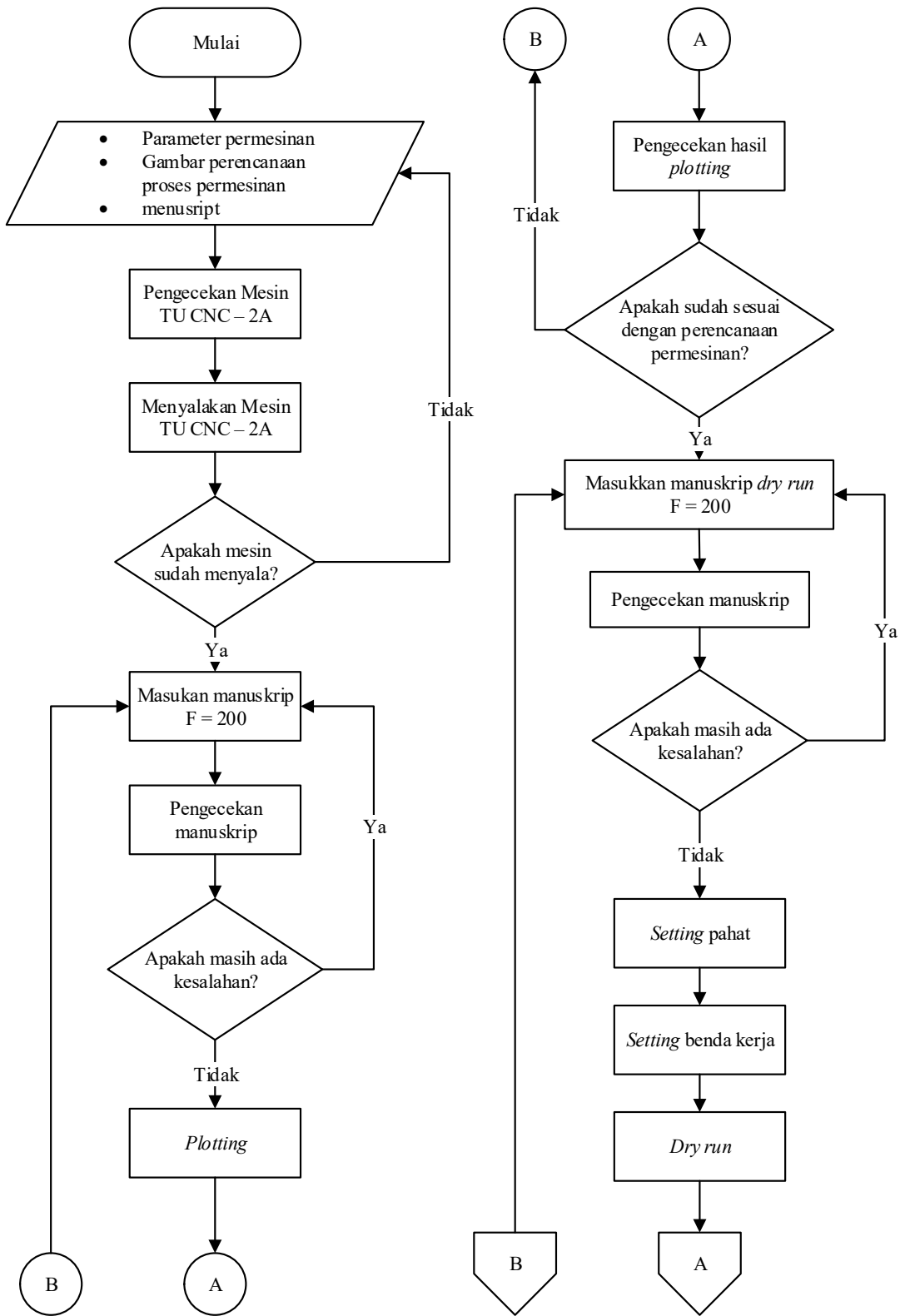
4.5 Langkah Lintasan Pahat

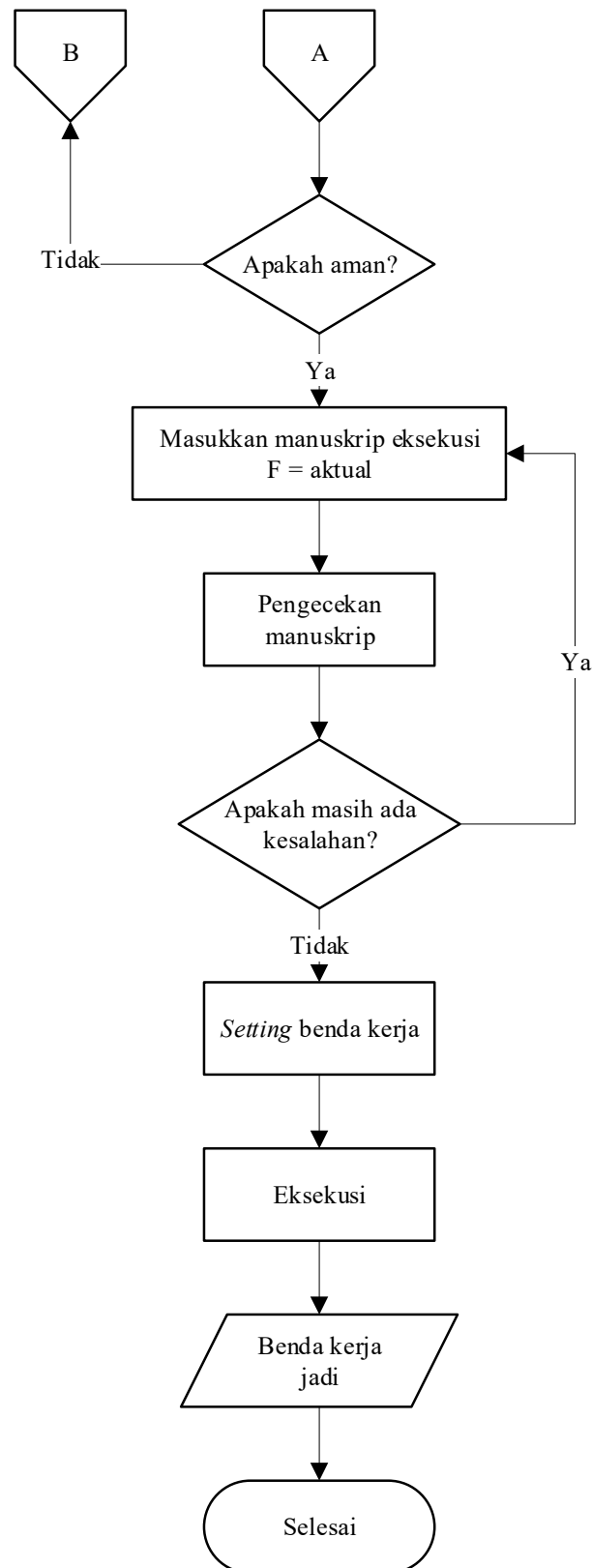
(Terlampir)

4.6 Program *Manuscript*

(Terlampir)

4.7 Flowchart









BAB V

PEMBAHASAN PRAKTIKUM TU CNC-2A

5.1. Parameter Permesinan

5.1.1 Perhitungan Parameter Permesinan Aktual Menurut Rumus

1. Kecepatan Pemoangan

$$V_s = \frac{d \cdot \pi \cdot n}{1000} \dots\dots\dots(5-1)$$

1)

Dimana:

V_s : Kecepatan Pemoangan (m/menit)

d : Diameter Benda Kerja (mm)

n : Putaran *Spindle* Teoritis (rpm)

.....(hitung tiap pahat)

2. Kedalaman pemoangan

$$t = \frac{D-d}{2} \dots\dots\dots(5-2)$$

Dimana :

t : Kedalaman Pemoangan (mm)

D : Diameter Awal (mm)

d : Diameter Akhir (mm)

.....(hitung tiap pahat)

3. Jumlah pemoangan (i)

$$i = t/t' \dots\dots\dots(5-3)$$



Dimana :

i : Jumlah Pemotongan

t : Kedalaman Pemotongan (mm)

t' : *depth of cut* (mm)

.....(hitung tiap pahat)

4. Asutan

$$f = \frac{F}{n} \dots \dots \dots (5-4)$$

Dimana :

f : asutan (mm/putaran)

F : kecepatan asutan (mm/menit)

n : putaran *spindle* teoritis (rpm)

.....(hitung tiap pahat)

5.1.2 Analisis Parameter Permesinan

1. Pemilihan Kecepatan Asutan

Pada saat praktikum kecepatan asutan yang dipakai ada tiga nilai yaitu:

Tabel ...

