

Optimasi Proses EDM Sinking Baja HMD5 di Mesin Makino Edaf3 Laboratorium Produksi Mesin dan Perkakas

Haris Setiawan* , Wawa Wahyudin

Teknik Manufaktur, Politeknik Manufaktur Bandung

*Corresponding Author : harissetiawan@polman-bandung.ac.id

Received: 04th December 2020; Revised: 13th June 2022; Accepted: 31th January 2023;

Available online: 06th February 2023; Published regularly: January 2023

Abstrack

The EDM sinking process is the process of cutting non-conventional workpieces by using electric sparks that occur when two electric poles are close together, the high temperature of the electric sparks can cause the workpiece particles are eroded and release to become burr in a very small size. The cutting rate in this process is influenced by many factors, including characteristics of the material, type of electrode, cutting parameters, condition of the coolant and method of spraying the coolant. This study aims to find optimum conditions for the EDM process with HMD5 steel workpieces, by using taguchi method wich is effective in making decisions with more than one variable. After all experiments and analysis, the results obtained are spark area level 1 or 50-75, current level 3 or 12A, pulse on time level 2 or 35 μ s and pulse off time level 3 or 32 μ s, which are the parameters with the most optimum material rete removal. After testing the optimazion result, MRR value increase from 20.26 mm^3/min to 33.08 mm^3/min and we have conclusion that the taguchi method can help to optimized parameter in EDM process.

.Key Words : EDM,HMD5, MRR, taguchi

Abstrak

Proses EDM sinking merupakan proses pemotongan benda kerja non konvensional dengan menggunakan loncatan bunga api listrik yang terjadi pada saat dua kutub listrik berdekatan, tingginya suhu loncatan bunga api listrik dapat membuat partikel benda kerja mengalami erosi dan terlepas menjadi beram dalam ukuran yang sangat kecil. Laju pemotongan pada proses ini dipengaruhi oleh banyak faktor, diantaranya karakteristik material, jenis elektroda yang dipakai, parameter pemotongan, kondisi cairan pendingin hingga metode penyemprotan cairan pendingin. Penelitian ini bertujuan untuk mencari kondisi optimum proses EDM pada benda kerja jenis HMD5, dengan menggunakan metode taguchi karena dinilai lebih efektif dalam pengambilan keputusan dengan varabel lebih dari satu. Setelah dilakukan eksperimen dan analisis didapat hasil spark area level 1 atau 50-75, arus level 3 atau 12A, pulse on time level 2 atau 35 μ s dan pulse off time level 3 atau 32 μ s, merupakan parameter dengan material rete removal paling optimum. Setelah melakukan pengujian hasil optimasi, didapatkan nilai MRR 33.08 mm^3/min , meningkat dari kombinasi parameter awal dengan hasil sebesar 20.26 mm^3/min . maka dapat disimpulkan bahwa metode taguchi dapat membantu mendapatkan nilai parameter optimum pada proses EDM.

Kata kunci : EDM,HMD5, MRR, taguchi

PENDAHULUAN

Electric Discharge Machine (EDM) adalah mesin pemotong logam non konvensional yang menggunakan elektroda sebagai pembentuk pada benda kerja, percikan bunga api listrik berfrekuensi

tinggi terjadi antara elektroda dan benda kerja (Handoko, et al,2020). Proses ini efektif pada permesinan material memiliki kekerasan dan daya tahan terhadap suhu yang tinggi, karena proses ini tidak di pengaruhi oleh kedua faktor tersebut (Astheria, et. al. 2019). Banyak faktor yang mempengaruhi laju pemotongan pada proses EDM, namun factor yang paling dominan adalah parameter mesin yang terdiri dari arus, voltase, pulsa *on* dan pulsa *off* (Yudo dan Husman, 2018).

Pada penelitian sebelumnya didapat parameter arus 6A, pulse on time 100 μ s dan pulse off time 50 μ s sebagai parameter optimum pada elektroda dengan nilai keausan 0.000347 gr/menit. Dari penelitaian tersebut, semakin besar arus yang dipakai, maka semakin tinggi suhu yang terjadi pada proses pengikisan benda kerja (Upara dan Destianto,2019). Namun bahan yang diuji pada penelitian tersebut adalah baja SK3 dengan 3 variabel, pada penelitian ini bahan yang akan dipakai adalah baja HMD5 denan 4 variabel parameter pemotongan yaitu *spark area*, arus, Pulsa *on* dan pulsa *off*. Penelitian ini bertujuan untuk mencari parameter optimum proses edm baja HMD5, guna mendapatkan nilai material rate removal (MRR) yang optimum, dengan metode taguchi dapat diamati performansi dari perubahan parameter yang telah ditentukan

