

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
CAD
CAM
FMS

1.2 Tahap Perencanaan Proses Pemesinan

Pemesinan (Manufacturing) adalah suatu bidang yang bertujuan untuk menghasilkan komponen atau benda kerja melalui proses-proses permesinan (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)

1.3 Manfaat Penggunaan Mesin CNC

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

- 2. Keseragaman produk

..... (jelaskan)

- 5. Operator yang terlibat lebih sedikit

..... (jelaskan)

1.4 Tujuan Praktikum

- Memahami operasional mesin TU CNC-2A (untuk 2 sumbu) dan TU CNC-3A (untuk 3 sumbu) serta simulasi gerakan pahat.
- 2. Mampu membuat program mesin TU CNC-2A dan TU CNC-3A untuk pembuatan geometri suatu komponen.
- 3. Melatih praktikan untuk menganalisa proses pelaksanaan produksi suatu komponen menggunakan mesin TU CNC-2A dan TU 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 (2019)

•	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 revo	<i>lver</i> : 6 buah	
•	Kapasitas	: - Max turning Diameter	: 36 mm
		- Max turning length	: 100 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: Modul Praktikum NC/CNC Semester Ganjil 2019/2020

2.1.2 Spesifikasi Mesin Milling TU CNC-3A

.....(gambar) Gambar Mesin TU CNC -3A Sumber:

• Merek	: EMCO (Austria)	
• Jenis	: Milling	
• Model	: TU CNC-3A	
• Spindel utama	: - Putaran	: 50 - 3200 rpm
	- Daya masukan	: 300W
	- Daya keluaran	: 500 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: Modul Praktikum NC/CNC Semester Ganjil 2019/2020

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 elektronis menggunakan penghalang sinar dan cakram berlubang pada *pulley* motor (lihat gambar....)

.....(gambar) Gambar...Motor Utama Sumber:



Gambar... Penghalang Sinar dan Cakram Berlubang Sumber: *Student's Handbook* Emco TU 2A

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 :

- 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.
- AC1, AC2, dan AC3 (dari *pulley* motor ke sumbu utama). Sabuk *pulley* A (motor) langsung ke *Pulley* C (utama) sehingga *pulley* B kosong.

.....(gambar)

GambarSabuk Penggerak *Pulley* Sumber:

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 bergerakan.

.....(gambar) Gambar.... Eretan Sumber:

4. Step Motor

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

.....(gambar) Gambar... Step Motor Sumber:

5. Revolver pahat

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

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

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: 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 Tailstock Sumber:

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:

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:

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:

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 5⁰putaran step motor menghasilkan satu langkah eretan. Bentuk step motor mesin TU CNC-3A sama dengan mesin TU CNC-2A (dapat dilihat pada gambar....)

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... Rumah Alat Potong Sumber:

5. Ragum

.....(gambar) Gambar....Ragum Sumber:

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:

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 meiliki fungsinya masing-masing. Berikut penjelasannya,



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

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. Ampermeter 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 Miscellanous (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 Refrensi Koordinat

Bila ditinjau dari penentuan referensi titik koordinat mesin CNC, dapat ditinjau dalam 2 sistem dasar, yaitu sistem pemrograman absolut dan sistem pemrograman inkremental

A. Pemrograman Absolut

.....(jelaskan)

.....(gambar) Gambar... pemograman absolute Sumber:

B. Pemrograman Inkremental

.....(jelaskan)

.....(gambar) Gambar.... Pemograman Inkremental 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 menggerakan 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

 $\{N.../~G~02~/~x{\pm}...~/~z{\pm}...~/~F...\}$

- G 03 : Interpolasi melingkar/searah jarum Jam
 {N.../ G 03 / x±... / z±... / F...}
- 5. G 04 : Waktu tinggal diam

 $\{N.../G \ 04 \ / \ x \pm ... \}$

6. G 21 : Blok kosong

 $\{N.../G 21\}$

- G 24: Pemrograman radius
 {N.../ G 24}
- G 25: Pemanggilan sub program
 {N.../ G 25 / L...}
- G 27 : Perintah melompat {N.../ G 27 / L...}
- 10. G 33 : Pemotongan ulir

