

ANALISA KEKASARAN PERMUKAAN PADA PROSES EDM SINKING MENGGUNAKAN METODA RESPONSE SURFACE METHODOLOGY

Eko Yudo¹, Zaldy Kurniawan²

^{1,2}Jurusan Teknik Mesin - Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung
Kawasan Industri Airkantong Sungailiat-Bangka, 33211
Telp.0717-93586, Fax.0717-93585, yudamessi2207@gmail.com

Abstract

The development of technology in the manufacturing sector is very fast, the market demand is diverse will the needs of products and components with complex shapes and high level of precision and hardness of material that has high strength. High degree of hardness and precision are widely used non-conventional EDM machine sinking. the electrode wear rate (LKE) and surface roughness (KP) are at least the performance of the EDM sinking machine process to be achieved. The study was conducted to determine the contribution of process parameters in order to reduce the variation of response parameters simultaneously and to determine the appropriate process parameter setting value. Parameters varied current, on time, off time and machining voltage. This research uses experimental design from Response Surface Methodology (RSM) method. And obtained the most refined R_a roughness results on T_{on} 100 μs , and T_{off} 15 μs with 10 A Ampere, and the roughest R_a roughness is obtained at T_{on} 300 μs , and T_{off} 15 μs with Ampere 20 A.

Keywords: EDM sinking, surface roughness (KP), Response Surface methodology

Abstrak

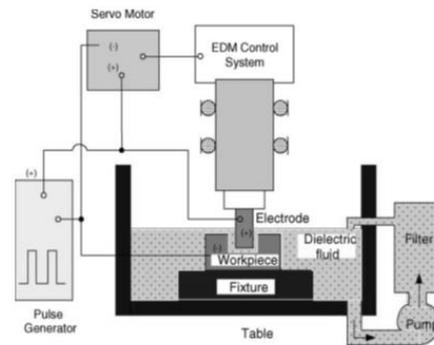
Perkembangan teknologi dibidang manufaktur saat ini sangat cepat, keinginan pasar yang beragam akan kebutuhan produk serta komponen dengan bentuk yang kompleks dan tingkat kepresisian yang tinggi serta kekerasan material yang memiliki kekuatan tinggi. Tingkat kekerasan yang tinggi dan kepresisian banyak digunakan mesin non konvensional EDM sinking. laju keausan elektroda (LKE) dan kekasaran permukaan (KP) yang minimal merupakan kinerja dari proses mesin EDM sinking yang ingin dicapai. Penelitian dilakukan bertujuan untuk menentukan kontribusi dari parameter-parameter proses agar bisa mengurangi variasi parameter respon secara serentak dan menentukan nilai setting parameter proses yang tepat. Parameter yang divariasikan current, on time, off time dan machining voltage. Penelitian ini menggunakan rancangan percobaan dari metode Response Surface Methodology (RSM). Dan didapat hasil kekasaran R_a yang paling halus terdapat pada T_{on} 100 μs , dan T_{off} 15 μs dengan Ampere 10 A, dan kekasaran R_a yang paling kasar didapat pada T_{on} 300 μs , dan T_{off} 15 μs dengan Ampere 20 A.

Kata kunci: EDM sinking, kekasaran permukaan (KP), Response Surface Methodology

1. PENDAHULUAN

Pada saat ini perkembangan teknologi di bidang manufaktur sangat la cepat, dengan demikian permintaan pasar pun semakin beragam akan kebutuhan produk-produk dan komponen-komponen dengan berbagai bentuk dari bentuk sederhana kebentuk yang sedemikian kompleks dan tingkat kepresisian yang tinggi serta tingkat kekerasan material yang memiliki kekuatan lebih tinggi, oleh sebab itu dunia industri manufaktur dituntut akan adanya peningkatan efektifitas dan efisiensi yang mampu dalam proses pemesinannya. Untuk saat ini mesin konvensional belum bisa mengerjakan komponen yang kompleks dan tingkat kekerasan tinggi dengan tingkat kepresisian yang tinggi. Hal ini bisa diproses menggunakan mesin non-konvensional seperti EDM sinking (*Electrical Discharge Machine*).

Proses *EDM* adalah proses termal yang digunakan untuk pengerjaan logam dengan kontur yang kompleks, dengan melibatkan pembentukan saluran plasma akibat loncatan bunga api diantara elektroda dan benda kerja yang terjadi secara tidak kontinu tetapi periodik terhadap waktu. Panas dari loncatan bunga api akan menyebabkan terjadinya pelelehan lokal pada material benda kerja dan elektroda. Dengan demikian besarnya kecepatan pengerjaan benda kerja sangat dipengaruhi oleh temperatur leleh dari benda kerja itu sendiri. Secara umum, prinsip kerja proses *EDM sinking* diilustrasikan pada Gambar.1 (Lin et al. 2002).

