

Analisis Pengaruh Pulse On-Time Pada Wire Electrical Discharge Machine (WEDM) Terhadap Kekerasan Mikro Produk Chuck TFV

Hasan Hariri^{1*}, Eko Prasetyo^{1*}, Rudi Hermawan¹, S. Dwi Hariyanto Iman B¹, Erlanda Augupta Pane¹

¹Program Studi Teknik Mesin, Universitas Pancasila, Jakarta

*Email Corresponding Author: eko170424@gmail.com , tigadan@yahoo.co.id

ABSTRAK

Chuck TVF merupakan bagian yang membantu proses perakitan mesin korek api gas. Dibuat menggunakan Wire Electrical Discharge Machine (WEDM), sebuah teknologi yang mengubah energi listrik menjadi panas untuk membuat produk logam. Parameter pulse on-time pada proses WEDM dapat mempengaruhi kualitas produk. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi bagaimana pulse on-time produk chuck TFV mempengaruhi kekerasan mikro. Pulsa on-time yang digunakan pada WEDM adalah 7 μ s, 3 μ s, 4 μ s, dan 5 μ s. Hasil uji kekerasan mikro dengan alat Vickers Hardness Tester menunjukkan nilai kekerasan mikro tertinggi sebesar 275,6 HV pada pulse on-time 7 μ s. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi pulse on-time yang digunakan maka semakin tinggi pula nilai kekerasannya.

Kata kunci: WEDM, chuck TFV, kekerasan mikro, Vickers hardness tester, pulse on-time.

ABSTRACT

The TVF chuck is a part that helps the assembly process of gas lighter engines. Made using a Wire Electrical Discharge Machine (WEDM), a technology that converts electrical energy into heat to make metal products. Pulse on-time parameters in the WEDM process can affect product quality. Therefore, this research aims to evaluate how the pulse on-time of TFV chuck products affects microhardness. The pulse on-time used in WEDM is 7 μ s, 3 μ s, 4 μ s, and 5 μ s. The microhardness test results with a Vickers hardness tester show the highest microhardness value of 275.6 HV at a pulse on time of 7 μ s. Thus, it can be concluded that the higher the pulse on-time used, the higher the hardness value.

Keywords: WEDM, chuck TFV, Mikro hardness, Vickers Hardness Tester, pulse on-time

PENDAHULUAN

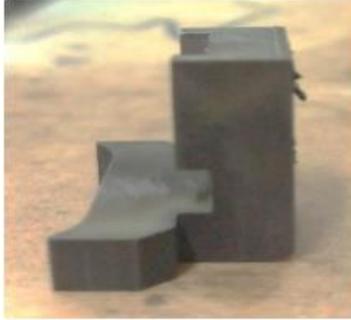
Electrical Discharge Machining (WEDM) adalah evolusi dari teknologi EDM dan diciptakan untuk memecahkan masalah pemrosesan bahan yang sangat keras dan sulit untuk dipotong dengan metode konvensional seperti pemotongan mesin konvensional. Saat ini, WEDM terus berkembang dan digunakan dalam berbagai industri manufaktur untuk memotong bahan logam dan non-logam dengan sangat presisi [1].

WEDM adalah teknologi yang digunakan untuk membentuk produk logam dengan mengubah energi listrik menjadi energi panas untuk melelehkan logam. Proses ini populer di industri manufaktur karena kemampuan untuk membentuk material yang tidak mudah dibentuk dengan metode pemotong konvensional. Namun demikian, kualitas hasil pembentukan benda kerja masih menjadi masalah yang harus diselesaikan. Parameter pulse on-time adalah komponen yang mempengaruhi hasil pembentukan benda kerja dalam proses WEDM.

Waktu bunga api listrik terjadi disebut pulse on time [2]. Studi sebelumnya [3] menunjukkan bahwa nilai pulse on-time dan open voltage memengaruhi kekasaran permukaan, kekerasam mikro, dan ketebalan lapisan recast. Nilai pulse on-time memengaruhi integritas permukaan hasil pemotongan baja perkakas bunderus 2080 dalam proses WEDM.

Berdasarkan penelitian sebelumnya, penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi pengaruh *pulse on-time* terhadap Chuck TFV hasil pembentukan proses WEDM yang mengalami keausan pada saat digunakan. Chuck TVF adalah salah satu komponen alat bantu untuk proses assembly pada mesin assembly korek api gas. Chuck TFV berfungsi sebagai alat bantu untuk menjepit valve korek api gas yang akan di assy dengan tank gas korek api gas. Pada proses pembuatan Chuck TFV ini material yang digunakan adalah material baja perkakas SKS-3. Chuck TFV hasil proses WEDM akan di indentifikasi dengan uji kekerasan mikro untuk

mengetahui pengaruh dari pulse on time terhadap Chuck TFV.