 $\{N.../~G~33~/~z{\pm}.../~k...\}$

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 tatal{N.../ G 73 / z±... / F...}
- 15. G 78 : Siklus penguliran {N.../ G 78 / x±... / z±.../ k...}
- 16. G 81 : Siklus pemboran {N.../ G 81 / z±.../ F...}
- 17. G 82 : Siklus pemboran dengan tinggal diam $\{N.../G 82 / z \pm .../F...\}$
- 18. G 83 : Siklus pemboran dengan penarikan
 {N.../ G 83 / z±.../ F...}
- 19. G 84 : Siklus pembubutan memanjang

 $\{N.../~G~84~/~x{\pm}...~/~z{\pm}.../~F.../H...\}$

20. G 85 : Siklus pereameran

 $\{N.../~G~85~/~z{\pm}.../~F...\}$

21. G 86 : Siklus pengeluaran

 $\{N.../~G~86~/~x{\pm}...~/~z{\pm}.../~F.../~H...\}$

22. G 88 : Siklus pembubutan melintang

 $\{N.../G 88 / x \pm ... / z \pm ... / F.../H...\}$

- 23. G 89 : Siklus pereameran dengan tinggal diam $\{N.../G \ 89 \ / \ z \pm .../F...\}$
- 24. G 90 : Pemrograman harga *absolute* {N.../ G 90}
- 25. G 91 : Pemrograman harga *incremental* {N.../ G 91}
- 26. G 92 : Penentuan titik refrensi {N.../ G 92 / x±... / z±...}
- 27. G 94 : Asutaan 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 parintah dengan menggunakan kode

1. M 00 : Berhenti terprogram

 $\{N.../\ M\ 00\}$

- 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

 $\{N.../M 06/x \pm .../z \pm .../T...\}$

- 5. M 17 : Akhir sub program
 - $\{N.../M 17\}$
- 6. M 30 : Akhir program {N.../ M 30}
- 7. M 98 : Kompensasi kelonggaran secara otomatis

 $\{N.../\ M\ 98/\ x{\pm}...\ /\ z{\pm}...\}$

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 menggerakan pahat. Berikut merupakan kode G dan fungsinya :

1. G00 Gerakan cepat

 $V: N3/G00/X \pm 5/Y \pm 4/Z \pm 5$

H: N3/G00/X $\pm 4/Y \pm 5/Z \pm 5$

- 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 \pm 5/Y \pm 4/Z \pm 5/F3 H:N3/G02/X \pm 4/Y \pm 5/Z \pm 5/F3

4. G03 Interpolasi melingkar berlawanan arah jarum jam Kuadran:

V: N3/G03/X \pm 5/Y \pm 4/Z \pm 5/F3

 $H{:}N3/G03/X \pm 4/Y \pm 5/Z \pm 5/F3$

- G04 Lamanya tinggal diam N3/G04/X5
- G21 Blok kosong N3/G21
- G25 memanggil sub program N3/G25/L(F)3
- G27 Intruksi melompat N3/G27/L(F)3
- G40 Kompensasi radius pisau hapus N3/G40
- G45 Penambahan radius pisau N3/G45
- G46 Pengurangan radius pisau N3/G46
- G47 Penambahan radius pisau 2 kali N3/G47

- G48 Pengurangan radius pisau 2 kali N3/G48
- G64 Motor asutan tanpa arus (Fungsi penyetelan) N3/G64
- G65 Pelayanan pita magnet (Fungsi penyetelan) N3/G65
- G66 Pelaksanaan antar aparat RS 232 N3/G66
- 17. G72 Siklus pengefraisan kantong V: N3/G72/X \pm 5/Y \pm 4/Z \pm 5/F3 H:N3/G72/X \pm 4/Y \pm 5
- 18. G73 Siklus pemutusan tatal $N3/G73/Z\pm 5/F3$
- 19. G74 Siklus penguliran $N3/G74/K3/Z \pm 5/F3$
- 20. G81 Siklus pemboran tetap $N3/G81/Z \pm 5/F3$
- 21. G82 Siklus pemboran tetap dengan tinggal diam $N3/G82/Z \pm 5/F3$
- 22. G83 Siklus pemboran tetap dengan pembuangan tatal $N3/G83/Z \pm 5/F3$
- 23. G84 Siklus penguliran N3/G84/K3/Z \pm 5/F3
- 24. G85 Siklus mereamer tetap $N3/G85/Z \pm 5/F3$
- 25. G89 Siklus mereamer tetap dengan tinggal diam $N3/G89/Z \pm 5/F3$
- G90 Pemrograman nilai absolute N3/G90
- G91 pemrograman nilai inkremental N3/G91
- 28. G92 Penentuan titik referensi

