

## STUDI EXPERIMEN MULA: ANALISA KEKASARAN PERMUKAAN BAJA ST 37 TERHADAP VARIASI KUAT ARUS LISTRIK

Ita Wijayanti<sup>1\*</sup>, Widodo<sup>1</sup>, Rahman Hakim<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Batam

\*Corresponding author: ita.wijayanti@polibatam.ac.id

### Article history

**Received:**  
09-12-2019

**Accepted:**  
31-12-2019

**Published:**  
31-12-2019

Copyright © 2019 Jurnal  
Teknologi dan Riset  
Terapan

Open Access

### Abstrak

Proses pemesinan konvensional tidak mampu mengakomodasi pembuatan produk yang memiliki desain kompleks dan membutuhkan tingkat ketelitian yang tinggi. Teknologi *electrical discharge machining* (EDM) merupakan proses pemesinan nonkonvensional yang mampu mengakomodasi kebutuhan-kebutuhan tersebut. Dengan EDM maka stres mekanis, *chatter* dan masalah getaran saat proses pemesinan dapat dikurangi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi arus listrik yang berbeda (3A, 6A dan 12A) saat pemesinan EDM terhadap nilai kekasaran permukaan ( $R_a$ ) benda kerja (baja ST37). Elektroda yang digunakan berbahan baku tembaga. Hasil penelitian menunjukkan bahwa  $R_a$  terkecil ( $3,452 \mu\text{m}$ ) diperoleh pada variasi arus 3A, sedang pada arus listrik 6A diperoleh  $R_a$  sebesar  $4,789 \mu\text{m}$  dan  $R_a$  sebesar  $7,313 \mu\text{m}$  pada arus listrik 12A. Semakin besar arus listrik yang digunakan selama pemesinan EDM maka semakin kasar permukaan benda kerja yang dihasilkan.

**Kata Kunci:** EDM, Nilai Kekasaran Permukaan, Tembaga, ST37

### Abstract

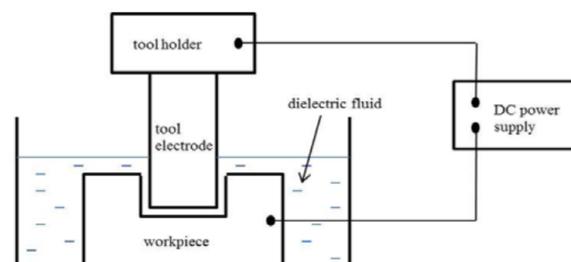
Conventional machining processes are unable to accommodate the manufacture of products that have complex designs and require a high level of accuracy. Electrical discharge machining (EDM) technology is a non-conventional machining process that can accommodate these needs. With EDM, mechanical stress, chatter and vibration problems during the machining process can be reduced. This study aims to determine the effect of different variations of electric current (3A, 6A, and 12A) during EDM on the surface roughness ( $R_a$ ) value of the workpiece (ST37 steel). The electrodes used are made of copper. The results showed that the smallest  $R_a$  ( $3,452 \mu\text{m}$ ) was obtained in the current variation of 3A, while in the 6A and 12A electric current obtained was  $4,789 \mu\text{m}$  and  $7,313$ . The greater the electric current used during EDM, the coarser surface of the workpiece produced.

**Keywords:** EDM, Surface Roughness, Copper, ST37

## 1.0 PENDAHULUAN

Teknologi *electrical discharge machine* (EDM) banyak digunakan dalam proses pemesinan untuk material yang sangat keras dan kuat seperti *tool steel* dan *supper alloy*. EDM ini juga dapat membantu para pekerja dalam melakukan proses pemesinan suatu produk yang membutuhkan nilai kepresisian yang tinggi, bentuk yang rumit, serta kualitas permukaan yang baik [1]. Pada Gambar 1, ditampilkan skema *electrical discharge machine* [2]. Selama proses EDM, terjadi loncatan bunga api listrik (*spark*) pada celah antara elektroda (alat potong) dengan benda kerja. *Spark* terjadi secara periodik terhadap waktu. Saat proses pemesinan ini

digunakan cairan dielektrikum yang berada antara elektroda dan benda kerja [3].



