

ANALISIS KEKERASAN PERMUKAAN TITANIUM-6Al-4V PADA PROSES EDM SINKING DENGAN APLIKASI RESPONSE SURFACE METHODOLOGY (RSM)

Yuliyanto¹

¹Jurusan Teknik Mesin - Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung
Kawasan Industri Airkantung Sungailiat, Telp.0717-93586, Fax.0717-93585,
belzanyuliyanto@yahoo.com,

Abstract

This study looked at the effect of severed EDM process parameters on the optimum value of titanium alloy hardness. this study uses Design Expert 9.0 software to help develop an experimental plan of response surface method models and CCD. The machine used is Hitachi Electrical Discharge Machining (EDM) brand with Series H-DS02-S. Material used titanium 6Al-4V. Electrode used copper (Cu). The process parameters used are Current (A), On time (μ s) and Off time (μ s). Coolant fluid using Hydroseal 63H. The results of data processing there are 20 experiments. This research shows optimum machining condition for hardness (HV) is 322. Analysis of variance (Anova) shows the value of F arithmetic is 3,94, MSE is 0,022 and p (0,0794). The increase of current and on-time values gives a great influence on surface roughness. The increase of Off time value does not give significant effect to the roughness. The next research will be done with 5 (five) process parameters, Current, On time, Off time, Machining Voltage and Servo feed.

Keywords: EDM Machine, Titanium 6Al-4V, RSM, Hardness

Abstrak

Penelitian ini melihat pengaruh parameter proses EDM singking terhadap nilai optimum kekerasan paduan titanium. penelitian ini menggunakan perangkat lunak Design Expert 9.0 untuk membantu mengembangkan rencana eksperimen dari model metode permukaan respon dan CCD. Mesin yang digunakan adalah Electrical Discharge Machining (EDM) singking merk Hitachi dengan Series H-DS02-S. Material yang digunakan titanium 6Al-4V. Elektroda yang digunakan tembaga (Cu). Parameter proses yang digunakan adalah Current (A), On time (μ s) dan Off time (μ s). Cairan pendingin menggunakan Hydroseal 63H. Hasil pengolahan data terdapat 20 kali percobaan. Penelitian ini menunjukkan kondisi permesinan yang optimum untuk kekerasan (HV) adalah 322. Analisis variansi (Anova) menunjukkan nilai F hitung adalah 3,94, MSE yaitu 0,022 dan p (0,0794). Kenaikan nilai current dan on time memberikan pengaruh yang besar terhadap kekasaran permukaan. Kenaikan nilai Off time tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap kekasaran. Penelitian selanjutnya akan dilakukan dengan 5 (lima) parameter proses yaitu Current, On time, Off time, Machining Voltage dan Servo feed.

Kata Kunci: Mesin EDM, Titanium 6Al-4V, RSM, Kekerasan

1. PENDAHULUAN

Electrical Discharge Machining (EDM) singking adalah salah satu proses pemesinan non konvensional yang tepat ketika pembuatan benda kerja dengan proses pemesinan konvensional sulit dilakukan. Proses ini telah digunakan secara efektif pada pemesinan material yang keras, berkekuatan tinggi, tahan terhadap suhu tinggi. Pada proses EDM, pemilihan variabel proses dalam mencapai kinerja pemesinan yang optimal sangat penting. Variabel proses pemesinan yang diinginkan ditentukan berdasarkan pengalaman dan buku pedoman. Selain itu proses EDM juga merupakan proses pemesinan dengan menggunakan proses erosi yang dihasilkan dari perbedaan potensial lewat sebuah Elektroda. Elektroda yang digunakan bisa terbuat dari tembaga, brass, zink, dll. Proses ini telah digunakan secara

efektif pada pemesinan material yang keras, berkekuatan tinggi dan memiliki permukaan yang halus dan tingkat presisi yang tinggi [1]).

Beberapa penelitian telah dilakukan bahwa arus merupakan faktor yang paling signifikan terhadap MRR, arus dan pulsa on adalah parameter dominan dalam mempengaruhi kinerja proses [2] MRR dipengaruhi oleh arus [3]. Penelitian lain yang berhubungan dengan parameter proses EDM bahwa Nilai rata-rata 0,27603 g / menit MRR, 0.00255 g / menit TWR dan 1,71 μm SR dengan parameter 5A arus, pulsa On time 8 μs dan pulsa off time 4 μs dengan bahan Inconel 800 [4] [7] [8]. Titanium (Ti) adalah logam struktur tahan korosi, ringan, kuat, termasuk tahan air laut dan chlorine dengan warna putih-metalik-keperakan dan memiliki kekerasan yang tinggi, biasanya digunakan dalam bentuk paduan (*Titanium Alloy*) untuk bagian konstruksi mesin pesawat dan medis. Titanium dan paduan titanium menunjukkan ketahanan korosi yang luar biasa untuk air laut dan media air [5].