Proses TU CNC -2A

No.	Proses	Kecepatan Asutan
1	<i>Plotting</i>	
2	<i>Dry run</i>	
3	Pembubutan Memanjang	
4	Interpolasi Lurus	
5	Interpolasi Melingkar	
6	<i>Grooving</i>	

Sumber:

.....(jelaskan)

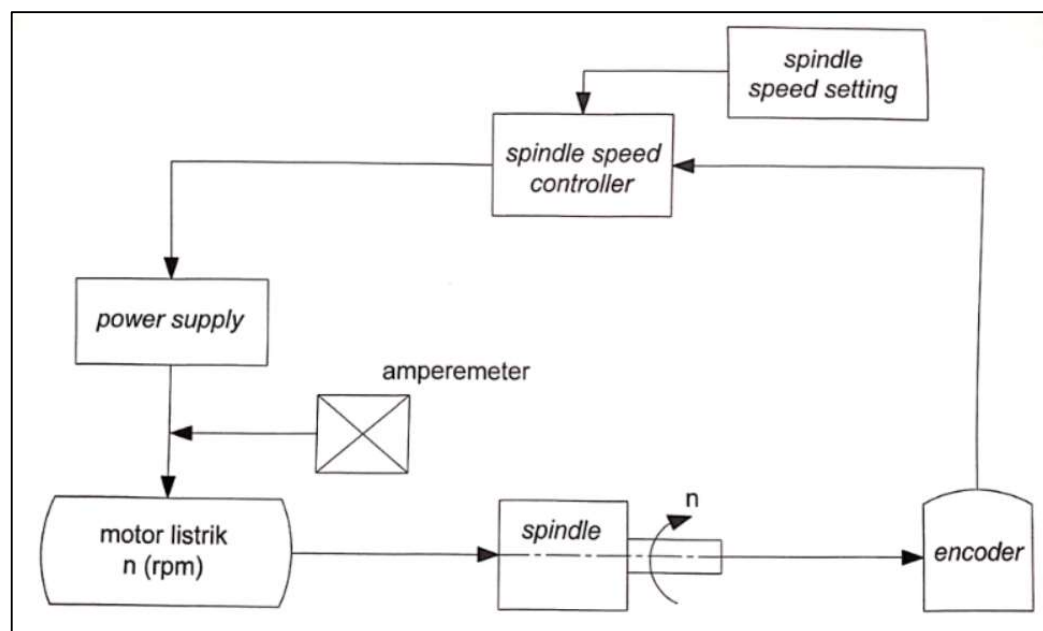


2. Perubahan Arus

Pada saat proses permesinan terjadi perubahan arus pada proses:

Tabel ...
Proses TU CNC -2A

No.	Proses	Arus (A)
1	Gerakan Cepat	
2	Interpolasi Lurus	
3	Interpolasi Melingkar SJJ	
4	Interpolasi Melingkar BJJ	
5	Pembubutan Memanjang	
6	<i>Grooving</i>	
7	Penguliran	



Gambar.... Diagram Perubahan *Spindle Speed*

Sumber: Laboratorium Otomasi Manufaktur Teknik Mesin FT-UB (2022)

Diagram diatas merupakan rangkaian sistem



.....
.....

$T \times n = V \times \dots\dots\dots(5-5)$

Dimana :

T : Torsi (Nm)

N : Putaran *Spindle* (rpm)

V : Beda Potensial (volt)

I : Arus (A)

.....(jelaskan)

3. Pemilihan *Depth of Cut*

.....(jelaskan)

4. Pemilihan Putaran *Spindle*

.....(jelaskan)

5.1.3 Analisis Waktu Permesinan

<i>Plotting</i>	:
<i>Dry run</i>	:
Eksekusi	:
<hr/>	
Total	:

1. Analisis Waktu *Plotting*

.....(jelaskan)

2. Analisis Waktu *Dry run*

.....(jelaskan)

3. Analisis Waktu Eksekusi

.....(jelaskan)

5.2 Analisis Benda Kerja

1. Analisis Geometri Benda Kerja

..... (jelaskan)



.....(gambar)

Gambar ... Geometri Benda Kerja

Sumber: Dokumentasi Pribadi (2022)

Tabel

Perbandingan Dimensi Rancangan Gambar dengan Hasil Benda Kerja

Nama	Ukuran Gambar	Ukuran	Keterangan
	(mm)	Sebenarnya (mm)	

Sumber: Laboratorium Otomasi Manufaktur Teknik Mesin FT-UB (2022)

Penyebab terjadinya kesalahan dimensi antara lain dipengaruhi beberapa faktor berikut :

1. Penyebab

.....

2. Solusi

.....

2. Analisis Benda Kerja

.....

.....(gambar)

Gambar ... Benda Kerja

Sumber: Dokumentasi Pribadi (2022)

1. Penyebab

.....

2. Solusi

.....

