

OPTIMASI KEKASARAN PERMUKAAN DENGAN METODE TAGUCHI PADA PROSES FREIS MATERIAL ASSAB XW 42 DENGAN PENDINGINAN *MINIMUM QUANTITY LUBRICATION* (MQL)

M. Abdul Wahid^{1*}, Chairul Anam P¹

¹ Program Studi Teknik Mesin, Politeknik Negeri Banyuwangi, Banyuwangi¹
Email: abdul_wahid@poliwangi.ac.id*

ABSTRACT

The Milling process has more functions than other tool machining processes. Both flat and curved surfaces can be machined to a good finish using the milling process. In the milling Process one of the critical quality characteristics is surface roughness. These quality characteristics are influenced by machining process parameters such as cutting speed, feeding, depth of cut and type of coolant. We need an optimization to get the minimum surface roughness. The object of research is The milling process of ASSAB XW42 material. The optimization method is the Taguchi method. The experimental design is the L18 orthogonal matrix. Setting Process parameters that are determined are cutting speed, feeding, depth of cut and type of coolant. Surface roughness has optimal response characteristics, its the smaller the better. The results showed that this method could significantly reduce the surface roughness.

Keywords: *surface roughness, ASSAB XW41, Taguchi, coolant*

Abstrak

Proses freis merupakan proses pemesinan yang mempunyai fungsi lebih banyak dari pada proses pemesinan perkakas yang lainnya. Permukaan yang datar maupun berlekuk dapat dimesin dengan hasil akhir yang baik dengan menggunakan proses freis. Pada Proses Freis salah satu karakteristik kualitas yang kritis adalah kekasaran permukaan. Karakteristik kualitas tersebut dipengaruhi oleh parameter proses pemesinan seperti kecepatan potong, gerak makan, kedalaman potong dan jenis cairan pendingin. Maka diperlukan suatu optimasi untuk mendapatkan kekasaran permukaan yang minimum. Proses Freis material ASSAB XW42 menjadi objek pada penelitian ini. Metode optimasi yang digunakan adalah metode Taguchi. Rancangan percobaan yang digunakan adalah matriks ortogonal L₁₈. Seting Parameter proses yang ditentukan adalah kecepatan potong, gerak makan, kedalaman potong dan jenis cairan pendingin. Kekasaran permukaan memiliki karakteristik respon yang optimal adalah semakin kecil semakin baik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode ini dapat menurunkan kekasaran permukaan secara signifikan.

Kata kunci: kekasaran permukaan, laju pengerjaan bahan, Taguchi, cairan pendingin

Pendahuluan

Proses pemotongan logam atau proses pemesinan merupakan salah satu proses penting dalam industri manufaktur, bahkan proses pemesinan telah menjadi inti dari industri manufaktur sejak revolusi industri. Penelitian tentang proses pemotongan logam biasanya difokuskan pada penentuan sifat mampu material yang mencakup umur pahat, gaya potong, kekasaran permukaan, laju pengerjaan material dan bentuk geram.

Salah satu proses pemesinan yang paling sering digunakan di industri manufaktur untuk pemotongan logam adalah proses freis. Sekitar 15% dari keseluruhan kegiatan yang ada pada operasi proses pemotongan logam menggunakan proses freis. Proses freis berdasarkan jenis pisau dan jenis operasinya dapat diklasifikasikan atas freis periperal (*slab milling*), freis muka (*face milling*) dan freis jari (*end milling*) (Kalpakjian dkk, 2001). Gerak makan, putaran spindel dan kedalaman potong merupakan parameter-parameter utama pada proses pemesinan khususnya proses freis bisa diatur langsung pada mesin.

Cairan pendingin pada proses pemesinan berfungsi untuk menurunkan koefisien gesek antara pahat dengan benda kerja, menurunkan panas yang terjadi akibat adanya gesekan antara pahat dengan benda kerja dan membersihkan geram dari permukaan benda kerja. Cairan pendingin dapat menurunkan panas yang terjadi akibat gesekan antara pahat dengan benda kerja selama proses pemotongan berlangsung. Cairan pendingin konvensional diklasifikasikan menjadi dua, yaitu *oil-based fluid* dan *chemical fluid* (Yue, 1998). *Oil-based fluid* terdiri dari minyak murni dan *soluble-oil* dengan bahan tambah, sedangkan *chemical fluid* terdiri dari minyak sintetik dan semi sintetik. Penggunaan cairan pendingin konvensional pada industri, menyebabkan terjadinya banyak masalah kesehatan dan lingkungan (Yildiz, 2008). Komposisi cairan pendingin sangat kompleks, komponen tambahan tersebut lebih beracun dan dapat menyebabkan iritasi dari pada bahan dasarnya (Bienkowski, 1993).

