

# ANALISIS PROSES ROUGHING MILLING TERHADAP METAL REMOVAL RATE

Sigit Wijanarko<sup>1</sup>, Paulus Wisnu Anggoro<sup>2</sup>, dan Baju Bawono<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Program Studi S1 UAJY AMTI Program Studi Teknik Industri

Fakultas Teknologi Industri, Universitas Atma Jaya Yogyakarta

Jl. Babarsari n. 44 Yogyakarta 52281

Telp 0274-487711

Email: <sup>1</sup>smwijanarko@gmail.com, <sup>2</sup>pauluswisnuanggoro@gmail.com, <sup>3</sup>baju@mail.uajy.ac.id

## ABSTRAK

Proses *roughing* dalam pengolahan logam menggunakan mesin CNC khususnya untuk pengerjaan *core* dan *cavity* pada komponen cetakan plastik selalu memerlukan waktu proses yang sangat lama, hal ini disebabkan banyak faktor yang berpengaruh dengan salah satunya adalah kurang pemahaman konsep *metal removal rate* (MRR) atau *maximize productivity*, sehingga waktu proses tidak bisa cepat sesuai dengan diharapkan. Pemilihan *cutting data* seperti *cutting speed* ( $vc$ ), *feed per tooth* ( $fz$ ), *dept of cut* ( $ap$ ), dan *step over* ( $ae$ ) adalah faktor-faktor yang mempengaruhi besarnya *metal removal rate* yang dihasilkan dan juga mempengaruhi waktu proses. Waktu proses yang lama sedang menjadi masalah terbesar di PT. X untuk menyelesaikan pekerjaannya, penelitian ini menganalisa proses *roughing* terhadap *metal removal rate* ( $cm^3/min$ ) menggunakan konsep alat potong *high feed milling* Metode *taguchi* digunakan untuk mendapatkan parameter proses mesin CNC Milling yang optimal dengan *orthogonal array* dan optimalisasi parameter proses dilakukan dengan analisis varian (ANOVA) dan pengujian homogenitas data untuk memperoleh *cutting data* dengan *Metal Removal Rate* terbesar sehingga waktu prosesnya cepat. Hasil optimalisasi dengan mempertimbangkan faktor-faktor yang lain adalah *metal removal rate* 129, 33  $cm^3/min$ . Parameter proses yang optimal adalah *spindel speed* 1283 rpm, *table feed* 5773,5 mm/min, *depth of cut* 0,8 mm dan *step over* 70% diameter cutter.

**Kata kunci** : *metal removal rate*, MRR, optimalisasi, *high feed milling*

## LATAR BELAKANG

Berkembangnya dunia industri pengolahan logam dan munculnya pesaing-pesaing baru pada bidang bisnis yang sama memaksa perusahaan melakukan perbaikan untuk mencapai efisiensi dan epektifitas kerja. Hal ini juga dilakukan oleh PT. X saat ini, yakni meningkatkan produktivitas khususnya dalam pembuatan cetakan dengan memaksimalkan segala input yang ada dan mengurangi biaya-biaya terkait proses produksi. PT. X bekerjasama dengan PT. Sandvik Indonesia untuk melakukan *improvement* pada proses produksinya.

PT.X adalah perusahaan pengolahan logam bergerak dibidang jasa mesin CNC atau jasa proses permesinan yang mempunyai spesialisasi pembuat cetakan plastik untuk komponen *automotive*. PT. X juga termasuk salah satu *vendor* pembuatan cetakan plastik di PT. Astra Honda Motor dan Astra grup lainnya. Pesanan dari konsumen yang terus meningkat dan kapasitas mesin yang terbatas membuat PT. X mencari solusi untuk melakukan *improvement* dengan keterbatasan input yang ada. PT.X, yang mempunyai masalah pada lamanya waktu pengerjaan proses *roughing* pada item *core* atau *cavity* di mesin CNC.. Permasalahan tersebut dikarenakan kurangnya pemahaman konsep *metal removal rate* (MRR) atau *maximize productivity* pada proses *roughing*. *Metal removal rate* adalah jumlah geram yang terbuang dalam satuan waktu ( $mm^3/min$ ) dengan memaksimalkan input yang ada. Semakin tinggi nilai MRR tersebut akan memaksimalkan produktivitas. Perhitungan ini juga ada akan bertolak belakang dengan kondisi mesin itu sendiri dari *spindel power* atau *power consumption* dan alat potongnya. *Engineer* di PT. X sebenarnya sudah menggunakan *high feed cutter technology* pada alat potong untuk proses *roughing* tersebut. Akan tetapi masih menggunakan *cutting data* yang sangat rendah dan hanya berdasarkan pengalaman bekerja bukan menggunakan perhitungan matematis. Kebiasaan ini membuat alat potong mudah aus dan proses pemotongan dengan waktu yang cukup lama. Dalam jangka waktu tertentu menyebabkan biaya produksi di PT.X akan semakin tinggi. Berdampak pada jadwal pengiriman  *mold* ke konsumen terlambat dan menurunnya keuntungan perusahaan. Dampak jangka panjangnya perusahaan akan kalah bersaing dengan kompetitor yang sudah mempunyai strategi terbaru.