5.3 Hasil *Plotting*

(Terlampir)



5.4 Kesimpulan

..... (jelaskan)

5.5 Saran

..... (jelaskan)



BAB VI

PERSIAPAN PRAKTIKUM TU CNC-3A

6.1 Desain Benda Kerja

(Terlampir)

6.2 Spesifikasi Pahat dan Benda Kerja

6.2.1 Spesifikasi Pahat yang Digunakan

Pada praktikum TU CNC-3A yang akan dilakukan, digunakan macam-macam pahat, yaitu:

Tabel

Daftar pahat yang akan digunakan

No	Nama Pahat	Kode T	Spesifikasi Pahat				
			d	$D=\frac{d}{2}$	F	S	Hz
1.	Pahat <i>Facing</i>						
2.	Pahat <i>End Mill</i>						

Sumber: Dokumentasi pribadi (2022)

Dimana :

d = diameter (mm)

D = radius (mm)

F = kecepatan asutan (mm/min)

S = kecepatan *spindle* (rpm)

Hz = beda jarak dengan pahat referensi T0 (0.01 x 1 mm)

6.2.2 Spesifikasi Benda Kerja yang Digunakan

1. Material

.....(jelaskan)

Gambar ... Benda Kerja TU CNC-3A

Sumber: Laboratorium Otomasi Manufaktur Teknik Mesin FT-UB (2022)

2. Dimensi

.....(jelaskan)

Gambar ... Dimensi Benda Kerja TU CNC-3A
 Sumber: Dokumentasi Pribadi (2022)

6.3 Perhitungan Koordiniat Lintasan Pahat

1. Parameter Lingkaran Pertama

.....(jelaskan)

Gambar.... Parameter Lingkaran Pertama

Sumber: Dokumentasi Pribadi (2022)

Tabel ...

Manuscript Parameter Lingkaran Pertama

No	G (M)	X (I) (D)	Z (K) (S)	F (L,T,H)	Deskripsi
----	-------	-----------	-----------	-----------	-----------

Sumber: Dokumentasi Pribadi (2022)

Perhitungan :

- $AO = BO = r = \dots mm$

- $AB = \sqrt{\dots^2 + \dots^2}$
 $= \dots mm$

- $\sin(\dots) = \frac{\dots}{\dots}$

$\sin(\dots) = 0,5841$

$\dots = \arcsin(\dots)$

$\dots = \dots \dots^\circ$

.....(tuliskan rumus dan perhitungan)