Salah satu alternatif metode pemberian cairan pendingin yang dapat digunakan untuk menggantikan metode *flooding* adalah dengan menggunakan *Minimum Quantity Lubrication* (MQL). MQL merupakan metode pemberian cairan pendingin pada proses pemesinan dengan meminimalkan jumlah cairan pendingin selama proses pemesinan berlangsung. *Flow rate* cairan pendingin pada metode *Minimum Quantity Lubrication* (MQL) sebesar 50 – 500 ml/jam (Shahrom, 2013).

Kriteria kualitas produk akhir dari hasil proses freis ST 60 adalah kekasaran permukaan (KP). Parameter proses pemesinan yang paling besar pengaruhnya terhadap kekasaran permukaan pada proses *high speed end milling* dengan bahan Ti-6Al-4V adalah gerak makan dan kecepatan potong (Sharif, 2014)(Rawangwong, 2014).

Metoda Eksperimen & Fasilitas Yang Digunakan

Bahan Eksperimen

1. Benda Kerja

Material benda kerja yang digunakan pada penelitian ini adalah material ASSAB XW42. Material ini memiliki dimensi 50 x 25 x 20 mm.

2. Pahat

Pahat yang digunakan dalam penelitian ini adalah endmill solide carbide. Dengan diamter 10 mm.

3. Mesin freis

Mesin freis yang digunakan pada penelitian ini adalah mesin freis yang terdapat di Workshop Pemesinan Program Studi Teknik Mesin Politeknik Negeri Banyuwangi. Adapun spesifikasinya adalah sebagai berikut:

1. Merk KRISBOW
2. max putaran spindle: 570 rpm

4. Peralatan Ukur

- a. *Surface Roughness Tester*, untuk mengetahui angka kekasaran permukaan benda kerja.
- b. Peralatan bantu lainnya, yaitu mistar insut, meja rata dan *U-block*.

Rancangan Eksperimen

Penentuan variabel proses pada mesin bubut dilakukan dengan merujuk kepada rekomendasi NACHI *cutting tools* untuk pengerjaan baja ST 60. Selain itu penentuan variabel proses juga didasarkan pada penelitian-penelitian sebelumnya. Variabel-variabel yang digunakan untuk mendapatkan data eksperimen adalah sebagai berikut:

1. Variabel bebas

Varibel bebas dan level-levelnya ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1.

Variabel Bebas dan Pengaturan Level-levelnya

<u>Variabel bebas</u>		level 1	level 2	level 3
A.	Jenis Cairan Pendingin	Soluble oil	Udara + Vegetable Oil	-
B.	Vc	m/min	310	190
C.	F	mm/min	6	10,5
D.	a	mm	0,3	0,6
				200

2. Variabel respon

Variabel respon pada penelitian ini adalah:

- Kekasaran permukaan benda kerja (R_a , μm).

3. Variabel konstan.

Variabel proses Freis yang nilainya konstan dalam penelitian ini adalah volume material yang terpotong. Berdasarkan banyaknya variabel bebas dan jumlah level yang ditunjukkan pada Tabel 1, didapatkan 7 derajat kebebasan untuk rancangan eksperimen ini, sehingga matriks ortogonal yang digunakan adalah $L_{18}(2 \times 3^2)$. Matriks ortogonal jenis L_{18} memiliki 4 kolom dan 18 baris yang mampu digunakan untuk empat buah variabel bebas yang salah satunya memiliki 2 level dan yang tiga variabel bebas memiliki 3 level. Rancangan eksperimen berdasarkan matriks orthogonal untuk penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2.
Matriks Orthogonal L_{18}

URUTAN			
LEVEL PARAMETER			
Cause parameter	V_c (ukuran)	$V_{\text{turn}}(\mu\text{m})$	s (mm)
1	1	1	1
1	1	2	2
1	1	3	3
1	2	1	1
1	2	2	2
1	2	3	3
1	3	1	2
1	3	2	3
1	3	3	1
2	1	1	3
2	1	2	1
2	1	3	2
2	2	1	2
2	2	2	3
2	2	3	1
2	3	1	3
2	3	2	1
2	3	3	2

Optimasi Multi Respon Menggunakan Metode Taguchi.

