

PENGARUH VARIASI PARAMETER WIRE-CUT EDM MITSUBISHI BA-8 TERHADAP KEKASARAN PERMUKAAN BAJA SKD 61

Panji Hastawirata Putratama¹, Gaguk Jatisukamto², Rahma Rei Sakura²,
Dani HT Prasetyo², Aris Zainul M²

¹Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember, Jl. Kalimantan 37, Jember, 68121

²Staf Pengajar Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember, Jl. Kalimantan 37, Jember, 68121
email: panjihastawirata@gmail.com

ABSTRACT

Wire-cut EDM is a machining process used to shape precision machine components. The basic principle of wire-cut EDM is the erosion of the workpiece through spark discharges in a dielectric fluid. The spark discharge is caused by a positive electrode approaching the negatively charged workpiece, creating a short circuit that generates heat energy. Previous research was conducted with factors such as current, wire speed, on-time, and variable frequency, resulting in the best surface roughness value of 6 μm . This study aims to determine the effect of parameters such as current, voltage, and wire speed on the response of surface roughness, using the Taguchi method. The workpiece used was SKD 61 steel with 600mm x 50mm x 5mm dimensions. Cutting was done at currents of 4, 6, and 9 (Amperes), voltages of 4, 5, and 6 (Volts), and wire speeds of 8, 10, and 12 (m/m). The results of this study showed the best surface roughness value of 2.540 μm with an S/N ratio of -8.09553 at a current of 4A, voltage of 4V, and wire speed of 8m/m. After optimization, a higher S/N ratio of -8.018 was achieved. Data analysis with ANOVA showed that the effect of factors on the response yielded an F-value greater than the F-table value for all factors, indicating that all factors had a significant impact. The percentage contribution of all factors was as follows: Current at 82.46%, Voltage at 3.36%, and Wire speed at 2.53%.

Keyword: wire-cut EDM, taguchi method, surface roughness.

PENDAHULUAN

Proses pemotongan non konvensional adalah proses pemotongan menggunakan energi panas pada proses pemotongannya (thermal cutting processes). Proses electric discharge machining (EDM) adalah salah satu proses pemotongan non konvensional yaitu proses pengerjaan material oleh sejumlah loncatan bunga api listrik (spark) yang terjadi pada celah di antara katoda (elektroda) dengan anoda (benda kerja) (Gapsari et al., 2011).

EDM merupakan proses pemesinan yang digunakan untuk membentuk komponen-komponen mesin yang membutuhkan kepresisian tinggi (Susanto et al., 2016) Benda kerja dapat diselesaikan dengan maksimal sehingga mendapatkan nilai ketelitian yang tinggi salah satunya yaitu kekasaran permukaan jika menggunakan EDM *wire-cut*. Baja SKD-61 banyak digunakan sebagai *punch* dan *dies*, jika pada proses pemesinan sebagai alat potong (*cutting tools*). Baja SK-D61 merupakan salah satu jenis *hot work steels* yang memiliki ketangguhan dan kekerasan yang baik dan tidak memungkinkan dikerjakan pada pemesinan konvensional, baja SKD-61 memiliki unsur-unsur paduan 0,398% C, 0,968% Si, 0,406% Mn, 0,008% S, 1,145% Cr, 1,252% Mo dan 0,920% V. Penelitian sebelumnya optimalisasi hasil proses *wire-cut edm* dengan metode *principal component analysis* dengan menetapkan nilai pulse interval sebesar 9 μm , electric current sebesar 10 Amp, dan wire speed sebesar 5 m/min maka didapatkan kekasaran permukaan terkecil yaitu 6,0 μm (Mulyadi & Suryanto, 2016). Penelitian sebelumnya yaitu

pengaruh parameter proses *current pulse*, *on time*, dan *off time* pada *electrical discharge machining* (EDM) terhadap nilai kekasaran permukaan benda kerja AISI H-13 memiliki kesimpulan nilai kekasaran permukaan yang paling kecil terjadi pada parameter arus 4,5A, *on time* 60 μs , dan *off time* 10 μs dengan nilai kekasaran permukaan 3,58 μm (Widodo et al., 2015). Optimasi multi respon pada proses pemesinan *wire electrical discharge machining* dengan metode taguchi, dengan hasil penelitian menunjukkan bahwa parameter yang berkontribusi signifikan yaitu tegangan 14,19%, arus 63,20% dan *on time* 4% dengan kombinasi level pada arus 1A, tegangan 75V dan *on-time* 2 μs (Aditya, 2015).