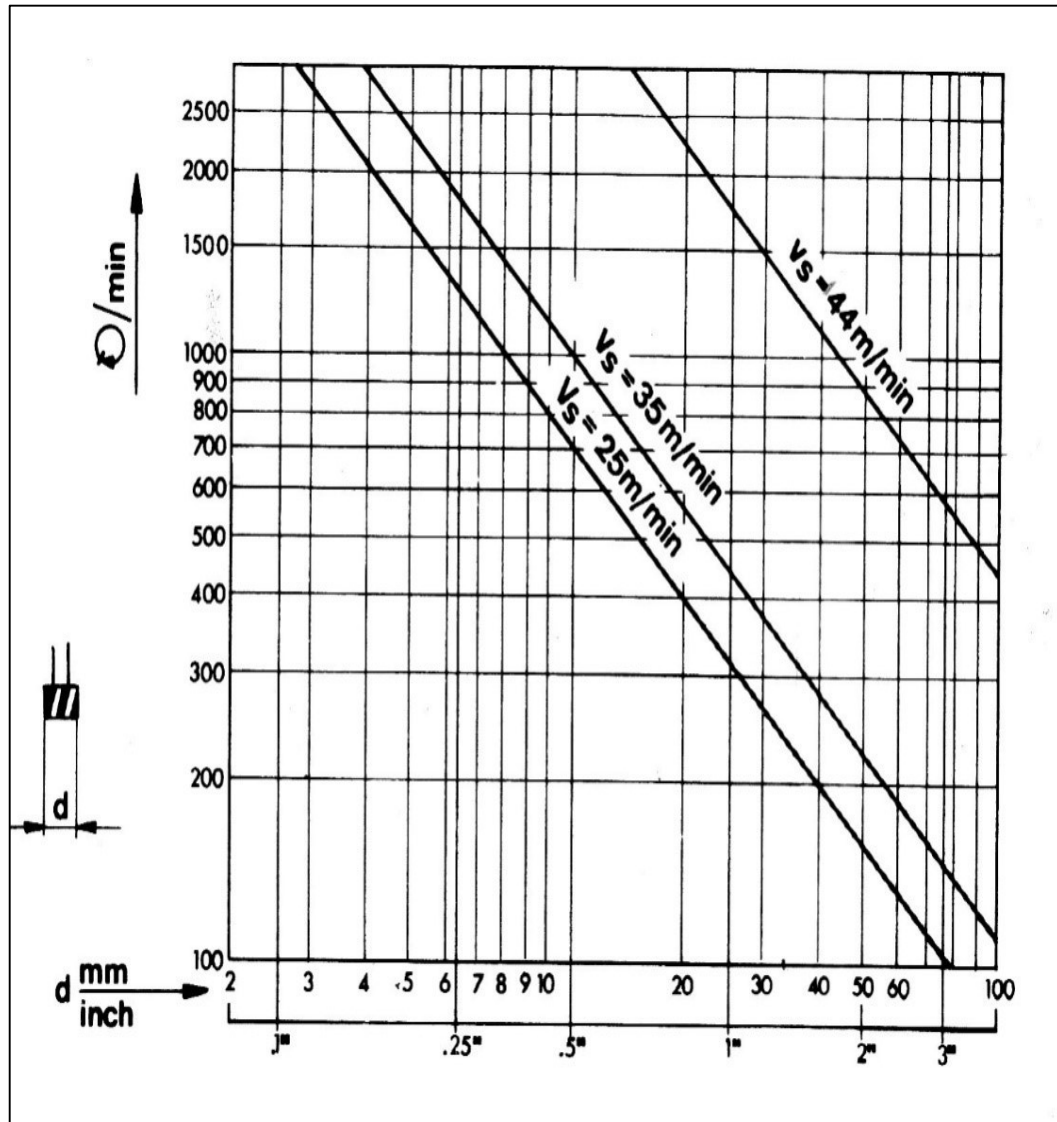
2. Parameter Lingkaran Kedua

.....(jelaskan)



6.4 Perhitungan Parameter Permesinan Teoritis Menurut Grafik

1. Putaran *Spindle*



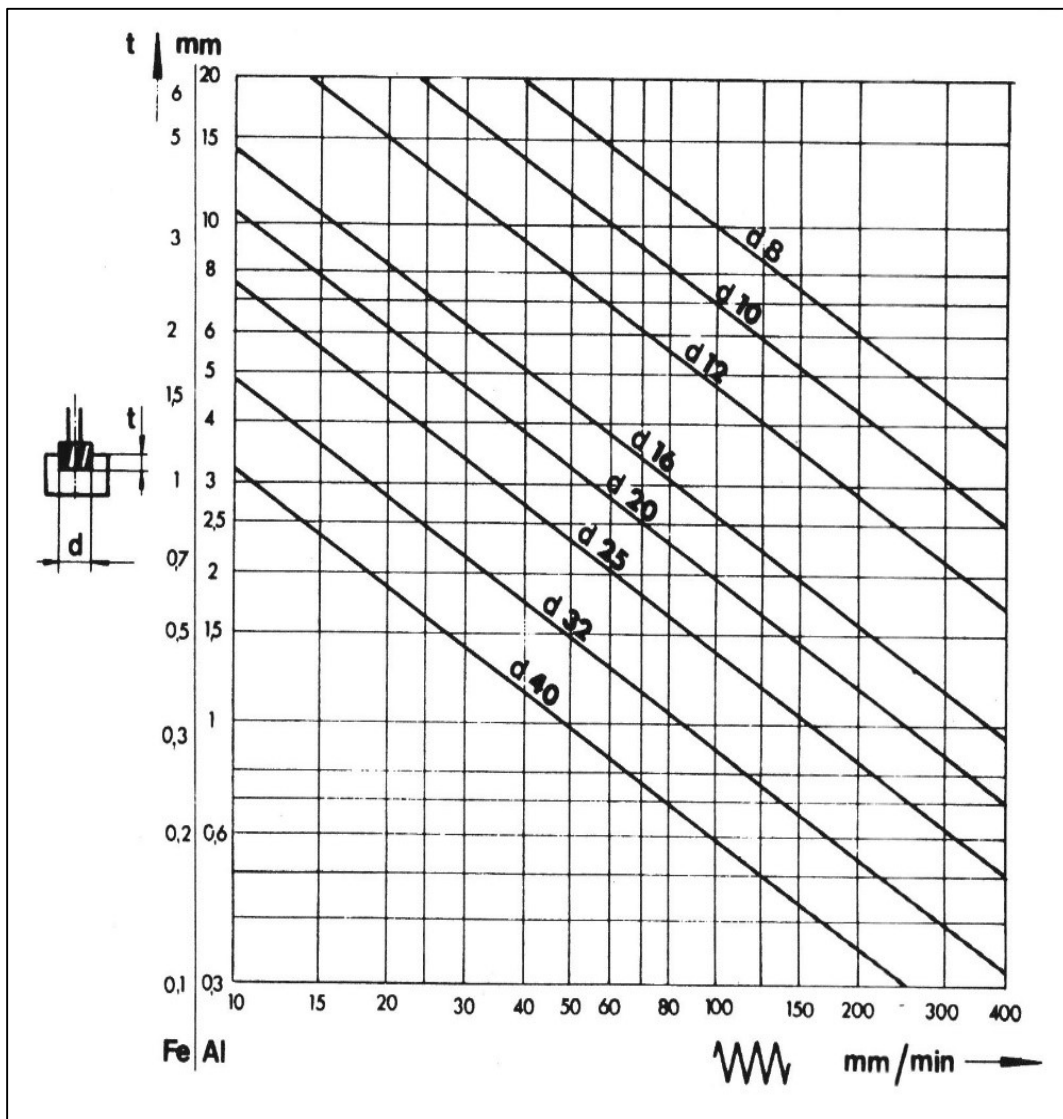
Gambar... Grafik Hubungan antara Putaran *Spindle*, Diameter Pahat, dan Kecepatan Pemotongan TU CNC-3A

