

OPTIMASI KEKASARAN PERMUKAAN PADA MATERIAL AMUTIT DENGAN PROSES CNC TURNING MENGGUNAKAN DESAIN TAGUCHI

Zaldy Kurniawan¹⁾, Eko Yudo¹⁾, Ridho Rosmansyah²⁾,

^{1,2,3}Jurusan Teknik Mesin-Politeknik Negeri Manufaktur Bangka Belitung
Kawasan Industri Airkantong Sungailiat-Bangka, 33211
Telp.(0717) 93586, Fax. (0717) 93585, zaldy@polman-babel.ac.id

Abstract

Minimum surface roughness results are a desirable objective in the CNC NLX 2500 Y process, a precise adjustment of CNC NLX 2500 Y process parameters should be obtained in order to obtain minimal roughness of the workpiece surface. The research has been conducted to determine the contribution of CNC NLX Y 2500 process parameters to reduce the variation of the work surface roughness response simultaneously. And the determination of the exact setting of CNC NLX Y 2500 process parameters in order to obtain minimal roughness of the workpiece surfaces. parameters of machining process are varied spindle rotation, cutting speed, the dept of cut. The experimental design is based on the Taguchi method and is an orthogonal matrix L_8 (2^3). The optimization method used is Taguchi. The experiment was conducted randomly with replication 2 times to overcome the disturbance factor that occurred during machining process. The results showed that to reduce the variation of the response simultaneously, the the dept of cut has the largest contribution, that is 82.6%, the spindle speed has a contribution percentage of 61.9%, the cut rate has a contribution percentage of 9.2%. To obtain a surface roughness of the workpiece is minimal, the spindle rotation is set at 2866 rpm, the cutting speed is set to 0.40 mm / rotation, the dept of cut is set to 1 mm.

Keywords: CNC NLX Y, Surface roughness, Taguchi Method, Parameter

Abstrak

Hasil kekasaran permukaan yang minimal merupakan tujuan yang diinginkan pada proses CNC NLX 2500 Y, harus dilakukan pengaturan parameter-parameter proses CNC NLX 2500 Y yang tepat agar diperoleh respon kekasaran permukaan benda kerja yang minimal. Penelitian yang telah dilakukan bertujuan untuk menentukan kontribusi dari parameter-parameter proses CNC NLX Y 2500 untuk mengurangi variasi dari respon kekasaran permukaan benda kerja secara serentak. Dengan demikian, dilakukan penentuan seting yang tepat dari parameter-parameter proses pemesinan agar dapat diperoleh kekasaran permukaan benda kerja yang minimal. Parameter proses pemesinan yang divariasikan adalah putaran spindle, kecepatan potong, kedalaman pemakanan. Rancangan percobaan ditetapkan berdasarkan metode Taguchi dan berupa matriks ortogonal L_8 (2^3). Metode optimasi yang digunakan adalah Taguchi. Percobaan dilakukan secara acak dengan replikasi sebanyak 2 kali untuk mengatasi faktor gangguan yang terjadi selama proses pemesinan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa untuk mengurangi variasi dari respon secara serentak, kedalaman pemakanan memiliki kontribusi terbesar, yaitu sebesar 82,6%, kecepatan spindle memiliki persen kontribusi sebesar, yaitu 61,9%, kecepatan potong memiliki persen kontribusi sebesar 9,2%. Untuk memperoleh kekasaran permukaan benda kerja yang minimal, Putaran spindle diatur sebesar 2866 rpm, kecepatan potong diatur sebesar 0.40 mm/put, kedalaman pemakanan diatur sebesar 1 mm.

Kata Kunci: CNC NLX Y, Kekasaran Permukaan, Metode Taguchi, Parameter

1. PENDAHULUAN

Perkembangan dan kemajuan proses pemesinan dalam industri manufaktur saat ini berlangsung sangat pesat, Proses pemesinan non konvensional menjadi solusi pengerjaan ketika proses pengerjaan tidak dapat dilakukan dengan mesin menggunakan mesin-mesin konvensional, suatu hasil produksi harus diimbangi dengan peningkatan kualitas hasil produksi, khususnya pada proses produksi yang

menggunakan mesin perkakas seperti mesin bubut [1]. Dengan adanya mesin tersebut akan mempermudah dalam pembuatan komponen-komponen mesin dengan ketelitian tinggi dan efisien.

