

## Pengaruh Pemotongan Melingkar Gerakan 3 Sumbu terhadap Besar Penyimpangan pada Mesin CNC DMC 63 V

Dwiseno Wihadi, Dedy Riyanto

Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sanata Dharma  
Yogyakarta  
E-mail: wihadi@staff.usd.ac.id

### Abstrak (10 pt)

Studi ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh kecepatan pemakanan terhadap hasil pemotongan melingkar pada mesin milling CNC DMC 63V. Gerakan pemakanan dilakukan dalam tiga sumbu mesin. Parameter yang dipergunakan adalah kecepatan pemakanan dan penyimpangan radius pemotongan. Metode studi yang dipergunakan adalah eksperimental dengan membuat sembilan alur pemotongan dengan radius yang berbeda-beda pada masing-masing gerakan tiga sumbu mesin. Hasil studi menggambarkan kecenderungan penyimpangan yang bertambah besar dengan adanya penambahan kecepatan pemakanan maupun pengecilan radius pemotongan.

Kata kunci: mesin milling, gerakan tiga sumbu, penyimpangan radius

### Pendahuluan

Penggunaan mesin CNC dalam kegiatan produksi memberikan keuntungan industri modern. Selain akurasi produk, efisiensi kerja, juga dimungkinkan pengerjaan bentuk-bentuk benda kerja yang kompleks. Gerakan alat iris dalam tiga sumbu seringkali dibutuhkan dalam pembentukan atau pemotongan bentuk yang kompleks.

Mesin CNC DMC 63V yang dimiliki USD adalah salah satu jenis mesin yang mampu melakukan gerakan pemakanan dalam arah 3 dimensi. Dalam upaya mengoptimalkan fungsinya, dibutuhkan data kualitas hasil kerja mesin tersebut. Salah satu cara yang umum dilakukan adalah mengukur keakuratan hasil pemotongan gerak melingkar dengan ketiga sumbu mesin digerakkan.

### Tujuan

Studi ini dilakukan untuk melengkapi data unjuk kerja mesin CNC DMC 63 V dengan penekanan pada:

1. Pengaruh perubahan feedrate terhadap penyimpangan radius hasil pemotongan
2. Pengaruh perubahan radius pemotongan terhadap penyimpangan radius hasil pemotongan.

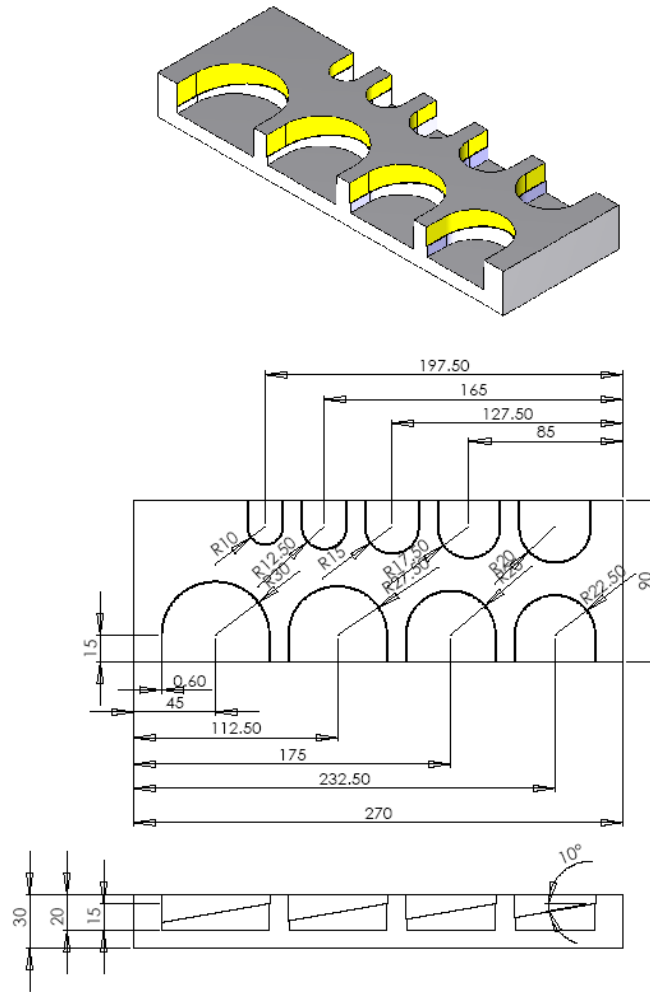
### Manfaat:

Hasil studi dapat dipakai sebagai dasar pertimbangan pembuatan benda kerja dengan mesin CNC DMC 63 V, terutama yang membutuhkan gerakan alat iris memotong melingkar dengan arah gerakan 3 sumbu.