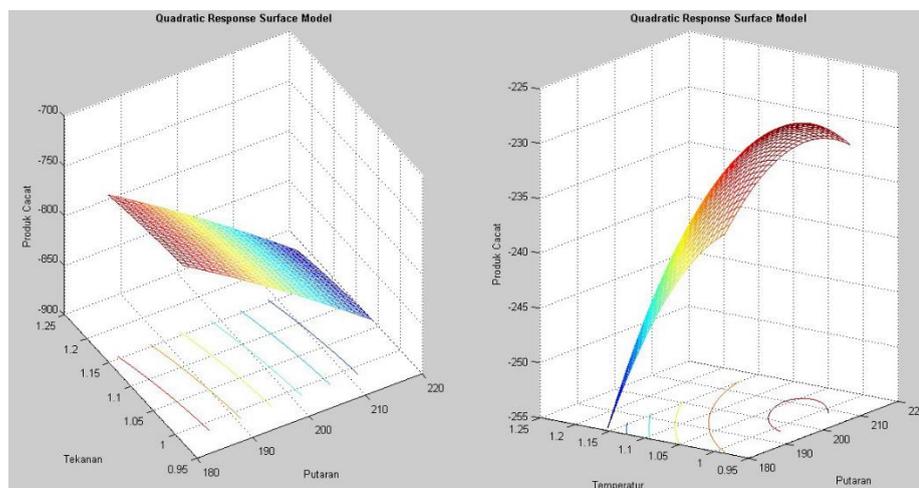


Gambar.1 Skema proses *EDM sinking* (Lin et al. 2002)

$$LPM = \frac{\text{volume yang terbangung}}{\text{waktu proses}} \quad (1)$$

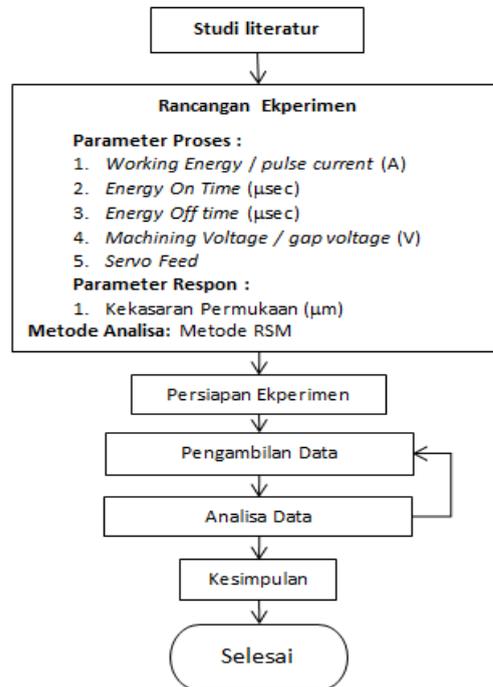
Kekasaran permukaan didefinisikan sebagai ketidakaturan konfigurasi permukaan pada suatu benda atau bidang. Konfigurasi permukaan yang dihasilkan dari proses pemesinan *EDM* adalah kontur permukaan yang berbentuk berupa kawah-kawah kecil pada permukaan. Kondisi kawah yang dihasilkan pada proses pemesinan *EDM sinking* tergantung pada energi listrik yang terdapat pada setiap loncatan bunga api listrik.

Metode permukaan respon (*response surface methodology*) merupakan sekumpulan teknik matematika dan statistika yang berguna untuk menganalisis permasalahan dimana beberapa variabel independen mempengaruhi variabel respon dan tujuan akhirnya adalah untuk mengoptimalkan respon. Ide dasar metode ini adalah memanfaatkan desain eksperimen berbantuan statistika untuk mencari nilai optimal dari suatu respon. Metode ini pertama kali diajukan sejak tahun 1951 dan sampai saat ini telah banyak dimanfaatkan baik dalam dunia penelitian maupun aplikasi industri. Misalnya, dengan menyusun suatu model matematika, peneliti dapat mengetahui nilai variabel-variabel independen yang menyebabkan nilai variabel respon menjadi optimal.



Gambar 2. Quadratic response surface model

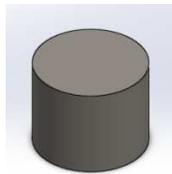
2. METODE PENELITIAN



Gambar 3. Diagram penelitian

Rancangan Penelitian

Bahan yang digunakan pada penelitian adalah material baja AISI H13 dengan dimensi $\varnothing 25 \times 19$.