 $V: N3/G92/X \pm 5/Y \pm 4/Z \pm 5$

 $H{:}N3/G92/X\pm4/Y\pm5/Z\pm5$

Keterangan: V= vertical / tegak

H= Horizontal / mendatar

2.4.2.2 Fungsi M

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

1. M00 Diam

N3/M00

- M03 Spindle frais hidup, searah jarum jam N3/M03
- M05 Spindle frais mati N3/M05
- 4. M06 Penggeseran alat, radius pisau frais masuk N3/M06/D5/S4/Z \pm 5/T3
- M17 Kembali ke program pokok N3/M17
- 6. M08
- 7. M09
- 8. M20 Hubungan keluar
- 9. M21 (N3/M2
- 10. M22
- 11. M23
- 12. M26 Hubungan keluar impuls N3/MH26/H3
- M30 Program berakhir N3/M30
- M98 Kompensasi kocak / kelonggaran otomatis N3/M98/X3/Y32/Z3
- 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,

'' ! INP '	+	, ! ~	= Menambahkan 1 baris blok program
' ! DEL !	+	<u></u> ~	= Menghapus 1 baris blok program
	+	REV	= Menghapus kembali ke awal program dan mematikan alarm
FWD	+	 ! INP	= Eksekusi program berhenti sementara
'INP	+	 • DEL	= Menghapus program keseluruhan
L	+	L	= Pergantian pahat

2.5 Hubungan antar Parameter Permesinan

2.5.1 Hubungan antar Parameter Permesinan TU CNC-2A

1. Menentukan cutting speed 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-2A

Contoh pembacaan grafik:

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



2. Menentukan kecepatan asutan dan asutan melalui jumlah putaran yang diketahui.

Sumber: Student's Handbook EMCO TU-2A

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 cutting speed dan 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-3A

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-3A

Contoh pembacaan grafik :

- 1. Diameter benda kerja : 20 mm
- 2/ Kedalaman pemakanan (Al) : 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.



GambarPahat sisi kanan Sumber: *Student's Handbook EMCO TU-2A*

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

2. Pahat sisi kiri

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



GambarPahat sisi kiri Sumber: *Student's Handbook EMCO TU-2A*

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

3. Pahat Netral

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



GambarPahat sisi netral Sumber: *Student's Handbook EMCO TU-2A*

Gambar.... Merupakan spesifikasi pahat netral. Pahat ini digunakan untuk pembubutan memanjang menyudut dengan sudut maksimal 60° dan sudut bebas 2,5°. 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 $60^{\rm o}$