Dalam penelitian [2] dengan menggunakan material St.42 dari hasil penelitian diperoleh parameter-parameter yang berpengaruh terhadap kekasaran permukaan adalah putaran *spindle*, gerak makan, dalam pemakanan. Nilai kekasaran yang diperoleh yaitu $0,83 \mu\text{m}$, dimana nilai yang diambil yaitu kecepatan *spindle* 2748 rpm, gerak makan 0,15 mm/put, dalam pemakanan 0,5 mm. [3] Dengan menggunakan material amutit K110, dengan parameter putaran *spindle* 130 m/min, gerak makan 0,5 mm/rev, dalam pemakanan 1 mm. Menggunakan metode analisis *grey relational* dengan kekasarannya $0,7782 \mu\text{m}$.

Metode Taguchi merupakan metodologi dalam bidang teknik untuk memperbaiki proses, karakteristik benda kerja dan dapat menekan biaya dan *resources* seminimal mungkin. Metode Taguchi berupaya mencapai sasaran tersebut dengan menjadikan benda kerja dan proses tidak sensitif terhadap berbagai parameter gangguan (*noise*), seperti material, perlengkapan manufaktur, tenaga kerja manusia, dan kondisi-kondisi operasional [3]. Metode Taguchi menjadikan benda kerja dan proses mempunyai sifat kokoh (*robust*) terhadap parameter-parameter gangguan tersebut.

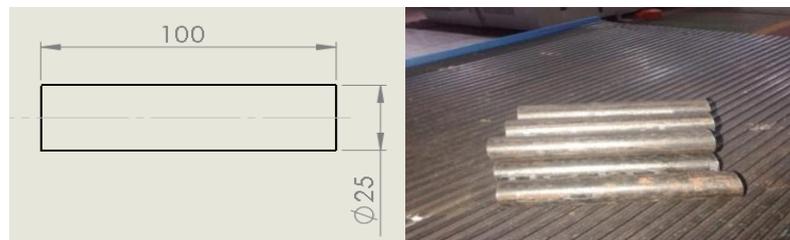
Pada penelitian ini, penentuan *setting* parameter-parameter pada CNC bubut akan dilakukan memvariasikan, Kecepatan *spindle*, kecepatan potong, kedalaman pemakanan. Agar diperoleh kekasaran permukaan yang maksimal. Material yang digunakan adalah Amutit K110. Metode yang digunakan adalah metode Taguchi.

2. METODE PENELITIAN

a) Material Penelitian

- Material

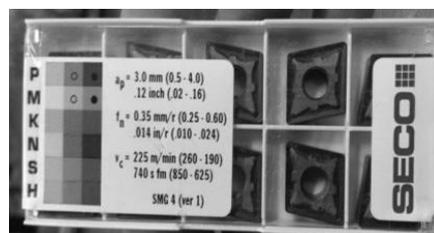
Material yang digunakan pada penelitian ini adalah baja Amutit (K110) dengan ukuran diameter 25 mm dan panjang 100 mm. Ukuran dan bentuk benda kerja dapat dilihat pada Gambar 1 berikut:



Gambar 1. Ukuran dan bentuk benda kerja

- Pahat

Pahat yang digunakan pada penelitian ini adalah *Seco* CNMG120408-M5, TP3500 dilihat pada Gambar 2 berikut:



Gambar 2. Alat Potong merek *Seco* CNMG120408-M5, TP3500

b) Peralatan Penelitian

- Mesin CNC NLX 2500 Y

Mesin CNC NLX 2500 Y yang digunakan adalah buatan jepang dengan spesifikasi sebagai berikut:

Merek MoriSeiki, Tipe NLX 2500 Y, Tahun pembuatan 2012 dilihat pada Gambar 3 berikut:



Gambar 3. Mesin CNC NLX 2500 Y merk Moriseiki

- *Surface roughness tester*
Surface roughness tester digunakan untuk mengukur kekasaran permukaan benda kerja yang dihasilkan dari suatu proses permesinan. *Surface tester* yang digunakan yaitu *Surface roughness tester type SJ20* dengan kecermatan 0,001 μm dilihat pada Gambar 4 berikut ini:



Gambar 4. SurfTest roughness tester

c) **Benda Kerja Amutit**

Bentuk benda kerja yang telah diambil dengan menggunakan mesin CNC NLX 2500 Y ditunjukkan pada Gambar 5 berikut:



Gambar 5. Benda kerja

d) **Pengambilan Data Kekasaran Permukaan**

Benda kerja yang dihasilkan dari mesin CNC NLX 2500 Y permukaannya tidak dapat rata atau halus sama sekali, tetapi akan meninggalkan bekas berupa lembah dan puncak yang disebut kekasaran permukaan.[4] kekasaran rata-rata secara aritmetis (R_a) dihitung berdasarkan harga rata-rata dari nilai absolut jarak antara profil terukur dengan profil tengah. Secara matematis dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$R_a = \frac{1}{n} \sum y \ (\mu\text{m}) \quad (1)$$

e) **Rancangan Percobaan**

Dalam penelitian ini dipilih tiga parameter proses. Satu parameter proses memiliki dua level. Rancangan percobaan yang ditetapkan menggunakan metode Taguchi (*orthogonal array L₈*) [5].

Percobaan dilakukan secara acak dengan replikasi sebanyak dua kali untuk mengatasi parameter gangguan yang terjadi selama proses pemesinan.

f) Menghitung Rasio S/N Parameter Respon

Karakteristik kualitas dari respon yang digunakan dalam percobaan ini adalah semakin kecil semakin baik atau *small is better* untuk respon kekasaran permukaan. Perhitungan nilai rasio S/N untuk respon kekasaran permukaan dilakukan dengan menggunakan perangkat komputasi statistik. Rasio S/N untuk karakteristik ini dirumuskan dengan persamaan sebagai berikut [6]:

$$S/N = -10 \log \left[\frac{\sum_{i=1}^n y_i^2}{n} \right] \quad (2)$$

g) Menentukan Kondisi Parameter Untuk Respon Optimal

Penentuan kondisi parameter terbaik dengan membuat tabel parameter respon untuk memudahkan pemilihan level dari parameter yang menghasilkan respon optimal.

h) Prediksi Nilai Hasil Optimasi

Perhitungan prediksi nilai hasil optimasi menghasilkan respon optimal.

$$\hat{\eta} = \eta_m + \sum_{i=1}^q (\eta_i - \eta_m) \quad (3)$$

Dengan :

η_m = nilai rata-rata dari keseluruhan kekasaran nilai Rasio S/N

η_i = rata-rata nilai Rasio S/N kekasaran pada level optimal

q = jumlah parameter yang dipengaruhi respon secara signifikan

i) Analisis Variansi Dan Persen Kontribusi

Analisis variansi (ANOVA) digunakan untuk mengetahui parameter proses yang memiliki pengaruh secara signifikan terhadap respon. Persen kontribusi yang menunjukkan porsi (kekuatan relatif) masing-masing parameter proses terhadap total variansi dari respon yang diamati. Jika persen kontribusi eror kurang dari lima belas persen, maka tidak ada parameter yang berpengaruh yang terabaikan tetapi jika persen kontribusi eror lebih dari lima belas persen maka diindikasikan ada parameter yang berpengaruh terabaikan.

j) Melakukan Pengujian Konfirmasi

Pengujian konfirmasi merupakan percobaan yang dilakukan berdasarkan kombinasi parameter hasil optimasi. Tujuannya adalah untuk mencocokkan hasil prediksi dengan hasil respon secara aktual.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Penentuan Pengaturan Level Parameter Proses