Gambar 1 Chuck TFV



Gambar 2 Penggunaan Chuck TFV pada mesin Assembling Tank For Valve

Tujuan penelitian ini adalah mengamati pengaruh dari parameter pulse on time (ON) pada proses WEDM terhadap kekerasan mikro produk Chuck TFV. Hasil penelitian dapat memberikan gambaran tentang korelasi antara nilai pulse on-time terhadap keraskan mikro sebuah produk Chuck TFV dengan menggunakan WEDM.

METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini terbagi menjadi beberapa tahap, yaitu:

1. Tahapan Rancangan Eksperimen

Pada tahapan ini, dilakukan penentuan variabel yang digunakan dalam penelitian. Data yang digunakan penelitian ini merupakan data primer yang diperoleh melalui eksperimen. Variabel yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

a. Variabel respon

Variabel respon merupakan variabel yang diamati dalam penelitian. Dalam hal ini

variabel respon yang diamati adalah kekerasan Mikro.

b. Variabel konstan

Variabel konstan adalah faktor-faktor yang tidak dijadikan objek penelitian atau disebut juga sebagai parameter tetap yang nilainya konstan dan tidak mengalami perubahan selama pengujian. Hal ini dilakukan agar faktor-faktor tersebut tidak memiliki pengaruh signifikan terhadap hasil penelitian. Dalam penelitian ini, terdapat faktor-faktor konstan meliputi:

- a. Open Voltage (5=95V)
- b. Power (20 AC)
- c. Off time (15 μ s)
- d. Arc On time (4 μ s)
- e. Arc Off time (4 μ s)
- f. Short On time (4 μ s).
- g. Short Off time (10 μ s).
- h. Servo Voltage (40V).
- i. Feed rate override (15mm/s).
- j. Wire feed (8 mm/s).
- k. Wire tension (11=1610 g).
- l. Water level (6 = 15 kgw/cm²).
- m. Feed rate mode (0 = servo).
- n. Feed rate (2,68 mm/s)

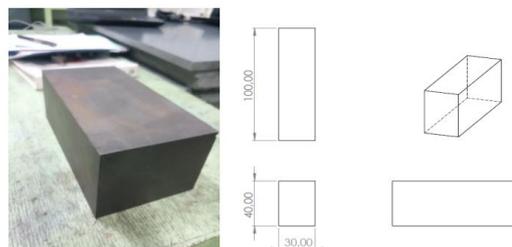
2. Tahapan Persiapan Spesimen dan Alat Uji

Tahap ini merupakan tahapan persiapan specimen atau benda kerja yang akan dibentuk, persiapan, mesin WEDM termasuk kawat elektrodanya, persiapan alat ukur dan peralatan pendukung lain yang diperlukan.

a. Bahan Uji

• Benda Uji

Material benda uji digunakan dalam penelitian adalah Baja SKS-3 dengan dimensi 100mm x 30mm x 40mm



Gambar 3 Bahan uji baja SKS-3

• Kawat elektroda

Kawat elektroda yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan nomor model GMWT 0,25-5-N. Kawat elektroda jenis ini termasuk jenis kawat tembaga paduan, Dimana kawat elektroda ini memiliki

komposisi tembaga dan seng. Komposisi tembaga lebih banyak dibandingkan seng yaitu memiliki presentase Cu 60% dan Zn 40%, dari paduan tersebut kawat menjadi logam kuningan. Kawat elektroda yang akan digunakan yaitu dengan diameter 0,25mm dengan kekuatan tegangan tarik kawat elektroda ini mencapai 950Mpa-1100MPa, serta memiliki toleransi $\pm 0 \sim 0,002\text{mm}$ [4].



Gambar 4 Tipe gulungan kawat elektroda

Tabel 1. Spesifikasi kawat elektroda MWT.0,25-5-N [4]

<i>Model Number</i>	GMWT
<i>Composition</i>	Cu : 60 % ; Zn : 40 %
<i>Type</i>	Brass
<i>Wire Diameter(mm)</i>	0,25
<i>Weight (kg)</i>	5
<i>Without paraffin</i>	N
<i>Tensile strength(MPa)</i>	950-1100

- Cairan dielektrik

Cairan dielektrik yang di gunakan jenis cairan dielektrik berbasis Air yaitu aqua destila, aqua destila termasuk kedalam air murni maka dapat digunakan untuk proses WEDM.



