

# Analisis Implementasi Sistem Pemrograman Absolut Dan Pemrograman Incremental Pada Mesin CNC TU 3A

**Rusli Ismail**

Fakultas Teknik Jurusan Mesin  
Universitas Negeri Makassar

## *Abstrak*

*Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan secara signifikan waktu penyelesaian pemrograman pengefraisan dan bentuk kontur dalam antara pemrograman absolut dan pemrograman incremental pada mesin CNC TU 3A. Bentuk penelitian ini adalah eksperimental dilakukan dengan cara menganalisis waktu pemrograman pengefraisan kontur dalam antara pemrograman absolut dan pemrograman incremental pada mesin CNC TU 3A. Tujuannya adalah agar perbedaan waktu diketahui antara pemrograman absolut dan pemrograman incremental. Populasi penelitian adalah seluruh pemrograman absolut dan pemrograman incremental pada pengefraisan kontur dalam dari bahan aluminium berbentuk persegi panjang dapat dikerjakan pada mesin CNC TU 3A. Sampel penelitian adalah pemrograman antara pemrograman absolut dan pemrograman incremental pada mesin CNC TU 3A dari bahan aluminium dengan panjang ukuran 100 mm, lebar 50 mm dan tebalnya 15 mm. Data dalam penelitian ini berdistribusi normal dan kesamaan varians atau homogen. Pengujian hipotesis penelitian menghasilkan nilai  $t$  hitung = 29,72 sedangkan nilai  $t$  tabel = 2,506. dari hasil uji tes maka dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan secara signifikan waktu pemrograman pengefraisan kontur dalam pada pemrograman absolut dan pemrograman incremental pada mesin CNC TU 3A.*

**Kata Kunci :** *Incremental, Absolut, Waktu Pemrograman, CNC TU 3A*

## **1. PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang**

Salah satu perkembangan yang nampak saat ini adalah peranan komputer sebagai alat kontrol dan basis kendali. Komputer sebagai perangkat / pengendali terhadap sistem-sistem yang sebelumnya digunakan secara manual, sedangkan dibidang kontruksi mesin, komputer sebagai basis dan alat kontrol pada kontstruksi mesin sehingga komputer dimanfaatkan sebagai sistem kontrol, maka dikenal sistem kontrol secara numerik dikenal yaitu *Computer Numerically Controlled (CNC)*.

J. J. M. Hollebrandse (1988 : bab 6-2), mengemukakan bahwa “yang dimaksud dengan cara pengendalian mesin adalah memberikan semua informasi kepada mesin agar dapat bekerja untuk

menghasilkan produk yang diinginkan atau produk tertentu”.

Berdasarkan pendapat di atas dalam hal pengendalian mesin dapat dikatakan bahwa jika ingin menghasilkan produk yang baik, maka pengendalian yang diberikan kepada komputer adalah pemrograman yang dapat dipahami oleh komputer. Pada mesin CNC, pengendalian dilakukan dengan cara kendali terpadu atau terprogram dan perintah-perintah yang diterjemahkan secara jelas untuk mesin. Maka dilakukan dan perintah-perintah yang diterjemahkan secara jelas untuk mesin. Maka dilakukan dengan komputer sehingga pemrograman pada mesin *Computer Numerically Controlled* sesuai dengan perintah dan fungsinya.

Pengukuran absolut, juga pengukuran referensi titik-titik yang harus dicapai oleh

pahat frais dinyatakan titik nol, sedangkan pengukuran incremental, juga pengukuran berantai, setiap ukuran didasarkan pada ukuran sebelumnya, titik referensi nol untuk setiap informasi lainnya, adalah posisi aktual pisau frais. Oleh karena itu perlu diteliti lebih jauh mengenai perbandingan pemrograman absolut dengan pemrograman incremental ditinjau dari segi perbedaan waktu penyelesaian pengefraisan kontur dalam pada mesin CNC TU-3A (*Computer Numerically Controlled Training Unit 3 Axis*).

## B. Identifikasi Masalah dan Batasan Masalah

Berdasarkan hal-hal yang melatarbelakangi penelitian ini, maka ada beberapa faktor yang harus diperhatikan yaitu faktor eksternal dan faktor internal. Namun dalam hal ini difokuskan pada faktor internalnya yaitu posisi pahat frais pada titik star, kemudian melakukan pengefraisan kontur dalam. Dalam hal ini untuk mengetahui apakah ada perbedaan waktu penyelesaian pemrograman absolut dengan pemrograman incremental pada pengefraisan kontur dalam pada mesin CNC TU 3A.