GambarPahat sudut Ulir luar kanan Sumber: *Student's Handbook EMCO TU-2A*

5. Pahat potong

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



Gambar.....Pahat Potong Sumber: *Student's Handbook EMCO TU-2A*

6. Pahat alur

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



Gambar.....Pahat alur Sumber: *Student's Handbook EMCO TU-2A*

7. Pahat dalam

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



Gambar.....Pahat Ulir Dalam Kanan Sumber: *Student's Handbook EMCO TU-2A*

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



Gambar..... End Mill Sumber: *Student's Handbook* EMCO TU-3A

2. Face Mill



GambarFace cutter Sumber: student's Handbook EMCO TU-3A

3. Dovetail Mill



Gambar.... Dovetail Mill Sumber: *student's Handbook* EMCO TU-3A

4. Pahat drill



Gambar.... Pahat *drill* Sumber: *student's Handbook* EMCO TU-3A

5. Pahat *reamer*



Gambar.... Pahat *drill* Sumber: *student's Handbook* EMCO TU-3A

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

3.2.1 Pelaksanaan Prosedur Permesinan TU CNC-2A

3.2.1.1 Pelayanan RS-232

- A. Proses dikomputer :
 - 1. Masukan data *notepad* yang sudah diberi nama ke komputer (folder NC)
 - 2. Hubungkan kabel Rs-232 antara komputer dan mesin CNC yang akan digunakan.
 - 3. Buka aplikasi SEREMCO
 - 4. Klik "output to emcotronic for other"
 - 5. Akan keluar pilihan notepad pada folder NC.
- B. Proses di CNC :
 - 1. CNC mode
 - 2. Masukan G kode 66
 - 3. Tekan
 - 4. Akan muncul pada layar monitor CNC "BACA PROGRAM"
 - 5. Klik nama notepad pada Aplikasi SEREMCO dikomputer
 - 6. Akan muncul pada layar monitor CNC "LAYAR AKAN TERBACA"

3.2.1.2 Pengeplotan

Pengeplotan 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 pengeplotan:

- 1. Pilih operasi ke manual, tekan H/C
- 2. Pasang tangkai plotter dan atur posisi pena serta kertas
- 3. Tempelkan atau posisikan plotter pada titik refrensi
- 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 waktuakhir
- 9. Konsultasikan hasilnya dengan asisten

3.2.1.3 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 di sesuaikan dengan Tiap Pahat.
 Sumber: Student's Handbook EMCO TU-2A

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. Posisikantool 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-2A

- Untuk pahat referensi, harga X dan Z adalah 0. Untuk pahat lain catat harga X dan Z untuk kemudian masukkan kedalam program, lakukan hingga pahat di *set-up* semua
- 8. Setelah selesai, lepasakan lup
- 2. Setting Benda Kerja

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

- 1. Pilih operasi kemanual, 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

 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-2A*

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-2A*

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

3.2.1.4 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 refrensi (sesuai dengan program G92)
- 4. Lepaskan benda kerja dari chuck
- 5. Aturlah 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 dryrun hingga selesai
- 10. Catat waktu akhir

3.2.1.5 Eksekusi Program TU CNC-2A

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

- 1. Masukan manuskrip dengan nilai F aktual
- 2. Atur putaran *spindle*
- 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

3.2.2 Pelaksanaan Prosedur Pemesinan TU CNC-3A

3.2.2.1 Pelayanan RS-232

- A. Proses dikomputer:
 - 1. Masukan data notepad yang sudah diberi nama ke komputer (folder NC)
 - 2. Hubungkan kabel Rs-232 antara komputer dan mesin CNC yang akan digunakan.
 - 3. Buka aplikasi SEREMCO
 - 4. Klik "output to emcotronic for other"
 - 5. Akan keluar pilihan *notepad* pada folder NC.
- B. Proses di CNC:
 - 1. CNC mode

- 2. Masukan G kode 66
- 3. Tekai INP
- 4. Akan muncul pada layar monitor CNC "BACA PROGRAM"
- 5. Klik nama notepad pada Aplikasi SEREMCO dikomputer
- 6. Akan muncul pada layar monitor CNC "LAYAR AKAN TERBACA"

3.2.2.2 Pengeplotan

Pengeplotan 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 pengeplotan:

- 1. Masukan manuskrip dengan nilai Z=0 dan F=200
- 2. Ambil plat alas simulasi dan jepitkan di ragum.
- 3. Letakkan kertas diatas 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
- Posisikan pada harga X,Y dan Z pada titik refrensi (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

3.2.2.3 Setting Pahat dan Benda kerja

- 1. Setting pahat
 - a. Setting pahat dengan goresan.