Sumber: *Student's Handbook Emco TU CNC-3A* (1988)

..... (Hitung putaran *spindle* dengan menggunakan grafik putaran *spindle* di atas)



2. Kecepatan Asutan (F)



Gambar ... Grafik Hubungan antara *Depth of Cut*, Diameter Alat Potong, dan Kecepatan Asutan

Sumber: *Student's Handbook Emco TU CNC-3A* (1988)

..... (Hitung kecepatan asutan dengan menggunakan grafik kecepatan asutan di atas)

6.5 Langkah Lintasan Pahat

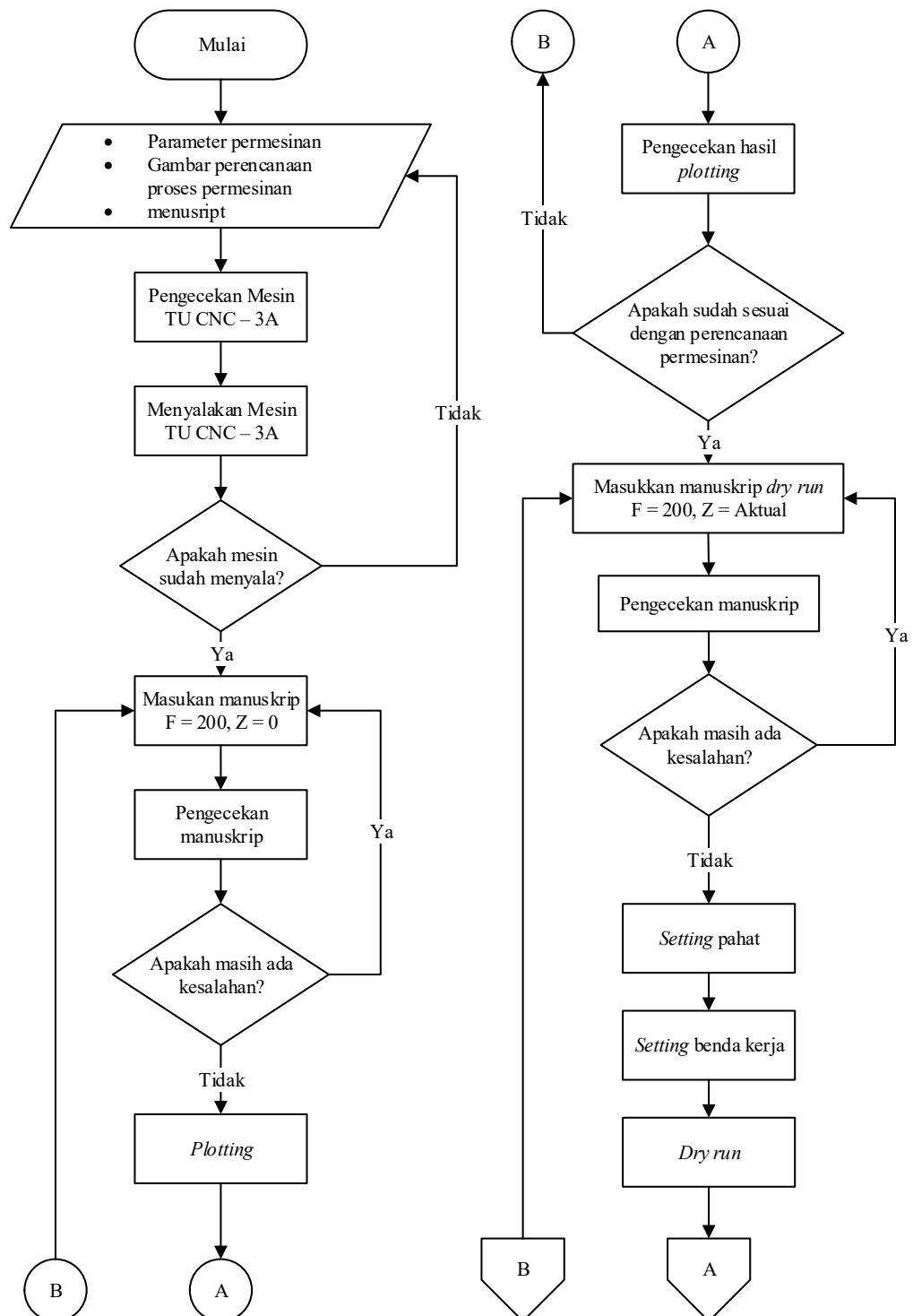
(Terlampir)

