

# PERBEDAAN WAKTU Pengerjaan pada pemograman INCREMENTAL dan ABSOLUTE pada mesin CNC MILLING TU 3A

Aep Surahto<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>Program Studi Teknik Mesin – Universitas Islam “45”, Bekasi

aep.surahto@gmail.com

## Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan secara signifikan waktu penyelesaian pemrograman pengefraisan dan bentuk kontur dalam antara pemrograman *incremental* dan pemrograman *absolute* pada mesin *CNC Milling TU 3A*. Bentuk penelitian ini adalah eksperimental dilakukan dengan cara menganalisis waktu pemrograman pengefraisan kontur dalam antara pemrograman *incremental* dan pemrograman *absolute* pada mesin *CNC Milling TU 3A*. manfaatnya adalah untuk mengetahui perbedaan waktu pengerjaan pada proses pemrograman *incremental* dan pemrograman *absolute*.

Populasi penelitian adalah seluruh pemrograman *incremental* dan pemrograman *absolute* pada pengefraisan kontur dalam dari bahan polimer berbentuk persegi panjang ukuran 100 X 40 dengan design tulisan UNISMA yang dapat dikerjakan pada mesin *CNC Milling TU 3A*.

Sampel penelitian adalah pemrograman antara pemrograman *incremental* dan pemrograman *absolute* pada mesin *CNC Milling TU 3A* dari bahan polimer.

**Kata kunci :** pemrograman *incremental*, pemrograman *absolute*

## 1. Pendahuluan

### 1.1. Latar Belakang

Mesin CNC dalam proses pemrogramannya ada dua cara yaitu dengan cara *incremental* dan *absolute*. Program *incremental* adalah Pada system ini titik awal penempatan yang digunakan sebagai acuan adalah selalu berpindah sesuai dengan titik actual yang dinyatakan terakhir, jadi setiap kali suatu gerakan pada proses pengerjaan benda kerja berakhir, maka titik akhir dari gerakan alat potong itu dianggap sebagai titik awal gerakan alat potong pada tahap berikutnya. Sedangkan pada program *absolute* adalah Pada system ini titik awal penempatan alat potong yang digunakan sebagai acuan adalah menetapkan titik referensi yang berlaku tetap selama proses operasi mesin berlangsung, jadi titik referensinya diletakkan pada pertemuan antara dua sisi pada benda kerja yang akan dikerjakan.

Dengan adanya program absolut dan inkremental pada proses permesinan CNC Milling TU 3A, maka dalam penulisan ini penulis membahas tentang perbedaan waktu pengerjaan pada pemograman *incremental* dan *absolute* pada mesin CNC TU 3A. Dalam penelitian ini bertujuan untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan secara signifikan waktu penyelesaian pemrograman pengefraisan dan bentuk kontur dalam antara pemrograman *incremental* dan pemrograman *absolute* pada mesin CNC TU 3A dengan bentuk kerja yang sama. Bentuk penelitian ini adalah eksperimental dilakukan dengan cara menganalisis waktu pemrograman pengefraisan kontur dalam antara pemrograman absolut dan pemrograman inkremental pada mesin CNC Milling TU 3A

dengan pengefraisan kontur dalam dari polimer berbentuk segi empat dengan menggunakan pahat HSS yang dikerjakan pada mesin CNC TU 3A.

## 1.2. Identifikasi Masalah

Pemesinan CNC adalah suatu pemesinan yang dalam operasionalnya dikendalikan oleh serangkaian program numerik berupa kode huruf dan angka melalui suatu komputer. Dalam proses pemrosesan khususnya pada mesin CNC pastinya tidak lepas dari pemrograman seperti pemrograman *incremental* dan *absolute* untuk pembuatan proses benda kerja, adapun keuntungan dan kerugian pada pemrograman *incremental* dan *absolute* adalah sebagai berikut :

1. Program *incremental*, jika salah satu titik “salah” maka akan berpengaruh terhadap titik-titik lainnya karena pemrograman *incremental* titik referensinya mengacu ada titik akhir atau pada ukuran berikutnya.
2. Program *absolute*, jika salah satu titik “salah” maka tidak berpengaruh terhadap titik lainnya karena pemrograman *absolute* titik koordinatnya selalu mengacu ada titik nol benda kerja.

