

Studi Eksperimental Pengaruh Konsentrasi Cairan Dielektrik Terhadap Material Removal Rate (MRR) Pada Tegangan 12 Volt Dengan Proses *Drilling Electric Discharge Machine* (EDM) Menggunakan Spark Generator Tipe Relaksasi (R-C)

Eva Hertnacahyani H.^{a*}, Susiswo^a

^aSekolah Tinggi Teknologi Ronggolawe Jl. Kampus Ronggolawe No.1, Mentul Indah, Cepu, Kabupaten Blora, Jawa Tengah 58315

*E-mail : hertna_cahyani@yahoo.com

Tentang naskah:

- diterima, 30 Apr. 2021
- direview, 03 Mei. 2021
- diterbitkan, 05 Mei. 2021

Kata kunci:

Cairan Dielektrik, EDM
Drilling, MRR, Arus

Intisari

Proses EDM termasuk pemesinan non konvensional yang banyak diaplikasikan pada industri manufaktur. Keunggulan dari pemesinan ini pahat (elektroda) tidak harus lebih keras dari benda kerja, namun dapat memoles benda kerja berbentuk kompleks dan hasilnya mempunyai kepresisian dan ketelitian tinggi. Unjuk kerja (performansi) proses EDM dipengaruhi parameter pemotongan, diantaranya tegangan dari catu daya (Power Supply), breakdown Voltage, Arus (ignition current), dan cairan dielektrik. Tujuan penelitian untuk mengetahui karakteristik cairan dielektrik terhadap performansi proses drilling berdasarkan material removal rate (MRR). Penelitian dilakukan dengan menggunakan Mesin EDM spark generator tipe relaksasi (R-C) pada material Carbon Steel dengan kekerasan 110 BHN, pada tegangan 12 Volt dan elektroda tembaga. Kesimpulan penelitian yaitu bahwa pada tegangan 12 volt menghasilkan nilai minimum MRR 0,34 mm³/menit pada larutan NaCl 0,05%, dan maksimum 2,53 mm³/min pada larutan NaCl 0,2 %. Proses pelaksanaan drilling terhadap benda kerja alat EDM menghasilkan arus minimum 2,8 Ampere yaitu NaCl 0,05%, dan arus maksimum 5 Ampere pada NaCl 0,2% .

Abstract

EDM process includes non conventional machining which is applied in many manufacturing industries. The advantages of this machining chisel (electrodes) should not be harder than the workpiece, but it can drill complex workpieces and the results have high precision and accuracy. Performance EDM process is influenced cutting parameters, such as the voltage of the power supply, breakdown voltage, ignition current, and a dielectric fluid. The objective of the study is to know the characteristic of a dielectric fluid through performance of drilling process based on material removal rate. The study is conducted using machine of EDM spark generator type of relaxation in material of carbon steel with hardness 110 BHN, at the voltage of 12 volt and copper electrode. The conclusion of the study is that the voltage of 12 volt producing a minimum value of MRR 0,35 mm³/minute at NaCl solution of 0,05 % and maximum of 2,53 mm³/minute in 0,2% NaCl solution. The drilling implementation process of the workpiece EDM tool generates a minimum current of 2, 8 Ampere is NaCl 0,05% and maximum current of 5 Ampere at NaCl 0,2% flow.

Keyword:

Dielectric flow, EDM
Drilling, MRR

1. Pendahuluan

Penggunaan proses pemesinan non konvensional sekarang ini banyak diaplikasikan di lingkungan industri manufaktur. EDM mempunyai keunggulan dibandingkan dengan mesin konvensional, utamanya pahat (elektroda) tidak harus lebih keras dari pada benda kerja. Selain dari pada itu EDM dapat memoles benda kerja dengan bentuk yang kompleks serta hasil pemesinan mempunyai kepresisian dan ketelitian yang tinggi. Unjuk kerja (Performansi) proses EDM sangat dipengaruhi oleh parameter pemotongan,

diantaranya tegangan dari catu daya (Power Supply), breakdown Voltage, arus (ignition current), dan cairan dielektrik. Cairan dielektrik dan arus sangat berperan baik pada performansi produktivitas maupun unjuk kerja kualitas proses pemesinan, khususnya untuk mesin EDM.

