

Analisis Pengaruh Parameter Terhadap MRR Pada Benda Kerja di Mesin CNC Turning dengan Metode Taguchi

Adin Gilbran¹, Yudi Oktriadi^{1*}, Eko Yudo¹

¹Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung, Sungailiat

*E-mail : yudioktriadi@gmail.com

Received : 30 Januari 2024; Received in revised form : 13 Februari 2024;

Accepted : 13 Februari 2024

Abstract

A high material removal rate is one of the goals to be achieved when machining parts with CNC turning. However, slow processing affects product processing time and increases production costs. To overcome this problem, it is necessary to set the correct process parameters so that they provide the most influential contribution to the MRR and produce maximum parameter values. This research aims to determine the influence of parameters (spindle speed, feed speed, and feed depth) on MRR and to determine the correct process parameter settings to produce maximum MRR, namely in this experimental design using an orthogonal array $L_9 (3^3)$ with three replications. The material used is ST-60 steel, with the data analyzed using the Taguchi Larger Is a Better method in analysis software. From the results of the mean factor calculation, the percent contribution to feeding was found to be 19.53%, while the depth of feeding was found to be 64.56%. The optimum MRR value is obtained from a combination of parameters in the CNC Turning process on ST-60 steel which can make the response value optimally obtained at the spindle speed 3,184 [rev/min], feeding 0.22 [mm/rev] and depth of cut 2.5 [mm].

Keywords: CNC; MRR; ST-60; Taguchi method.

Abstrak

Tingkat penghilangan material yang tinggi adalah salah satu tujuan yang ingin dicapai saat mengerjakan bagian-bagian dengan pembubutan CNC. Namun pemrosesan yang lambat mempengaruhi waktu pemrosesan produk dan meningkatkan biaya produksi. Untuk mengatasi permasalahan tersebut perlu dilakukan pengaturan parameter proses yang benar sehingga memberikan kontribusi yang paling berpengaruh terhadap MRR dan menghasilkan nilai parameter yang maksimal. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh parameter (kecepatan *spindle*, kecepatan pemakanan dan kedalaman pemakanan) terhadap MRR serta mengetahui pengaturan parameter proses yang tepat sehingga menghasilkan MRR maksimal yaitu pada rancangan percobaan ini menggunakan *orthogonal array* $L_9 (3^3)$ dengan tiga kali replikasi. Material yang digunakan adalah baja ST-60, dengan hasil data di analisis menggunakan metode *taguchi Larger Is Better* pada *software* analisis. Dari hasil perhitungan faktor mean didapatkan persen kontribusi pada feeding didapatkan sebesar 19,53% sedangkan kedalaman pemakanan didapatkan sebesar 64,56%. Nilai MRR yang optimum didapatkan pada kombinasi parameter pada proses CNC Turning pada baja ST-60 yang bisa membuat nilai respon tersebut optimal didapatkan pada parameter kecepatan *spindle* 3.184 [put/min] *feeding* sebesar 0,22[mm/rev] dan kedalaman pemakanan sebesar [2,5mm].

Kata kunci: MRR; CNC; ST-60; Metode Taguchi.

1. PENDAHULUAN

Saat ini perkembangan industri manufaktur semakin maju seiring dengan perkembangan teknologi dan ilmu pengetahuan. Angka ini dicatat oleh

Kementerian Perindustrian Republik Indonesia (KEMENPERIN) dimana industri manufaktur di Indonesia tahun memberikan kontribusi sebesar 76,37% pada triwulan I-2022. Tren positif pertumbuhan industri

tanah air harus terus dipertahankan dan ditingkatkan lebih lanjut dibandingkan masa lalu. Oleh karena itu, perlu dilakukan peningkatan produktivitas sesuai permintaan pasar[1]. Pemesinan adalah suatu proses manufaktur dimana suatu benda dibentuk dengan cara menghilangkan atau membuang sebagian material dari benda yang dikerjakan[2].

