

ANALISA PENGARUH INTENSITAS ARUS DAN JENIS ELEKTRODA TERHADAP LAJU Pengerjaan LOGAM PADA PROSES *ELECTRO DISCHARGE MACHINE*

¹⁾Nurul Aziza dan ²⁾Irwan Zahrudin AR

¹⁾Jurusan Teknik Industri STT YPM Sidoarjo

²⁾Teknik Mesin UNESA Surabaya

email : ¹⁾nurulaziza01@yahoo.com

ABSTRAK

Dalam proses pengerjaan logam pada mesin EDM (*Electro Discharge Machine*) ada beberapa hal yang perlu diperhatikan yaitu jenis elektroda yang digunakan yaitu grafit atau tembaga serta seberapa arus yang digunakan. Benda uji yang digunakan adalah cetakan aksesoris sepatu. Dari hasil pengumpulan data, akan diolah dengan ANOVA dua arah apakah ada pengaruh antara dua factor diatas, yaitu factor besarnya arus dan jenis elektroda yang digunakan dan seberapa besar pengaruhnya terhadap laju pengerjaan logam. Berdasarkan hasil pengolahan data, diketahui ada pengaruh yang signifikan antara besarnya arus listrik yang digunakan dengan jenis elektroda yang dipakai terhadap laju pengerjaan logam yang diharapkan dapat meminimasi waktu pengerjaan.

Kata Kunci: *Electro Discharge Machine*, ANOVA, laju pengerjaan logam.

PENDAHULUAN

Pada sebagian industri dibidang permesinan saat ini masih menggunakan mesin-mesin perkakas konvensional, sehingga untuk proses pengerjaan yang lebih rumit yang tidak mungkin dikerjakan pada mesin konvensional terkadang mengalami kesulitan. Berbagai industri kemudian berusaha untuk menggunakan mesin yang lebih canggih, yaitu salah satunya adalah EDM (*Electro Discharge Machine*). Demikian halnya dengan BPT Logam, Perencanaan dan LIK yang sebelumnya bernama UPT MPSS dan LIK yang berada dibawah naungan Departemen Perindustrian dan Perdagangan yang terletak di Trosobo Taman.

Mesin EDM paling sering untuk pengerjaan logam untuk matres (*moulding maupun press die*) yang mempunyai karakteristik dan variasi produk yang berbeda-beda. Pada umumnya, proses pengerjaan dan pengoperasiannya mesin EDM ini hanya mengandalkan keahlian dan pengalaman dari operator tanpa memperhitungkan waktu dan biaya yang akan dibebankan pada produk jadi.

Oleh karena itu, diadakan suatu penelitian untuk mengetahui bentuk hubungan parameter permesinan dengan karakteristik proses EDM sehingga laju pengerjaan dan waktu proses pengerjaan dapat diperhitungkan secara pasti.

Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah diatas, maka rumusan masalahnya adalah sebagai berikut :

- Apakah ada pengaruh besarnya arus listrik dan jenis elektroda yang digunakan terhadap laju pengerjaan logam ?

- Seberapa besar pengaruh arus listrik dan jenis elektroda yang digunakan terhadap laju pengerjaan logam?

Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini antara lain :

- Mengetahui pengaruh besarnya arus listrik dan jenis elektroda yang digunakan terhadap laju pengerjaan logam?
- Mengetahui besarnya pengaruh besarnya arus listrik dan jenis elektroda yang digunakan terhadap laju pengerjaan logam.

Ruang Lingkup

Penelitian ini dibatasi oleh ruang lingkup sebagai berikut :

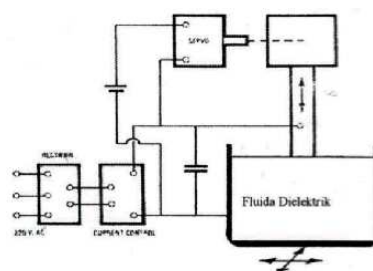
- Lokasi
Lokasi penelitian ini dilakukan di Departemen Mould dan Press di BPT Logam, Perekrayaan dan LIK Trosobo Taman
- Metode
Metode yang digunakan adalah ANOVA (*Analisis Of Varians*) dua arah dan analisis regresi
- Batasan
Penelitian ini dibatasi hanya pada pembuatan cetakan untuk aksesoris sepatu serta laju pengerjaan logam.