## C. Rumusan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah diatas, maka rumusan masalahnya adalah apakah ada perbedaan waktu penyelesaian pengefraisan kontur dalam antara pemrograman absolut dengan pemrograman incremental pada mesin CNC TU 3A?

## D. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui ada tidaknya perbedaan waktu penyelesaian pengefraisan kontur dalam antara pemrograman absolut dengan pemrograman incremental pada mesin CNC TU 3A.

## E. Manfaat Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan harapan dapat memberikan manfaat kepada :

1. Instansi yang terkait, khususnya Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Makassar dan terutama staf dan tenaga pengajar laboratorium CNC, dimana hasil penelitian dapat digunakan pada saat pemrograman absolut dan pemrograman incremental.
2. Pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi tentang pemrograman pada mesin CNC TU 3A.
3. Para peneliti khususnya yang dalam bidang teknik permesinan karena hasil ini dapat dijadikan sebagai dasar untuk penelitian berikutnya yang ada kaitannya dengan penelitian ini.

## F. Kajian Pustaka

### 1. Mesin CNC (*Computer Numerically Controlled*)

Mesin CNC (*Computer Numerical Control*) adalah salah satu mesin perkakas dengan teknik pengoperasian secara otomatis yang dikontrol dengan komputer, yaitu melalui instruksi-instruksi secara *numerical* yang dinyatakan dalam satu bentuk kode atau program. Program harus dipersiapkan terlebih dahulu, direkam dengan memasukkan program melalui tombol-tombol pada papan penampil yang kemudian tersimpan sebagai data memori (Eka Yogaswara: 1999).

Arah gerakan yang dapat dilakukan oleh mesin CNC TU 3A ini adalah : mendatar, melintang, vertikal, miring, arah radius dan dapat membuat lubang tembus maupun tidak tembus.

Teknik mesin CNC TU 3A pada dasarnya hampir sama dengan mesin frais tegak pada umumnya, yaitu terdiri atas : landasan, tiang dan kolom, spindel dan meja yang dapat bergerak kearah memanjang maupun melintang.

Pada mesin CNC TU 3A tidak terdapat handel atau engkol untuk menggerakkan meja ke arah memanjang maupun melintang. Sebagai gantinya terdapat tombol-tombol dan knop yang berada pada papan penampil yang dapat melayani mesin secara manual otomatis.

Faktor pendukung lainnya adalah penulisan pemrograman dan ketelitian dalam pembacaan gambar sesuai dengan ukuran maupun perintah yang diperlukan dalam pemrograman. Menurut Emco Maier dan Co (1988:66) menyatakan bahwa :

Bagian-bagian dari program mesin CNC TU 3A terdiri dari tiga yaitu :

1. Blok: Program terdiri dari blok-blok. Suatu blok berisikan semua data yang diperlukan untuk menjalankan seperti N, G(M), X(I)(D), Y(J)(S), Z(K) dan F(L)(T)(H).
2. Kata-kata: setiap blok terdiri dari berbagai kata. Setiap kata terdiri dari satu huruf dan satu kombinasi angka seperti setiap blok-blok berisikan data misalnya G 00, G adalah alamat (Adress) pemrograman sedangkan 00 adalah kombinasi angka pada pemrograman.
3. Kata; sebuah kata terdiri dari satu huruf dan kombinasi angka. Hurufnya disebut adress seperti : Huruf N adalah kolom pertama menunjukkan nomor blok, huruf G dan angka adalah G menunjukkan simbol informasi jalannya dan angka menunjukkan gerakan tertentu, huruf M dan angka adalah M menunjukkan simbol informasi tambahan dan angka menunjukkan gerakan tertentu, huruf X,Y,Z adalah kolom-kolom untuk gerakan tertentu, huruf X dan angka adalah X menunjukkan sumbu X dan angka menunjukkan jalannya gerak pada sumbu X, huruf Y dan angka adalah Y menunjukkan sumbu Y dan angka menunjukkan jalannya gerak pada sumbu Y, huruf Z dan angka

adalah Z menunjukkan sumbu Z dan angka menunjukkan jalannya gerak pada sumbu Z, huruf F dan angka adalah menunjukkan kecepatan asutan dan angka menunjukkan gerakan tertentu.

## 2. Cara Kerja Mesin CNC TU 3A

Beberapa hal yang perlu diperhatikan saat mengoperasikan mesin CNC TU 3A yaitu :

### 1) Menghidupkan mesin

Putar *switch* utama ke kanan maka lampu kontrol akan menyala, yang berarti sistem kontrol dalam keadaan ON (telah diberi daya). Sebaliknya jika *switch* utama diputar lagi ke kiri maka lampu kontrol mati dan daya ke mesin pun terputus.