### Batasan Masalah

Agar permasalahan tidak terlalu luas dan pemecahan dapat terarah, pada eksperimen yang dilakukan diberlakukan pembatasan-pembatasan sebagai berikut.

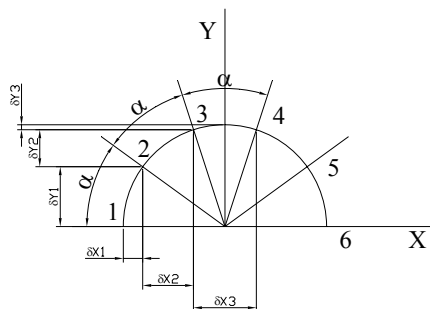
- Material yang digunakan adalah aluminium cor (*Aluminium Casting Alloy*) 270x90x30 mm<sup>3</sup> sebanyak 4 buah.
- Alat potong yang dipergunakan jenis *finishing end mill cutter Carbide* berdiameter 10 mm.
- Target radius hasil pemotongan adalah (mm): 10, 12.5, 15, 17.5, 20, 22.5, 25, 27.5, 30.
- Kecepatan pemakanan yang dipergunakan 1164-3100 mm/menit, dengan kecepatan potong 250 mm/menit, pada putaran *spindle* 7800 rpm.
- Kondisi alat potong dianggap konstan selama eksperimen



Gambar 1. Dimensi Benda Kerja

### Dasar Teori

Pemotongan beralur gerak melingkar dengan 3 sumbu mesin bekerja bersama merupakan gerakan yang sulit dilakukan oleh mesin. Dalam gerakan ini, mesin dituntut untuk bergerak dalam arah sumbu X, sumbu Y dan sumbu Z. Setiap saat langkah pergerakan ketiga sumbu berbeda-beda dan dalam waktu yang relatif singkat. Sketsa gerakan melingkar berikut menggambarkan perbedaan langkah pada arah sumbu X dan sumbu Y.



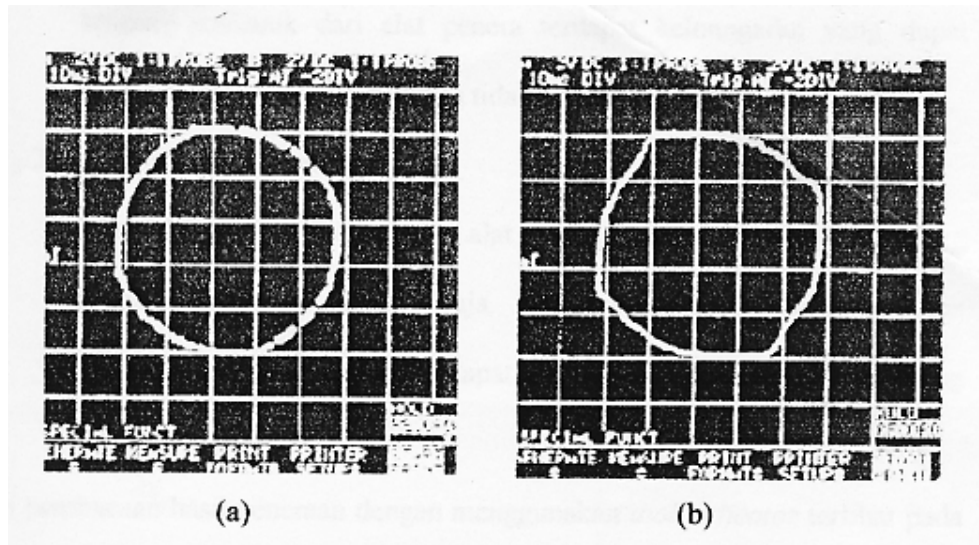
Gambar 2. Sketsa gerakan melingkar

Penyimpangan nilai radius pada posisi tertentu (X,Y) terjadi karena realita  $\Delta X$  dan  $\Delta Y$ . Penyimpangan tersebut berbanding lurus dengan kecepatan pemakanan (FR), dan berbanding terbalik dengan radius gerakan melingkar (D). Sehingga langkah tersebut dirumuskan persamaan berikut.

$$\Delta X = FR \times \frac{Y}{D} \times \Delta t \quad (1)$$

$$\Delta Y = FR \times \frac{X}{D} \times \Delta t \quad (2)$$

Gambar berikut memperlihatkan kontur gerakan melingkar yang dipengaruhi kecepatan pemakanan. Pada gambar 3.a. menggunakan kecepatan asutan 2,5 mm/menit, sedangkan pada gambar 3.b. menggunakan 25 mm/menit. Semakin besar harga kecepatan pemakanan, maka semakin besar penyimpangan alur pemotongan gerak melingkar.