Adapun tujuan penelitian adalah melakukan percobaan eksperimental Pengaruh beberapa Jenis cairan dielektrik terhadap unjuk kerja (performansi) mesin *Prototype EDM Drilling Machine* berdasarkan tinjauan MRR (Material Removal Rate). Manfaat penelitian ini adalah didapatkannya cairan dielektrik

yang murah mudah didapat dan mempunyai performansi baik kuantitas maupun kualitas pemesinan EDM yang tinggi. Berbagai penelitian yang telah dilakukan oleh beberapa peneliti mengenai karakteristik dan variable-variabel yang berpengaruh pada proses *Electric Discharge Machining*, diantaranya penelitian terhadap pengaruh material elektroda yang berbeda terhadap laju pembuangan material (*Material Removal Rate*) telah dilakukan oleh Prajapati dan Prajapati (2013), Elektroda yang dipakai adalah jenis grafit, kuningan dan tembaga. Dengan menggunakan material benda kerja EN-9 dan variasi *pulse on-time*, *pulse off-time* dan arus yang dipakai. Didapat hasil menunjukkan bahwa elektroda grafit mempunyai MRR lebih tinggi dibanding dua elektroda lain, dan elektroda kuningan mempunyai kekasaran permukaan lebih baik.

Penelitian untuk mengetahui pengaruh penggunaan jenis elektroda terhadap kekasaran permukaan material benda kerja telah dilakukan oleh Latief et.al (2008), electrode yang digunakan adalah elektroda kuningan, tembaga dan variabel yang divariasikan adalah *pulse on time*, *pulse off time*, arus dan tegangan selanjutnya mendapatkan hasil benda kerja dengan kekerasan permukaan yang paling kecil adalah pada elektroda tembaga.

Telah dilakukan penelitian mengenai Prototipe *Labscale EDM Drilling Machine* oleh Suhardjono (2010), dalam membuat rangkaian relaksasi untuk membangkitkan percikan bunga api listrik (*spark*) ternyata cairan dielektrik sangat berpengaruh terhadap spark gap untuk tegangan power supply yang sama dan hasil rancangan berfungsi dengan baik sehingga masih perlu disempurnakan dengan penelitian lebih lanjut dengan beberapa parameter dan aspek.

2. Kerangka Teori

EDM merupakan proses pemesinan dimana prinsip kerjanya memanfaatkan loncatan bunga api listrik yang terjadi antara benda kerja dan pahat (elektroda). Antara benda kerja dan elektroda dialiri/direndam cairan dielektrik yang pada dasarnya sebagai media isolator pada tegangan rendah dan diatas tegangan breakdown berubah sifat sebagai konduktor. Untuk memungkinkan terjadinya proses loncatan bunga api listrik maka harus terjadi beda tegangan

yang melampaui *breakdown voltage* yaitu tegangan minimum yang digunakan untuk merusak cairan dielektrik sehingga tembus, yang mengakibatkan loncatan bunga api listrik. *Breakdown voltage* sendiri tergantung kepada :

- Jarak gap antara elektroda dan benda kerja
- Sifat isolator cairan dielektrik
- Tingkat polusi yang terjadi pada cairan dielektrik.

Arus pelepasan energi listrik (I_d), persamaan (1).

$$I_d = \frac{V_C}{(R_l + R_s)} = \frac{V_C}{R_l s} \quad (1)$$

Dimana V_c adalah tegangan kapasitor, R_l adalah tahanan elektroda, R_s adalah tahanan saluran ion, R_s adalah tahanan total dari bagian peloncatan bunga api listrik.