## 1.3. Batasan Masalah

membatasi masalah pada proses penelitian analisa perbedaan waktu pengerjaan pada pemrograman *incremental* dan *absolute* pada mesin CNC Milling TU 3A.

## 1.4. Tujuan Masalah

Secara umum penelitian ini bertujuan untuk mengetahui apakah ada perbedaan waktu yang mempengaruhi proses pengerjaan pada pemrograman *incremental* dan *absolute* pada mesin CNC Milling TU 3A terhadap hasil pengerjaan. Penelitian ini juga dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan bagi setiap operator yang melakukan pengerjaan dengan pemrograman *incremental* dan *absolute* pada mesin CNC Milling TU 3A agar melakukan pengerjaan dengan lebih cepat pada waktu proses pengerjaannya.

## 2. Tinjauan Pustaka

### 2.1. Computer Numerical Control (CNC)

CNC singkatan dari *Computer Numerical Control*, merupakan mesin perkakas yang dilengkapi dengan sistem mekanik dan kontrol dengan menggunakan bahasa numerik (data perintah dengan kode angka, huruf dan simbol) sesuai dengan standar ISO yang mampu membaca instruksi kode N, G, F, T, dan lain-lain, dimana kode-kode tersebut akan menginstruksikan ke mesin CNC agar bekerja sesuai dengan program benda kerja yang akan dibuat. Secara umum cara kerja mesin perkakas CNC tidak berbeda dengan mesin perkakas konvensional, fungsi CNC dalam hal ini lebih banyak menggantikan pekerjaan operator dalam mesin perkakas konvensional. Misalnya pekerjaan setting tool atau mengatur gerakan pahat sampai pada posisi siap memotong, gerakan pemotongan dan gerakan kembali ke posisi awal, dan yang lainnya.

Mesin perkakas CNC dilengkapi dengan berbagai alat potong yang dapat membuat benda kerja secara presisi dan dapat melakukan interpolasi yang diarahkan secara numerik (berdasarkan angka). Parameter sistem operasi CNC dapat diubah melalui program perangkat lunak yang sesuai. Tingkat ketelitian mesin CNC lebih akurat hingga ketelitian seperseribu millimeter, karena penggunaan *ballscrew* pada setiap porosnya. *Ballscrew* tidak memiliki kelonggaran (*spelling*) namun dapat bergerak dengan lancar.

CNC dapat bekerja secara otomatis atau semiotomatis setelah diprogram terlebih dahulu melalui komputer yang ada. Program yang dimaksud merupakan program membuat benda kerja yang telah direncanakan atau dirancang sebelumnya. Sebelum benda kerja tersebut dieksekusi atau dikerjakan oleh mesin CNC, sebaiknya program tersebut di cek berulang-ulang agar program benar-benar telah sesuai dengan bentuk benda kerja yang diinginkan, serta benar-benar dapat dikerjakan oleh mesin CNC. Pengecekan tersebut dapat melalui layar monitor yang terdapat pada mesin atau bila tidak ada fasilitas cheking melalui monitor (seperti pada CNC TU EMCO 2A/3A) dapat pula melalui plotter yang dipasang pada tempat duduk pahat mesin frais.

Dari segi pemanfaatannya, mesin perkakas CNC dapat dibagi menjadi dua, antara lain:

(a) Mesin CNC Training unit (TU)

Materi mesin *Computer Numerical Control Training Unit* (CNC TU) adalah merupakan pengetahuan dasar dalam pengoperasian dan memprogram *Computer Numerical Control* (CNC). Dalam industri, khususnya mesin-mesin *Computer Numerical Control Production Unit* (CNC PU) cara pengoperasian dan pemrograman tidak jauh berbeda dengan *Computer Numerical Control Training Unit* (CNC TU).

(b) Mesin CNC production unit (PU)

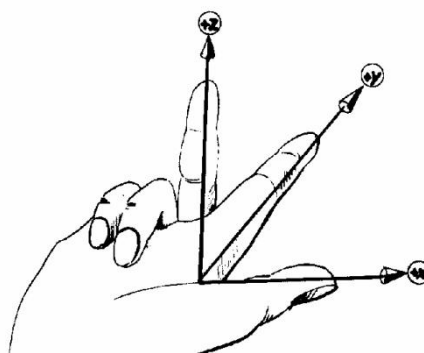
Mesin *Computer Numerical Control Production Unit* (CNC PU), mesin ini merupakan mesin yang dikembangkan dari *Numerical Control* (NC) maksudnya gerakan komponen-komponen mesin CNC PU dikontrol oleh data secara numeris pada beberapa poin dan system tersebut secara otomatis mengelolah data yang masuk.