Gambar 1: Skema *Electrical Discharge Machine* [2]

Cairan dielektrikum (*coolant*) berfungsi untuk mendinginkan benda kerja. Tanpa cairan dielektrikum maka akan mempengaruhi kekasaran permukaan, keausan elektroda serta kebakaran pada mesin EDM.

Dalam proses pemesinan EDM dibutuhkan adanya elektroda. Elektroda bisa terbuat dari bahan metalik atau grafit [4]. Sebagian bahan mampu menghilangkan geram pada benda kerja secara efektif namun memiliki tingkat keausan yang tinggi. Sedang sebagian yang lain, memiliki tingkat keausan yang rendah tapi sangat lambat menghilangkan geram pada benda kerja [3]. Beberapa logam yang termasuk dalam kelompok metalik yaitu *zinc, copper, tungsten*, dan *copper tungsten*.

*Copper* atau tembaga (Cu) merupakan bahan yang dapat menghantarkan arus listrik dengan baik. Tembaga (Cu) adalah logam yang ditemukan sebagai unsur atau berasosiasi dengan tembaga dan perak. Tembaga yang terdapat dalam jumlah yang relatif besar dan ditemukan selama pemisahan dari bijihnya (*coal*) pada elektrolisis dan pemurnian tembaga [5]. Umumnya tembaga berwarna kemerahan-oranye dan sering dimanfaatkan pada bangunan [5].

Kekasaran permukaan merupakan ketidakteraturan tekstur dari suatu penampang yang terjadi akibat perlakuan selama produksi [9]. Beberapa komponen hasil pemesinan membutuhkan kriteria kekasaran permukaan tertentu. Oleh karena itu, dibutuhkan proses pemesinan yang sesuai agar dapat memenuhi kriteria kekasaran yang diharapkan. Parameter yang berpengaruh terhadap kekasaran benda kerja dan laju keausan elektroda salah satunya yaitu arus listrik [8]. Oleh karena itu, pada penelitian awal ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi arus listrik saat pemakanan dengan mesin EDM terhadap nilai kekasaran permukaan baja ST 37.

## 2.0 METODE

### 2.1. Bahan

Material benda kerja yang digunakan adalah baja ST 37 yang merupakan golongan baja karbon rendah (< 0,30%). Keunggulan baja ST 37 antara lain memiliki sifat ulet dan tangguh yang baik [10]. Baja ST 37 memiliki tingkat *machinability* sebesar 70% [6].

Material elektroda yang digunakan dalam penelitian ini terbuat dari tembaga (Cu). Dimensi ukuran benda kerja dan spesifikasi material ST 37 tercantum dalam Tabel 1. Gambar benda kerja ditampilkan pada Gambar 2. Benda kerja terdiri atas 3 spesimen dengan masing-masing spesimen terdiri atas 3 blok.

Tabel 1: Spesifikasi Material ST 37 Dan Dimensi Benda Kerja

Density (kg/m <sup>3</sup> )	0,284
Modulus elastisitas (GPa)	205
Kekuatan tarik (MPa)	370
Dimensi benda kerja (mm)	
– Panjang	54,04
– Lebar	31,04
– Tebal	10,04



Gambar 2 : Benda Kerja (Baja ST37)

### 2.2. Peralatan

Pada penelitian ini menggunakan peralatan berupa kunci L, jangka sorong (*caliper*), *dial indicator*, dan ragum penjepit. Pembuatan elektroda menggunakan mesin *milling*. Spesifikasi *electrical discharge machine* (EDM) yang digunakan pada penelitian ini tercantum dalam Tabel 2.

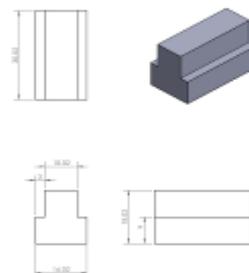
Tabel 2: Spesifikasi EDM

Merk	Charmilles Technologies EDM
Tipe	Forn 2-Lc
Maksimum Bobot benda kerja	110 Lbs (500kg)
Beban elektroda maksimum	132Lbs (60Kg)
Cairan air listrik	63 gallon (280 liter)
Dimensi mesin	(W×D×H)56''×56''×88''
Jarak sumbu	Sumbu X=300 Sumbu Y=200 Sumbu Z=200

Pengukuran kekasaran permukaan benda kerja menggunakan *surface roughness tester* merk Mitutoyo SJ-310. Pembuatan desain elektroda dilakukan dengan *software* Solidwork 2013.