Penelitian yang akan dilakukan menggunakan variasi besar arus, tegangan dan *wire speed* pada baja karbon tinggi SKD-61 dengan menggunakan mesin EDM *wire-cut* mitsubishi BA-8 terhadap kekasaran permukaan dapat mengetahui parameter yang baik sehingga dapat memperbaiki kualitas suatu produk dan sebagai bahan pertimbangan.

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini meliputi dua kegiatan utama yaitu proses pemesinan dan pengujian. Untuk proses pemesinan dilakukan di Politeknik Negeri Malang dan pengujian dilakukan di Laboratorium Kemasan Fakultas Teknik, Universitas Jember.

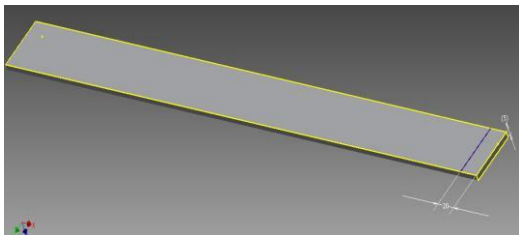
Peralatan dan bahan yang digunakan dalam penelitian adalah sebagai berikut:

- Mesin wire-cut EDM Mitsubishi BA-8
- Baja SKD 61

- c. Roughness tester TR220
- d. Jangka sorong digital
- e. Stop watch
- f. Kawat pemotong tipe AC BRASS 1000
- g. Pembersih karat CARRERA
- h. Cairan dielektrik aquades

Prosedur pengujian pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Mempersiapkan bahan dan alat yang digunakan untuk penelitian
- b. Pemasangan kawat pemotong
- c. Memasang benda kerja pada meja mesin WEDM kemudian dikencangkan dan atur kelurusannya menggunakan dial indikator
- d. Mengatur posisi pemakanan sesuai titik referensi pada benda kerja dengan program CNC yang telah dibuat
- e. Menyentuh elektroda dan benda kerja sampai ada tanda alarm berbunyi
- f. Mengatur parameter pada mesin EDM sesuai dengan rancangan percobaan yang telah ditetapkan
- g. Melakukan proses pembuangan material sesuai dengan gambar dan sesuai urutan percobaan yang telah ditetapkan
- h. Matikan mesin kemudian melepas dan membersihkan benda kerja dari cairan dielektrik yang dapat menyebabkan karat setelah proses pembuangan material selesai
- i. Menghitung kekasaran permukaan dengan alat roughness tester yang telah disiapkan



Gambar 1. Ukuran Pemotongan

Penelitian ini menggunakan metode statistik Taguchi dengan variabel atau faktor sebanyak 3 dan level sebanyak 3, sehingga menggunakan matriks ortogonal L₂₇(3³) dengan kriteria nilai respon *Smaller the Better* (Soenjanto, 2009). Persamaan 1 adalah rumus menghitung nilai S/N rasio dari respon kekasaran permukaan dengan kriteria *Smaller The Better* dan variabel proses yang digunakan (Soenjanto, 2009).

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

Tabel 1. Parameter Proses Permesinan

Kode	Variabel proses	Satuan	Level 1	Level 2	Level 3
A	Arus	A	4	6	9
B	Tegangan	Volt	4	5	6
C	Wire Speed	mm/s	8	10	12

Dari data yang didapat selanjutnya akan diolah menggunakan aplikasi statistik mini tab untuk mencari nilai S/N rasio, kemudian nilai S/N rasio diolah dengan metode *Analisis of Varian* dengan formula yang telah di paparkan pada Tabel 3 dan dianalisis lanjut seperti pada Tabel 4.

