

# Analisis Waktu Pemotongan dengan Program Inkrimental dan Absolut pada Mesin Bubut CNC TU-2A

Heryanto Budiono Soemardi<sup>1)</sup>, Rahbini<sup>2)</sup>

Politeknik Negeri Malang Jurusan Teknik Mesin, Jl. Soekarno – Hatta No. 9, Malang 65141, Indonesia

heryanto@polinema.ac.id<sup>1)</sup>, rahbini27@gmail.com<sup>2)</sup>

## Abstraksi

*CNC TU-2A merupakan alat potong benda uji dalam proses pemotongan dilakukan dengan cara memberi program Computer Numerically Controlled G code pada mesin bubut yang memberikan arah pemotongan searah dengan garis sumbu benda uji. Waktu proses pemotongan dengan program inkrimental dan absolut akan mendapatkan perbedaan waktu pekerjaan akhir. Benda uji berbentuk panjang pejal yang dipotong bertingkat. Proses pemotongan meliputi facing, roughing dan finishing. Gaya potong pahat bergerak horisontal sama dengan arah sumbu kekiri.*

*Proses pemotongan benda uji tersebut dilakukan dengan cara menggunakan pahat insert untuk memotong benda uji pada bagian permukaan arah horizontal yang sejajar dengan sumbu benda uji. Parameter pemotongan meliputi varian putaran spindel dan kecepatan pemakanan Parameter putaran spindel 700, 800 dan 900 rpm, kecepatan pemakanan 80, 90 dan 100 mm/min, dan ukuran poros bertingkat 20, 40, 60 mm. Sedangkan pengukuran waktu dilakukan dengan jangka sorong pada permukaan benda kerja. Hubungan antara putaran spindel dan kecepatan pemakanan dibutuhkan analisa statistik. Beberapa analisa tersebut digunakan untuk mengidentifikasi dan membandingkan antara program inkrimental dan absolut terhadap waktu proses pemotongan.*

*Hasil akhir dari parameter putaran spindel dan kecepatan pemakanan (feeding) didapatkan yang paling rendah waktu pemotongan pada langkah feeding program inkrimental dengan waktu tempuh rata-rata 433 detik dan program absolut rata-rata 448,7 detik*

**Kata kunci:** waktu pemotongan, inkrimental, absolut, putaran spindel, kecepatan pemakanan,

## 1. PENDAHULUAN

Dalam proses pemotongan logam pada CNC bubut untuk meningkatkan hasil pemotongan diperlukan *cutting improvement* yang berupa seleksi parameter pemotongan yaitu putaran spindel dan kecepatan pemakanan (*feeding*), pemakaian pahat dengan ukuran sudut tertentu dan bahan standar yang memenuhi hasil akhir terbaik. Hasil akhir terbaik adalah berupa perbedaan waktu dari program inkrimental dan absolut.

Penggunaan mesin CNC bubut adalah suatu cara pemotongan otomatis pada benda uji dengan posisi alat potong horisontal tegak lurus pada sumbu benda uji. CNC merupakan perangkat lunak yang berbasis CAM yang sering digunakan pengerjaan manufaktur yang memungkinkan penggunaannya untuk melakukan berbagai bentuk simulasi proses pemesinan berbasis CNC.

Putaran spindel merupakan putaran spindel pada benda uji dengan posisi pahat diam dan benda uji berputar.

Parameter putaran *feeding* dan waktu pahat potong pada proses pemotongan sangat mempengaruhi hasil akhir Khalili (2013:2). Penelitian ini mempelajari putaran spindle dan waktu terhadap toleransi bilateral, dan gaya pemotongan ( $F_c$ ) pada benda uji dihasilkan dari daya dinamomotor mesin bubut.

Pemotongan menggunakan tiga tingkatan. Dalam proses pemotongan bahwa putaran spindle dan *feeding* signifikan mempengaruhi waktu proses pemotongan. Hasil akhir proses pembubutan bahwa waktu pemotongan dipengaruhi oleh putaran spindle dan *feeding* Renjith (2013:6)

Dari uraian di atas, perlu ada penelitian lanjut untuk benda uji dari bahan aluminium mengalami waktu proses pembubutan.