### 2.3. Prosedur

2.3.1. Pembuatan rancangan desain elektroda menggunakan *software* Solidwork 2013 dengan dimensi seperti yang ditampilkan pada Gambar 3.



Dimensi elektroda (mm):  
Panjang = 30,02  
Lebar = 16,02  
Tebal = 18,02

Gambar 3: Desain 3D Rancangan Elektroda

2.3.2. Pembuatan elektroda menggunakan mesin *milling*.

2.3.3. Proses pemesinan EDM terhadap benda kerja. Pemesinan EDM dilakukan dengan jarak antara elektroda dan benda kerja sejauh 5 mm dengan kedalaman pemakanan 0,1 mm. Pada proses pemesinan ini dilakukan dengan variasi arus listrik 3A, 6A dan 12A.

2.3.4. Pengukuran kekasaran permukaan benda kerja (Ra) hasil proses pemesinan EDM

Pengukuran kekasaran permukaan (Ra) dilakukan pada tiap spesimen untuk masing-masing blok. Tiap blok dilakukan 3 kali pengukuran.

#### 2.3.5. Analisa hasil pengukuran kekasaran permukaan benda kerja.

Kelas kekasaran permukaan benda kerja hasil pemesinan EDM disesuaikan dengan Tabel 3.

Tabel 3: Kelas Kekasaran Menurut DIN 4763:1981

Kekasaran Ra ( $\mu\text{m}$ )	Kelas Kekasaran
50	N12
25	N11
12,5	N10
6,3	N9
3,2	N8
1,6	N7
0,8	N6
0,4	N5
0,2	N4
0,1	N3
0,05	N2
0,025	N1

## 2.4. Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan di PT Sanwa Engineering Batam.

## 3.0 HASIL DAN PEMBAHASAN

Pemesinan menggunakan *electrical discharge machine* (EDM) merupakan proses pemesinan nokonvensional dengan cara kerja nonkontak yang biasanya digunakan untuk menghasilkan produk yang membutuhkan ketelitian tinggi. Selain produk-produk yang membutuhkan ketelitian tinggi, EDM biasanya juga digunakan pada logam paduan yang memiliki kekerasan sangat tinggi atau pada produk yang memiliki desain yang kompleks.

Pada penelitian ini menggunakan elektroda dari bahan tembaga (Cu) yang memiliki resistensi listrik dan titik leleh yang rendah. Laju pengerjaan benda kerja akan makin cepat saat resistensi listrik pada elektroda makin rendah [4]. Gambar elektroda pada penelitian ini ditampilkan pada Gambar 4.



Gambar 4: Elektroda (Cu)

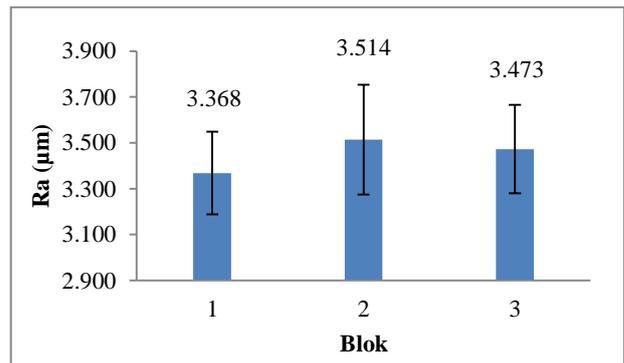
Elektroda akan menghantarkan tegangan listrik yang akan mengerosi benda kerja menjadi bentuk yang dikehendaki [4]. Elektroda berbahan tembaga (Cu) mampu menghantarkan listrik dan panas. Bentuk elektroda (Gambar 4) yang mudah dikerjakan serta mampu menciptakan pemindahan geram dari benda

kerja secara efektif memenuhi kriteria elektroda yang dipersyaratkan Widarto [7].

Keunggulan lain dari elektroda berbahan baku tembaga yaitu memiliki karakteristik *discharge-dressing* yang lebih baik sehingga dapat digunakan secara berulang [7].