Gambar 5 Cairan dielektrik aqua destila

- b. Peralatan Penelitian

Peralatan penelitian yang digunakan pada penelitian ini meliputi:

- Mesin WEDM

Merupakan mesin yang digunakan untuk membuat produk chuck TFV.



Gambar 6. Mesin WEDM CHMER GX530L+ [5]

Mesin WEDM CHMER GX-530-L+. yang digunakan pada penelitian memiliki spesifikasi sebagai berikut:

Tabel 2 Spesifikasi Mesin WEDM CHMER GX-530-L+ [5]

<i>Axis Travel</i>	Memiliki 5 Axis (X,Y,Z,U,dan V)
<i>Axis Travel (X x Y x Z x U x V)</i>	500mm x 300mm x 220mm x 60mm x 60mm
<i>Max. Ukuran Benda kerja</i>	P x l x t (825mm x 600mm x 215mm)
<i>Max. Massa benda kerja</i>	500 kg
<i>Max. Feed Rate Axis XY</i>	1500 (mm/min)
<i>Wire diameter range (standar)</i>	$\varnothing 0,10 \text{ mm} - \varnothing 0,30 \text{ mm}$
<i>Max. Wire feed rate</i>	300 mm/sec
<i>Wire Tension</i>	300 gf ~ 2500 gf

- Alat uji kekerasan mikro Vickers

Pengukuran kekerasan mikro dilakukan menggunakan alat Vickers micro hardness tester FM 301.



Gambar 7. Alat uji kekerasan Vickers Microhardness Tester FM-310.

3. Tahapan Proses WEDM Pembuatan Chuck TFV

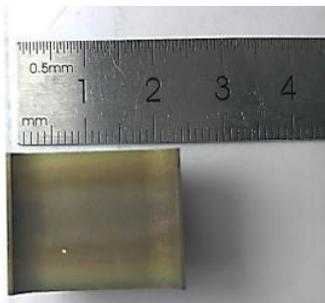
Pada tahapan ini material Baja SKS 3 diproses menggunakan mesin WEDM CHMER GX 350L+ menjadi sebuah Chuck TFV. Proses pembentukan menggunakan kawat elektroda yang bermaterial kuningan. Parameter disesuaikan dengan variabel proses yang tertera pada Tabel 3.

Tabel 3. Proses WEDM Dalam Pembuatan Chuck TFV

Proses WEDM Ke-	Pulse on time (μ s)	Kawat elektroda
1	5	Kuningan
2	4	kuningan
3	3	kuningan

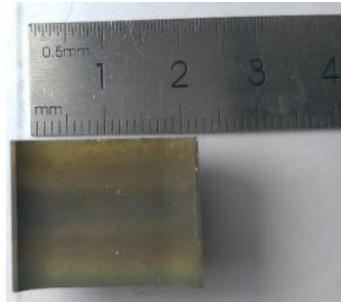


Gambar 8 Proses WEDM Chuck TFV
Chuck TFV yang dihasilkan menggunakan proses WEDM dengan kawat elektroda kuningan menggunakan 3 parameter pulse on-time yang berbeda, yaitu 3 μ s, 4 μ s, dan 5 μ s. Pada Gambar 9. dapat dilihat produk Chuck TFV yang dihasilkan dapat terbentuk dengan sempurna. Proses pembentukan Chuck TFV dengan parameter pulse on time 3 μ s dibutuhkan waktu selama 32 menit



Gambar 9 Hasil Chuck TFV dengan pulse on-time 3 μ s

Gambar 10. merupakan produk Chuck TFV yang dihasilkan dengan parameter pulse on time 4 μ s yang membutuhkan waktu selama 29 menit.



Gambar 10 Hasil Chuck TFV dengan pulse on-time 4 μ s

Pada Gambar 11. merupakan produk Chuck TFV yang dihasilkan dengan parameter pulse on time 5 μ s dibutuhkan waktu selama 23 menit.

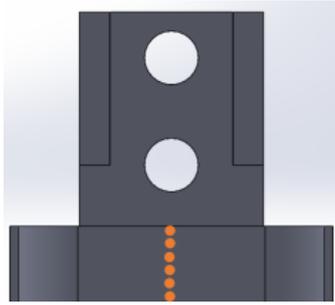


Gambar 11 Hasil Chuck TFV dengan pulse on-time 5 μ s

Berdasarkan hasil pembuatan produk chuck TFV dapat ditarik kesimpulan bahwa untuk setiap parameter pulse on-time nya terdapat selisih waktu pengerjaan yang tidak jauh berbeda, maksimal sekitar 6 menit.