Pemotongan logam adalah proses manufaktur yang penting di dunia industri. Studi pemotongan logam berfokus pada tool yang digunakan, komposisi dan sifat mekanis benda kerja, serta semua parameter-parameter proses yang mempengaruhi efisiensi dan kualitas produk. Peningkatan efisiensi proses yang signifikan dapat diperoleh dengan mengoptimalkan parameter proses yang teridentifikasi. Daerah faktor kontrol proses kritis yang menghasilkan variasi produk atau respon dalam batas kriteria penerimaan yang memastikan biaya manufaktur lebih rendah [6]).

Penentuan kombinasi parameter proses dalam pembuatan produk-produk dengan beberapa target karakteristik kualitas yang kritis (Critical to Quality Characteristic/CTQ) cukup sulit dilakukan, karena kompleksitas yang dimiliki dan harus mengandalkan sejumlah besar rangkaian percobaan. Pemilihan dan penentuan variabel proses yang tepat untuk mencapai respon yang optimum sangat penting dilakukan secara efektif. Hal ini bertujuan untuk mengurangi proses *trial and error*, sehingga waktu dan biaya proses pemesinan menjadi efisien.

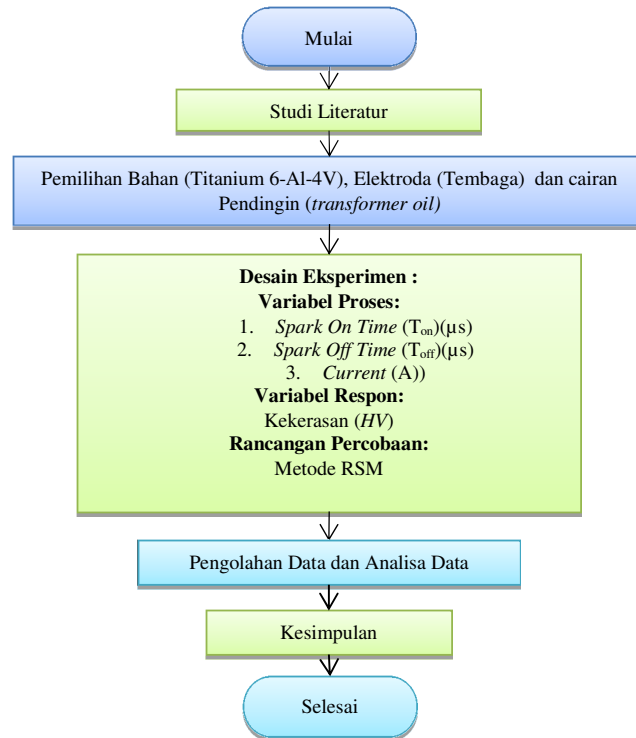
Umumnya, kekerasan menunjukkan ketahanan terhadap *deformasi* dan merupakan ukuran ketahanan logam terhadap *deformasi plastis* atau *deformasi* permanen. Namun juga dalam dunia teknik mesin, kekerasan sering diartikan sebagai ukuran kemudahan dan kuantitas khusus yang menunjukkan suatu kekuatan dan juga ketahanan dari suatu logam.

Penelitian ini direncanakan untuk mengeksplorasi kondisi-kondisi optimum lainnya yang diharapkan dapat menghasilkan Kekerasan dan keakuratan hasil produk yang lebih baik.

2. METODE PENELITIAN

2.1 TAHAPAN PENELITIAN

Pelaksanaan penelitian dilakukan dengan beberapa tahap yang digunakan untuk pedoman penelitian, langkah awal dimulai dari studi-studi literatur yang didapat dari jurnal ilmiah, internet, handbook, text book, manual book. Selanjutnya data-data studi literature dipelajari dan dijadikan referensi untuk melakukan penelitian. Uraian langkah-langkah tersebut tertuang pada diagram alir gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

2.1 BAHAN DAN ALAT PENELITIAN

Bahan yang digunakan adalah Ti-6Al-4V (ASTM B381 Gr.5) dengan dimensi persegi, panjang 10 mm, lebar 20 mm, tinggi 11 mm Gambar 1(a). Komposisi bahan dapat dilihat pada Tabel 1. Pemilihan Ti-6Al-4V sebagai benda kerja berdasar pada sifat utamanya yaitu: ulet dan keras. Bahan untuk elektroda atau pahat yang digunakan adalah tembaga (Gambar 1(b)). Dasar pemilihan elektroda tembaga ini adalah:

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

2.1. PERALATAN PENELITIAN

Peralatan pengujian menggunakan mesin EDM *sinking* merk Hitachi dengan Series H-DS02-S



Gambar 3(a) Elektroda Tembaga (Cu), (b) Bahan Ti 6Al-4V, (c) posisi elektroda dan Bahan dan (d) Mesin EDM sinking (HITACHI H-DS 02 S)

2.2. ALAT UKUR YANG DIGUNAKAN

Alat ukur kekerasan (Microhardness Tester) yang digunakan adalah HT-1000A/HT-2000A. Alat ini digunakan untuk mengukur nilai kekerasan dari hasil pemotongan menggunakan EDM *sinking*.

2.3. ANALISA

Analisa dilakukan dengan menggunakan metode permukaan respon, dimana akan dilihat pengaruh Ampere, pulse On dan pulse Off pada mesin EDM *sinking* terhadap kekerasan Ti-6Al-4V serta

pengaruh parameter lainnya. Berapakah nilai Optimum dari proses EDM singking untuk kekerasan yang baik pada Ti-6Al-4v agar Operator tidak melakukan proses EDM *singking* secara acak sesuai pengalaman yang diketahuinya.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 HASIL PENGUJIAN

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh parameter pemotongan terhadap kekerasan permukaan (HV) Ti-6Al-4V menggunakan Mesin EDM singking. Data hasil pengujian selanjutnya diolah sehingga diperoleh kesimpulan dan menghasilkan nilai yang optimum (Tabel 2)

Tabel 2. Hasil Pengujian Kekasaran Permukaan

No.	Current Ampere	On Time μ s	Off Time μ s	Kekerasan HV
1	15	100	10	342
2	25	100	10	344,33
3	15	200	10	373
4	25	200	10	375,33
5	15	100	20	338,33
6	25	100	20	334,67
7	15	200	20	372,67
8	25	200	20	373,33
9	11,59	150	15	363,67
10	28,41	150	15	365,67
11	20	65,91	15	322,33
12	20	234,09	15	378,67
13	20	150	6,59	368,33
14	20	150	23,41	362
15	20	150	15	363,67
16	20	150	15	365
17	20	150	15	359,33
18	20	150	15	363
19	20	150	15	365
20	20	150	15	363

3.2 Analisis Variansi Kekerasan Permukaan HV)

Hasil perhitungan yang didapatkan pada lampiran 2, analisis variansi untuk kekerasan HV dapat ditabulasikan pada Tabel 3.

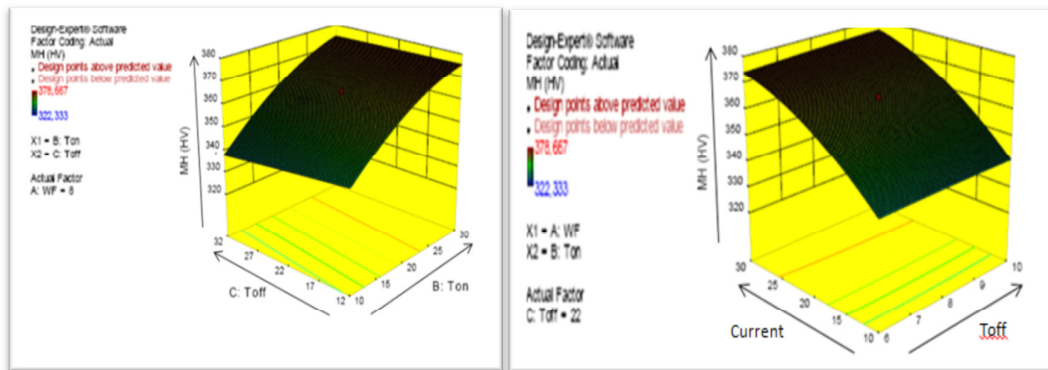
Tabel 3. ANOVA untuk Respon kekerasan Permukaan (HV)

ANOVA for <u>Response Surface Quadratik</u> model						
Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F Value	p-value Prob >	
Model	4343,53	9	482,61	81,65	< 0,0001	
A-Wire Fedd (wf)	1,85	1	1,85	0,31	0,5879	significant
B-T _{on}	3864,79	1	3864,79	653,82	0,0001	
C-T _{off}	50,72	1	50,72	8,58	0,0151	
AB	2,35	1	2,35	0,4	0,5427	
AC	7,35	1	7,35	1,24	0,2910	
BC	15,13	1	15,13	2,56	0,1408	
A ²	0,85	1	0,85	0,14	0,7120	
B ²	397,51	1	397,51	67,25	<0,0001	
C ²	0,064	1	0,064	0,011	0,9194	
Residual	59,11	10	5,91			
Lack of Fit	35,63	5	7,13	1,52	0,3292	Not significant
Pure Error	23,48	5	4,7			
Cor Total	4402,64	19				