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-3A

- Lepas *tool* pertama, ganti *tool* kedua (T2). Ulangi langkah 4 Catat Z nya. Dan lakukan untuk pahat selanjutnya.
- 6. Putar saklar sumbu utama "0"
- b. Setting pahat dengan dial indikator

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"
- Turunkan sumbu Z eretan, sampai di atas permukaan benda hingga jarum dial indicator bergerak. jadikan nilai pada dial indikator menjadi 0. Masukan nilai z=0



Gambar Setting Pahat dengan Dial Indikator Sumber: *student's Handbook* EMCO TU-3

- Lepas tool pertama, ganti pahat kedua (T2). Ulangi langkah 3, atur eretan sumbu Z sampai jarum dial indicator "0", kemudian 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. gunaka tool refrensi (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
 - Atur pahat pada bagian X,Y dan Z di posisikan pada titik refrensi (sesuai G92 pada)
 - 9. Putar saklar sumbu utama "0"

3.2.2.4 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 Z aktual dan F =200

- 2. Lakukan setting benda kerja TU CNC-3A
- 3. Posisikan pahatpada harga X,Y dan Z pada start point (sesuai dengan program G92)
- 4. Lepaskan benda kerja dari ragum
- 5. Aturlah 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 dryrun hingga selesai
- 10. Catat waktu akhir

3.2.2.5 Eksekusi Program

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

- 1. Masukan manuskrip dengan nilai Z dan F aktual
- 2. Atur putaran *spindle*
- 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

3.3 prosedur mematikan motor dan mesin

- 1. Pilih operasi ke manual
- Gerakan tool turret (TU-2A) atau Meja mesin (TU-3A) untuk posisi membersihkan geram
- 3. Berilah oli pada tempat-tempat yang diperlukan
- 4. Matikan mesin dengan memutar kunci kontak "OFF"
- 5. Matikan stabilizer

BAB IV

PERSIAPAN PRAKTIKUM TU CNC-2A

4.1 Desain Benda Kerja

(Terlampir)

4.2 Jenis Pahat dan Benda Kerja

4.2.1 Jenis Pahat yang di gunakan

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

Tabel.....

Daftar pah	at yang digunakan			
No	Nama Pahat	Kode T	Harga kompensasi	
		—	Harga V	Horgo 7
			naiga A	naiga Z
1.	Pahat Kanan			
2.	Pahat Potong			
3.	Pahat Ulir			

Sumber: Dokumentasi Pribadi (2019)

4.2.2 Jenis Benda Kerja yang Digunakan

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

1. Material

.....(jelaskan)

(Gambar)

Gambar ...Benda Kerja TU CNC-2A Sumber:

2. Dimensi

.....(jelaskan)

Gambar Dimensi Benda Kerja TU CNC-2A Sumber:

4.3 Langkah Lintasan Pahat

(Terlampir)

4.4 Flowchart





4.5 Program Manuscipt

(Terlampir)

BAB V PEMBAHASAN

5.1 Perhitungan Koordinat Lintasan Pahat

1. Parameter Lingkaran Pertama

.....(jelaskan)

Gambar.... Parameter Lingkaran Pertama Sumber:

Tabel ...

Manuscript Parameter Lingkaran Pertama							
No	G (M)	X(I)(D)	Z(K)(S)	F (L,T,H)	Deskripsi		

Sumber: Dokumentasi Pribadi (2019)

Perhitungan :

- $AO = BO = r = \dots mm$
- $AB = \sqrt{\dots^2 + \dots^2}$ = $\dots mm$
- sin(...) =
 sin(...) =
 ... = arcsin (....)
 ... =°

.....(tuliskan rumus dan perhitungan)

2. Parameter Lingkaran kedua

.....(jelaskan)

- 5.2 Parameter Permesinan
- 5.2.1 Perhitungan Parameter Permesinan

5.2.1.1 Parameter Permesinan Teoritis

1. Kecepatan Pemotongan





Sumber: Student's Handbook EMCO TU-2A

..... (Pada grafik kecepatan potong tiap pahat yang didapat melalui gambar)

2. Asutan



*Gamba*r ... Grafik Hubungan Antara Jumlah Putaran, Asutan dan Kecepatan Asutan Sumber: *Student's Handbook EMCO TU-2A*

...... (Pada grafik asutan yang didapat tiap pahat melalui gambar)