ELECTRO DISCHARGE MACHINING

EDM adalah suatu mesin perkakas non konvensional yang proses pengerjaannya dengan loncatan bunga api (Sparking) yang terjadi antara elektroda pahat dan benda kerja melalui suatu media isolator yang disebut *dielectric fluid*. Material yang digunakan bisa *super alloy* dan baja.

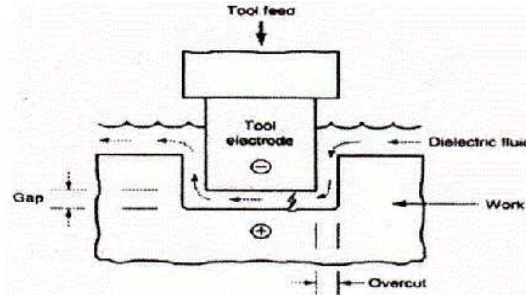
Proses EDM memiliki beberapa kemampuan didalam proses pengerjaan material logam, diantaranya yang terpenting adalah :

- Kemampuan untuk mengerjakan metal atau paduan yang sangat keras yang tidak mudah dikerjakan dengan proses konvensional biasa, sehingga dengan demikian proses EDM ini memegang peranan penting didalam pembuatan suatu cetakan (dies) dan perkakas yang dibuat dari baja yang dikeraskan (*hardened metal*).
- Kemampuan untuk mengerjakan bentuk-bentuk permukaan benda kerja yang kompleks.



Gambar 1. Skema Mesin EDM

Adapun karakteristik proses EDM meliputi laju pengerjaan logam, kekasaran permukaan, keausan pahat, ketelitian (accuracy). Parameter permesinan terdiri dari parameter dasar dan sekunder. Dimana parameter dasar adalah besar arus listrik, *discharge time*, polaritas arus. Sedangkan parameter sekunder meliputi *servo motor* (untuk pengaturan gap) dan *interval time* (waktu *idle* antara dua *discharge time*).



Gambar 2. Skema Proses EDM

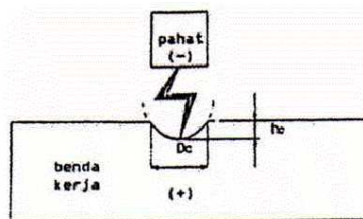
Energi yang terkandung untuk setiap sparking yang terjadi digunakan untuk melelehkan dan menguapkan sejumlah kecil material yang akan meninggalkan bekas berupa kawah-kawah halus pada permukaan benda kerja. dari hubungan logis ini menimbulkan pemikiran bahwa semakin besar energi setiap sparking, akan mengakibatkan semakin dalam dan lebar kawah yang terjadi pada setiap loncatan bunga api listrik. Besar dan kedalaman kawah juga akan menentukan besar laju pengerjaan benda kerja.

Konsep Dasar *Electro Discharge Machine*

Menurut Lapidge, Samuael C. Robert. Arthut D. (1977:388) bahwa proses EDM pada prinsipnya adalah proses pengikisan (erosion) pada suatu benda kerja konduktif yang disebabkan oleh loncatan bunga api listrik (sparking) berfrekwensi tinggi yang terjadi antara benda kerja (biasanya berfungsi sebagai anoda) dengan elektroda pahat (berfungsi sebagai katoda) dimana antara dua elektroda tersebut dipisahkan oleh fluida dielektrik yang berfungsi sebagai media isolator.