### A. Perumusan Masalah

Dari latar belakang yang telah diuraikan di atas, dapat diidentifikasi masalah dalam penelitian ini, yaitu bagaimana menganalisis waktu benda uji dari program inkremental dan absolut dalam proses pemotongan bertingkat.

### B. Batasan Masalah

Tujuan pembatasan masalah pada penelitian ini agar tidak meluas dalam memecahkan persoalan dan menuju ke sasaran yang sesuai, maka batasannya adalah:

- (1). Mesin bubut yang digunakan CNC bubut TU-2A
- (2). Arah pemotongan bentuk 2D.
- (3). Jenis pahat *insert*.
- (4). Benda uji dari aluminium.
- (5). Benda uji  $\Phi$  13 mm.
- (6). Proses pemotongan tanpa pendingin

### C. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian dilakukan untuk:

1. Mendapatkan waktu minimal proses pembubutan dengan menggunakan pahat *insert*.
2. Mengkaji perubahan interaksi putaran spindle, dan kecepatan pemakanan sehingga didapat grafik hubungan antara keduanya terhadap waktu..
3. Mengkaji hasil bubut untuk bahan aluminium terhadap waktu yang paling efisien.

### D. Manfaat Penelitian

Diharapkan setelah penelitian ini selesai dapat bermanfaat diantaranya:

1. Pada bidang pengujian manufaktur, sebagai bahan pertimbangan dan masukan untuk pemilihan parameter pemotongan.
2. Bagi peneliti, dapat memahami eksperimen dan waktu proses pemotongan benda uji.

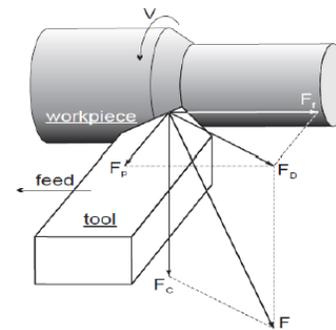
3. Bagi pembaca, sebagai bahan referensi dalam pengembangan penelitian lebih lanjut.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### A. Penelitian sebelumnya

Beberapa peneliti terdahulu tentang waktu pemotongan hasil pembubutan dengan parameter putaran spindle dan getaran pahat pemotongan pada mesin bubut Malagi (2012:3)

Penelitian ini mempelajari faktor utama gaya pemotongan, yaitu gaya tangensial dan kekasaran permukaan Narayana (2006:4) adalah variabel respon yang diselidiki. Hasil percobaan menunjukkan bahwa pemotongan arah horisontal merupakan faktor yang paling signifikan gaya tangensial dapat mempengaruhi hasil akhir Khalili (2013:2). Bentuk geometris seperti Gambar 1 menunjukkan distribusi arah vektor-vektor dalam proses pemotongan mesin bubut dengan hasil akhir ukuran standar Rowland (1990:198)



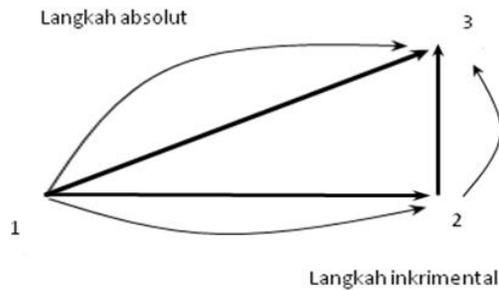
Gambar 1. Geometri pemotongan mesin bubut

### B. Mesin CNC bubut

Mesin CNC bubut adalah merupakan mesin perkakas yang proses pemotongan benda uji dilakukan dengan program *computer* disebut *Numerical Control* (NC). Sistem operasi pada mesin ini menggunakan sistem instruksi secara matematis yang dikodekan. Program menggunakan program inkremental dan absolut Anonim (1990:57)