Di era yang sudah maju seperti sekarang, sebagian besar perangkat teknis dibuat oleh mesin. Hal ini dilakukan untuk menghemat waktu produksi dan efisiensi tenaga kerja sehingga menurunkan biaya produksi[3]. Salah satu alat mesin yang digunakan adalah mesin bubut.

Mesin bubut merupakan salah satu jenis alat mesin yang digunakan untuk memotong benda dengan diputar [4]. Proses pembubutan pada industri manufaktur merupakan salah satu proses yang digunakan dalam pemotongan logam. Sekitar 80% dari seluruh operasi pengerjaan logam menggunakan proses pembubutan [5]. Pahat bubut ialah alat logam dengan ujung yang tajam pada salah satu ujungnya yang digunakan untuk menyayat, mengikir, atau memotong suatu benda kerja [6].

Teknologi pemrosesan *control numerik computer* (CNC) yang unik dalam industri permesinan CNC digunakan untuk memproses produk dengan bentuk permukaan yang kompleks dan presisi yang presisi. Oleh karena itu, proses ini membutuhkan tingkat penghilangan material yang tinggi, kekasaran tekstur pemotongan yang halus, dan akurasi pemesinan yang tinggi.

mempunyai pengaruh yang paling besar terhadap laju penyingkiran material (*Material Removal Rate*), diikuti dengan jumlah pemakanan, dan semakin besar kedalaman pemotongan maka laju penyingkiran material (*Material Removal Rate*) Tingkat penghilangan meningkat kecepatan juga meningkat [7].

Dari Peneliti yang dilakukan oleh [8] Kesimpulannya adalah kedalaman

pemotongan mempunyai pengaruh yang paling signifikan terhadap laju pembuangan material (*Material Removal Rate*), dan seiring dengan meningkatnya *feed rate*, dengan bertambahnya kedalaman pemotongan maka laju pembuangan material (*Material Removal Rate*) juga akan meningkat.

Sebagai contoh, [9] penggunaan metode Taguchi untuk menentukan rancangan percobaan yang akan dilakukan dengan parameter proses meliputi kecepatan potong, kedalaman potong, dan gerak pemakanan mesin bubut CNC pada proses bubut ST 42.

Metode *Taguchi* merupakan metodologi dalam bidang teknik untuk memperbaiki proses karakteristik suatu produk atau benda kerja dan dapat menekan biaya sekecil mungkin [10].

2. METODE PENELITIAN

2.1. Material Penelitian

Material yang akan dipakai dipenelitian adalah Baja Karbon ST 60 memiliki ukuran berdiameter bakal Ø30 x 100 mm. Alat Potong yang digunakan pada penelitian ini yaitu *insert* CNMG 120412-PM SANDVIK.

2.2. Peralatan Penelitian

Peralatan yang digunakan pada penelitian ini adalah mesin CNC *turning* MORI SEIKI NLX 2500 Y. Timbangan Digital type OHAUS-EX420N digunakan untuk menimbang berat massa benda kerja awal dan akhir setelah melakukan proses pembubutan CNC.

2.3. Tahapan Penelitian

Tahap penelitian dimulai dari penentuan material dan alat, pengambilan data, serta pengolahan data. Tahapan sesuai dengan langkah-langkah proses berikut.

1. Penentuan parameter dan level dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Penentuan parameter dan level

Kode	Variabel Bebas	Level		
A	Kecepatan <i>spindle</i> (rpm)	2.653	2.919	3.184
B	<i>Feeding</i> (mm/put)	0.18	0.20	0.22
C	Kedalaman Pemakanan (mm)	1.5	2	2.5

2. Memilih *Orthogonal Array*

Dalam pemilihan *Orthogonal Array* berdasarkan jumlah faktor serta level yang ditentukan dan derajat kebebasan. Metode yang akan digunakan pada penelitian ini adalah metode *Taguchi*, diawali dengan pemilihan *matriks ortogonal* yang tergantung dari banyaknya variabel kontrol

dan level dari masing-masing variabel tersebut[11].

A. Jumlah faktor = 3

B. Jumlah level = 3

C. Derajat kebebasan = $3 \times (3-1) = 6$

Matriks *ortogonal array* yang digunakan adalah $L_9(3^3)$ seperti pada Tabel 2 dan 3.