Untuk memungkinkan terjadinya loncatan bunga api listrik, maka beda tegangan listrik benda kerja dengan elektroda pahat harus melampaui ata lebih tinggi daripada break down voltage celah tersebut. Adapun besarnya nilai break down voltage celah trgantung pada mesin EDM itu sendiri (Buku pedoman EDM merk Hsiu Fong:1990) adalah :

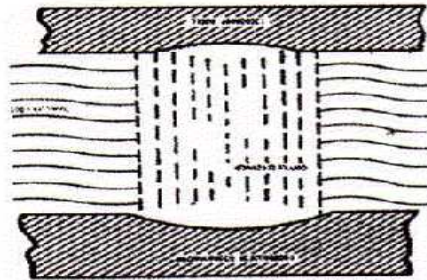
- Jarak celah benda kerja dengan elektroda pahat
- Sifat media isolator
- Tingkat polusi yang terjadi pada celah dielektrum



Gambar 3. Model tumbukan

Mekanisme terjadinya loncatan bunga api listrik dijelaskan sebagai berikut :

1. pengaruh medan listrik yang ada diantara pahat dengan benda kerja menyebabkan terjadinya pergerakan ion positif dan electron, masing-masing menuju kutub-kutub yang berlawanan, akhirnya terbentuklah suatu saluran yang bersifat konduktif.
2. pada kondisi ini, maka arus listrik dapat mengalir melalui saluran ion tersebut dan terjadilah loncatan bunga api listrik.



Gambar 4. Pembentukan Ion

Karakteristik Proses Permesinan EDM

Laju Pengerjaan Logam

Laju pengerjaan logam didefinisikan sebagai besarnya volume pengerjaan logam tiap satuan waktu. Proses pengerjaan material pada benda adalah terjadinya pembentukan kawah-kawah pada permukaan benda kerja itu.

Besarnya volume kawah yang terjadi dapat ditentukan dengan rumus :

$$V_c = V_{m1} - V_{m2} \quad (1)$$

dimana :

V_c = volume kawah

V_{m1} = volume benda kerja sebelum pengerjaan

V_{m2} = volume benda kerja setelah pengerjaan

Menurut Yuliatmaja (1998), secara matematis laju pengerjaan logam dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$RMR = \frac{V}{t} \text{ atau } RMR = \frac{W_0 - W}{t} \quad (2)$$

dimana : v : volume logam (mm^3)

t : waktu (detik)

W_0 : berat mula-mula (gram)

W : berat setelah pengerjaan (gram)

ANOVA Klasifikasi Dua arah

Analisis varian klasifikasi dua arah adalah suatu metode untuk menguraikan keragaman total data menjadi komponen-komponen yang mengukur berbagai sumber keragaman yang dipengaruhi oleh dua faktor.

Tabel 1. Contoh klasifikasi dua arah

Faktor A	Faktor B						Total	Mean
	1	2	..	j	..	c		
1	X_{11}	X_{12}	..	X_{1j}	..	X_{1c}	$T_{1.}$	$X_{1.}$
2	X_{21}	X_{22}	..	X_{2j}	..	X_{2c}	$T_{2.}$	$X_{2.}$
·	·	·	·	·	·	·	·	·
I	X_{i1}	X_{i2}	..	X_{ij}	..	X_{ic}	$T_{i.}$	$X_{i.}$
·	·	·	·	·	·	·	·	·
r	X_{r1}	X_{r2}	..	X_{rj}	..	X_{rc}	$T_{r.}$	$X_{r.}$
Total	$T_{.1}$	$T_{.2}$	..	$T_{.j}$	..	$T_{.c}$	$T_{..}$	
Mean	$X_{.1}$	$X_{.2}$	..	$X_{.j}$	..	$X_{.c}$		$X_{..}$

$$SS_A = \sum_{i=1}^r \frac{T_{i.}^2}{c} - \frac{T_{..}^2}{rc} \tag{3}$$

$$SS_B = \sum_{j=1}^c \frac{T_{.j}^2}{r} - \frac{T_{..}^2}{rc} \tag{4}$$

$$SS_{Total} = \sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^c x_{ij}^2 - \frac{T_{..}^2}{rc} \tag{5}$$

$$SS_{Error} = SS_{Total} - SS_A - SS_B \tag{6}$$

dimana :

$SSA =$ Sum Square factor A

$SSB =$ Sum Square factor B

$SST =$ Sum Square Total

$SSE =$ Sum Square error

Analisis Regresi

Untuk mendapatkan data dengan pendekatan model matematis yang dilakukan adalah dengan persamaan regresi. Analisis regresi ini berguna untuk menentukan tafsir terbaik hubungan antara sekelompok variable terhadap responnya.