### C. Program Inkremental

Pemrograman secara inkremental adalah pemrograman dengan perhitungan yang didasarkan pada posisi nol berada, artinya gerakan *tool* berikutnya didasarkan pada posisi *tool* titik 1 sebelumnya bila melanjutkan langkah berikutnya titik 1 ke titik 3 melalui titik 1, 2 dan dari titik 2 lanjut ke titik 3 masing-masing titik sebagai referensi dst. Untuk lebih jelasnya lihat ilustrasi geometris Gambar 2 di bawah ini,



**Gambar 2.** Langkah geometris program absolut dan inkremental

**D. Program Absolut**

Penyusunan program absolut sistem penghitungannya didasarkan pada satu titik referensi Langkah program pemotongan titik 1 sebagai acuan untuk langkah selanjutnya program selalu referensi titik 1 jadi untuk titik 1 sebagai titik referensi permanen seperti Gambar 2.

**E. Gaya potong proses bubut**

Pemotongan awal pada permukaan benda uji dimana benda uji digerakkan oleh dinamomotor yang terdapat pada mesin bubut untuk memutar benda uji. Gaya potong mempunyai dua arah yaitu searah sumbu benda uji dan arah putar. Vektor  $F_c$  arah potong putar Gambar 1, yang dapat memotong benda uji, arah  $F_v$  merupakan gaya potong searah sumbu sedangkan  $F$  resultan gaya potong. Daya dinamometer merupakan suatu tenaga yang mampu untuk memutar benda uji

**E. Daya potong rata-rata,**

$$N_{cm} = \frac{F_c \times V_c}{60.000} \quad \text{Rochim (2007:7)} \quad (1)$$

dengan,  
 $N_{cm}$  = daya motor mesin CNC bubut kW  
 $F_c$  = gaya potong rata-rata N  
 $V_c$  = putaran spindel m/menit

**F. Putaran spindel**

Putaran spindel adalah ukuran dari kecepatan keliling (pemotongan) yang dinyatakan dalam m/menit. Faktor-faktor yang mempengaruhi variasi putaran spindela Oswald (1997: 234) adalah:

- (1) Putaran spindel
- (2) Diameter benda uji

$$n = \frac{1000 \cdot x \cdot V_c}{\pi d} \text{ rpm} \quad (2)$$

dengan ,  
 $V_c$  = putaran spindel (m/menit)  
 $d$  = diameter pahat (mm)  
 $n$  = putaran spindel (rpm : put/men)

**G. Kecepatan pemakanan**

Kecepatan pemakanan adalah suatu kecepatan pahat bergerak lurus sejajar dengan garis sumbu benda kerja. Satuan kecepatan pemakanan sendiri dibedakan menjadi dua, yaitu :

1. Kec. pemakanan dalam mm/putaran (f)
2. Kec. pemakanan dalam mm/menit (F)

Rumus dasar perhitungan asutan Oswald (1997: 234) adalah:

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

**H. Waktu pemotongan**

Waktu pemotongan adalah lama proses pemotongan benda uji pada masing-masing program inkremental dan absolut Oswald (1997: 250)

$$t_m = \frac{L}{f \times n} \dots \dots \dots \text{menit} \dots \dots \dots (\text{detik})$$

dengan,  
 $t_m$  = waktu pemotongan menit atau detik  
 $L$  = panjang pemotongan mm  
 $f$  = kec. pemakanan mm/putaran  
 $n$  = putaran spindel rpm atau put/menit

**I. Hipotesis**

Hipotesis waktu dan putaran spindle Grant (1989:1) adalah,

**Hipotesis Nol ( $H_0$ )** adalah sbb.:

1.  $H_{01}$ : Tidak ada pengaruh yang signifikan antara program inkremental terhadap waktu pemotongan.
2.  $H_{02}$ : Tidak ada pengaruh yang signifikan antara program absolut terhadap waktu pemotongan
3.  $H_{03}$ : Tidak ada pengaruh yang signifikan antara interaksi program inkremental dan program absolut terhadap waktu pemotongan