4. Tahapan Pengujian Kekerasan

Tahap ini merupakan tahapan pengujian kekerasan mikro. Proses pengambilan data pengujian kekerasan mikro dengan Vickers Hardness tester FM310, yang dilakukan dengan memberikan beban 100gf selama 10 detik pada permukaan benda uji yang telah mengalami proses WEDM [6]. Pembebanan dilakukan pada 10 titik yang berbeda pada permukaan benda uji dengan jarak 0,5mm sesuai dengan yang ditunjukkan dalam Gambar 9. Titik-titik tersebut dipilih berdasarkan untuk mewakili dari permukaan yang sering terjadinya keausan.



Gambar 12 Skema pengujian kekerasan mikro

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berikut ini merupakan hasil uji kekerasan mikro dari produk chuck TFV yang di proses dengan WEDM yang telah dilakukan yang disajikan dalam bentuk tabulasi sebagai berikut:

Tabel 4 Hasil uji kekerasan mikro pulse on-time 3µs

Pulse on time 3 µs				
Pengujian	P(gf)	D1(µm)	D2 (µm)	HV
1	100	26,37	26,47	265,6
2	100	26,34	28,54	246,2
3	100	27,55	28,63	235,0
4	100	27,33	26,01	260,7
5	100	26,43	27,14	258,4
6	100	27,43	25,74	262,3
7	100	26,12	26,47	268,1
8	100	26,54	27,06	258,1
9	100	27,43	25,85	261,2
10	100	26,95	26,13	263,2
Rata-rata				257,9

Tabel 5 Hasil uji kekerasan mikro pulse on-time 4µs

Pulse on time 4 µs				
Pengujian	P(gf)	D1(µm)	D2 (µm)	HV
1	100	25,87	27,45	260,8
2	100	26,82	27,82	248,4
3	100	26,13	26,29	269,9
4	100	25,29	27,39	267,2
5	100	26,56	26,96	258,9
6	100	25,68	26,73	270,0
7	100	29,08	24,29	260,4
8	100	25,76	27,63	260,2
9	100	26,16	27,53	257,3
10	100	27,07	26,94	254,2
Rata-rata				260,7

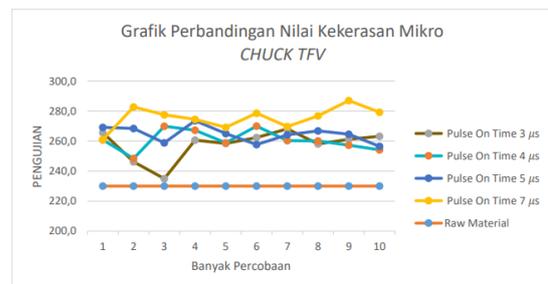
Tabel 6 Hasil uji kekerasan mikro pulse on-time 5µs

Pulse on time 5 µs				
Pengujian	P(gf)	D1(µm)	D2 (µm)	HV
1	100	27,72	24,77	269,2
2	100	24,56	28,00	268,4
3	100	24,04	29,48	258,9
4	100	23,18	28,88	273,6
5	100	25,59	27,31	265,0
6	100	24,50	29,15	257,7
7	100	27,63	25,35	264,2
8	100	24,19	28,53	266,8
9	100	25,49	27,45	264,6
10	100	26,12	27,65	256,5
Rata-rata				264,5

Tabel 7 Hasil uji kekerasan mikro pulse on-time 7µs

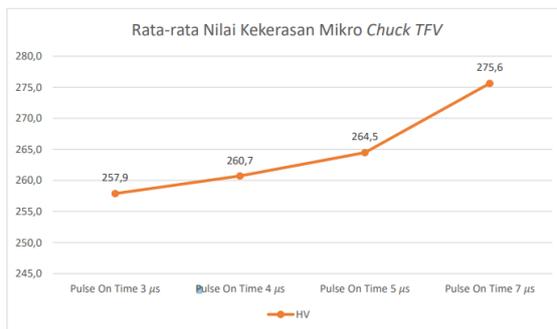
Pulse on time 7 µs				
Pengujian	P(gf)	D1(µm)	D2 (µm)	HV
1	100	26,73	26,58	260,9
2	100	25,47	25,74	282,8
3	100	25,19	26,50	277,6
4	100	26,28	25,70	274,5
5	100	27,31	25,18	269,2
6	100	25,40	26,19	278,6
7	100	26,37	26,07	269,7
8	100	25,58	26,18	276,8
9	100	26,38	24,45	287,0
10	100	25,74	25,79	279,3
Rata-rata				275,6