Persamaan umum regresi adalah :

$$\hat{y} = a + bx \tag{7}$$

dimana :

a : intersept atau perpotongan dengan sumbu tegak

b : gradien atau kemiringan

$$b = \frac{n \sum_{i=1}^n x_i y_i - \left(\sum_{i=1}^n x_i \right) \left(\sum_{i=1}^n y_i \right)}{n \sum_{i=1}^n x_i^2 - \left(\sum_{i=1}^n x_i \right)^2} \tag{8}$$

$$a = \bar{y} - b\bar{x} \tag{9}$$

koefisien korelasi dapat dihitung dengan rumus :

$$r = \frac{n \sum x_i y_i - \sum x_i \sum y_i}{\sqrt{[n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2][n \sum y_i^2 - (\sum y_i)^2]}} \quad (10)$$

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Berdasarkan hasil penelitian dari dua factor yaitu factor besarnya arus dan jenis elektroda yang digunakan yaitu elektroda jenis I (grafit) dan elektroda jenis II (tembaga) terhadap laju pengerjaan logam dengan benda uji 40 sampel dengan 10 kali observasi didapatkan hasil respon sebagai berikut :

Tabel 2. Hasil Perhitungan Laju Pengerjaan logam

Besar Arus(A)	Jenis Electroda	
	1	2
1	0.0009132	0.0008462
	0.008851	0.007565
2	0.002265	0.001587
	0.002249	0.005871
3	0.00283	0.0045879
	0.00232	0.0032587
4	0.0070175	0.006892
	0.006861	0.008972
5	0.00911	0.006897
	0.00729	0.008426
6	0.0141342	0.018792
	0.015625	0.021875
7	0.01156	0.017851
	0.01416	0.029873
8	0.0112359	0.015254
	0.013368	0.015873
9	0.01720	0.012548
	0.01985	0.019765
10	0.0136054	0.019652
	0.0164609	0.020014

ANALISA STATISTIK

□ **Analisis Varian Klasifikasi Dua Arah**

Uji hipotesa :

$$H_0' : \alpha_1 = \alpha_2 = \dots = \alpha_{10} = 0$$

H_1' : sekurang – kurangnya satu α_i tidak sama dengan nol

$$H_0'' : \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_{10} = 0$$

H_1'' : sekurang kurangnya satu β_j tidak sama dengan nol

tingkat signifikan (α) = 0.05

Dengan menggunakan bantuan software SPSS 10. didapatkan output ANOVA sebagai berikut :

Tabel ANOVA

Dependent Variable:

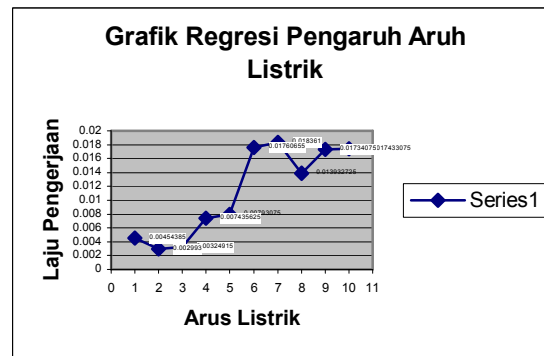
Source	Type III Sum of Squares ^a	df	Mean Square	F	Sig.
ARU	1.504E-	9	1.671E-	17.87	.000
ELEKTR	6.124E-	1	6.124E-	6.552	.019
Error	1.869E-	20	9.347E-		
Total	6.800E-	40			

a. R Squared = .901 (Adjusted R Squared = .887)

Dari hasil diatas, terlihat bahwa:

1. Arus listrik mempunyai pengaruh yang nyata terhadap laju pengerjaan logam hasil proses EDM dimana Sig. < nilai α , maka hipotesis H₀ yang menyatakan “ Tidak ada perbedaan yang nyata antara variasi intensitas arus listrik terhadap laju pengerjaan “ **ditolak**.
2. Jenis elektroda tidak mempunyai pengaruh yang nyata terhadap laju pengerjaan, dimana ditandai dengan nilai sig. > nilai α , maka hipotesis H₀ yang menyatakan “Tidak ada perbedaan yang nyata antara variasi jenis elektroda terhadap laju pengerjaan” **diterima**.