Mesin *Computer Numerical Control Production Unit* (CNC PU) dipergunakan pada perusahaan-perusahaan industri. Fungsi mesin CNC PU adalah sebagai mesin yang dapat memproduksi benda kerja dari segala jenis bahan dengan aspek perencanaan dan manajemen yang teratur seperti halnya yang terdapat pada industri.

Mesin yang dikontrol secara numeris ini dengan satu program mampu memproduksi benda dalam skala besar dengan bentuk dan kualitas yang sama. Pada dasarnya mesin CNC PU ini dibuat untuk mengerjakan job yang ada pada industri dengan bentuk produk yang mempunyai tingkat akurasi tinggi. Maka jika dilihat dari uraian diatas, dapat disimpulkan bahwa yang dimaksud dengan mesin CNC adalah suatu mesin yang dapat memproduksi benda kerja dalam jumlah yang banyak dengan ketelitian atau kualitas yang sama.

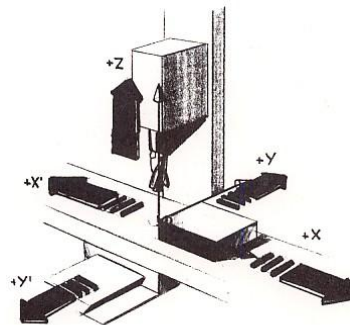
## 2.2. Sistem Persumbuan

Koordinat pada mesin CNC adalah ruang sehingga ada tiga sumbu  $x$ ,  $y$ , dan  $z$ . Gerakan untuk membuat profil pada benda kerja dalam hal ini adalah gerakan pahat atau eretan pada mesin CNC dinyatakan dalam system koordinat ini. Dalam bentuk perubahan koordinat titik yang digerakkan. Sistem persumbuan ini standar untuk berbagai permesinan berdasarkan ISO 841 dan DIN 66217 dengan dasar sistem koordinat cartesian. Untuk memudahkan penunjukan persumbuan mesin CNC TU-3A (tegak), operator berhadapan dengan mesin, lalu buka jari-jari tangkangan (kaidah tangkangan) seperti pada gambar berikut.



Gambar 2.1 Sistem persumbuan kaidah tangan

Gambar dibawah ini menunjukan berbagai sistem persumbuan untuk mesin frais vertikal (tegak). Pada mesin frais jenis ini kepala frais dan pisau bergerak secara vertikal dan benda kerja yang terpasang diatas meja melaksanakan gerakan melintang dan memanjang.



Gambar 2.2 Sistem persumbuan mesin frais vertikal  
(alat potong yang bergerak)

### 2.3. Fungsi kode perintah G dan M

Disamping beberapa hal yang telah dijelaskan, pemrograman merupakan suatu proses yang sangat penting dalam pembuatan benda kerja. Untuk operasional penyayatan, mesin CNC menggunakan kode program yaitu fungsi kode G dan M. Arti kode-kode itu adalah sebagai berikut :

#### 1. Fungsi G

- G00 = Perintah gerakan cepat tanpa penyayatan/gerakan kosong.
- G01 = Perintah gerakan penyayatan lurus.
- G02 = Perintah gerakan penyayatan melingkar searah jarum jam.
- G03 = Gerakan penyayatan melingkar berlawanan arah jarum jam.
- G04 = Perintah tinggal diam.
- G21 = Perintah pembuatan blok kosong.
- G25 = Perintah pemanggilan sub program.
- G27 = Perintah intruksi melompat
- G40 = Perintah kompensasi radius pisau hapus

- G45 = Perintah penambahan radius pisau
- G46 = Perintah Pengurangan radius pisau
- G47 = Perintah penambahan radius pisau 2 kali
- G48 = Perintah pengurangan radius pisau 2 kali
- G64 = Perintah mematikan motor asutan
- G65 = Perintah pelayanan pita magnet
- G66 = Perintah pelayanan antar aparat dengan RS
- G72 = Perintah pengefraisan kantong
- G73 = Perintah siklus pemutusan tatal
- G74 = Perintah siklus penguliran
- G81 = Perintah siklus pengeboran tetap
- G82 = Perintah siklus pemboran tetap dengan tinggal diam
- G83 = Perintah siklus pemboran tetp dengan pembuatan tatal
- G84 = Perintah siklus penguliran
- G85 = Perintah siklus mereamer tetap
- G89 = Perintah siklus mereamer tetap dengan tinggal diam
- G90 = Perintah pemrograman nilai absolut
- G91 = Perintah pemrograman nilai inkremental
- G92 = Perintah penggeseran titik referensi.