Tabel 2. *Orthogonal array*

Eksperimen	A	B	C
1	1	1	1
2	2	2	2
3	3	3	3
4	2	1	2
5	2	2	3
6	2	3	1
7	3	1	3
8	3	2	1
9	3	3	2

Tabel 3. Desain eksperimen

Eksperimen	Putaran Spindel (put/min)	<i>Feeding</i> (mm/rev)	Kedalaman Makan (mm)
1	2653	0,18	1,5
2	2653	0,2	2
3	2653	0,22	2,5
4	2919	0,18	2
5	2919	0,2	2,5
6	2919	0,22	1,5
7	3184	0,18	2,5
8	3184	0,2	1,5
9	3184	0,22	2

2.4. Menghitung Rasio *S/N Larger is Better*

Perhitungan *S/N* ini digunakan untuk menentukan karakteristik *MRR*, semakin besar nilai *MRR* maka semakin baik. Nilai *S/N larger is better* dapat dihitung menggunakan rumus persamaan (1).

$$S / N \text{ Ratio} = -10 \times \log \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{1}{y_i^2} \dots \dots \dots (1)$$

mesin CNC *MORI SEIKI NLX 2500Y*. adapun variabel proses yang berpengaruh terhadap *MRR* adalah putaran spindel (A), *feeding* (B), dan kedalaman pemakan (C). pengolahan data dalam penelitian ini menggunakan Metode *Taguchi*, dapat di lihat pada Tabel 4.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengolahan data penelitian ini dilakukan dengan menggabungkan variabel-variabel proses yang terdapat pada

Tabel 4. Data hasil percobaan

Eksperimen	Putaran Spindel	Feeding	Kedalaman Makan	Nilai MRR			Mean
				1	2	3	
1	2653	0,18	1,5	6,316	6,696	6,752	6,588
2	2653	0,2	2	10,895	10,455	10,203	10,518
3	2653	0,22	2,5	14,578	14,498	14,885	14,654
4	2919	0,18	2	10,71	10,604	10,701	10,672
5	2919	0,2	2,5	14,411	14,322	14,424	14,386
6	2919	0,22	1,5	10,683	10,615	10,779	10,692
7	3184	0,18	2,5	14,602	14,075	13,98	14,219
8	3184	0,2	1,5	9,917	10,027	9,812	9,919
9	3184	0,22	2	14,211	14,068	14,415	14,231

3.1 Perhitungan Nilai S/N Ratio

Dalam menggunakan rasio S/N yang merupakan kriteria untuk memilih karakteristik kualitas yang tidak negatif dan nilai yang diinginkan adalah 0. Rasio S/N ini juga dapat digunakan secara umum untuk memilih faktor-faktor yang dapat mengurangi variabilitas respons. Rasio

signal-to-noise (S/N) digunakan untuk menentukan faktor yang mempengaruhi variabilitas respons. Taguchi membuat konversi data berulang ke nilai lainnya [12] Dalam hasil dari perhitungan rata-rata kombinasi level dari pengaruh faktor putaran spindel, feeding, dan kedalaman pemakanan terhadap respon material removal rate dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil perhitungan ratio MRR

Eksperimen	Putaran Spindel	Feeding	Kedalaman Makan	Nilai MRR			S/N
				1	2	3	
1	2653	0,18	1,5	6,316	6,696	6,752	16,363
2	2653	0,2	2	10,895	10,455	10,203	20,428
3	2653	0,22	2,5	14,578	14,498	14,885	23,317
4	2919	0,18	2	10,71	10,604	10,701	20,564
5	2919	0,2	2,5	14,411	14,322	14,424	23,158
6	2919	0,22	1,5	10,683	10,615	10,779	20,580
7	3184	0,18	2,5	14,602	14,075	13,98	23,052
8	3184	0,2	1,5	9,917	10,027	9,812	19,928
9	3184	0,22	2	14,211	14,068	14,415	23,063