BAHAN DAN METODE

Bahan

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Produksi Mesin dan Perkakas Politeknik Manufaktur Bandung. Peralatan utama yang digunakan adalah mesin EDM Makino Edaf3, yang berfungsi sebagai alat untuk pengambilan data dan percobaan dari data hasil penelitian. Bahan uji coba menggunakan baja HMD5 karena mempunyai ketahanan aus dan kekakuan yang baik (Hitachi Steel Ltd). Sedangkan elektroda yang dipakai adalah tembaga dengan pertimbangan memiliki konduktifitas listrik paling baik bila digunakan pada proses EDM selain itu juga lebih tahan korosi dan lebih mudah dibentuk sesuai kebutuhan (Yudo dan Husman, 2018).

Penelitian ini menggunakan metode taguchi, karena factor yang menjadi variabel proses lebih dari satu. Langkah metode taguchi pada penelitian ni terdiri dari tahap perencanaan, tahap pelaksanaan dan tahap analisis data (Soejanto. 2009).

Perencanaan

Pada tahapan perencanaan diawali dengan Langkah observasi mesin untuk menentukan parameter acuan (*default*) yang memiliki nilai konstan pada tiap faktor yang akan digunakan, setelah itu menentukan level dari tiap faktor tersebut. Langkah selanjutnya adalah pemilihan matrik *orthogonal array* yang sesuai dalam penelitian sesuai dengan jumlah faktor dan menghitung derajat kebebasan agar faktor yang diamati tidak berpengaruh terhadap faktor lain.

Pelaksanaan eksperimen

Langkah selanjutnya adalah pelaksanaan eksperimen, pada langkah ini dilakukan proses edm pada material berdasarkan parameter acuan yang dipakai. Parameter acuan terpilih adalah *E-condition 338*, pengambilan data dilakukan pada 9 spesimen. Pada tiap percobaan di lakukan perubahan seting default mesin dengan perubahan pada arus pulsa *on* ditambah 3 dan arus pulsa *off* ditambah 5.

Analisis data

Setelah data eksperimen didapat, kemudian data tersebut dianalisis dengan terlebih dahulu melihat sebaran data yang didapat. Menggunakan metode normalitas *kolmogorov smirnov*, data tersebut diuji kenormalan sebaran datanya. Dikatakan normal jika...(tambah sitasi) Selanjutnya dilakukan dilakukan tahapan analisis lanjutan berupa menentukan *degree of freedom*, *sum of square*, *main effect*, *mean square*, *f-ratio*, *pure of square* dan *percent influence*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada tahap awal penelitian, dilakukan observasi mesin guna mencari parameter pemotongan acuan (*default*) yang akan digunakan, parameter *E-Condition 338* dipilih karena memiliki kondisi arus yang sudah diketahui seperti pada gambar 1 berikut

E number		331	332	333	334	335	336	337	338
Machining state	Voltage (%)	35	35	30	40	40	35	30	20
	Current (A)				0.5	1.0	1.5	2.5	4.0
Removal rate	Jump (g/min)	0.0001	0.0003	0.0009	0.0018	0.0035	0.0061	0.0130	0.0290
	Machining (mm ³ /min)								
	Pre-machined hole flushing/suction								
Surface roughness	Rz (µm)	2.0	3.0	5.0	7.0	9.0	12	16	23
	Ra (µm)								
Electrode wear (%)		29	26	18	19	14	7.0	3.0	1.0
One-sided exit gap (mm)		0.005	0.010	0.010	0.015	0.020	0.025	0.030	0.035
Duty Factor (%)		11	11	31	42	50	57	63	65
Required option		Satin	Satin						

Gambar 1. E-condition 338 default

Berdasarkan observasi tersebut, maka di tentukan parameter percobaan dengan faktor pada tiap level seperti yang di tampilkan dalam table 1. berikut

Tabel 1. Parameter Percobaan

Faktor	Unit	Level		
		1	2	3
<i>Spark area</i>		50-75	75-100	100-300
Arus	Ampere	6	9	12
Pulsa <i>off</i>	µs	22	27	32
Pulsa <i>On</i>	µs	32	35	38