## METODOLOGI PENELITIAN

### Tahapan Penelitian

Fokus penelitian ini adalah meningkatkan produktivitas dengan mencari *metal removal rate* terbesar sehingga mengurangi waktu proses pemotongan logam dalam permesinan. Parameter proses yang optimal

akan menjadi input ke CAM.

Metode awal menggunakan metode taguchi untuk mencari parameter yang berpengaruh dan mencari hasil yang paling signifikan. Dengan membandingkan parameter prosesnya, diperoleh respon primer yang paling berpengaruh yaitu *metal removal rate*. Metode ini hanya sampai *orthogonal array* dalam membandingkan parameter proses yang signifikan. Menganalisis data hasil percobaan dilakukan setelah data dikumpulkan maka data akan disajikan dalam *layout* tertentu sesuai dengan desain yang dipilih kemudian akan dilakukan perhitungan dan pengujian data. Pengujian data tersebut seperti analisis varian (Anova), tes hipotesis serta penerapan rumus-rumus empiris pada data hasil percobaan.

Interpretasi hasil merupakan langkah yang dilakukan setelah percobaan dan analisis dilakukan. Pada tahap ini penulis membahas kesimpulan yang bisa diambil berdasarkan hasil perhitungan dan analisis data yang sudah dilakukan. Tujuan dari interpretasi hasil ini adalah mempermudah pembaca untuk melihat hasil dari percobaan

#### Data Mesin

Mesin yang digunakan adalah salah satu mesin CNC milik PT. X dengan ukuran meja besar. Mesin buatan Taiwan sudah dibeli sejak tahun 2005 dan kondisi mesin masih bagus dan *rigid*.

**Tabel 1. Spesifikasi Mesin**

Tipe mesin	KMC- 300SD
Ukuran Meja	1650 x 3000 x m
Kapasitas menahan Beban	1000 kg
X – travel	3250 mm
Y – travel	1700 mm
Z – travel	800 mm
Taper Spindel	ISO 50/ BT 50
Maksimum kecepatan Spindel	3200 rpm
Maksimum kecepatan pemakanan	5000 mm/min
Maksimum panjang tool	350 mm
Maksimum diameter tool	150 mm
Maksimum berat tool	10 kg
Tinggi mesin	3750 mm
Power Mesin	50 KVA
CNC pengontrol	FANUC 18-serie

#### Data Alat Potong

Alat potong yang digunakan adalah type high feed cutter dengan merk Sandvik Coromant.

**Tabel 2. Spesifikasi Alat Potong**

Tipe cutter	419-040A32L-14
Entring angle	19 degree
Diameter alat	40 mm
Maksimum panjang tool	170 mm
Jumlah mata potong	Z; 3
Sudut ramping	8 degree
Tipe Insert	419R-1405M-PH 4220

### Data Dimensi dan Material Core

Material sesuai permintaan end user sebagai aplikasi injeksi, dan dikarenakan alasan dokumen rahasia penulis tidak bisa melampirkan detail dimensi dan material Core.

Tabel 3. Spesifikasi Material dan Dimensi

Dimensi Cetakan Core	1000 x 500 x 400 x mm
Material	HPM 7 ( hitachi material )
Kekerasaan ( preharden)	30-35 HRC
Kc ( specific cutting force)	3060

### METODE TAGUCHI

Metode taguchi dipakai hanya untuk menentukan data variasi parameter proses injeksi sebelum dilakukan simulasi dengan . Studi literatur dan observasi dilakukan untuk menganalisis dampak parameter proses terhadap hasil proses produksi. Hasil pengolahan data menunjukkan 3 nominasi faktor yang berpengaruh terhadap respon, yaitu *cutting speed* (m/min), *feed per tooth* (m), *depth of cut* ( mm). Sesuai permintaan PT.X hanya bisa mengganti 3 parameter, dan parameter lainya seperti *step over* ( ae ), dimensi cutter, jumlah mata ( z), dan