3.2 Perhitungan Nilai Ratio S/N Terhadap Respon

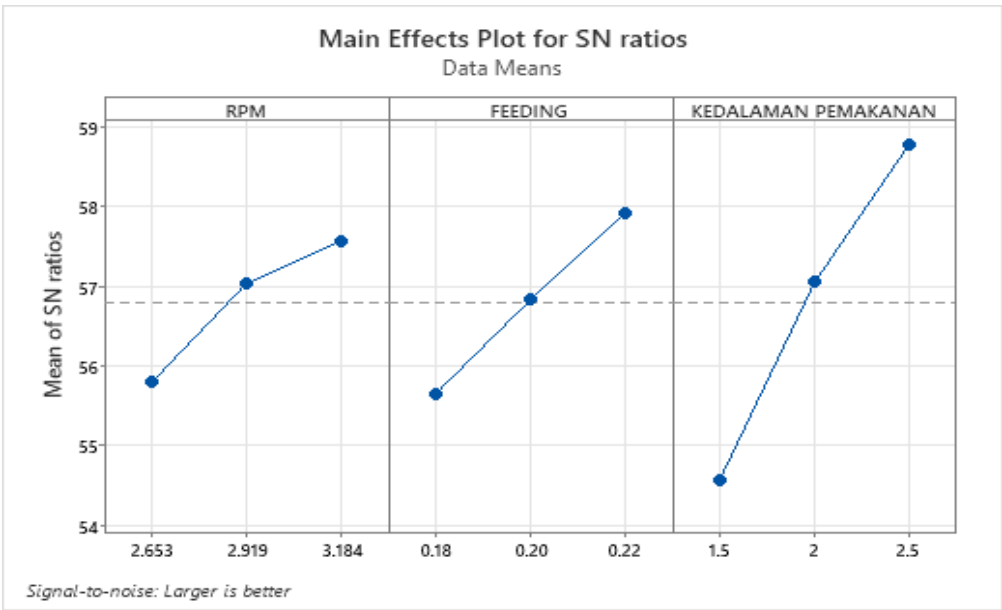
Perhitungan variabilitas dari nilai ratio S/N material removal rate melalui kombinasi

dari level masing-masing faktor. Fariasi hasil ratio S/N dari pengaruh faktor putaran spindel, feeding, dan kedalam pemakanan terhadap respon MRR dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Respon S/N terhadap MRR

Variabel Respon			
Level	Putaran Spindel	Feeding	Kedalaman Pemakanan
1	20,04	19,99	18,96
2	21,43	21,17	21,35
3	22,01	22,32	23,18
Delta	1,98	2,33	4,22
Rank	3	2	1

Dari data yang didapatkan pada tabel 6, adapun plot *Signal to Noise* dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Plot for signal to noise

Berdasarkan Tabel 6 dan Gambar 1 didapatkan kesimpulan bahwa parameter yang berpengaruh terhadap MRR berurutan mulai dari kedalaman pemakanan (mm), *feeding* (mm/rev) dan putaran spindel (rpm). Untuk level dari parameter yang berpengaruh terhadap *material removal rate* adalah kedalaman pemakanan level 3 (2.5

mm), *feeding* level 3 (0.22 mm/rev), dan putaran *spindel* level 3 (3.184 rpm).

3.3. Perhitungan Anova

Material removal rate dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Analysis of variance

Source	DF	SS	Contribution	Adj SS	Adj Ms	F-value	p-value
RPM	2	6,2045	14,91%	6,2045	3,2045	14,92	0,063
Feeding	2	8,1235	19,53%	8,1235	4,0617	19,53	0,049
Kedalaman pemakanan	2	26,8582	64,56%	26,8582	13,4291	64,57	0,015
Error	2	0,4159	1,00%	0,4159	0,2080		
Total	8	41,6021	100,00%				