Hasil Anova pada Tabel 3 **Error! Reference source not found.** terlihat nilai F hitung ($F_{Model} = 81,65$) yang didapat pada tingkat signifikan sebesar 0,01 atau 1% dan nilai p (< 0,0001) memberikan nilai signifikan terhadap model yang ada. Sedangkan *Lack of Fit* yang terjadi tidak memberikan pengaruh (*not significant*) sehingga persamaan regresi model matematika dengan bentuk kuadrat yang digunakan dapat diterima.

3.3 Permukaan Respon HV

Grafik tiga dimensi (3D) untuk respon permukaan HV yang didapat dengan menggunakan bantuan perangkat lunak *Disign Expert 9.0* dapat dilihat pada Gambar 5(a), dan Gambar 5(b).



Gambar 5. Permukaan Respon Model Kuadratik (a). HV vs T_{on} dan Current, (b). HV vs Current dan Toff

Permukaan respon grafik 3D untuk HV diatas dapat kita lihat bahwa, dari kenaikan nilai Ton sangat signifikan dari 100 μ s sampai ke 200 μ s, dan juga current dengan kenaikan yang tidak sangat besar dari 15 A sampai ke 25 A. Ini dapat disimpulkan bahwa current memberikan dampak yang besar terhadap perubahan nilai kekerasan spesimen Sedangkan pengaruh Toff yang digunakan menunjukkan penurunan nilai kekerasan. Hal ini dapat diartikan bahwa semakin besar Toff yang digunakan, maka kekerasan yang dihasilkan akan semakin besar. Hal ini berhubungan dengan proses pendinginan cepat, dimana ketika proses pemotongan akan terjadi panas yang tinggi dan pendingin langsung mendinginkan benda kerja tersebut.

4. SIMPULAN

Berdasarkan hasil percobaan dan pembahasan yang dilakukan, dapat diambil beberapa kesimpulan:

Hasil kekerasan yang terkecil terdapat pada percobaan ke 11 dengan hasil 322,33 HV dengan parameter Ampere (current) 20 A, T_{on} 65.91 μ s dan t_{off} 15 μ s, sedangkan hasil percobaan terbesar terdapat pada percobaan ke 12 dengan hasil 378,67 HV dengan parameter Ampere (current) 20 A, T_{on} 234.09 μ s dan t_{off} 15 μ s. Hasil percobaan tersebut memberikan pengaruh terhadap Parameter proses, dimana current dan T_{on} memberikan pengaruh besar terhadap kekerasan permukaan. Kekerasan Permukaan yang besar disebabkan spark (ampere dan T_{on}) yang terlalu besar dan lama, sedangkan proses pendinginya (t_{off}) terlalu cepat. Kekerasan yang kecil disebabkan spark (ampere dan Ton) yang kecil tetapi pendinginan lambat.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Abdel, H. & El-Hofy, G., *Advanced Machining Processes*. New York: McGraw Hill International, 2005.
- [2] Abuthakeer, S.S et al, "Review of State of Art and Process Parameter Influence in EDM Technology", *International Journal of Engineering Trends and Technology (IJETT)*, 48 (1): 39-47, 2017.
- [3] Bose, G.K and Mahapatra, K, "Multi criteria decision making of machining parameters for Die Sinking EDM Process", *International Journal of Industrial Engineering Computations*, 6: 241-252, 2015.
- [4] Karunakaran, K and Chandrasekaran, M, "Machineability Study On Die Sinking Edm Of Inconel 800 With Electrolyte Copper Electrode", *ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences*, 12 (8): 2407-2411, 2017.
- [5] Leyens, C. & Peters, M., *Titanium and Titanium Alloys : Fundamentals and Applications*, Germany: Wiley-VCH , pp. ISBN 3-527-30534-3, 2003.
- [6] Montgomery, D. C., *Design And Analysis Of Experiment Eighth Edition*. New York: Jhon Willey and Sons Inc, 2013.
- [7] Ojha, K, Garg, R.K and Singh, K.K, "MRR Improvement in Sinking Electrical Discharge Machining: A Review", *Journal of Minerals & Materials Characterization & Engineering*, 9 (8): 709-739, 2010.
- [8] Ali, M.A et al., "The Effect of Edm Die-sinking Parameters on Material Removal Rate of Beryllium Copper Using Full Factorial Method", *Middle-East Journal of Scientific Research* 16 (1): 44-50, 2013.