Pada table 1, parameter pulsa *on* dan pulsa *off* level 2 dan 3 dirubah pada saat eksperimen, dengan menambahkan 2 pada pulsa *on* dan 3 pada pulsa *off*. Setelah dilakukan percobaan maka didapat data *material rate removal* yang ditampikan pada tabel 2

Table 2. Hasil Pengukuran Data Material Rate Removal

Massa jenis (gr/mm ³)	Percobaan	Berat sebelum (gr)	Berat sesudah (gr)	Selisih (gr)	Waktu (min)	Volme terbuang (mm ³)	MRR (mm ³ /min)
0.00784	1	156.5	153.8	2.70	38	344.39	9.06
	2	155.5	152.8	2.70	17	344.39	20.26
	3	158.4	155.7	2.70	10	344.39	34.44
	4	153	150	3.00	30	382.65	12.76
	5	155.7	153.1	2.60	22	331.63	15.07
	6	153.5	150.8	2.70	12	344.39	28.70
	7	156	153.5	2.50	45	318.88	7.09
	8	156.4	154	2.40	14	306.12	21.87
	9	156.7	154.2	2.50	19	318.88	35.43

dari data yang didapat, maka dilakukan pengecekan sebaran data dengan metode normalitas *kolmogorov smirnov*. Pada metode ini jika data mendapatkan hasil penyimpangan lebih dari 0.05 dari data baku maka dapat dikatakan terdistribusi dengan normal (Supranto, 1987) dan dari hasil pengecekan data tersebut, dapat dinyatakan sebaran normal, maka dilanjutkan dengan analisis data menggunakan metode *taguchi* dan *analisis of varians* (ANOVA).

Perhitungan derajat kebebasan dilakukan dengan persamaan

$$\begin{aligned} \text{DOF}_A &= \text{Level} - 1 \\ &= 3 - 1 \\ &= 2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{DOF}_{\text{error}} &= \text{jumlah run} - \text{DOF}_A - 1 \\ &= 9 - 2 - 1 \\ &= 6 \end{aligned}$$

Kemudian dihitung *mean square* dengan persamaan

$$\text{MSD} = \frac{1/\text{MRR}^2}{1}$$

Contoh $\text{MSD}_1 = \frac{1/9.06^2}{1}$
 $\text{MSD}_1 = 0.121751$

Selanjutnya di hitung S/N ratio dengan persamaan

$$\frac{S}{N} = -10 \times \log(\text{MSD})$$

Contoh $\frac{S}{N} = -10 \times \log(\text{MSD}_1)$
 $\frac{S}{N} = -10 \times \log(0.0121751)$
 $\frac{S}{N} = 19.145$

Hasil perhitungan MSD dan S/N Ratio untuk seluruh level disajikan dalam tabel 3 berikut:

Tabel 3. Hasil Perhitungan MSD dan S/N Ratio

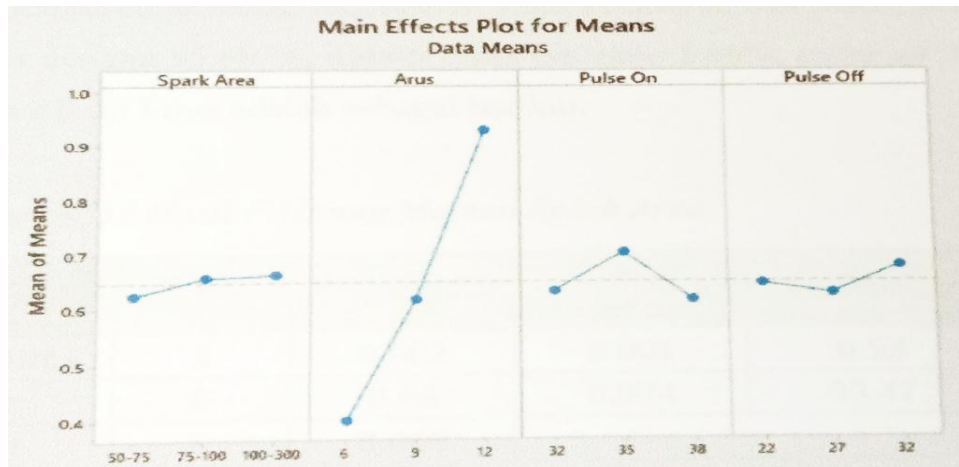
Percobaan	Factor				MRR (mm ³ /min)	MSD	S/N Ratio
	Spark area	Arus (A)	Pulsa On (μs)	Pulsa of (μs)			
1	50-75	6	32	22	9.06	0.0121751	19.145
2	50-75	9	35	27	20.26	0.0024367	26.132
3	50-75	12	38	32	34.44	0.0008431	30.741
4	57-100	6	35	32	12.76	0.0061466	22.114
5	57-100	9	38	22	15.07	0.0044008	23.565
6	57-100	12	32	27	28.70	0.0012141	29.157