Hasil penentuan pengaturan level pada masing-masing parameter proses dilihat pada Tabel 1:

Parameter proses	Satuan	Level 1	Level 2
A Kecepatan spindle	rpm	1910	2420
B Kecepatan potong	mm/put	0,25	0,35
C Kedalaman pemakanan	mm	1	2

Hasil percobaan berupa nilai kekasaran permukaan seperti dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Data hasil percobaan

Setting Kombinasi ke	Parameter proses			Kekasaran Permukaan
	A	B	C	
	Putaran <i>Spindle</i> (RPM)	Kecepatan Potong (<i>Feeding</i>)	Kedalaman Pemakanan (<i>dep of cut</i>)	
1	1	1	1	2,98875
2	1	1	2	2,98938
3	1	2	1	2,98875
4	1	2	2	2,98875
5	2	1	1	2,988
6	2	1	2	2,98888
7	2	2	1	2,9885
8	2	2	2	2,98875
Rata-rata				2,98872

3.2 Nilai Rasio S/N Untuk Parameter Respon

Nilai rasio S/N yang dihasilkan untuk parameter respon permukaan yang dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Rasio S/N untuk respon

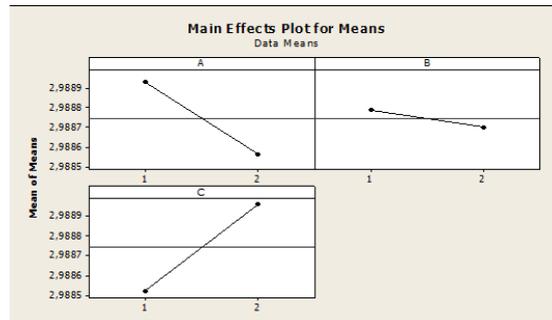
Setting kombinasi ke	Parameter proses			S/N
	A	B	C	
	Putaran <i>Spindle</i> (RPM)	Kecepatan Potong (<i>Feeding</i>)	Kedalaman Pemakanan (<i>dep of cut</i>)	
1	1	1	1	-9,50994
2	1	1	2	-9,51168
3	1	2	1	-9,50979
4	1	2	2	-9,50979
5	2	1	1	-9,50776
6	2	1	2	-9,51023
7	2	2	1	-9,50907
8	2	2	2	-9,50994
Rata-rata				-9,50977

Kemudian untuk masing-masing level dilihat pada Tabel 4:

Tabel 4. Rata-rata kekasaran permukaan masing-masing level

Parameter	Parameter Proses	Level 1	Level 2
A	Putaran spindle	2,98891	2,98853
B	Kecepatan Potong	2,98875	2,98869
C	Kedalaman Pemakanan	2,9885	2,98894
Total nilai rata-rata kekasaran permukaan = 2,98872			

Plot rata-rata untuk tiap parameter proses untuk respon dilihat pada Gambar 6 berikut.



Gambar 6. Plot Rasio S/N untuk respon kekasaran permukaan

3.3 Penentuan Kondisi Parameter Untuk Respon Optimal

Penelitian ini menghasilkan kondisi parameter proses untuk respon optimal dilihat pada Tabel 5. Dibawah ini :

Tabel 5. Kondisi Parameter proses untuk respon optimal

Parameter Proses	Tingkatan Level	Nilai Level
Kecepatan <i>Spindle</i>	Level 2	2420 rpm
Kecepatan potong	Level 2	0,35 mm/put
Kedalaman pemakanan	Level 1	1 mm

3.4 Prediksi Nilai Hasil Optimasi

Berdasarkan kondisi untuk respon optimal yang dilihat pada Tabel 6, sehingga dapat ditentukan prediksi nilai optimal. Perhitungan prediksi nilai hasil optimasi dapat dihitung dengan persamaan (3) dan diperoleh nilai sebesar 2,98834.