Persamaan (2) : Energi Spark (E) : $\dot{q}$ MRR (Modern Machining Processes)

$$E = \frac{1}{2} C V_b = 1/2.f.C.i^2.r^2 \quad (2)$$

Dimana C adalah kapasitans dari kapasitor, V_b adalah tegangan breakdown, i adalah arus listrik, r adalah tahanan.

3. Metodologi

3.1 Pengujian Eksperimen

Mempersiapkan material benda kerja untuk percobaan proses pemesinan pada mesin *EDM drilling* (Prototipe *Labscale EDM Drilling Machine*), percobaan dilakukan dengan parameter konstan yaitu kapasitor 1,7 μ F, elektroda tembaga 3,2 mm, tegangan tetap 12 Volt. Percobaan dilakukan pada delapan cairan dielektrik yaitu larutan NaCl Konsentrasi 0,05%, larutan NaCl konsentrasi 0,1 % dan larutan NaCl Konsentrasi 0,2%, dilakukan percobaan proses drilling EDM secara bergantian kemudian dan mencatat waktu benda kerja terlubangi, dan mencatat kuat arus dilanjutkan mengukur diameter kawah. Kegiatan percobaan dilakukan di Laboratorium Mesin Perkakas Jurusan Teknik Mesin STT Ronggolawe Cepu dengan menggunakan mesin EDM dengan *spark generator* tipe relaksasi (R-C).



Gambar 1. Spark Generator Relaksasi



Gambar 2. Bak Penampung dan Tool (Elektroda), Cairan Dielektrik

Tabel 1. Setting Percobaan pada Mesin

Parameter	Nilai
Tegangan Suplay	12 Volt
Kapasitor	1,7 μ F
Resistor	3,1 ohm
Elektrode	Cu $\varnothing$ 3,2 mm
Polaritas Elektrode	(+) benda kerja; (-) elektrode
Cairan dielektrik	Larutan NaCl konsentrasi 0,05%; 0,1 % dan 0,2%
Benda Kerja	Baja Karbon

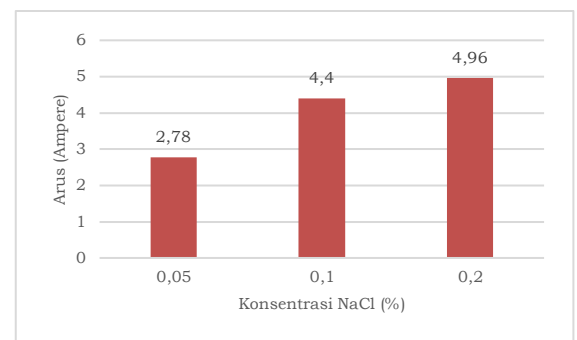
3. Pengumpulan data hasil pengukuran

Pengambilan data pada pengujian dibagi menjadi 3 tahap yaitu pengambilan data pada saat proses *drilling* dan pengambilan data setelah proses *drilling*.

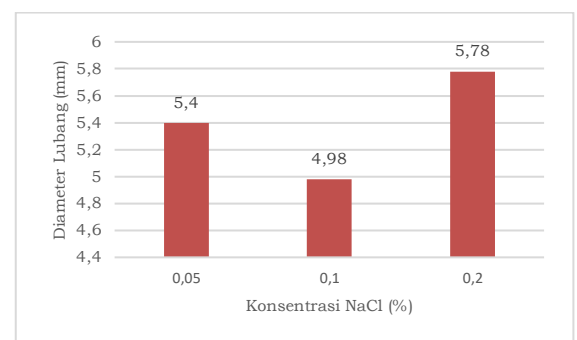
- Pengambilan data sesudah proses *drilling* dimulai yaitu catat waktu selesai benda kerja tembus..
- Pengambilan data saat proses *drilling* : pencatatan amper dengan melihat ampermeter.
- Pengambilan data setelah proses *drilling*, dengan mengukur diameter kawah.