## 2. Fungsi M

- M00 = Perintah berhenti terprogram
- M03 = Perintah sumbu utama berputar searah jarum jam
- M05 = Perintah sumbu utama berhenti terprogram
- M06 = Perintah penggeseran alat, radius pisau frais masuk
- M17 = Perintah kembali ke program pokok
- M26 = Perintah hubungan keluar – implus
- M30 = Perintah program berakhir
- M98 = Perintah kompensasi kelonggaran secara otomatis.
- M99 = Perintah parameter dari interpolasi melingkar

### 2.4.Kodefungsi A (Alarm)

Alarm merupakan informasi tanda kesalahan program. Alarm adalah suatu tanda atau isyarat yang ditampilkan oleh monitor bahwa mesin telah menemukan data program yang salah. Apabila program ini tidak dibetulkan, maka mesin tidak akan mengerjakan perintah program berikutnya.

Dengan adanya tanda alarm yang ditampilkan oleh monitor, pemakai mesin atau operator akan terbantu dalam menemukan kesalahan masukan data program yang diakibatkan oleh kesalahan atau kelalaian *programmer* atau operator dalam memasukkan program maupun dalam pembuatan program.

Informasi alarm yang dikeluarkan oleh mesin melalui layar monitor merupakan tampilan huruf dan angka yang masing-masingnya mempunyai arti sendiri-sendiri antara lain :

- A00 = Salah perintah fungsi G atau M.
- A01 = Salah perintah fungsi G02 atau G03

- A02 = Salah nilai Z
- A03 = Salah nilai F
- A05 = Tidak ada kode M30
- A08 = Pita habis dalam penyimpanan ke kaset
- A09 = Program tidak ditemukan
- A10 = Pita kaset dalam pengamananan
- A11 = Salah pemuatan
- A12 = Salah pengecekan
- A14 = Salah posisi kepala frais
- A15 = Salah nilai Y
- A16 = Tidak ada nilai radius pisau frais.
- A17 = Salah sub program

### 3. Metodologi Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah eksperimen dengan proses uji kecepatan waktu pengerjaan untuk pemograman *absolute* dan *incremental* pada mesin *CNC Milling TU 3A*. Dalam perencanaan sistem mekanik dari alat ini digunakan beberapa sarana penunjang seperti:

#### a. Perangkat Lunak.

Perangkat lunak yang digunakan untuk menunjang kegiatan ini adalah sebagai berikut:

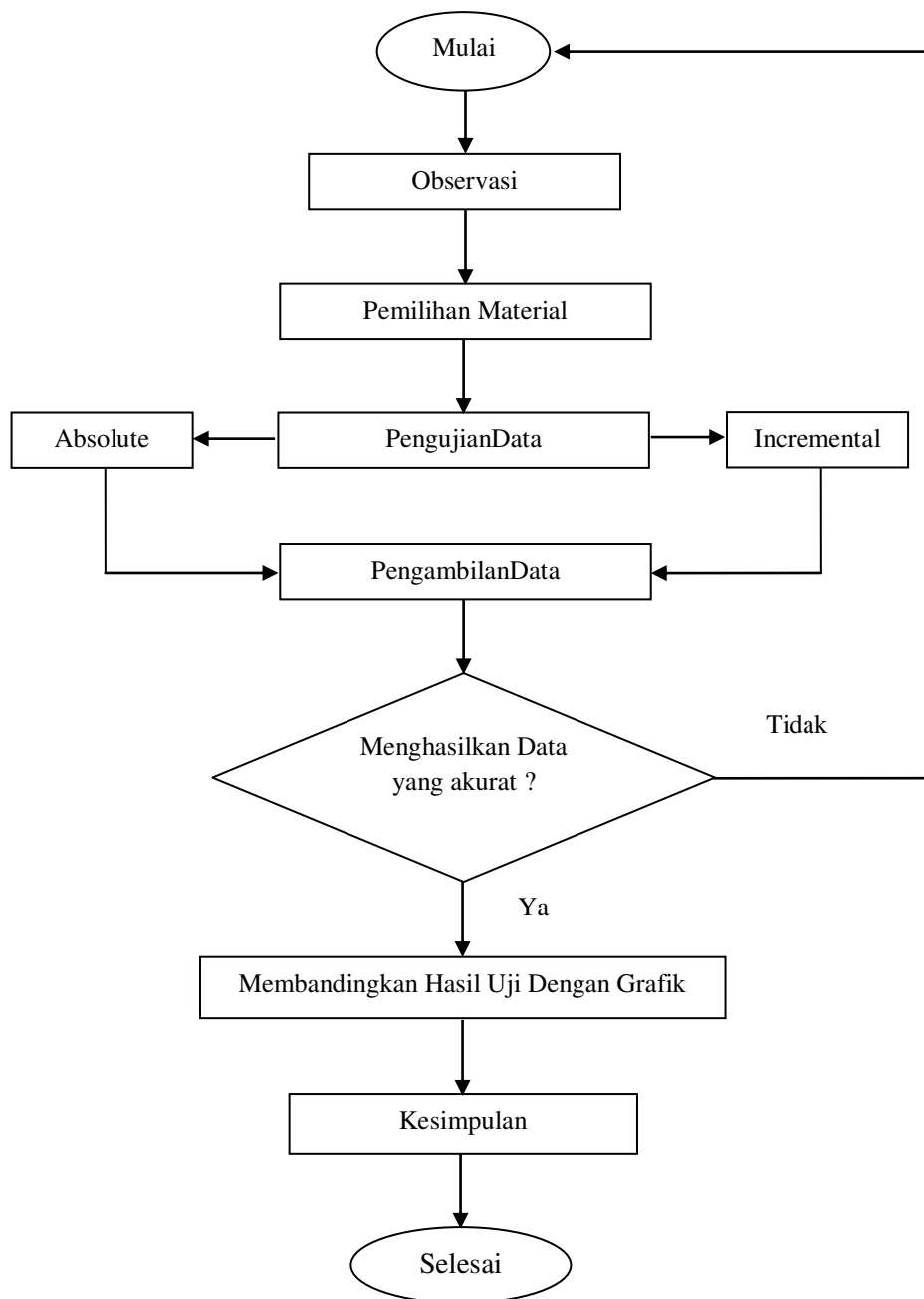
- 1) Desain pemograman Absolut dan incremental
- 2) Bahan yang digunakan yaitu polymer

#### b. Peralatan

Peralatan yang digunakan untuk menunjang kegiatan penelitian ini adalah sebagai berikut:

- 1) Mesin CNC Milling TU 3A
- 2) Pahat Endmill CNC TU 3A
- 3) Stopwatch

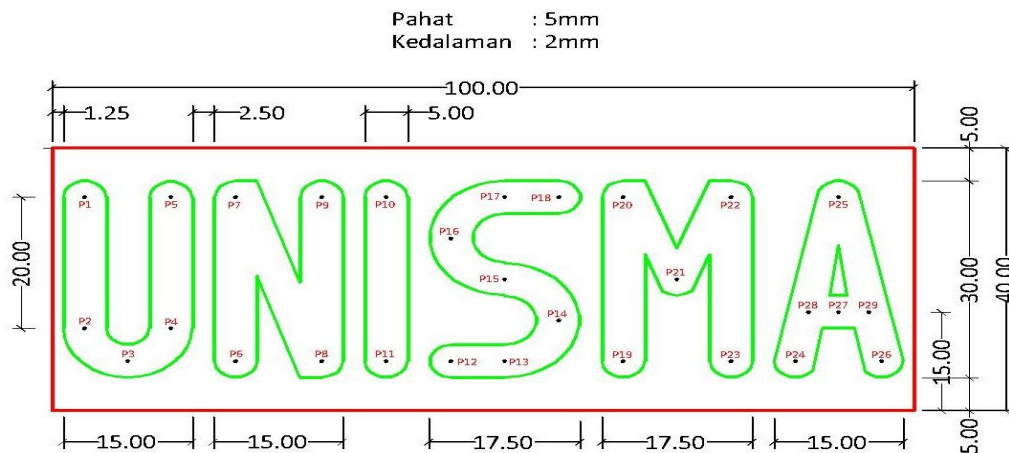
Adapun Alur perencanaan dapat digambarkan dalam bentuk *flow chart* proses perancangan seperti yang terdapat pada gambar dibawah ini :



Gambar 3.1 *Flow Chart* Analisa perbedaan waktu pengerjaan  
pada pemograman inkremental dan absolut

Seperti yang sudah dijelaskan pada metode eksperimen dan *flow chart* di atas maka penelitian terdapat beberapa langkah. Pada langkah pertama perancangan membuat model desain pemograman absolut dan inkremental secara keseluruhan terlebih dahulu. Berikut adalah rancangan untuk model pemograman absolut dan inkremental yang akan dibuat.