Berdasarkan table uji kekerasan mikro Vickers dengan pulse on-time 3 µs, 4 µs, 5 µs dan 7 µs, dapat dilihat bahwasanya semakin tinggi nilai pulse on-time yang digunakan maka nilai kekerasan mikro semakin tinggi. Hal ini dapat dilihat dari grafik perbandingan pada gambar 13.



Gambar 13 Grafik perbandingan nilai kekerasan mikro

Dari hasil pengujian kekerasan mikro yang telah dilakukan terhadap Chuck TFV ini dapat dilihat pada grafik yang ditunjukkan Gambar 14. Pengaruh dari pulse on-time terhadap kekerasan mikro, nilai pulse on time yang meningkat diikuti nilai kekerasan yang juga meningkat. Pada pulse on time 3 μ s didapatkan nilai sebesar 257,9 HV, lalu pada 4 μ s didapatkan nilai sebesar 260,7 HV, kemudian pada 5 μ s didapatkan nilai sebesar 264,5 HV dan yang terakhir pada 7 μ s didapat nilai sebesar 275,6 HV. Hal ini menandakan nilai kekerasan Chuck TFV yang semakin keras bila nilai pulse on-time meningkat.



Gambar 14 Grafik rata-rata nilai kekerasan mikro pada permukaan Chuck TFV hasil WEDM.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan dapat ditarik kesimpulan bahwa:

1. Hasil pembuatan produk Chuck TFV dengan WEDM dengan 3 variasi pulse on-time dapat disimpulkan bahwa semakin besar pulse on-time maka waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan produk Chuck TFV semakin cepat
2. Hasil uji kekerasan mikro dengan metode Vickers diperoleh semakin tinggi pulse on-time maka semakin besar nilai kekerasan mikronya, hal ini ditunjukkan pada pulse on-time 7 memiliki nilai rata-rata kekerasan mikro sebesar 275,6 HV Dimana lebih besar dibandingkan pulse on-time 3 μ s sebesar 257,9 HV, 4 μ s sebesar 260,7 HV, dan 5 μ s sebesar 264,5 HV.
3. Berdasarkan dari hasil pengujian kekerasan mikro, peningkatan pulse on-time berpengaruh secara linear terhadap nilai kekerasan mikro, hal ini disebabkan oleh nilai pulse on time yang tinggi, sehingga frekuensi percikan bunga api listrik juga tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] L. Slătineanu, O. Dodun, M. Coteață, G. Nagiț, I. B. Băncescu, and A. Hrițuc, "Wire electrical discharge machining—a review," *Machines*, vol. 8, no. 4. MDPI AG, pp.1–28, Dec.01,2020. Doi :0.3390/machines8040069
- [2] M. Yang, Ed., *Instruction Manual Book Wirecut CHMER GX 530 L+*. Ching Hung Machinery & Elektrik Industrial Co.,LTD, 2022.
- [3] R. M. Yusron, "EFFECTS OF PULSE ON TIME AND OPEN VOLTAGE IN BUDERUS 2080 TOOL STEEL WIRE ELECTRICAL DISCHARGE MACHINING (WEDM) PROCESS ON SURFACE INTEGRITY," Surabaya, 2015. Accessed: Aug. 18, 2023. [Online]. Available: <https://repository.its.ac.id/51814/1/2112201001-Master%20Thesis.pdf>
- [4] MISUMI C- Value, "Wire elektrode." <https://id.misumiec.com/vona2/detail/110600272360/?list=PageCategory> (accessed May 27, 2023).
- [5] "Ball Bar Test." Accessed: Aug. 18, 2023. [Online]. Available: <http://www.chmer.com/uploads/product/download/2017053182870451.pdf>
- [6] I. F. SAGEDISTIRA, "Studi Pengaruh Variasi Arus Proses Pemesinan EDM Sinking Terhadap Kekerasan dan Karakteristik Struktur Mikro Material Baja SKD 11," Program studi Teknik Mesin, Universitas Jember, Jember, 2012. Accessed: Aug. 23, 2023. [Online]. Available: <http://repository.unej.ac.id/handle/123456789/10271>