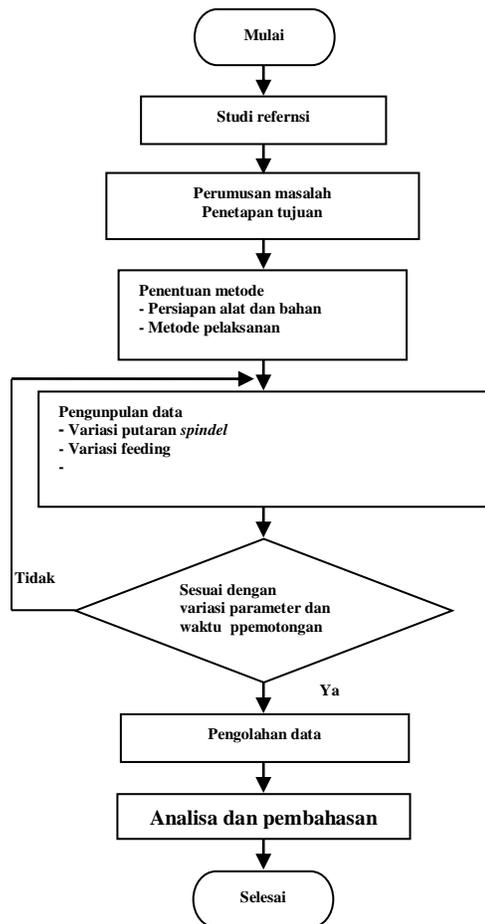
**Hipotesis alternatif ( $H_1$ )** adalah sbb.:

1.  $H_{11}$ : Ada pengaruh yang signifikan antara program inkremental terhadap waktu pemotongan
2.  $H_{12}$ : Ada pengaruh yang signifikan antara program absolut terhadap waktu pemotongan
3.  $H_{13}$ : Ada pengaruh yang signifikan antara interaksi program inkremental dan program absolut terhadap waktu pemotongan

**3. METODE PENELITIAN**

Penelitian ini dilakukan mengacu pada kerangka yang dirumuskan seperti Gambar 3. Sistematika metode sebagai berikut:

1. Benda kerja terbuat aluminium diukur dengan jangka sorong.
2. Benda uji dicekam
3. Pembuatan program inkremental dan absolut
4. Program seting pahat
5. Proses pemotongan benda uji
6. Pengukuran benda uji



**Gambar 3.** Kerangka alir penelitian

**4. HASIL DAN PEMBAHASAN**

**A. Hasil Penelitian.**

Dari eksperimen hasil penelitian adalah sebagai berikut:

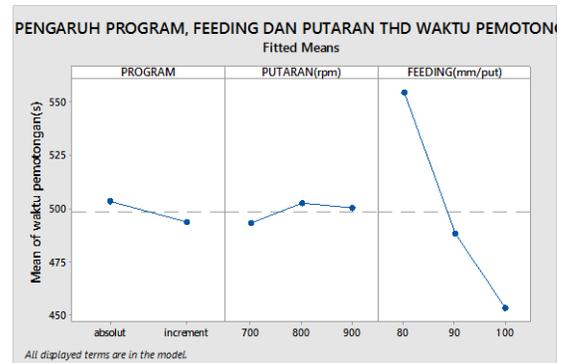
**Tabel 1.** Data waktu pemotongan hasil eksperimen.

Rata-rata waktu pemrograman absolut (Abs) dan inkremental (Inkri)

Prog.	Feeding	Putaran spindle		
		700	800	900
Abs	80	555,7	563,3	585,3
Inkri		534,0	531,0	559,0
Abs	90	469,7	516,3	508,0
Inkri		488,0	479,0	467,7
Abs	100	460,3	477,7	448,7
Inkri		452,0	446,3	433,0