### 2) Operasi manual

Operasi manual adalah pengoperasian mesin CNC TU 3A yang menggunakan tangan, terutama saat mengeset atau menyetel posisi pisau frais atau posisi saat star. Tombol-tombol yang diperlukan adalah tombol H/C dan lampu kontrol manual.

Setelah *swicth* utama dihidupkan, tekan tombol H/C, sehingga lampu kontrol manual menyala yang berarti mesin sudah berada pada posisi manual.

### 3) Putaran spindel

Untuk menentukan besarnya putaran spindel, dapat kita peroleh dengan cara menghitung yaitu dengan menurunkan persamaan kecepatan potong sebagai berikut:

$$V_s = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} \text{ m/menit}$$

Dan besarnya putaran adalah

$$n = \frac{1000 \cdot V_s}{\pi \cdot d} \text{ rpm}$$

Keterangan : n = Putaran spindel utama (rpm), d = Diameter pisau fais (mm),  $V_s$  = Kecepatan potong (m/menit)

### 3. Jenis Pemrograman CNC

Faktor yang terpenting pada proses pengerjaan mesin-mesin CNC adalah memprogram. Memprogram adalah bagian pekerjaan dan meliputi lebih daripada pengetahuan bahasa mesinnya. Menurut J.J.M. Hollebrandse (1988 : Bab 6-1) mengatakan bahwa : Memprogram adalah menetapkan dalam kode dari posisi perkakas itu terhadap benda kerjanya, dimana perhitungan dengan aspek-aspek teknologi dari hasil pengerjaan dan kemungkinan-kemungkinan dari mesin, perkakas dan benda kerja itu.

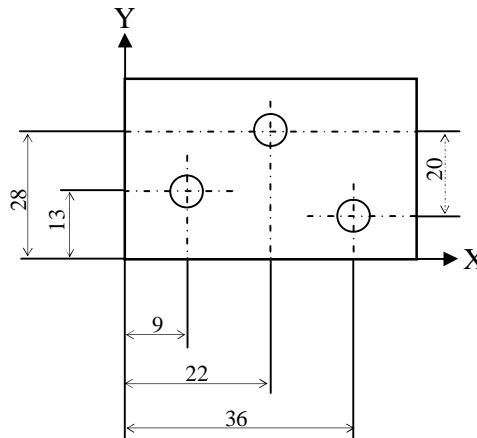
Sedangkan pemrograman pada mesin CNC menurut David Gibbs dan Thomas M. Crandell (1991: bab 8-1) yaitu "Memprogram adalah untuk digunakan sebagai alat pengontrol unit pada mesin, sehingga mesin berfungsi secara otomatis untuk menghasilkan komponen benda kerja". Dari kedua pendapat diatas mengenai memprogram dapat ditarik kesimpulan bahwa untuk memprogram adalah digunakan untuk sebagai alat pengontrol unit pada mesin, dimana perhitungannya dengan aspek teknologi dari hasil-hasil pengerjaan sehingga mesin berfungsi secara otomatis untuk menghasilkan komponen benda kerja pada pengerjaan pengefraisan.

Pemrograman pada mesin CNC TU 3A terdapat dua sistem penunjukan ukurannya yaitu penunjukan sistem absolut (mutlak) dan sistem incremental (berantai).

#### a. Pemrograman Absolut

Pengukuran absolut dapat disimbolkan dengan G 90. Jika mempunyai hubungan dengan sebuah titik tetap (titik nol benda kerja), maka disebut ukuran-ukuran sejajar. Sesudah kata G 90, semua harga-harga dimensi berikutnya dihitung dan diukur dari titik nol benda kerja, keuntungan pemrograman absolut adalah perhitungan pemrogramannya pada satu titik-titik lainnya tidak berubah. Lihat gambar

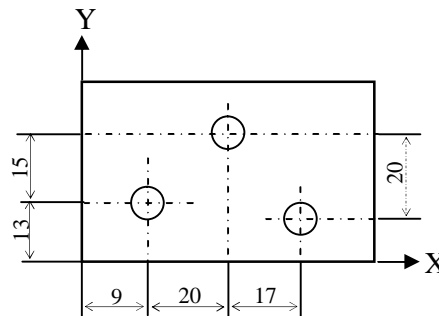
#### 1. Pengukuran dengan pemrograman absolut



Gambar 1. Pengukuran Dengan Pemrograman Absolut (G.90)