Tabel 2. Rancangan Percobaan

No percobaan	Control factor			Kekasaran Permukaan	
	A	B	C	Waktu (menit)	Nilai Kekasaran
1	1	1	1		
2	1	1	1		
3	1	1	1		
4	1	2	2		
5	1	2	2		
6	1	2	2		
7	1	3	3		
8	1	3	3		
9	1	3	3		
10	2	1	2		
11	2	1	2		
12	2	1	2		
13	2	2	3		
14	2	2	3		
15	2	2	3		
16	2	3	1		
17	2	3	1		
18	2	3	1		
19	3	1	3		
20	3	1	3		
21	3	1	3		
22	3	2	1		
23	3	2	1		
24	3	2	1		
25	3	3	2		
26	3	3	2		
27	3	3	2		

Tabel 3. Analisa Variansi

Sumber Variasi	Degree of freedom (df)	Sum of square (SS)	Mean of square (MS)	F hitung (F ₀)
Faktor A	V _A = kA - 1	SS _A = n _A ∑ _{i=1} ⁿ (A _i - \bar{y}) ²	MS _A = $\frac{SS_A}{df_A}$	$\frac{MS_A}{MS_E}$
Faktor B	V _B = kB - 1	SS _B = n _B ∑ _{i=1} ⁿ (B _i - \bar{y}) ²	MS _B = $\frac{SS_B}{df_B}$	$\frac{MS_B}{MS_E}$
Faktor C	V _C = kC - 1	SS _C = n _C ∑ _{i=1} ⁿ (C _i - \bar{y}) ²	MS _C = $\frac{SS_C}{df_C}$	$\frac{MS_C}{MS_E}$
Error	V _E = df T - df A - df B - df C	SS _E = SS _T - SS _A - SS _B - SS _C	MS _E = $\frac{SS_E}{df_E}$	
Total	V _T = N - 1	SS _T = ∑ _{i=1} ⁿ (y _i - \bar{y}) ²		

Setelah semua data telah terhitung nilainya (SS, MS dan F_{hitung}), kemudian dianalisis dan menghitung nilai besar persentase kontribusi tiap parameter terhadap respon apakah berpengaruh atau tidak.

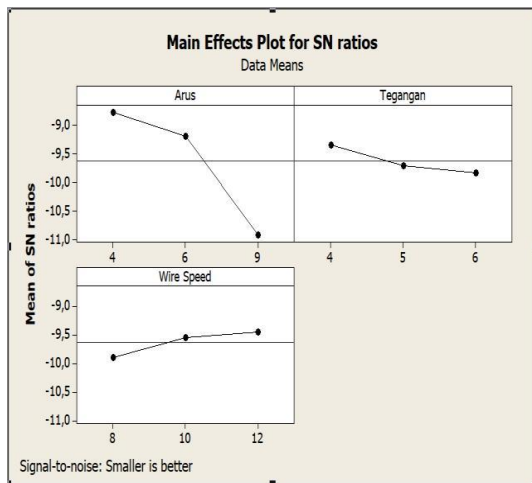
Tabel 4. Analisis Variansi Lanjutan

Variabel	DF	SS	MS	F	Pvalue	ρ
proses						
Arus						
Tegangan						
Wire speed						
Error						
Total						

Parameter	DF	SS	MS	F	P-value	ρ
permesinan						
Arus	2	23,1704	11,5852	93,15	0,000	82,46 %
Tegangan	2	1,1845	0,5923	4,76	0,020	3,36%
Wire Speed	2	0,9529	0,4765	3,83	0,039	2,53%
Residual	20	2,4873	0,1244			11,65 %
Total	26	27,795				100 %

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian yang telah dilakukan didapatkan hasil yang telah dipaparkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Grafik Plot S/N rasio

Gambar 2 menunjukkan data hasil penelitian yang kemudian di konversi menjadi grafik nilai plot S/N rasio sehingga dapat ditarik kesimpulan bahwa parameter yang mampu menghasilkan nilai kekasaran permukaan terbaik yaitu pada Arus 4A, Tegangan 4V dan Wire speed 12m/m seperti yang telah dipaparkan pada Tabel 5.