Gambar.4 Benda kerja

Material untuk elektroda atau pahat yang digunakan adalah tembaga. Dasar pemilihan elektroda tembaga ini adalah:

1. Memiliki sifat konduktor yang baik.
Dapat digunakan untuk semua jenis logam



Gambar 5. Elektroda material tembaga

Alat Pengujian

Untuk mempermudah dalam melakukan proses penelitian peralatan yang digunakan adalah sebagai berikut:

Mesin EDM

Mesin EDM sinking yang digunakan adalah mesin Hitachi dengan Series H-DS02-S ditunjukkan pada Gambar 3.3



Gambar 6. Mesin EDM sinking H-DS02-S

Alat Ukur Surface Roughness Tester

Alat ukur *Surface Roughness Tester* yang digunakan dalam penelitian ini adalah *SURFTTEST SJ-210* buatan *Mitutoyo* dengan kecermatan $0,01\mu\text{m}$. Alat ini digunakan untuk mengukur berapa nilai kekasaran permukaan dari hasil pengikisan material menggunakan EDM *sinking*. Alat ukur tersebut dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 7. Surface Roughness Tester SJ-210

Parameter Penelitian

Parameter Proses

Parameter proses adalah parameter yang dapat dikendalikan dan nilainya dapat ditentukan. Ada empat parameter proses yang digunakan pada eksperimen ini yaitu:

1. Arus (Current)
Arus listrik yang dihasilkan oleh mesin EDM ini antara 0 – 28 A. *Current* yang digunakan adalah: 10A, 15, 20 dan 25A.
2. Energy On Time
On-time yang dihasilkan oleh mesin EDM ini antara 50 – 300 μs , namun yang dipilih adalah on time 100 μs , 150, 200 dan 300 μs .
3. Energy Off Time
Mesin ini menghasilkan *off-time* antara 3 ~ 25 μs , namun pada penelitian ini dipilih dua level *off-time* yaitu 5, 10, 15 dan 20 μs .

Parameter Respon

Parameter respon merupakan variabel yang besarnya tidak dapat ditentukan dan nilainya dipengaruhi oleh perlakuan yang diberikan, serta hasilnya diketahui setelah melaksanakan percobaan. Parameter respon yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Kekasaran Permukaan

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada pengolahan sample ini dilakukan secara acak dengan kombinasi variabel proses mengacu pada rancangan percobaan yang sesuai dengan perhitungan Desain of Experiment (DOE) dengan metode permukaan respon. Pengacakan ini dilakukan dengan menggunakan fasilitas randomisasi bilangan melalui bantuan perangkat lunak Design expert 9.0. Desain tersebut dikenal dengan Central Composite Design (CCD).

CCD yang digunakan meliputi 20 kali pengujian dan masing-masing titik variasi dengan pengulangan sebanyak 6 kali pada daerah pusatnya dengan menggunakan perangkat lunak Design Expert 10 dimana dari 3 parameter proses yang diambil yaitu energy on time (μs), energy off time (μs) dan Ampere/current (A) didapat 20 sample percobaan yaitu :

3.1. Hasil dan Pembahasan kekasaran

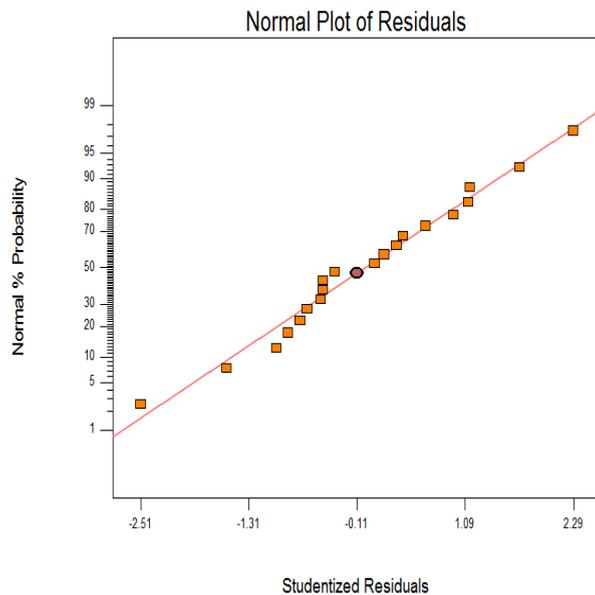
Analisis varian (ANOVA) dari model linier yang telah didapat ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 1. ANOVA for Response Surface Quadratic Model Kekasaran