4. SIMPULAN

Berdasarkan kesimpulan yang didapatkan diambil dari penelitian dapat disimpulkan bahwa kombinasi parameter yang menghasilkan respon nilai MRR optimal yaitu kedalaman pemakanan level 3 (2.5 mm), *feeding level* 3 (0.22 mm/rev), dan

putaran *spindel* level 3 (3.184 rpm). Serta parameter yang berpengaruh paling besar terhadap respon nilai MRR adalah kedalaman pemakanan dengan selisih 4,22 dan yang berpengaruh paling kecil adalah kecepatan *spindel* dengan selisih nilai sebesar 1,98.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] K. Perindustrian, "Laju Sektor Manufaktur Lampauai Pertumbuhan Ekonomi," *Laju Sekt. Manufaktur Lampauai Pertumbuhan Ekon.*, no. July, pp. 1-23, 2020.
- [2] A. N. Akhmadi, R. Wulandari, and A. Mustofa, "Pengaruh Variasi Putaran Mesin Terhadap Waktu Pengeboran Dengan Material Aluminium Al 6063 Pada Mesin Bor Duduk," *J. Mech. Eng.*, vol. 10, no. 1, pp. 1-23, 2021.
- [3] C. T. Kartikasari, ""Analisis Efisiensi Dan Efektifitas Penggunaan Mesin Produksi Pada CV. Harapan Baru Surakarta," 2009.
- [4] 71-80. Indrawan, Eko, et al. Indrawan, Eko, et al. (2020). Analisis Kualitas Geometri Mesin Bubut Maximat Super 11. INVOTEK, "Analisis Kualitas Geometri Mesin Bubut Maximat Super 11," *INVOTEK*, pp. 71-80, 2020.
- [5] F. B. Al Azib, "Pengaruh Variasi Kecepatan Potong, Gerak Makan, Dan Kedalaman Potong Pada Mesin Bubut Terhadap Tingkat Keausan Pahat Hss," *J. Rekayasa Mesin*, pp. 1-10, 2017.
- [6] M. Sinaga, S. Ramadhan, and P. T. Mesin, "Inovasi Perancangan dan Pembuatan Alat Gagang Pintu Sanitizer Otomatis," *J. Kaji. Tek. Mesin*, vol. 7, no. 1, pp. 1-17, 2022.
- [7] V. V.D. Sahithi, T. Malayadri, and N. Srilatha, "Optimization of turning parameters on surface roughness based on taguchi technique," *Mater. Today Proc.*, vol. 18, pp. 3657-3666, 2019, doi: 10.1016/j.matpr.2019.07.299.
- [8] S. Mukherjee, A. Kamal, and K. Kumar, "Optimization of material removal rate during turning of SAE 1020 material in CNC lathe using taguchi technique," *Procedia Eng.*, vol. 97, pp. 29-35, 2014, doi: 10.1016/j.proeng.2014.12.221.
- [9] A. Z. Sastal, Y. Gunawan, and B. Sudia, "Pengaruh Kecepatan Potong Terhadap Perubahan Temperatur Pahat Dan Keausan Pahat Bubut Pada Proses Pembubutan Baja Karbon Sedang," *Enthalpy*, vol. 3, no. 1, pp. 1-11, 2018.
- [10] I. Prakoso, "Analisa Pengaruh Kecepatan Feeding Terhadap Kekasaran Permukaan Draw Bar Mesin Milling Aciera Dengan Proses Cnc Turning," *J. Tek. Mesin*, vol. 3, no. 3, p. 1, 2017, doi: 10.22441/jtm.v3i3.1022.
- [11] F. Yasa Utama and T. Hartutuk Ningsih, "Optimasi Parameter Pemesinan dengan Proses Bubut pada Respon Kekasaran dan Kekerasan Permukaan Material S45-C Menggunakan Metode Taguchi - Grey - Fuzzy," *Rekayasa Energi Manufaktur*, vol. 1, no. 1, Jul. 2016, doi: 10.21070/r.e.m.v1i1.169.
- [12] T. Wuryandari, T. Widiharih, and S. D. Anggraini, "Optimalisasi Produk PADA RANCANGAN FAKTORIA METODE TAGUCHI UNTUK OPTIMALISASI PRODUK PADA RANCANGAN FAKTORIAL," pp. 81-92, 2009.