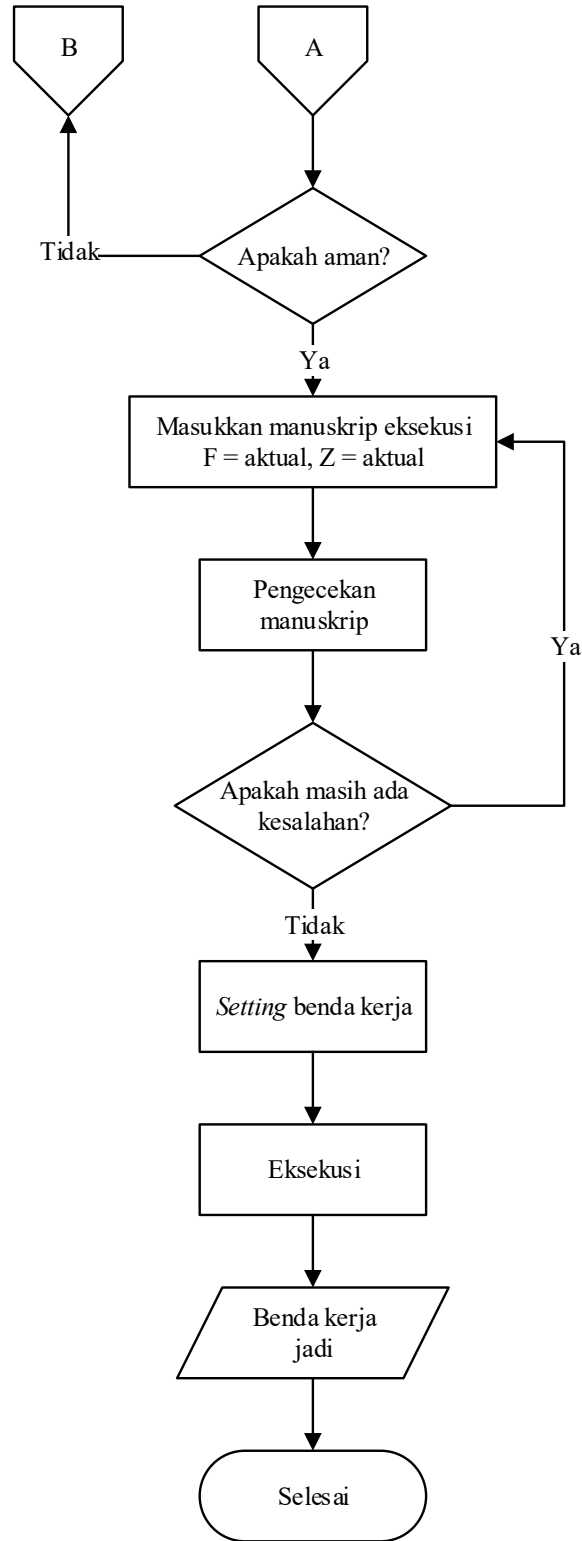
6.6 Program *Manuscript*



(Terlampir)

6.7 Flowchart





BAB VII



PEMBAHASAN PRAKTIKUM TU CNC-3A

7.1 Parameter Permesinan

7.1.1 Perhitungan Parameter Permesinan Aktual Menurut Rumus

1. Kecepatan pemotongan

$$V_s = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} \dots\dots\dots(7-1)$$

Dimana:

V_s : kecepatan pemotongan (m/menit)

d : diameter benda kerja (mm)

n : putaran *spindle* aktual (rpm)

.....(hitung tiap pahat)

2. Asutan

$$f = \frac{F}{n} \dots\dots\dots(7-2)$$

Dimana :

f : asutan (mm/putaran)

F : kecepatan asutan (mm/menit)

n : putaran *spindle* aktual (rpm)

.....(hitung tiap pahat)

7.1.2 Analisis Parameter Permesinan

1. Pemilihan Kecepatan Asutan



Tabel ...