Source	Sum of Squares	DF	Mean Square	F Value	Prob > F	
Model	0,11	9	0,012	2,26	0,1106	significant
A	6,58E-03	1	6,58E-03	1,24	0,2922	
B	2,47E-03	1	2,47E-03	0,46	0,5116	
C	1,51E-03	1	1,51E-03	0,28	0,6055	
A2	4,37E-03	1	4,37E-03	0,82	0,3865	
B2	7,84E-05	1	7,84E-05	0,015	0,9058	
C2	0,017	1	0,017	3,22	0,1031	
AB	0,04	1	0,04	7,58	0,0204	
AC	3,71E-03	1	3,71E-03	0,7	0,4232	
BC	0,033	1	0,033	6,15	0,0326	
Residual	0,053	10	5,33E-03			
Lack of Fit	0,043	5	8,51E-03	3,98	0,0779	not significant
Pure Error	0,011	5	2,14E-03			
Cor Total	0,16	19				

Dari perhitungan ANOVA dapat dilihat bahwa *Lack of Fit* (LOF) dari model linier tidak signifikan dengan nilai *Mean Square Error* (MSE) yaitu 8,51. Model ini valid dan dapat digunakan untuk memprediksi nilai kekasaran permukaan.

DESIGN-EXPERT Plot
Ln(Kekasaran Permukaan)



Gambar 8. Normal plot of residuals kekasaran permukaan

DESIGN-EXPERT Plot

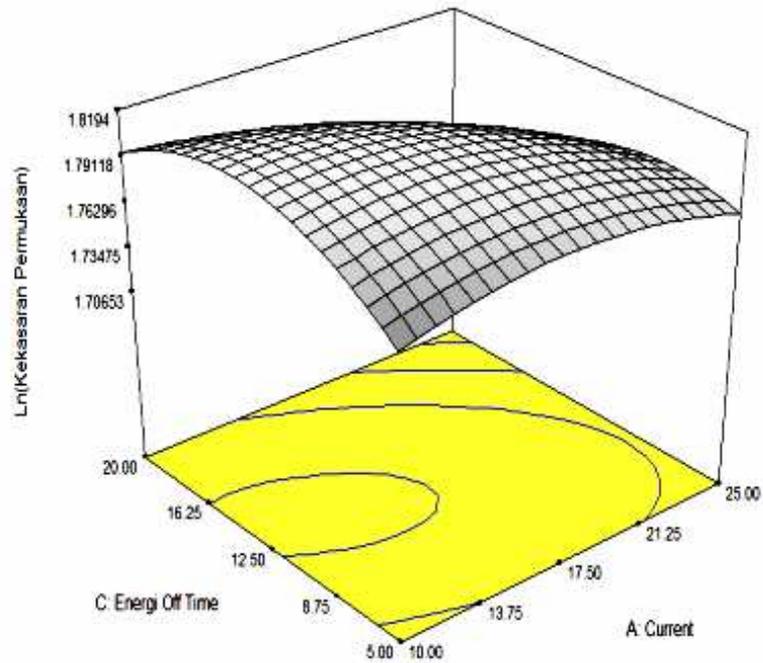
Ln(Kekasaran Permukaan)

X = A: Current

Y = C: Energi Off Time

Actual Factor

B. Energi On Time = 200.00



Gambar 9. Plot actual faktor Energy On Time kekasaran permukaan

DESIGN-EXPERT Plot

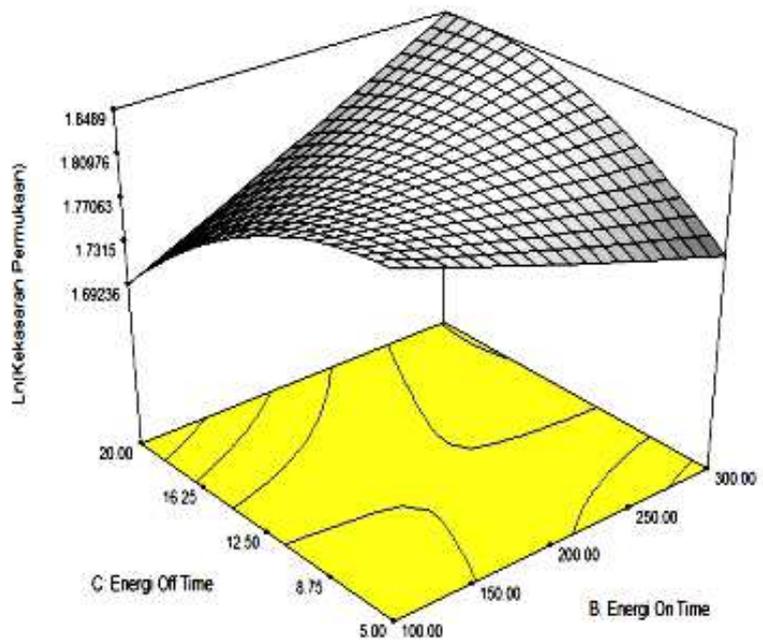
Ln(Kekasaran Permukaan)