Gambar 5 dibawah ini menjelaskan hubungan antara intensitas arus listrik terhadap laju pengerjaan.



Gambar 5. Grafik Hubungan Arus Listrik dan Laju Pengerjaan

Dari grafik diatas, terlihat bahwa semakin besar arus listrik maka semakin besar pula tingkat laju pengerjaan logam pada proses EDM. Hasil dari penelitian ini maka persamaan regresi dapat diestimasi sebagai berikut berdasarkan printout SPSS.

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	.682E-04	.001		.399	.694
	X	.687E-03	.000	.866	7.357	.000

a. Dependent Variable: Y

maka persamaan regresi berdasarkan hasil printout SPSS diatas adalah :

$$\hat{y} = 0.0005682 + 0.001687x$$

dengan nilai r = 0.866 atau 86.6% atau dapat disimpulkan bahwa pengaruh besarnya arus listrik terhadap laju pengerjaan logam sebesar 86.6% artinya pengaruh besar

arus listrik terhadap laju pengerjaan logam hanya sebesar 86.6% sedangkan 13.4% sisanya dipengaruhi oleh factor-faktor lain.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian ini, maka dapat kesimpulan sebagai berikut :

- Variasi intensitas arus listrik berpengaruh sangat nyata terhadap laju pengerjaan logam pada proses EDM.
- Variasi jenis elektroda tidak berpengaruh nyata terhadap laju pengerjaan logam pada proses EDM.
- Pengaruh besar arus listrik terhadap laju pengerjaan dapat dikatakan sebagai hubungan regresi linier dengan persamaan : $\hat{y} = 0.0005682 + 0.001687x$
- Kontribusi pengaruh arus listrik terhadap laju pengerjaan adalah ditunjukkan dengan koefisien korelasi sebesar 86.6% dan sisanya sebesar 13.4% disebabkan oleh factor lain.

DAFTAR PUSTAKA

- Amand,Krar, Oswald St.(1983).*Machine Tool Operation*. McGraw Hill, New York.
- Amand,Krar, Oswald St.(1983).*Technology of Machine Tool* ,McGraw Hill, New York.
- Groover, Mikell P.(1996).*Fundamental of Modern Manufacturing*.Prentice Hall, New Jersey.
- G, Semon.(1975). *A Practical Guide to EDM*, Atillers Des, Charmilles. Genewa.
- Hsiu Fong.(1990), *Buku Pedoman Mesin EDM Hsiu Fong*, Hsiu Fong, Taiwan.
- Lapidge, Samuel C.(1977). *Manufacturing Processes*. McGraw Hill. New York.
- Montgomery,Douglas C(1990). *Probabilita dan Statistik dalam Ilmu Rekayasa dan Mabajemen*. edisi kedua. UI Press. Jakarta.
- Montgomery, Douglas C.(1972). *Probability and Statistics in Engineering and Mnagement Science*. John Willey & Sons, Inc.,New York.
- Pandey, PC. Shan,HS.(1980).*Modern Machining Processes*. McGraw Hill. New Delhi.
- Schey, John A.(1987).*Introduction to Manufacturing Processes*. McGraw Hill. New York.
- Sudjana.(1996).*Metoda Statistika*. Tarsito.Bandung.
- Rochim,Taufik.(1993).*Proses Pemesinan*. FTI-ITB. Bandung.
- Walpole, Ronald E.(1988).*Pengantar Statistika*. edisi ketiga. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Yuliatmaja, El Hana.(1998). *Analisa Pengaruh Karbon Terhadap Kekasaran Permukaan pada Proses Wire EDM*. Skripsi. Universitas Muhammadiyah. Malang.