Gambar 3. Bentuk Alur Hasil Pemotongan Gerakan Melingkar

Untuk mengukur hasil pemotongan melingkar dipergunakan *insert dial indicator* dengan ketelitian 0,01 mm. Untuk memperkecil kesalahan pembacaan data hasil, pengukuran dilakukan pada tiga tempat dengan pengulangan sebanyak dua kali pada tiap-tiap hasil pemotongan.

### Langkah Eksperimen

Sepanjang eksperimen dilakukan langkah-langkah sebagai berikut ini.

1. Mengidentifikasi masalah
2. Studi kepustakaan
3. Pengujian kekerasan material eksperimen
4. Pemotongan roughing dengan mesin milling Aciera
5. Pemotongan finishing dengan mesin DMC 63V
6. Pengumpulan dan analisis data
7. Pengambilan kesimpulan

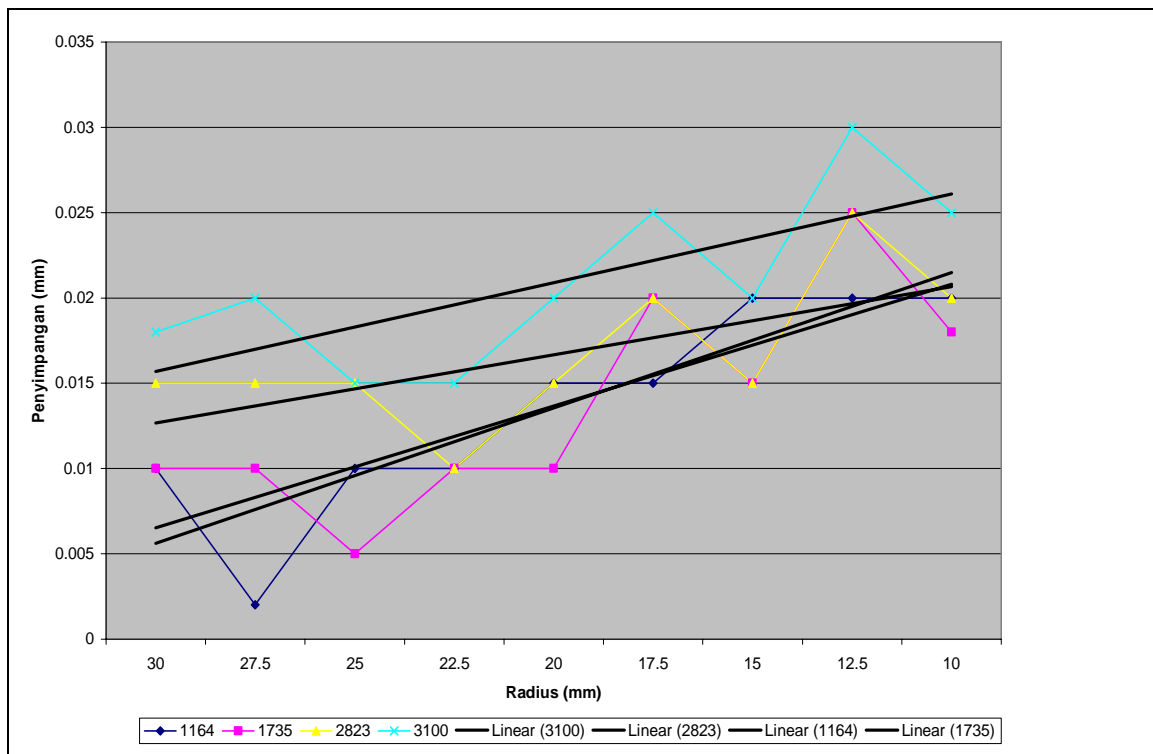
### Hasil Eksperimen dan Diskusi

Berdasarkan sasaran eksperimen untuk mengetahui tingkat penyimpangan mesin, maka hasil berikut merupakan data penyimpangan terbesar. Tabel 1 dan gambar 4 menampilkan hasil pemotongan melingkar dengan gerakan 3 sumbu.

Sesuai dengan teori (persamaan 1 dan 2), bertambah besarnya feed rate menyebabkan pertambahan nilai penyimpangan hasil. Pada hasil pemakanan dengan gerakan 3 sumbu, dengan mengecilnya radius pemotongan terjadi kecenderungan bertambah besarnya penyimpangan.