Gambar 3.2 Model pemograman CNC

Populasi penelitian ini adalah benda kerja hasil *milling* pada mesin *Computer Numerical Control* (CNC) TU – 3A. Sampel dalam penelitian ini adalah hasil proses mesin CNC *milling* TU – 3A dengan perbedaan waktu pengerjaan pada pemograman CNC dari bahan polimer yang diprogram dengan menggunakan program absolut dan inkremental dengan bahan yang sama.

#### 4. Hasil Uji Coba dan Pembahasan

##### 4.1 Deskripsi Perbedaan Waktu Pemograman Absolut dan Inkremental

Hasil benda kerja yang telah dilakukan proses Mesin *Milling CNC TU 3A* dengan pemograman absolut dan inkremental, kemudian dilakukan pengujian proses perbedaan waktu pengerjaan pada pemograman absolut dan inkremental dengan design tulisan UNISMA. setiap nilai X, Y, Z sama dan

nilai kecepatannya (F) divariasikan menjadi tiga antara F 100, F 75, F50, maka didapatkan hasil sebagai berikut:

1. Deskriptif data hasil uji coba program *Incremental*.

Tabel 4.1 Data hasil pengujian program *Incremental*

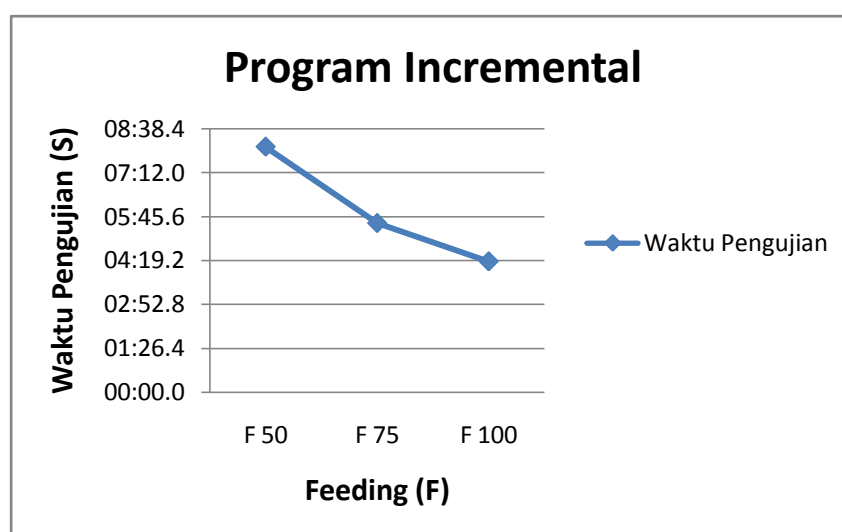
Data Pengujian	Program Incremental			Nilai Rata-Rata
	Feeding (F)	WaktuPengoprasian (S)		
		Hasil 1	Hasil 2	
Pengujian 1	F 50	08:02:87	08:03:22	08:03.00
Pengujian 2	F 75	05:32.56	05:32.71	05:32.60
Pengujian 3	F 100	04:17.18	04:17.25	04:17.20

Dari hasil analisa tabel di atas proses pengujian waktu pengerjaan pada pemrograman inkremental, setiap proses waktu pengerjaan pada pemograman inkremental dilakukan dua kali uji coba maka pada pengujian pertama dengan kecepatan nilai f 50, maka akan didapatkan nilai rata-rata 8:03.00s/t, pada langkah kedua dengan kecepatan f 75, maka akan didapatkan nilai rata-rata5:32.60 s/t, dan pada langkah ketiga dengan kecepatan f 100, maka akan didapatkan nilai rata-rata4:17.20s/t.