#### b. Pemrograman Incremental

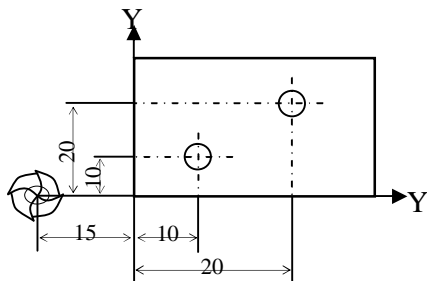
Pengukuran incremental dapat disimbolkan dengan G 91. pada pengukuran berantai, semua harga-harga dimensi mempunyai hubungan dengan titik sebelumnya, maka disebut pengukuran berantai. Sesudah kata G 91, semua harga dimensinya dihitung dari titik ke titik, keuntungan pemrograman incremental adalah perhitungan pengukurannya antara titik ke titik dan setiap ukuran didasarkan pada ukuran sebelumnya. Lihat gambar 2. pengukuran dengan pemrograman incremental



Gambar 2. Pengukuran Dengan Pemrograman Incremental (G.91)

c. Pemrograman pengaturan posisi dengan gerak cepat (G 00) pada pemrograman absolut dengan pemrograman incremental

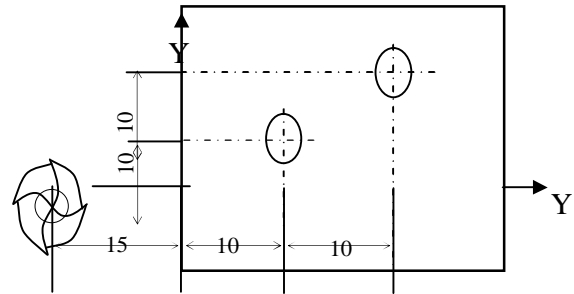
Pengaturan posisi pisau dengan gerakan cepat, dengan demikian gerakan tanpa pengfraisan fatal, maka terjadi gerakan cepat. Untuk menghindari benturan-benturan, maka harus diketahui bagaimana posisi pisau ini diberikan sehingga tidak terjadi benturan kemudian diberi jarak antara benda kerja dengan pisau. Kemungkinan gerakan cepat (G. 00), yang pertama eretan bergerak dalam arah X, kedua eretan bergerak dalam arah Y, dan ketiga eretan bergerak dalam arah Z. Untuk memprogram absolut dan memprogram incremental tergantung pada titik awal benda kerja (Titik W). Lihat pada gambar 3a. Dan 3b. Pengukuran posisi dengan gerakan cepat.



Gambar 3a. Pemrograman absolut dengan fungsi G 00 pada posisi pisau frais 10 mm di atas permukaan benda kerja

Lembar Program Absolut

No	G(M)	X (I)(D)	Y (J)(S)	Z(K)	F(L)(T) (H)
00	G 92				
01	M 03				
02	G 00	2500	1000	-900	
03	G 01	2500	1000	-1600	100
04	G 00	00	00	1000	
05	G 01	3500	2000	-1600	100
06	G 00	-1500	1000		
07	M 30				



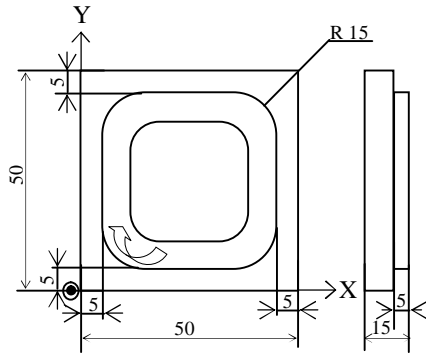
Gambar 3b. Pemrograman incremental dengan fungsi G 00 pada posisi pisau frais 10 mm di atas permukaan benda kerja

d. Pemrograman interpolasi linier (G 02) menggunakan pemrograman absolut dengan pemrograman incremental

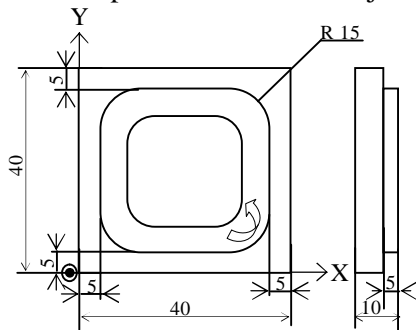
Lembar Program Absolut

No	G(M)	X (I)(D)	Y (J)(S)	Z(K)	F(L)(T) (H)
00	G 92				
01	M 03				
02	G 00			-900	
03	G 01	2500	1000	-1600	100
04	G 00	00	00	-900	
05	G 01	1000	1000	-1600	100
06	G 00	00	00	-900	
07	G 00	-1500	1000		
08	M 30				

Pemrograman linier berarti lurus, sedangkan interpolasi berarti mendapatkan harga antara. Sehingga interpolasi linier berarti mendapatkan harga antara, yang terletak pada garis lurus. Kemungkinan pembuatan interpolasi liner dalam arah X dengan kecepatan asutan tertentu dan pengefraisan interpolasi linier dalam arah Z dengan kecepatan potong tertentu. Lihat gambar 4a dan 4b. Pemrograman interpolasi linier dalam arah Z.