Pada penelitian ini metode optimasi multirespon yang digunakan adalah metode Taguchi.

Langkah – langkah optimasi adalah sebagai berikut:

1. Penentuan S/N Rasio Dari Respon

Hasil penelitian dan S/N rasio untuk SR dan MRR dapat dilihat pada Tabel 3. Karakteristik respon dari MRR adalah larger-is-better dan SR adalah smaller-is-better, S/N rasio untuk masing karakteristik respon dihitung mengikuti persamaan sebagai berikut (Lin, 2002):

Smaller is better:

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

2. Plot untuk nilai rasio S/N

Plot untuk nilai rasio S/N untuk seting optimal pada masing-masing level dari faktor, yaitu kecepatan potong, kecepatan makan, kedalaman potong dan jenis cairan pendingin.

Hasil dan Pembahasan

Data hasil eksperimen ditunjukkan pada Tabel 3. Data respon dari eksperimen dinormalisasi terlebih dahulu sesuai dengan jenis karakteristik kualitas masing-masing respon, yaitu semakin kecil semakin baik dengan menggunakan persamaan 3.

Tabel 3
Hasil Penelitian

No	SR (mm)	7%	SR (mm)
1	0.7605	10	0.504
2	0.577575	11	0.412
3	0.35075	12	0.75024
4	0.757	13	0.267
5	0.34555	14	0.445
6	0.2145	15	0.264
7	0.30055	16	0.283
8	0.1555	17	1.1546
9	1.22075	18	0.176

Dalam penelitian ini jumlah baris pada matriks orthogonal (i) adalah sebanyak $m = 9$, dan banyaknya respon (k) adalah sebanyak $n = 2$ Hasil S/N rasio ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4.
S/N Rasio Respon

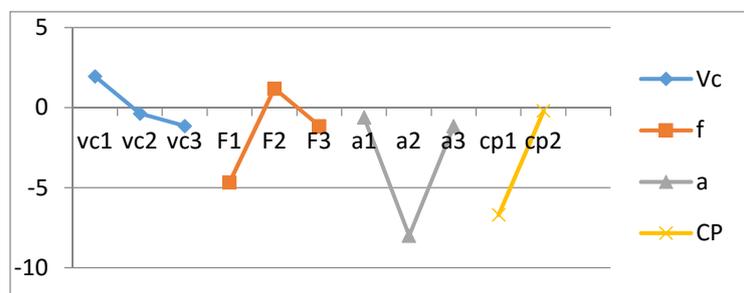
No	SR (um)	S/N Rasio	No	SR (um)	S/N Rasio
1	0.7675	2.292132	10	0.924	1.671743
2	0.577525	4.708584	11	0.412	7.942358
3	0.05025	1.409467	12	0.79125	2.053720
4	0.757	2.418082	13	0.707	3.011612
5	0.94325	0.507401	14	0.6104	1.82494
6	1.0845	-0.70459	15	0.994	0.352272
7	0.99925	0.006517	16	0.820	1.090828
8	1.1535	-1.28542	17	1.0945	-0.78432
9	1.22875	-1.73253	18	1.178	-1.40815

Berdasarkan Tabel 4 dapat dihitung rata-rata SN Ratio pada tiap-tiap level variabel proses seperti ditunjukkan pada Tabel 5.

Tabel 5.
Rata-rata S/N rasio Kekasaran Permukaan

Faktor	1	2	3
Sut	-6.4513	-8.5948	
Wt	1.8538	-0.3575	-11.3278
f	-1.6548	1.2089	2.8174
a	-0.6402	-7.5697	-1.1477
Jumlah			9.269175

Plot untuk nilai S/N rasio untuk seting optimal pada masing-masing level dari faktor, yaitu kecepatan potong, kecepatan makan dan kedalaman potong radial ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Plot Rasio S/N pada Masing-masing Level Variabel Proses

Berdasarkan rata-rata nilai S/N rasio dan *plotting* nilai tersebut pada masing-masing level faktor, dapat ditentukan nilai level untuk kombinasi faktor yang menghasilkan respon yang optimum. Kombinasi faktor tersebut ditunjukkan pada Tabel 6.