Tabel 5. Parameter Optimum

Simbol	Parameter permesinan	Level	Nilai
A	Arus (Amp)	1	4 Amp
B	Tegangan (Volt)	1	4 Volt
C	Wire speed	3	12 m/m

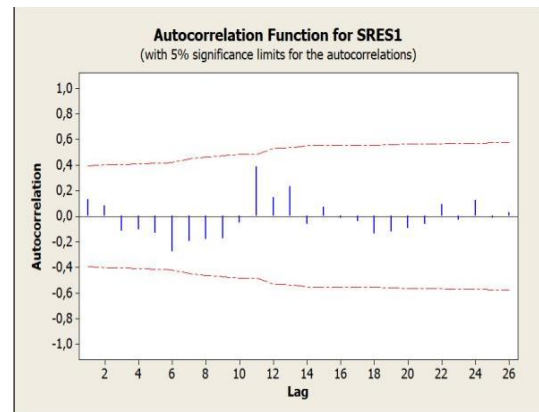
Nilai S/N rasio kemudian di analisa menggunakan ANOVA (*Analisis of Varian*) dengan menghitung nilai SS, MS, F_{hitung} , P_{value} dan Persentase kontribusi, sehingga didapatkan hasil seperti yang ditampilkan oleh Tabel 6.

Tabel 6. Hasil Anova

Berdasarkan nilai yang telah muncul pada tabel 6 hasil ANOVA, bahwa parameter Arus, Tegangan dan Wire speed berpengaruh terhadap respon yaitu kekasaran permukaan karena nilai $F_{hitung} > F_{tabel}$ dan diperkuat lagi dengan hasil P-value sebesar 0,000, 0,020, dan 0,039 yang berada di bawah angka taraf signifikan yaitu 0,05.

Uji Independensi

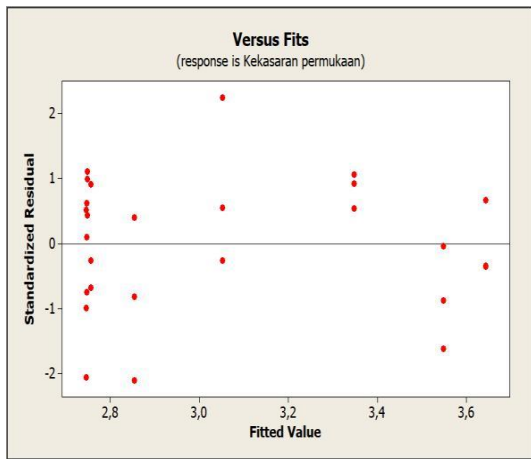
Pengujian independen terhadap data di penelitian ini dilakukan dengan menggunakan fitur auto corelation function (ACF). Berdasarkan plot ACF yang dipaparkan pada Gambar 3 tidak ada nilai ACF pada setiap lag yang keluar dari batas interfal yaitu antara -0,4 sampai 0,4. Hal ini membuktikan bahwa tidak ada korelasi antara residual yang satu dengan yang lain, artinya residual bersifat independen.



Gambar 3. Hasil Uji Independen

Uji Homogenitas

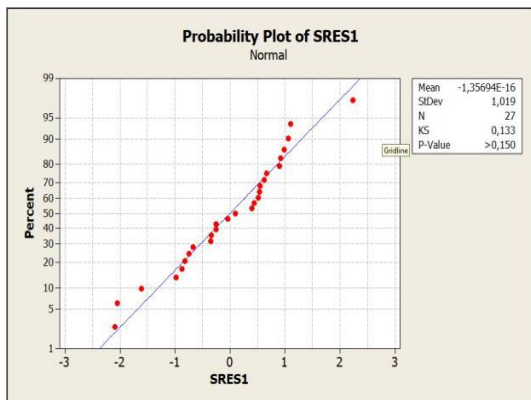
Pengujian homogenitas atau bisa disebut uji identik pada penelitian ini dilakukan secara visual, yaitu dengan plot antara residual dan *fitted value*. Gambar 4 menunjukkan bahwa data tersebar merata dan tidak membentuk pola tertentu seperti lembah dan bukit atau garis lurus. Hal ini menunjukkan bahwa harapan nilai residual bersifat identik dapat terpenuhi.



Gambar 4. Uji Homogenitas

Uji Kenormalan

Data akan terdistribusi normal jika memenuhi beberapa syarat yaitu nilai $P - value > 0,05$ dan nilai $KS_{hitung} < KS_{tabel}$, pada Gambar 5. dapat dilihat bahwa nilai $P - value > 0,15$ dan nilai KS_{hitung} sebesar 0,133 yaitu lebih kecil dari KS_{tabel} sebesar 0,254 sehingga data telah terdistribusi normal.