7	100-300	6	38	27	7.09	0.0199149	17.008
8	100-300	9	32	32	21.87	0.0020915	26.795
9	100-300	12	35	22	35.43	0.0007966	30.988

Setelah melalui perhitungan dari setiap faktor melalui pendekatan grey analisis maka didapat

Table 4. Hasil Analisis Anova dan Grey Analysis Semua Faktor

Respon table for grade				
Faktor	Level 1	Level 2	Level 3	Deviation
Spark area	0.6243	0.6562	0.6605	0.0362
Arus	0.3974	0.6156	0.9280	0.5306
Pulse on	0.6294	0.6994	0.6121	0.0874
Pulse off	0.6421	0.5337	0.6751	0.1414
	Rata-rata		0.6395	



Gambar 2. Hasil optimasi dengan metode taguchi dan pendekatan Grey

Dari gambar 2 dapat dilihat bahwa faktor yang memberikan nilai optimum pada proses EDM baja HMD5 dengan elektroda tembaga yaitu A3B3C2D3 atau nilai *spark area* level 3 atau 100-300, arus level 3 atau 12 A, pulsa *on* pada level 2 atau 35 μ s pulsa *off* level 3 atau 32 μ s.

KESIMPULAN

Melalui metoda Taguchi maka dapat dihitung parameter optimum untuk elektroda bahan tembaga didapat pada *spark area* 100-300, arus 12A, pulsa *on* 35 μ s dan pulsa *off* 32 μ s, Kekasaran permukaan pada proses edm dipengaruhi oleh besarnya arus yang dipakai, pada elektroda bahan tembaga peningkatan arus memberi pengaruh terhadap kekasaran permukaan. Semakin besar arus yang diberikan maka semakin juga percikan bunga api listrik yang mengikis benda kerja. Parameter optimum untuk elektroda bahan tembaga didapat pada *spark area* 100-300, arus 12A, pulsa *on* 35 μ s dan pulsa *off* 32 μ s. Setelah melakukan pengujian hasil optimasi didapatkan nilai MRR 33.08 mm³/min, meningkat dari kombinasi parameter awal dengan hasil sebesar 20.26 mm³/min.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami ucapkan terima kasih kepada penyelenggara program pelatihan magang Pranata Laboratorium Pendidikan 2020 Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Kementerian Pendidikan Dan Kebudayaan yang telah mendanai penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Sidi, P., Wahyudi, M. Thoriq. 2013. Aplikasi Metoda Taguchi Untuk Mengetahui Optimasi Kebulatan Pada Proses Bubut CNC. *Jurnal Rekayasa Mesin* Vol.4
- Asteria, Angga. Et al. 2019. Optimasi Multirespon Purwarupa Electrical Discharge Machine (EDM) Menggunakan Metode Taguchi-Grey Relational Analysis. *Jurnal Teknologi Manufaktur* Vol.11
- Yudo, Eko. Pratiwi, diah Kusuma. 2017. Parameter Mesin Edm Sinking Untuk Mengoptimalkan Respon Pada Material Aisi H13 Menggunakan Metode Taguchi. *Prosiding Sentrinov* Vol.3
- Engelita, Lisbhet. Et al. 2020. Pengaruh Parameter Arus Discharge Dan Elektroda Terhadap Nilai MRR Pada Proses Sinker EDM Material Aisi. *Jurnal Mekanik Terapan*. Vol. 01
- Handoko, Dwi. Et al. (n.d.) Analisa Parameter Arus Pemakanan Terhadap Material Removal Rate Dan Electrode Relative Wear Bahan Electrode Cu, Brass Dan Graphit Pada Mesin Edm Chimer Ez.
- Upa, Nafsan., Destianto, Dimas Anugrah. 2019, Pengaruh Parameter Proses Edm Sinking Terhadap Laju Pelepasan Bahan dan Laju Keausan Elektroda. *Jurnal Asimetrik* Vol.1.2
- Soejanto, Irwan. 2009. *Desain Eksperimen dengan Metode Taguchi*. Graha Ilmu.
- Supranto, J. 1987. *Statistic teori dan aplikasi*. Erlangga.