Proses TU CNC-3A

No.	Proses	Kecepatan Asutan
1	<i>Plotting</i>	
2	<i>Dry run</i>	
3	Interpolasi Lurus	
4	Interpolasi Melingkar	

Sumber: Dokumentasi Pribadi (2022)

.....(jelaskan)

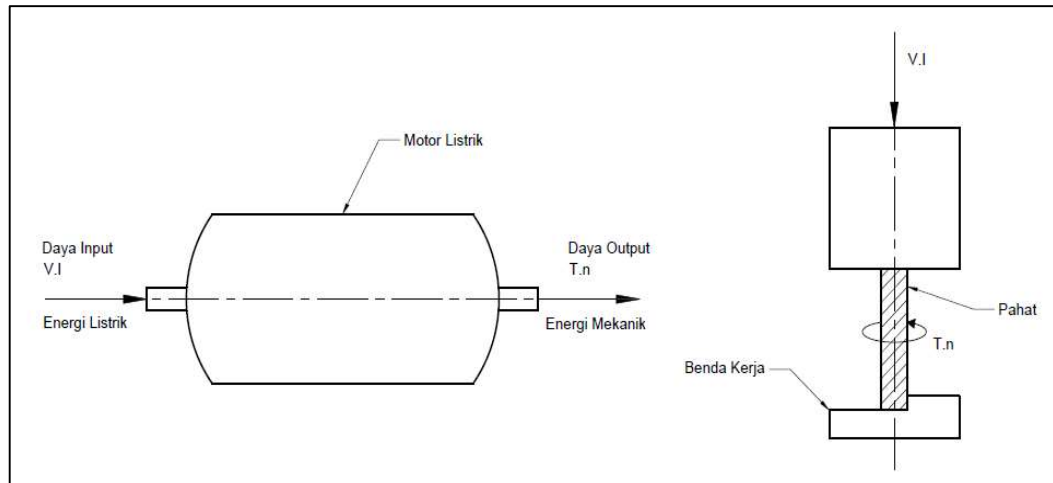
2. Perubahan Arus

Tabel ...

Proses TU CNC-3A

No.	Proses	Arus
1	Gerakan Cepat	
2	Interpolasi Lurus	
3	Interpolasi Melingkar SJJ	
4	Interpolasi Melingkar BJJ	

Sumber: Dokumentasi Pribadi (2021)



Gambar.... Pemrograman Pengaturan *Spindle Speed*

Sumber : Laboratorium Otomasi Manufaktur Teknik Mesin FT-UB (2022)

$$T \times n = V \times \dots\dots\dots(7-3)$$

Dimana :

T : torsi (Nm)

n : putaran *spindle* (rpm)

V : beda potensial (volt)

I : arus (A)

.....(jelaskan)

3. Pemilihan *Depth of Cut*

.....(jelaskan)

4. Pemilihan Putaran *Spindle*

.....(jelaskan)

7.1.3 Analisis Waktu Permesinan

<i>Plotting</i>	:
<i>Dry run</i>	:
Eksekusi	:
Total	:



1. Analisis Waktu *Plotting*
.....(jelaskan)
2. Analisis Waktu *Dry run*
.....(jelaskan)
3. Analisis Waktu Eksekusi
.....(jelaskan)

7.2 Analisis Benda Kerja

1. Analisis Geometri Benda Kerja

.....

Gambar ... Geometri Benda Kerja

Sumber: Dokumentasi Pribadi (2022)

Tabel

Perbandingan Dimensi Rancangan Gambar dengan Hasil Benda Kerja

Nama	Ukuran Gambar (mm)	Ukuran Sebenarnya (mm)	Keterangan
------	-----------------------	---------------------------	------------

Sumber: Dokumentasi Pribadi (2022)

Penyebab terjadinya kesalahan dimensi antara lain dipengaruhi beberapa faktor berikut:

1. Penyebab
.....
2. Solusi



.....

2. Analisis Benda Kerja

Gambar ... Benda Kerja

Sumber: Dokumentasi Pribadi (2022)

1. Penyebab

.....

2. Solusi

.....

7.3 Hasil *Plotting*

(Terlampir)

7.4 Kesimpulan

..... (jelaskan)

7.5 Saran

..... (jelaskan)