4. Hasil dan Pembahasan

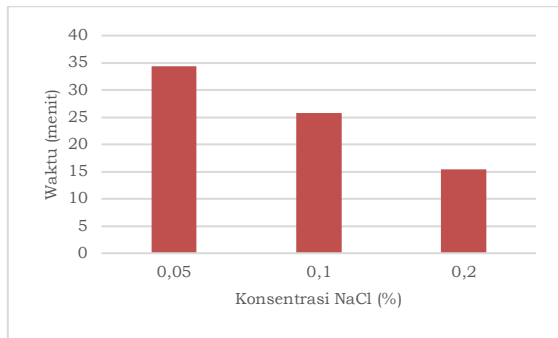
Data arus *spark* diambil dengan cara lima kali pengulangan dari masing-masing variasi konsentrasi dielektrik yang ditampilkan pada gambar 1.



Gambar 1. Grafik Konsentrasi Dielektrik Terhadap Arus Yang Dihasilkan



Gambar 2. Grafik Konsentrasi Dielektrik Terhadap Diameter Lubang Hasil Proses EDM



Gambar 3. Grafik Konsentrasi Dielektrik Terhadap Waktu yang Digunakan untuk Membuat Lubang pada Proses EDM

Pembahasan :

1. Arus dan waktu pelaksanaan drilling.
 - a. Arus listrik berubah dari 2.8 Amper, 4.4 Amper, 4.9 Amper dengan perubahan konsentrasi dielektrik karena perubahan viscositasnya.
 - b. Adanya perubahan konsentrasi dielektrik maka waktu drilling menjadi lebih cepat.

2. Material Removal Rate (MRR).

Pada gambar 4 diperlihatkan bahwa pada tegangan 12 volt tetap, cairan dielektrik konsentrasi berubah hal ini karena adanya polutan, ini yang menyebabkan tidak normalnya proses spark, karena pengaruh polutan yang terdapat diantara benda kerja dan elektroda, sehingga tegangan menjadi berkurang menyebabkan arus tidak optimal dan berdampak pada besaran nilai MRR.

5. Simpulan

Pengaruh tegangan dan variasi cairan dielektrik terhadap performansi EDM Drilling Machine dengan spark generator tipe relaksasi RC menghasilkan:

- MRR untuk tegangan 12 volt dengan nilai tertinggi 12mm³/menit untuk cairan dielektrik konsentrai 0,2% dan nilai terendah 4 mm³/menit untuk cairan dielektrik NaCl konsentrasi 0,05 %
- Untuk tegangan 12 volt, untuk drilling benda kerja Carbon Steel dengan diameter kawah 5.6 mm, Arus tertinggi adalah 4,9 Ampere pada dielektrik NaCl konsentrasi 0,2% dan arus terendah 2,8 Amper pada dielektrik Na Cl konsentrasi 0,05%
- Untuk tegangan 12 volt, untuk drilling benda kerja Carbon Steel dengan

diameter kawah 5.5 mm ,Waktu tertinggi adalah 0,56 jam pada dielektrik NaCl konsentrasi 0,05% dan Waktu 0,25 jam pada dielektrik Na Cl konsentrasi 0,05%.

Daftar Pustaka

- Abdul, Latif dkk (2008) ,*Effects Of Surface Roughness Using Different Electrodes On Electrical Discharge Machining (EDM)*, Faculty of Mechanical Engineering Universiti Malaysia Pahang.
- Pandey, P.C. and H.S.Shan, 1980, *Modern Machining Processes*. New Delhi: McGraw-Hill.
- Prajapati, H.B. and H.R. Prajapati (2013), "*Parametric Analysis of Material Removal Rate and Surface Roughness of Electro Discharge machining on EN 9*". Modern Engineering and Emerging Technology, 2013. 1 (1).
- Suhardjono (2010), "*Studi Eksperimen Pengaruh Variasi Tegangan Terhadap Spark Gap Pada Proses EDM Sinking*", Pada Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin(SNTTM) ke-9, Palembang, Indonesia.