Tabel 6.
Kombinasi Faktor untuk Respon Optimum

Variabel Proses	Kombinasi Optimum
Kecepatan Potong	310 m/menit
Gerak Makan	10 mm/detik
Kedalaman potong	0,2 mm
Jenis Cairan Pendingin	Minyak + Vegetables Oil

Analisis variansi digunakan untuk membantu mengidentifikasi kontribusi faktor sehingga akurasi perkiraan model dapat ditentukan. Analisis variansi untuk suatu matriks orthogonal dilakukan berdasarkan perhitungan jumlah kuadrat untuk masing-masing kolom. Hasil perhitungan ANAVA dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7
Hasil Perhitungan ANAVA

Source	DF	Seq SS	Adj MS	F	P	%
CP	1	1.93559	1.93559	5.51	0.02	18.05 %
Mc	2	2.957948	1.468974	17.86	0.01	27.08 %
l	2	2.86182	1.43091	5.98	0.02	26.35 %
a	2	1.92783	0.963915	5.24	0.01	17.32 %
e	10	0.88	0.068			11.17 %
Total	26	10.944188				

Tabel 7 menunjukkan bahwa nilai *P-value* untuk variabel proses jenis cairan pendingin, kecepatan potong, gerak makan dan kedalaman potong mempunyai nilai lebih besar α ($\alpha=0,5$). Semua variabel proses tersebut memiliki pengaruh yang signifikan terhadap respon.

KESIMPULAN

Kontribusi variabel-variabel proses bubut dalam mengurangi total variansi dari respon kekasaran permukaan adalah kecepatan potong 27.08 %, gerak makan 26.35 %, kedalaman potong 17.32 %, dan jenis cairan pendingin 18.05 %.

Pengaturan kombinasi variabel-variabel proses bubut yang secara signifikan dapat meminimalkan kekasaran permukaan adalah kecepatan potong 310 m/menit, gerak

makan 10,5 mm/menit, Kedalaman potong diatur pada 0,3 mm dan jenis cairan yang digunakan adalah Udara + Vegetable Oil.

DAFTAR PUSTAKA

- Kalpakjian, S. dan Steven, R. S. (2001), *Manufacturing Processes for Engineering Materials*, Fourth Edition Prentice Hall, New Jersey.
- Yue, Y. Zheng, Y. Basu, S. dan Sutherland, W.J. (1998), "Cutting Fluids: Performance Measure and Health-Related Characteristics," Otsu Jepang.
- Yildiz, Y. dan Nalbant, M. (2008), "A Review of Cryogenic Cooling in Machining Processes," *International Journal of Machine Tools & Tools Manufacture*, Vol. 48, Hal.947-964.
- Bienkowski, K. (1993), "Coolant & Lubricant The Truth," *Manufacturing Engineering*, Pp. 90-96.
- Shahrom, S.M., Yahya, M.N. dan Yusoff, R.A. (2013), "Taguchi Method Approach on Effect of Lubrication Condition on Surface Roughness in Milling Operation," *Malaysian Technical Universities Conference on Engineering & Technology 2012, MUCET 2012 Part 2 Mechanical And Manufacturing Engineering* Vol. 594-599.
- Sharif, S., Safari, H., Izman, S. dan Kurniawan, D. (2014), "Surface Roughness and Cutting Forces Characterization in Cryogenic High-Speed End Milling of *Ti-6Al-4V* ELI," *Journal Material and Manufacturing Processes*, Vol. 29:3, hal. 350–356.
- Rawangwong, S., Chatthong, J., Boonchouytan, W. dan Burapa, R. (2014), "Influence of Cutting Parameters in Face Milling Semi-Solid AA 7075 Using Carbide Tool Affected the Surface Roughness and Tool Wear," *Eco-Energy and Materials Science and Engineering*, Vol. 56, hal. 448–457.
- Lin, T. R. (2002), "Optimisation Technique for Face Milling Stainless Steel with Multiple Performance Characteristics," *International Journal Advanced Manufacturing Technology*, Vol. 9, hal. 330-335.