Gambar 4a Pemrograman absolut dengan fungsi G. 02 pada posisi pisau frais 10 mm di atas permukaan benda kerja



Gambar 4b.

Pemrograman incremental dengan fungsi G. 03 pada posisi pisau frais 10 mm di atas permukaan benda kerja

Lembar Program Absolut

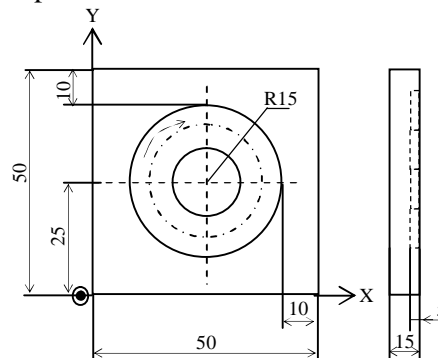
No	G(M)	X (I)(D)	Y (J)(S)	Z(K)	F(L)(T) (H)
00	G 92				
01	G 00	2000	500		
02	G 01			-1500	100
03	G 01	3000		-1500	100
04	G 02	1500	1500	-1500	100
05	G 01	500	2500	-1500	100
06	G 02	1500	1500	-1500	100
07	G 01	2500	4000	-1500	100
08	G 02	-1500	-1500	-1500	100
09	G 01	4000	-2500	-1500	100
10	G 01	2000	500		
11	G 00	00	1000		
12	M 30				

Lembar Program Incremental

No	G(M)	X (I)(D)	Y (J)(S)	Z(K)	F(L)(T) (H)
00	G 91				
01	G 00	2000	500	-900	
02	G 00	00	00	-1600	
03	G 01	3000	500	-1600	100
04	G 03	1500	1500	-1600	100
05	G 01	00	1000	-1600	100
06	G 03	1500	1500	-1600	100
07	G 01	-1000	00	-1600	100
08	G 03	-1500	-1500	-1600	100
09	G 01	00	-1000	-1600	100
10	G 01	-1500	1500	-1600	100
12	G 00	00	1000		
13	M 30				

e. Pemrograman interpolasi lingkaran menggunakan pemrograman absolut dengan pemrograman incremental

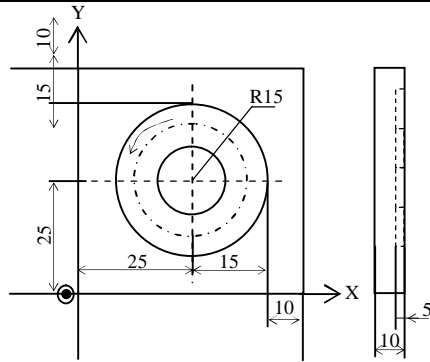
Pemrograman *linear* berarti lurus, sedangkan interpolias berarti mendapatkan harga antara. Sehingga interpolasi linear berarti mendapatkan harga antara, yang terletak pada garis lurus. Kemungkinan pembuatan interpolias linear dalam arah X dengan kecepatan asutan tertentu dan pengefraisan interpolasi linear dalam arah Z dengan kecepatan potong tertentu. Lihat gambar 5a dan 5b. Pemrograman interpolasi linear dalam arah Z.



Gambar 5a. Pemrograman absolut dengan fungsi G 02 00 pada posisi pisau frais 10 mm di atas permukaan benda kerja

Lembar Program Absolut

No	G(M)	X (I)(D)	Y (J)(S)	Z(K)	F(L)(T) (H)
00	G 90				
1	G 00	1000	2500	-900	
2	G 01	00	00	-1600	100
3	G 02	1500	1500	-1600	100
4	G 02	1500	1500	-1600	100
5	G 02	-1500	-1500	-1600	100
6	G 02	-1500	-1500	-1600	100
7	G 00	00	1000		
8	M 30				



Program 5b. Pemrograman incremental dengan fungsi G 03 00 pada posisi pisau frais 10 mm di atas permukaan benda kerja