Tabel I. Data penyimpangan terbesar gerak pemotongan 3 sumbu

Feed Rate (mm/menit)	Radius (mm)									
	30	27.5	25	22.5	20	17.5	15	12.5	10	Rerata
1164	0.01	0	0.01	0.01	0.015	0.015	0.02	0.02	0.02	0.01333
1735	0.01	0.01	0.005	0.01	0.01	0.02	0.015	0.025	0.02	0.01389
2823	0.015	0.015	0.015	0.01	0.015	0.02	0.015	0.025	0.02	0.01667
3100	0.02	0.02	0.015	0.015	0.02	0.025	0.02	0.03	0.025	0.02111
Rerata	0.01375	0.01125	0.01125	0.01125	0.015	0.02	0.0175	0.025	0.02125	



Gambar 4. Grafik penyimpangan terbesar gerak pemotongan 3 sumbu

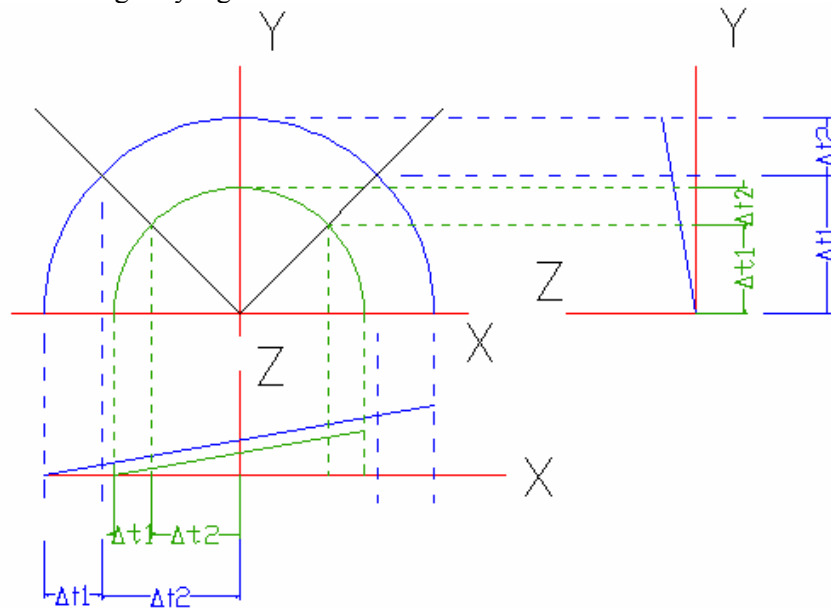
Dengan memasukkan nilai  $FR = 3100$  mm/menit dan  $\Delta t = 0,0002$  menit pada persamaan 1 dan 2, dapat diketahui secara teori jarak pergeseran  $\Delta X$  dan  $\Delta Y$  dalam alur pemotongan. Sebagai contoh, pada Tabel II ditampilkan hasil perhitungan untuk pemotongan alur dengan diameter target 20 mm, pada sudut  $+30^\circ$  (lihat gambar 2).

Tabel II. Besar Pergerakan Aksis pada Tiap Kecepatan Pemakanan

Kecepatan pemakanan (mm/menit)	$\Delta X$ (mm)	$\Delta Y$ (mm)
3100	0.155	0.268
2328	0.116	0.202
1734	0.087	0.15
1164	0.058	0.101

Demikian pula halnya dengan pengaruh radius gerakan pemotongan terhadap penyimpangan radius hasil pemotongan. Pada suatu harga kecepatan pemakanan tertentu, gerakan pemotongan melingkar arah 3 sumbu membutuhkan perubahan kecepatan pergerakan aksis. Hal tersebut dapat diperlihatkan oleh gambar berikut. Dengan rentang sudut pemotongan yang sama, pada tiap harga pergeseran aksis terjadi perlambatan maupun percepatan secara bersamaan pada sumbu-sumbu. Hal tersebut terjadi oleh karena jarak tempuh maupun kecepatan pemakanannya sama. Pada suatu harga kecepatan

pemakanan tertentu, harga diameter pemotongan gerak melingkar yang lebih kecil akan membutuhkan percepatan dan perlambatan yang lebih besar, karena waktu tempuh yang tersedia lebih sedikit. Hal tersebut diduga sebagai penyebab kecenderungan penyimpangan radius yang meningkat pada radius pemotongan gerak melingkar yang lebih kecil.



Gambar 5. Proyeksi Gerakan Pemotongan Melingkar

### Kesimpulan

Studi eksperimental gerakan pemotongan melingkar dalam 2 sumbu dan 3 sumbu menghasilkan:

1. Pertambahan feedrate menyebabkan pertambahan penyimpangan radius hasil pemotongan melingkar dengan gerakan 3 sumbu.
2. Penyimpangan radius pada gerakan 3 sumbu cenderung bertambah besar apabila pemotongan dilakukan dengan radius yang lebih kecil.

### Daftar Pustaka

- Amstead, BH. Ostwald, Philip F., Began L., 1992, *Manufacturing Processed*, Erlangga, Jakarta  
Ashley, S., 1995, *High Speed Machining Goes Mainstream*, Cracow: Mechanical Engineering  
Curran, K., 1987, *CNC Operation and Programming*, Zurich: Prentice Hall, International Editions  
Grover, Michael P., 1998, *Fundamental of Modern Facturing: Material Process System*, Prentice Hall  
<http://www.heidenhain.com>