3.5 Hasil Analisis Variansi (ANOVA)

Hasil analisis variansi dilihat pada Tabel 6 berikut:

Tabel 6. Hasil analisis Variansi (ANOVA)

Sumber	V	SS	MS	F _{hitung}	P	Kontribusi (%)
		0,0000005550	0,0000005550	1,3		
A	1	25	25	9	0,3	61,9
		0,0000000156	0,0000000156	0,2		
B	1	249	24	9	0,6	9,2
		0,0000007656	0,0000007656	2,5		
C	1	25	25	9	0,2	82,6
		-	-			
Error	4	0,0000003128	0,0000000782			-53,45
		37	09			
		0,0000010234				
Total	7	4				100

Dari hasil ANAVA menunjukkan bahwa parameter proses yang berpengaruh secara signifikan terhadap respon Ra yang diamati. Parameter proses yang berpengaruh secara signifikan terhadap respon apabila memiliki nilai F_{hitung} lebih besar dibandingkan $F_{\alpha,02,04}$ (Nilai F dilihat pada tabel statistic). Parameter-parameter proses yang memiliki persen kontribusi adalah putaran *spindle*, yaitu 61,9 %, kecepatan potong memiliki kontribusi sebesar 9,2 %, dan gerak makan memiliki kontribusi yang terbesar, yaitu sebesar 82,6%.

3.6 Pengujian Konfirmasi

Pengaturan parameter proses pada pengujian konfirmasi adalah $A_2 B_2 C_1$. Hasil perhitungan rasio S/N pada kondisi optimal, prediksi dan pengujian konfirmasi, secara nilai Ra kondisi awal dan optimal dapat dilihat pada Tabel 7:

Tabel 7. Hasil Pengujian Konfirmasi

	Kombinasi Awal	Kombinasi Optimum	
		Prediksi	Konfirmasi
Pengaturan Parameter Proses	$A_1 B_1 C_1$	$A_2 B_2 C_1$	$A_2 B_2 C_1$
Kekasaran Permukaan	2,9877	2,9883	2,9876
Peningkatan Kekasaran Permukaan	0,0033%		

4. SIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kontribusi dari parameter-parameter proses dalam mengurangi variasi respon Ra adalah kecepatan *spindle* yaitu sebesar 61,9%, kecepatan potong memiliki persen kontribusi 9,2 %, dan gerak makan memiliki kontribusi yang terbesar, yaitu sebesar 82,6%. Kekasaran permukaan (Ra) yang maksimal maka parameter kecepatan *spindle* sebesar 2420 rpm, kecepatan potong sebesar 0,35 mm/put, dan kedalaman pemakanan 1mm. Pada penelitian selanjutnya disarankan, untuk melakukan optimasi dengan menggunakan metode-metode optimasi yang lain sebagai perbandingan dan menambahkan parameter-parameter proses yang lain yang memiliki pengaruh yang signifikan terhadap respon.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Winoto, A, "Prediksi Umur Pahat dengan Metode Mesin Pendukung Vector Support Vector Machine", Jurusan Teknik Mesin, Universitas Sebelas Maret Surakarta, Solo, 2011.
- [2]. Said Apreza., "Optimasi Kekasaran Permukaan Proses Pembubutan Baja ST 42 Dengan Menggunakan Metode Taguchi", Laporan Akhir Proyek Akhir, Universitas Negeri Bangka Belitung, 2017.
- [3]. Ajay D Jewalikar, SachinBorse, "Optimization of hard part turning of bohler K110 steel with multiple performance characteristics using grey relational analysis", Deogiri Institute of Engineering and Management Studies, Aurangabad, 431001, India, 2015.
- [4]. Soejanto, I., "Desain eksperimen dengan Metode Taguchi", Yogyakarta : Graha Ilmu, 2009.
- [5]. Petropulus, G., Kechangias, J., Akis, V.I., dan Maropoulos, "Surface roughness investigation of a Reinforced Polymer Composite", *International Conference on economic Engineering and manufacturing systems*, 2009.
- [6]. Montgomery, d.c., "Design and Analysis of Experiment", New York : Jhon wiley & sons, inc, 2009.