X = B: Energi On Time

Y = C: Energi Off Time

Actual Factor

A. Current = 17.50



Gambar 10. Plot actual faktor Current (arus) pada kekasaran permukaan

DESIGN-EXPERT Plot

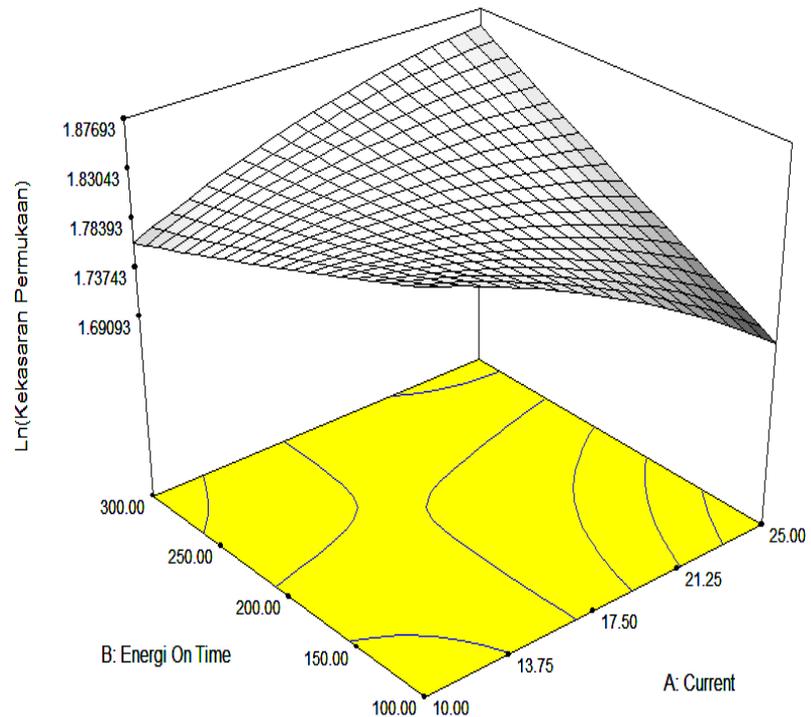
Ln(Kekasaran Permukaan)

X = A: Current

Y = B: Energi On Time

Actual Factor

C: Energi Off Time = 12.50



Gambar 11. Plot actual faktor Energy Off Time kekasaran permukaan

4. SIMPULAN

Nilai kekasaran R_a yang paling halus terdapat pada T_{on} 100 μs , dan T_{off} 15 μs dengan *Ampere* 10 A, dan kekasaran R_a yang paling kasar didapat pada T_{on} 300 μs , dan T_{off} 15 μs dengan *Ampere* 20 A. Berdasarkan hasil diatas bahwa pengaruh parameter terhadap kekerasan dan kekasaran permukaan adalah lamanya waktu untuk pembilasan atau pembuangan geram/slurp, dimana semakin lama waktu pembilasan maka hasil permukaan akan semakin baik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Lin, C.L., Lin, J.L. & Ko, T.C., "Optimisation of the EDM Process Based on the Orthogonal Array with Fuzzy Logic and Grey Relational Analysis Method", *Journal of Advance Manufacturing Technology*, pp.271–277, 2002.
- [2] Hitachi MP30E, Machining technical Data Book, Kanagawa Japan: Hitachi Via Mechanics, Ltd.
- [3] Krar, S. F.& Check, A., *Technology of Machine Tools* fifth edit, Mc-Graw Hill International Editions, 1997.
- [4] Rochim, T., *Klasifikasi Proses, Gaya dan Daya Pemesinan*, Bandung: Lab. Teknik Produksi dan Metrologi Industri ITB, 2007.
- [5] Myers, RH dan DC Montgomery. 1995.
- [6] Response Surface Methodology: Process and Product Optimization Using Designed Experiments. New York: John Wiley & Sons, Inc.
- [7] Nuryanti dan D.J. Salimy, "Metode Permukaan Respon dan Aplikasinya Pada Optimasi Eksperimen Kimia", *Risalah Lokakarya Komputasi dalam Sains dan Teknologi Nuklir: 6-7 Agustus 2008* (373-391), 2008.
- [8] Montgomery, DC, Design and Analysis of Experiments 5th edition, New York: John Wiley & Sons, Inc, 2001.