Gambar 5. Hasil Distribusi Normal

Prediksi Nilai Optimum

Prediksi nilai respon optimum dapat dihitung dengan kombinasi nilai rata-rata S/N rasio pada masing-masing level dari parameter pemesinan yang menghasilkan respon optimum seperti yang telah di tunjukkan pada tabel 4.3. Kombinasi parameter pemesinan yang menghasilkan nilai S/N rasio optimum dan memiliki pengaruh yang signifikan yaitu sebagai berikut:

- a. Parameter pemesinan Arus level 1
- b. Parameter pemesinan Tegangan level 1

Parameter pemesinan *Wire speed* level 3 Nilai prediksi S/N rasio dihitung dengan persamaan 2 (Soenjanto, 2009).

$$\hat{\mu} = \gamma_m \sum_{i=1}^q (\hat{\gamma}_i - \gamma_m) \tag{2}$$

Dari perhitungan diperoleh nilai rata-rata S/N rasio prediksi kombinasi parameter pemesinan yang menghasilkan respon optimum adalah sebesar (-8,02).

KESIMPULAN

Hasil eksperimen dan analisis hasil dari penelitian ini yang berjudul “Pengaruh Variasi Parameter *Wire-Cut EDM* Mitsubishi BA-8 Terhadap Kekasaran Permukaan Baja SKD 61” dapat diambil kesimpulan bahwa:

1. Parameter pemesinan yang paling signifikan dalam menghasilkan nilai kekasaran permukaan yang terbaik secara berurutan yaitu arus (Amp) berkontribusi sebesar 82,46%, tegangan (Volt) berkontribusi sebesar 3,36% dan *wire speed* (m/m) berkontribusi sebesar 2,53%.
2. Pengaturan parameter pemesinan pada proses *wire cut EDM* dengan benda kerja baja SKD 61 yang mampu menghasilkan respon kekasaran permukaan yang paling baik yaitu pada arus (Amp) level 1 yang bernilai 4 amp, tegangan (Volt) level 1 yang bernilai 4 volt dan *wire speed* (m/m) level 3 yang bernilai 12 m/m.
3. Nilai kekasaran permukaan yang paling baik didapatkan pada kombinasi arus level 1, tegangan level 1 dan *wire speed* level 3 yaitu sebesar 2,54 μm .

SARAN

1. Untuk penelitian selanjutnya disarankan dapat melakukan penelitian langsung dengan multi respon yang kemudian di optimasi lebih baik lagi.
2. Parameter yang digunakan pada penelitian ini yaitu arus, tegangan, dan *wire speed* sehingga diharapkan pada penelitian selanjutnya dapat memilih parameter lain yang memiliki pengaruh signifikan terhadap kekasaran permukaan.
3. Metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu metode analisis taguchi diharapkan pada penelitian selanjutnya dapat mengaplikasikan metode lain seperti respon permukaan atau desain faktorial sehingga dapat membandingkan hasil metode yang berbeda.

DAFTAR PUSTAKA

Aditya, D. P. 2015, Thesis : Optimization Of Multi-Response Of Wireelectrical Discharge Machining (Wedm) Process Of Buderus Tool Steel 2080 Using Taguchi-Grey-Fuzzy Method, Departement Of Mechanical Engineering, Faculty Of Industrial Technology Sepuluh Nopember Institute Of Technology, Surabaya.

Gapsari, F., dkk. 2011, Pengaruh Besar Arus Listrik Pada Proses wire Edm terhadap profile error Involuteroda Gigi Lurus. Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya, Malang.

Mulyadi, A. & Suryanto, P. 2016, Optimalisasi Hasil Proses Wire-Cut Edm Dengan Metode Principal Component Analysis (Pca). Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah, Sidoarjo

Soenjanto, I. 2009, Desain Eksperimen Dengan Metode Taguchi, Yogyakarta : Graha Ilmu.

Susanto, E. E., dkk. 2016, Optimalisasi Kualitas Pemotongan Sudut Pada Mesin Wire Cutting

Electric Discharge Machining (Edm). Jurusan Teknik Mesin, Institut Teknologi Nasional Malang, Malang.

Widodo, dkk. 2015. Pengaruh Parameter Proses Current Pulse, On Time, Dan Off Time Pada Electrical Discharge Machining (Edm) Die Sinking Terhadap Nilai Kekasaran Permukaan Benda Kerja Baja Aisi H-13. Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negri Batam, Batam.