**B. Analisa Data**

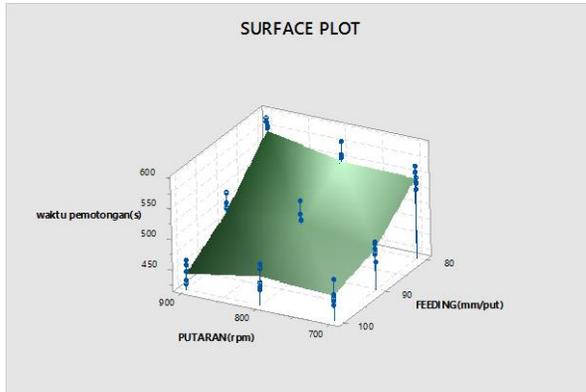
Sebelum diadakan analisis data statistik, maka hal pertama yang sangat penting adalah menganalisa distribusi dari data yang ada, yang sangat berguna untuk mengevaluasi kecocokan teknik statistik yang akan digunakan untuk uji hipotesis maupun pembuatan model. Dalam percobaan yang telah dilakukan maka dalam penelitian menggunakan uji statistik *one way anova* Grant (1989:1) dengan grafis seperti Gambar 4 menunjukkan gambar grafik bahwa kedua faktor putaran spindle dan feeding berpengaruh secara signifikan terhadap waktu pemotongan. Semakin panjang benda uji semakin lama waktu pemotongan



**Gambar 4.** Pengaruh kedua program.

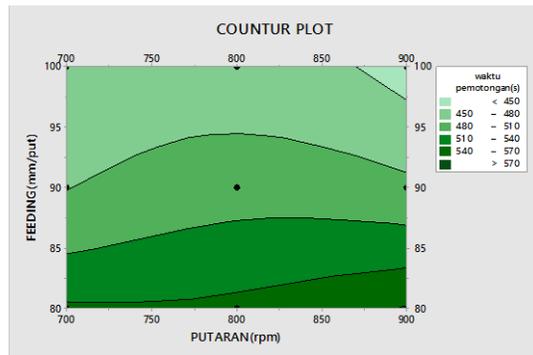
Pada program absolut dari hasil statistik menunjukkan bahwa dalam waktu pemotongan dengan program tersebut garis lurus naik berarti menunjukkan waktu yang dibutuhkan untuk pemotongan pada program absolut secara rata-rata lebih lama diatas rata-rata 500 detik bila dibandingkan dengan program inkremental dengan

waktu yang ditempuh di bawah rata-rata 500 detik. Waktu yang berpengaruh adalah *feeding* yaitu pada saat *feeding* 80 mm/menit dengan waktu 550 detik, sedangkan pada 100 mm/menit waktu yang ditempuh lebih rendah 450 mm/menit.



Gambar 5. Grafik surface plot

Gambar 5 menunjukkan bahwa pengaruh putaran *spindel* dan *feeding* dalam bentuk *surface* untuk waktu proses pemotongan pada langkah pemotongan semakin lama waktu pemotongan maka tinggi permukaan *surface plot* semakin tinggi nilai waktunya, ini menunjukkan bahwa adanya *surface plot* pada *feeding* sangat berpengaruh.



Gambar 6. Countur slot waktu pemotongan

Pada gambar 6 menunjukkan bahwa countur waktu pemotongan yang terjadi pada kondisi tertinggi terletak pada kondisi pilihan *feeding* terendah yaitu pada 80 mm/menit.

Benda uji yang terbuat dari bahan aluminium yang mempunyai ukura  $\varnothing 13 \times 100$  mm, dan seterusnya yang telah diproses pembubutan.



Gambar 8. Benda uji

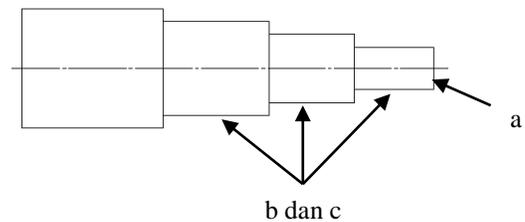
Hasil proses pemotongan berbentuk poros bertingkat 3 bentuk lurus.