Untuk mengetahui hasil uji perbedaan waktu pemograman inkremental pada setiap titik digunakan kriteria uji seperti pada grafik dibawah ini.

Tabel 4.2 Hasil uji coba pertama program Inkremental Kecepatan (F) yang sama

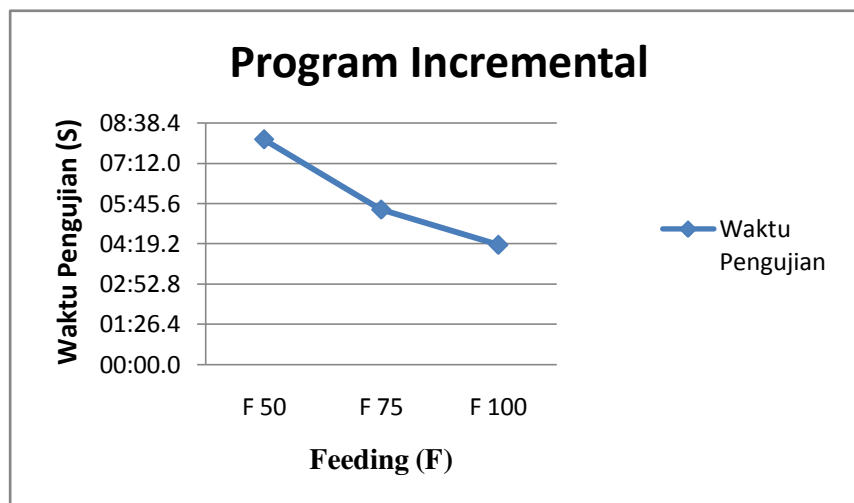
Program	Incremental		
Feeding (F)	F 50	F 75	F 100
WaktuPengujian	08:02.9	05:32.6	04:17.2



Gambar 4.1 Grafik hasil uji coba pertama program Inkremental

Tabel 4.3 Hasil uji coba Kedua program Inkremental Kecepatan (F) yang sama

Program	Incremental		
Feeding (F)	F 50	F 75	F 100
Waktu Pengujian	08:03.2	05:32.7	04:17.2



Gambar 4.2 Grafik hasil uji coba kedua program Inkremental

## 2. Deskriptif data hasil uji coba program *Absolute*.

Tabel 4.4 Data hasil pengujian program *Absolute*

Data Pengujian	Program Absolute			Nilai Rata-Rata
	Feeding (F)	Waktupengoprasian (S)		
		Hasil 1	Hasil 2	

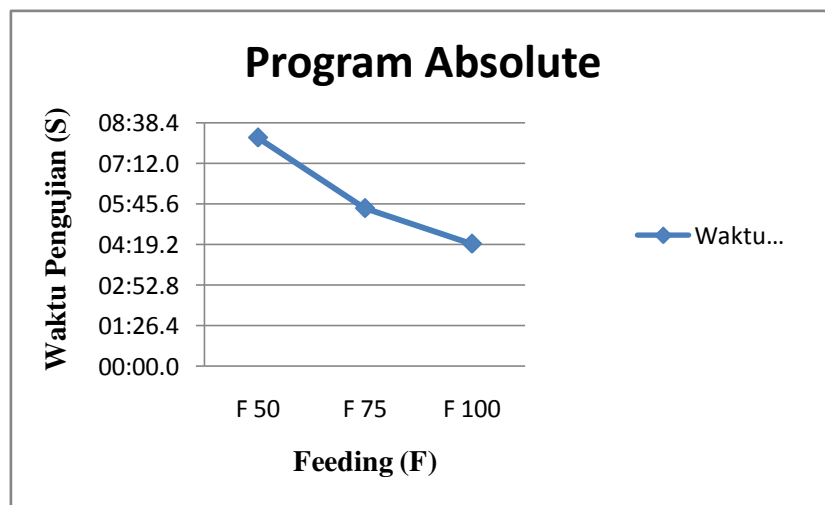
Pengujian 1	F 50	08:06.91	08:06.53	08:06.70
Pengujian 2	F 75	05:36.32	05:36.03	05:36.18
Pengujian 3	F 100	04:20.53	04:20.65	04:20.60

Dari hasil analisa tabel di atas proses pengujian waktu pengerjaan pemrograman absolut, setiap proses waktu pengerjaan pada pemograman absolut dilakukan dua kali uji coba maka pada pengujian pertama dengan kecepatan nilai f 50, maka akan didapatkan nilai rata-rata 8:06.70s/t, pada langkah kedua dengan kecepatan f 75, maka akan didapatkan nilai rata-rata 5:36.20s/t, dan pada langkah ketiga dengan kecepatan f 100, maka akan didapatkan nilai rata-rata 4:20.60 s/t.