Lembar Kerja Incremental

No	G(M)	X (I)(D)	Y (J)(S)	Z(K)	F(L)(T) (H)
00	G 91				
1	G 00	25000	1000	-900	
2	G 01	00	00	-1600	100
3	G 03	-1500	-1500	-1600	100
4	G 03	-1500	-1500	-1600	100
5	G 03	1500	1500	-1600	100
6	G 03	1500	1500	-1600	100
7	G 00	00	1000		
8	M 30				

G. Prosedur Pelaksanaan Penelitian

Teknik eksperimen adalah cara yang dilakukan dari awal persiapan bahan

uji, setelah bahan dipersiapkan, bahan ditempatkan pada meja mesin, kemudian dilanjutkan pembuatan pemrograman absolut dan pemrograman incremental ke dalam lembar kerja (lihat lampiran 2), setelah itu dimasukkan ke dalam program komputer sesuai dengan lembar kerja pemrograman, dilanjutkan dengan proses pengefraisan pada mesin CNC TU 3A, kemudian dilakukan pengukurannya dengan menggunakan alat ukur waktu (*stop watch*) pada saat berlangsungnya proses pengefraisan pada mesin CNC TU 3A. hal ini dilakukan lima kali setiap pemrograman absolut dan lima kali pemrograman incremental, sehingga jumlah keseluruhan sepuluh kali pengefraisan.

1. Teknik Analisis Data

Sebelum data dianalisis untuk menguji hipotesis, terlebih dahulu dilaksanakan uji persyaratan yaitu uji normalitas.

a. Uji normalitas

Uji dilakukan untuk mengetahui apakah dari data hasil pengukuran variable dari unsur-unsur kelompok sampel berdistribusi normal atau tidak. Untuk uji ini digunakan uji chi-kuadrat yang dikemukakan Suharsini Arikunto (19889:137) sebagai berikut :

$$X^2 = \sum \frac{(f_0 - f_h)^2}{f_h} \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan :  $X^2$  = Chi-kuadrat,  $f_0$  = Frekuensi yang diperoleh dari data (observasi),  $f_h$  = Frekuensi yang diharapkan

Adapun kriteria pengujian adalah jika  $X^2$  hitung lebih kecil dari  $X^2$  tabel pada taraf signifikansi  $\alpha = 0,05$  dengan derajat kebebasan (dk) = k-1 berarti data berdistribusi normal, jika sebaliknya data tidak berdistribusi normal

b. Uji Hipotesis

Hipotesis ini bersifat komparatif dua sampel berkorelasi, maka untuk

mengujinya menurut Sugiyono (1998:159) dapat digunakan sebagai berikut :

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}}} \dots\dots\dots (3)$$

Keterangan :  $\bar{X}_1$  = Rata-rata data sample pertama,  $\bar{X}_2$  = rata-rata data sample kedua,  $s_1^2$  = Varians sampel pertama,  $s_2^2$  = Varians sampel kedua,  $n_1$  = Jumlah anggota sampel pertama,  $n_2$  = Jumlah anggota sampel pertama

Persamaan diatas, maka kriteria pengujian adalah  $H_0$  diterima bila  $t_{hitung}$  terletak diantara  $t_{tabel}$  dalam bentuk matematika adalah :

$$-t_{1-1/2\alpha} < t < t_{1-1/2\alpha}$$

Pada taraf signifikansi  $\alpha = 0.05$  atau 5% dengan derajat kebebasan  $d_k = n_1 + n_2 - 2$  dipakai, apabila jumlah anggota simpel sama dan varians homogen, tetapi apabila varians tidak homogen maka  $d_k$  yang digunakan  $n_1 - 1$  atau  $n_2 - 2$ . jika  $H_0$  tidak terletak antara  $t_{hitung}$  dan  $t_{tabel}$  maka  $H_1$  diterima.

2. Hasil Penelitian

Data yang diperoleh dari hasil penelitian adalah merupakan eksperimen yang dilakukan langsung oleh peneliti di Laboratorium CNC Balai Latihan Pendidikan Teknik Makassar sebelum eksperimen dilakukan terlebih dahulu sampel benda uji dibuatkan gambar benda dan ukuran yang telah ditetapkan berdasarkan bentuk dan ukuran benda uji, dibuat lembar pemrograman absolut dan pemrograman incremental yang telah ditetapkan.

Sampel benda uji dibuat berdasarkan bentuk dan ukurannya yang sama, selanjutnya dimasukkan ke dalam program computer pada mesin CNC TU 3A. kemudian sampel benda uji dilakukan proses pengefraisan antara program absolut dan program incremental sebanyak lima sampel uji setiap pemrograman sehingga

jumlah sampel benda uji sebanyak sepuluh buah, kemudian dilakukan pengukuran pada *stop watch*.