### C. Pembahasan

#### 1. Waktu pemotongan

Benda uji pada saat proses pembubutan akan menerima gaya potong bagian sisi pinggir benda uji, yang menyebabkan benda uji akan menjadi penampang berkurang. Waktu pemotongan tergantung panjang benda uji dan parameter yang dimasukkan pada program dengan arah pemotongan dibedakan yaitu meliputi:

- a. Arah pemotongan *facing*
- b. Arah pemotongan *roughing*
- c. Arah pemotongan *finishing*



#### 2. Waktu arah pemotongan facing

Pada pemotongan benda uji diawali dengan arah *facing* bagian ujung benda uji (a). Waktu proses pemotongan program inkremental maupun absolut rata-rata sama bisa mencapai 50 detik.

#### 3. Waktu arah pemotongan roughing

Pemotongan arah *roughing* adalah pembubutan kasar (*roughing*) gerakan pahat dari luar menyentuh kepermukaan benda uji. Untuk tebal pemakanan yang dalam perlu langkah pengasaran/*roughing* dengan menggunakan pahat insert hingga mendekati ukuran

yang diminta. Setelah itu sisanya diselesaikan dengan program *finishing*. Pada program inkremental maupun absolut waktu pemotong lebih pendek yang signifikan terletak pada *feeding* diatas 80 mm/menit yaitu pada *feeding* 100 mm/menit , dimana program inkremental waktunya lebih cepat 433 detik, sedangkan absolut 448,7 detik. Program absolut selalu refrensi tool pada posisi awal yang permanen hingga setiap langkah selalu mengacu pada titik awal.

#### 4. Waktu arah pemotongan finishing

Pekerjaan pemotongan akhir dilakukan dengan cara finishing dengan cara pemakanan sedikit dan laju *feeding* rendah sehingga hasilnya halus. Pada saat finishing program inkremental maupun absolut hampir tidak ada perbedaan rata-rata 25 detik.

### 5. KESIMPULAN DAN SARAN

#### A. Kesimpulan

1. Pada putaran spindel rendah maupun tinggi didapatkan waktu rata-rata program inkremental 452 detik dan absolut 460,3 detik
2. Pada langkah *feeding* sangat signifikan perbedaan waktu pemotongan rata-rata program inkremental 433 detik dan program absolut didapatkan 448,7

#### B. Saran

1. Perlu adanya kajian yang lebih mendalam lagi tentang faktor-faktor yang dapat mempengaruhi waktu dan parameter lainnya.
2. Pada setiap proses bubut perlu memperhatikan sifat bahan yang akan dipotong agar hasil akhir pemotongan optimal

### 6. DAFTAR PUSTAKA

- Grant, Eugene I. And S. Leavenworth, Rihard, 1989. *Pengendalian Mutu Statistik*, Erlangga, Jakarta.
- Khalili K, M. Danesh, 2013, *Investigation of overhang effect on cutting tool vibration for tool condition monitoring*, Vibroengineering. Journal Of Measurements In Engineering. December 2013. Volume 1, Issue 4. Issn 2335-2124
- Malagi Dr R. R., Rajesh. B. C, 2012, *Factors Influencing Cutting Forces in Turning and Development of Software to Estimate Cutting Forces in Turning*, International Journal of Engineering and Innovative Technology (IJEIT) Volume 2, Issue 1.
- Narayana, 2006, *Machine Drawing*, New Age International (P) Limited, Publishers 4835/24, Ansari Road, Daryaganj, New Delhi – 110002, Visit us at www.newagepublishers.com
- Ostwald F, Phillip. 1997. *Manufacturing Processes and System*, John Wiley & Sons, New York
- Renjith V B, 2013, *Influence of Process Parameters on Cutting Forces and Taguchi Based Prediction of T42 - CT H.S.S Single Point Cutting Tool Deflection*, International Journal of Scientific and Research Publications, Volume 3, Issue 7 ISSN 2250-3153
- Rochim Toufiq, 2007, *Buku 1 Klasifikasi Proses, Gaya & Daya Pemesinan*, Penerbit ITB.
- Rowland Hill, 1990 *Modern Engineering Tolerancing*, CSA Committee B78 and CAC IISO TC10 Technical Drawing St Catharine, Ontario, Canada. Mc Graw-Hill, Ryerson Limited, New York.
- Anonim, 1990, *EMCOTURN TU-2A*, EMCO Maier, Hallein, Austria