Untuk mengetahui hasil uji perbedaan waktu pemograman inkremental pada setiap titik digunakan kriteria uji seperti pada grafik dibawah ini.

Tabel 4.5 Hasil uji coba pertama program Absolut Kecepatan (F) yang sama

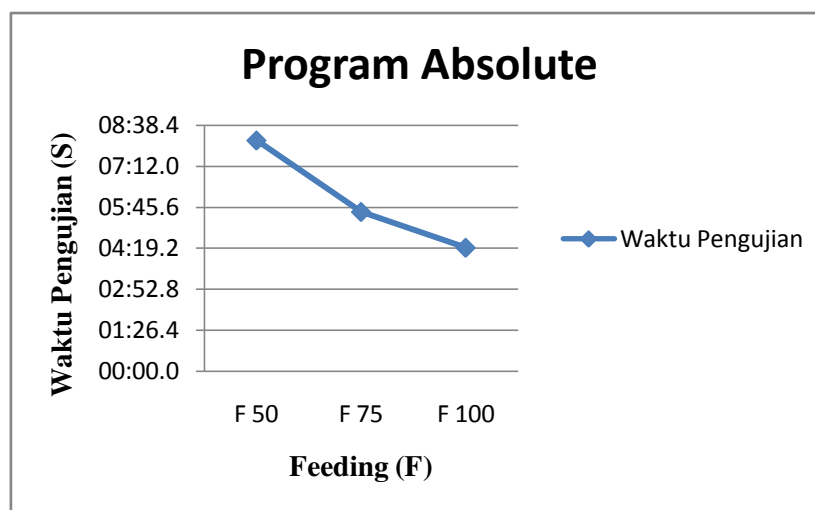
Program	Absolute		
Feeding (F)	F 50	F 75	F 100
WaktuPengujian	08:06.9	05:36.3	04:20.5



Gambar 4.3 Grafik hasil uji coba pertama program Absolut

Tabel 4.5 Hasil uji coba kedua program Absolut Kecepatan (F) yang sama

Program	Absolute		
Feeding (F)	F 50	F 75	F 100
WaktuPengujian	08:06.5	05:36.0	04:20.6



Gambar 4.4 Grafik hasil uji coba kedua program Absolut

#### 4.2 Keterbatasan Penelitian

Peneliti menyadari dalam penelitian ini banyak ditemukan kendala yang disebabkan oleh keterbatasan-keterbatasan peneliti, pada penelitian ini, seluruh data kondisi hasil pemograman dan pengefraisan diperoleh dengan menggunakan hasil uji coba di laboratorium *Computer Numerically Control*(CNC) jurusan teknik mesin Universitas Negeri Jakarta. Jika di dalam penelitian ini dilakukan dengan menggunakan proses perbedaan waktu pengerjaan pada pemograman *incremental* dan *absolute* terhadap mesin *CNC Milling TU 3A* dengan jumlah pemograman dan bentuk kontur yang sama, maka akan didapatkan hasil perbedaan waktu pengerjaan pada pemograman inkremental dan absolut terhadap mesin *CNC Milling TU 3A*.

#### 5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Proses perbedaan waktu pengerjaan pada pemograman Inkremental pada mesin CNC Milling TU 3 – A, didapatkan nilai rata-rata sebesar 8:03.00 detik dengan kecepatan F 50, 5:32.60 detik dengan kecepatan F 75, dan 4:17.20 dengan kecepatan F 100.
2. Proses perbedaan waktu pengerjaan pada pemograman Inkremental pada mesin CNC Milling TU 3 – A, didapatkan nilai rata-rata sebesar 8:06.70 detik dengan kecepatan F 50, 5:36.20 detik dengan kecepatan F 75, dan 4:20.60 dengan kecepatan F 100.

Kesimpulan yang dihasilkandalampenelitianinimenunjukkanbahwa proses pengerjaanterhadap pemograman Inkrementaldanabsolut padamesin CNC Milling TU 3 – A didapatkanhasilnilaiwaktupengerjaan yang sama, hanyaberbedasekiandetiksaja.