Hasil pengukuran kemudian dicatat berdasarkan hasil pengukuran dengan menggunakan alat ukur *stop watch* yang tercatat pada *stop watch*. Data yang diambil sebagai bahan penelitian adalah seberapa besar perbedaan waktu yang digunakan dalam pemrograman absolut dan pemrograman incremental pada proses pengefraisan kontur dalam pada mesin CNC TU 3A. hasil pengukuran waktu penelitian diperoleh dua data yaitu data eksternal dan data internal. Data eksternal hanya untuk memaparkan waktu kerja, namun yang akan diteliti yaitu posisi pahat pada saat proses pengefraisan (data internal). Data eksternal dan internal dapat dilihat pada lampiran 3. Selengkapnya hasil data internal pengukuran pemrograman absolut dan pemrograman incremental pada mesin CNC TU 3A ditabulasikan dalam tabel 1 di bawah ini :

Tabel 1.

Hasil data internal pengukuran absolut dan pemrograman incremental pada mesin CNC TU 3A dengan menggunakan *stop watch*

No	Program Absolut (Detik)	Program Incremental (Detik)
1	537	515
2	536	516
3	537	515
4	538	517
5	537	515
Jumlah	$\sum X_1 = 2685$ $\bar{x}_1 = 537$ $\sum X_1^2 = 1441847$	$\sum X_2 = 2578$ $\bar{x}_2 = 515,6$ $\sum X_2^2 = 1329220$

Sumber : Diolah berdasarkan data hasil pengamatan

Keterangan :  $X_1$  = Hasil pengamatan pemrograman absolut,  $X_2$  = Hasil pengamatan, pemrograman incremental

Berdasarkan pada tabel 1 diatas, maka diperoleh nilai-nilai sebagai berikut :



$$\begin{aligned}\sum X_1 &= 2685 & \sum X_2 &= 2578 \\ \sum X_1^2 &= 1441847 & \sum X_2^2 &= 1329220 \\ (\sum X_1)^2 &= 7209225 & (\sum X_2)^2 &= 6646084\end{aligned}$$

Nilai dari masing-masing variable tersebut selanjutnya digunakan standar deviasi (SD) pemrograman absolut dan pemrograman incremental dengan menggunakan persamaan 4 dan 5, maka harga nilai rata-rata dan standar deviasi dapat dicari.

Hasil perhitungan didapat nilai a rata-rata yang diberi symbol (X) dan standar deviasi (SD) pemrograman absolut dan pemrograman incremental masing-masing adalah : 1). Nilai-nilai (X<sub>2</sub>) dan standar deviasi (SD<sub>1</sub>) pemrograman absolut adalah 357 dan 0,17 dan 2). Nilai rata-rata (X<sub>2</sub>) dan standar deviasi (SD<sub>2</sub>) pemrograman incremental adalah 515,6 dan 0,89.

Hasil perhitungan diatas menunjukkan bahwa nilai rata-rata (X) dan standar deviasi (SD) pemrograman absolut lebih kecil nilainya jika dibandingkan dengan pemrograman incremental pada mesin CNC TU 3A.

Untuk memberikan gambaran mengenai perbedaan waktu pemrograman absolut dan pemrograman incremental pada mesin CNC TU 3A, maka data waktu pemrograman selanjutnya dianalisis dengan menggunakan analisis statistic dalam bentuk uji t (t-test). Data waktu pengamatan menggunakan sifat sama yaitu berdistribusi normal dan homogenitas sama atau varians sama.

#### a. Hasil pengamatan Normalitas Data Waktu Pemrograman Absolut dan Pemrograman Incremental pada mesin CNC TU 3A.

Untuk mengetahui normal atau tidaknya data waktu pemrograman absolut dan incremental pada mesin CNC TU 3A,

maka dilakukan pengujian normalitas dan untuk data pemrograman absolut dan pemrograman incremental, berdasarkan hasil perhitungan pengujian normalitas dan waktu pemrograman absolut dapat diperoleh nilai chi-kuadrat ( $X^2_{hitung}$ ) adalah sebesar 3,15 dapat dilihat pada tabel 8 lampiran 5, selanjutnya untuk mengetahui apakah ada perbedaan waktu pemrograman absolut berdistribusi normal atau tidak, maka dikonsultasikan dengan  $X^2_{tabel}$  diperoleh harga 11,070 dengan derajat kebebasan (dk) = 6-1 = 5 pada taraf signifikansi =  $\alpha = 0,05$  atau 5%.