Tabel 4. Parameter sebagai input di CAM *cutting data*

Kode	Nama Factor	Level 1	Level 2	Level 3	Satuan
Vc	Cutting speed	130	150	180	m/min
fz	Feed per tooth	0,8	1,2	1,5	m
ap	Depth of cut	0,5	0,8	1	mm

Parameter proses pada produk *base plate* dipengaruhi oleh 4 faktor dengan 3 level. Jumlah derajat kebebasan yang dibutuhkan dalam studi kasus ini adalah 10, sedangkan derajat kebebasan yang tersedia adalah 26( $VOA > VT$ ,  $26 > 10$ ). Oleh sebab itu *orthogonal array* yang dipilih adalah L9 dengan 9 eksperimen. Hasil eksperimen dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5. Uji Eksperimen

Eksperimen	Vc	Fz	Ap	MRR
1	130	0,8	0,5	49,84
2	130	1,2	0,8	74,75
3	130	1,5	1	113,78
4	150	0,8	0,8	57,47
5	150	1,2	1	105,03
6	150	1,5	0,5	70,12
7	180	0,8	1	84,07
8	180	1,2	0,5	67,28
9	180	1,5	0,8	129,33

Hasil eksperimen dengan memperlihatkan yang diperoleh antara 50-129 cm<sup>3</sup>/min. Permintaan pelanggan yang mengharuskan nilai MRR lebih dari 120 cm<sup>3</sup>/ min dengan estimasi waktu proses 1 jam 30 menit, maka diambil yang terbesar yaitu pada 129,33. Proses parameter yang diambil adalah Vc 180 m/ min, fz 1,5, dan ap 0,8. Analisa dan optimasi akan dilakukan pada tahap berikutnya.

### SIMPULAN

Output dari penelitian ini berhasil menunjukkan bahwa optimalisasi proses roughing terhadap Metal removal rate menggunakan Metode Taguchi dan Analisis varian adalah Hasil parameter setting pemesinan yang paling optimal pada program CAM adalah cutting speed 180 m/min, fz 1,5 dan ap 0,8mm. Berdasarkan parameter tersebut akan didapatkan *Metal removal rate* optimal pada 129,33 dan waktu proses 1 jam 18 menit.

Selanjutnya, data hasil analisis ini dapat dipakai sebagai panduan bagi *engineer mold maker* saat proses rouging core atau cavity cetakan plastik dalam memperhitungkan metal removal rate. Diharapkan nantinya engineer bisa memperkiraan estimasi waktu proses yang optimum dengan dasar mencari metal removal rate terbesar.

## PUSTAKA

- Aggarwal, Saurabh and Xirouchaiks., (2013). *Selection of optimal cutting condition for pocket milling using genetic algorithm*. Int J Adv Manuf Technol, 66;1943-1958
- Amitava, Mitra., (2002). *Fundamentals of Quality Control and Improvement*. Prentice Hall, United States: America.
- Amstead, B.H and Ostwald, Phillip., ( 1987). *Manufacturing Processes*. Singapore: Singapore
- Coromant, Sandvik, AB., (2009). *Metal Cutting Technology Training Handbook*. Sandviken: Sweden.
- Cross, Nigel., (2001), *Engineering Design Methods, Third Edition*, Hoboken: New Jersey
- Krismoyo, Yhoki., (2010). Analisis Setting Parameter yang Optimum untuk Mendapatkan jumlah Cacat Minimum pada Kualitas Roll 6' TL dengan Desain Eksperimen. Yogyakarta: Teknik Industri UAJY
- Gassara, Bassem and Desein, Giles., (2013). *Analytical and experimental study of feed rate in high speed milling*. Machining Science and Technology, 17;181-208
- P. Groover, Mikell., ( 2010). *Fundamentals of Modern Manufacturing*. United States: World Color
- Shi, Qi and Li, Liang., ( 2013). *Experimental study in high sped milling of titanium alloy TC21*. Int J Adv Manuf Technol 64;49-54
- Tekeli, A and Budak, E., ( 2005). *Maximization of Chatter- Free Material Removal Rate in End Mill Using Analytical Methods*. Machining Science and Technology, 9;147-167
- Teti, R and Rubio,M., ( 2009). *Cutting Parameters analysis for the development of milling process monitoring system based on audible energy sound*
- Walpole, Myers., (2002). *Probability & Statistic*;Prentice Hall. United States: America..
- Wijaya, Christian., (2010). Analisis Penentuan Setting Parameter Mesin Thermoforming. Yogyakarta: UAJY