5.2.1.2 Parameter Permesinan Aktual

1. Kecepatan pemotongan

$$Vs = \frac{\pi . d . n}{1000}....(5-1)$$

Dimana:

Vs: Kecepatan Pemotongan (m/menit)

- d : Diameter Benda Kerja (mm)
- n : Putaran *Spindle* aktual (rpm)

.....(hitung tiap pahat)

2. Kedalaman pemotongan

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

Dimana :

t : Kedalaman Pemotongan (mm)

D: Diameter Awal (mm)

d: Diameter Akhir (mm)

.....(hitung tiap pahat)

3. Jumlah pemotongan (i)

Dimana :

- i : Jumlah Pemotongan
- t : Kedalaman Pemotongan (mm)
- t': depth of cut (mm)

.....(hitung tiap pahat)

4. Asutan (f)

$$f = \frac{F}{n} \tag{5-4}$$

Dimana :

f : asutan (mm/putaran)F:kecepatan asutan (mm/menit)n: putaran *spindle* aktual (rpm)......(hitung tiap pahat)

5.2.2 Analisa Parameter Permesinan

1. Pemilihan Kecepatan Asutan

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

.....(jelaskan)

2. Perubahan Arus

No.	Proses	
1	Gerakan Cepat	
2	Interpolasi Lurus	
3	Interpolasi Melingkar SJJ	
4	Interpolasi Melingkar BJJ	
5	Pembubutan Memanjang	
6	Grooving	
7	Penguliran	

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)

5.2.3 Analisis Waktu Permesinan

Plotting	:
Dry run	:
Eksekusi	:
Total	· †

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

5.3 Analisis Benda Kerja

1. Analisis Geometri Benda Kerja

.....

Gambar ... Rancangan Gambar Sumber: Dokumentasi Pribadi (2019)

Tabel						
Perbandingan Dimensi Rancangan Gambar dengan Hasil Benda Kerja						
Nama Ukuran Gambar		Ukuran Sebenarnya	Keterangan			
	(mm)	(mm)				

Sumber: Dokumentasi Pribadi (2019)

Penyebab terjadinya kesalahan dimensi antara lain dipengaruhi beberapa faktor berikut:

1. Penyebab Solusi 2. Analisa Benda Kerja 2. Gambar ...Benda Kerja Sumber: Dokumentasi Pribadi (2019) Penyebab 1. 2. Solusi 5.4 Hasil Plotting (Terlampir) 5.5 Kesimpulan

5.6 Saran

..... (jelaskan)

BAB VI PERSIAPAN PRAKTIKUM TU CNC-3A

6.1 Desain Benda Kerja

(Terlampir)

6.2 Jenis Pahat dan Benda Kerja

6.2.1 Jenis Pahat yang Digunakan

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

Tabel

Daftar pahat yang akan digunakan

No	Nama Dahat	Vada T	Spesifikasi Pahat				
INO	Inallia Pallat	Kode I	d	$D = \frac{d}{2}$	F	S	Hz

1. Pahat *Facing*

2. Pahat *End Mill*

Sumber: Dokumentasi pribadi (2019)

Dimana :

- d = diameter (mm)
- D = radius (mm)
- F = kecepatan asutan (mm/min)
- S = keceptan spindle (rpm)
- Hz = beda jarak dengan pahat refrensi T0 (0.01 x 1 mm)

6.2.2 Jenis Benda Kerja yang Digunakan

1. Material

.....(jelaskan)

Gambar ...Benda Kerja TU CNC-3A Sumber:

2. Dimensi

.....(jelaskan)

Gambar Dimensi Benda Kerja TU CNC-3A Sumber:

6.3 Langkah Lintasan Pahat

(Terlampir)

6.4 Flowchart





6.5 Program Manuscript

(Terlampir)

BAB VII PEMBAHASAN

7.1 Perhitungan Koordiniat Lintasan Pahat

1. Parameter Lingkaran Pertama

.....(jelaskan)

Gambar.... Parameter Lingkaran Pertama Sumber:

Tabel ...