Hasil perbandingan nilai  $X^2_{hitung}$  dengan  $X^2_{tabel}$  di atas, nampak bahwa nilai  $X^2_{tabel}$  lebih besar dari nilai  $X^2_{hitung}$ , maka dapat ditampilkan bahwa nilai hasil waktu pemrograman absolut adalah berdistribusi normal. Sementara dari hasil pengujian normalitas data waktu pemrograman incremental pada mesin CNC TU 3A diperoleh dari chi-kuadrat ( $X^2_{hitung}$ ) adalah 2,311, untuk mengetahui apakah data hasil waktu pemrograman incremental berdistribusi normal atau tidak, maka selanjutnya dikonsultasikan dengan  $X^2_{tabel}$ . Hasil konsultasi  $X^2_{tabel}$  diperoleh harga 11,070 dengan derajat kebebasan (dk) = 6-1 = 5 pada taraf signifikansi = 5%.

Hasil perbandingan nilai  $X^2_{hitung}$  dengan  $X^2_{tabel}$  diatas, nampak bahwa nilai  $X^2_{tabel}$  lebih besar dari nilai  $X^2_{hitung}$ , maka dapat disimpulkan bahwa nilai hasil pemrograman incremental pada mesin CNC TU 3A adalah berdistribusi normal.

#### b. Hasil Pengujian Hipotesis

Setelah dilakukan uji normalitas dan homogenitas varians sebagai persyaratan analisis, maka dilakukan pengujian hipotesis. Untuk menguji hipotesis penelitian data hasil waktu pemrograman pada mesin CNC TU 3A adalah uji t keamanan dua pihak seperti pada persamaan tiga. Adapun bentuk hipotesis statistic yang diajukan dalam penelitian ini adalah :  $H_0 : \mu_1 = \mu_2, H_1 : \mu_1 \neq \mu_2$

Dengan menggunakan persamaan tiga, maka hasil perhitungan diperoleh nilai  $t$  hitung sebesar 29,72 untuk mengetahui apakah hipotesis penelitian yang diajukan diterima atau ditolak, maka dilakukan konsultasikan dengan nilai table. Berdasarkan table distribusi nilai  $t$  hitung derajat kebebasan  $(dk) = m_1 + m_2 - 2$  atau  $(dk) = 5 + 5 - 2 = 8$  pada taraf signifikansi  $= 0,05$  diperoleh nilai table atau nilai 2,30 dari hasil perbandingan Nampak bahwa nilai  $t$  hitung terletak di antara table atau 29,72 tidak terletak diantara -2,306 dan 2,306 dengan demikian hipotesis  $H_0$  ditolak atau  $H_1$  diterima.

## PENUTUP

### A. Kesimpulan

Berdasarkan pengamatan yang telah dilakukan melalui eksperimen pemrograman absolut dan pemrograman incremental pada mesin CNC TU 3A yang dianalisis dengan analisis statistik. Hasil pengujian hipotesis menunjukkan bahwa terdapat perbedaan secara signifikan waktu penyelesaian pemrograman pengefraisan kontur dalam antara pemrograman absolut dan pemrograman incremental pada mesin CNC TU 3A.

## DAFTAR PUSTAKA

1. David Gibbs dan Thomas M, Crandell, 1991. *Dasar-Dasar Teknik Pemrograman CNC*. Bandung : PT. Rosda Jayaputra
2. Eka Yogaswara, 1999. *Mesin Frais Konvensional dan CNC*. Bandung : CV. Armico.
3. Emco Maier dan Co, 1988. *Petunjuk Pemrograman Pelayanan EMCO TU 3A*. Hellein Austria
4. H, Moersaleh dan Musarief, 1989. *Pedoman Membuat Skripsi*. Jakarta : CV. Haji Masagung.
5. J.J.M. Hoolebrandse, 1988. *Teknik Pemrograman dan Aplikasi CNC*. Bandung : PT. Rosda Jayaputra.
6. Muhammad Arif Tiro, 1999 *Dasar-Dasar Statistika*. Cet 1. Makassar State University of Makassar Press.
7. M. Suratman dan Dede Sakri, 1999 *Pekerjaan Las dan Fabrikasi Logam 2* Bandung : CV. Armico.
8. SK. Rector, 2006. *Pedoman Penulisan dan Penilaian Skripsi Bagi Mahasiswa Fakultas Teknik UNM*. Makassar : FT. UNM.
9. Sudjana, 1992. *Metode Statistik*. Bandung : Tarsito
10. Sugiyono, 1998. *Statistika Untuk Penelitian*. Bandung : CV. Alfa Beta
11. Suharsimi Arikunto, 1989. *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktek*. Jakarta : PT. Renika Cipta.