Manuscript Parameter Lingkaran Pertama								
No	G (M)	X(I)(D)	Z (K) (S)	F (L,T,H)	Deskripsi			

Sumber: Dokumentasi Pribadi (2019)

Perhitungan :

- $AO = BO = r = \dots mm$
- AB = $\sqrt{\dots^2 + \dots^2}$ = $\dots mm$
- sin(...) =
 sin(...) = 0,5841
 ... = arcsin (....)
 ... = °

.....(tuliskan rumus dan perhitungan)

2. Parameter Lingkaran kedua

.....(jelaskan)

- 7.2 Parameter Permesinan
- 7.2.1 Perhitungan Parameter Permesinan

7.2.1.1 Parameter Permesinan Teoritis

1. Putaran Spindel





Sumber: Student's Handbook EMCO TU-3A

..... (Pada grafik putaran spindle tiap pahat yang didapat melalui gambar)

2. Kecepatan Asutan (F)



Gambar Grafik Hubungan antara Depth of Cut, Diameter Alat Potong, dan Kecepatan Asutan Sumbar: Student's Handbook EMCO TU 3A

Sumber: Student's Handbook EMCO TU-3A

...... (Pada grafik kecepatan asutan tiap pahat yang didapat melalui gambar)

7.2.1.2 Parameter Permesinan Aktual

1. Kecepatan Pemotongan

 $Vs = \frac{\pi x \, D \, x \, n}{1000}.$ (7-1)

Dimana:

Vs : kecepatan pemotongan (m/menit)

d : diameter benda kerja (mm)

n : putaran *spindle* aktual (rpm)

.....(hitung tiap pahat)

2. Asutan

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

Dimana :

f : asutan (mm/putaran)F:kecepatan asutan (mm/menit)n: putaran *spindle* aktual (rpm)......(hitung tiap pahat)

7.2.2 Analisis Parameter Permesinan

1. Pemilihan Kecepatan Asutan

 Tabel ...

 Proses TU CNC-3A

 No.
 Proses
 Kecepatan Asutan

 1
 Plotting
 2

 2
 Dry run
 3
 Interpolasi Lurus

 4
 Interpolasi Melingkar

 Sumber:

.....(jelaskan)

2. Perubahan Arus

Tabel ... Proses TU CNC-3A

N	o. Proses Arus				
1	Gerakan Cepat				
2	Interpolasi Lurus				
3	Interpolasi Melingkar SJJ				
4	Interpolasi Melingkar BJJ				
T	x n = V x I(7-3)				
Dimar	a :				
T : to	rsi (Nm)				
n : put	aran <i>spindle</i> (rpm)				
V : beda potensial (volt)					
I : arus (A)					

.....(jelaskan)

Pemilihan Depth of Cut
(jelaskan)
 Pemilihan Putaran Spindle

.....(jelaskan)

7.2.3 Analisis Waktu Permesinan

Total	:
Eksekusi	:
Dry run	:
Plotting	:

1. Analisis Waktu Plotting

.....(jelaskan)

2. Analisis Waktu Dry run

.....(jelaskan)

3. Analisis Waktu Eksekusi

.....(jelaskan)

7.3 Analisis Benda Kerja

1. Analisis Geometri Benda Kerja

.....

Gambar ... Rancangan Gambar Sumber: Dokumentasi Pribadi (2019)

Tabel

 Perbandingan Dimensi Rancangan Gambar dengan Hasil Benda Kerja

 Nama
 Ukuran Gambar
 Ukuran Sebenarnya
 Keterangan

 (mm)
 (mm)

Sumber: Dokumentasi Pribadi (2019)

Penyebab terjadinya kesalahan dimensi antara lain dipengaruhi beberapa faktor berikut:

1. Penyebab

.....

3. Solusi

.....

2. Analisis Benda Kerja

.....

Gambar ...Benda Kerja Sumber: Dokumentasi Pribadi (2019)

1. Penyebab

.....

2. Solusi

.....

7.4 Hasil Plotting

(Terlampir)

7.5 Kesimpulan

..... (jelaskan)

7.6 Saran

..... (jelaskan)