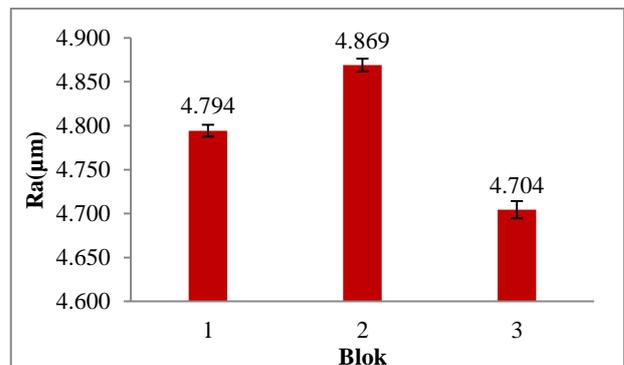
Arus listrik merupakan salah satu parameter penentu kualitas proses EDM. Semakin besar arus pada tegangan listrik mengakibatkan aliran elektron yang menumbuk permukaan benda kerja makin cepat. Saat pemesinan menggunakan EDM, pada celah antara elektroda dan benda kerja terjadi locatan bunga api listrik (*sparks*) yang mengakibatkan terjadinya pelelehan lokal pada benda kerja (anoda) dan elektroda (katoda) [4]. Hal ini mengakibatkan peningkatan suhu yang berdampak pada pengerosian benda kerja [3]. Pada penelitian ini menggunakan variasi arus 3A, 6A dan 12A. Hasil penelitian untuk masing-masing arus ditampilkan pada Gambar 5, 6 dan 7.

Berdasarkan Gambar 5, dengan variasi arus listrik 3A menghasilkan kekasaran permukaan benda kerja (Ra) pada blok 1 sebesar 3.368  $\mu\text{m}$ , blok 2 sebesar 3.514  $\mu\text{m}$ , dan pada blok 3 yaitu 3.473  $\mu\text{m}$ . Nilai rata-rata kekasaran permukaan benda kerja dengan variasi arus listrik 3A yaitu 3,452  $\mu\text{m}$ .



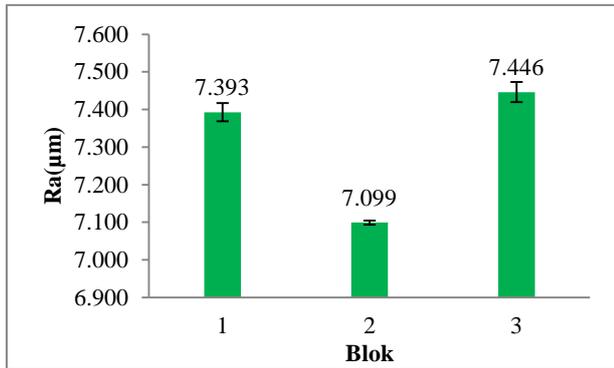
Gambar 5: Pengukuran Kekasaran Permukaan (Ra) Benda Kerja Pada Arus 3A

Gambar 6 menunjukkan nilai kekasaran permukaan (Ra) benda kerja untuk variasi arus 6A. Pada variasi arus listrik 6A menghasilkan nilai kekasaran permukaan (Ra) benda kerja pada blok 1 sebesar 4.794  $\mu\text{m}$ , kemudian pada blok 2 sebesar 4.869  $\mu\text{m}$ , dan pada blok 3 diperoleh rata-rata kekasaran permukaan 4.704  $\mu\text{m}$ .



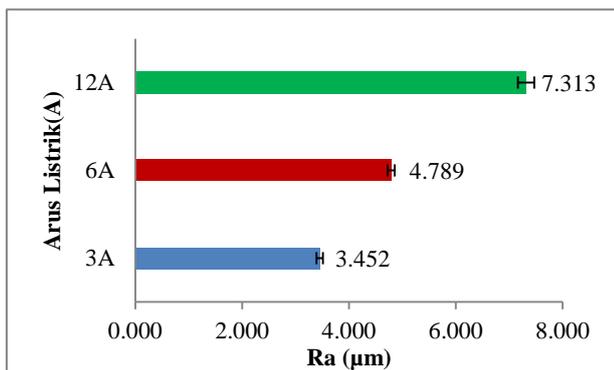
Gambar 6: Pengukuran Kekasaran Permukaan (Ra) Benda Kerja Pada Arus 6A

Rata-rata nilai kekasaran permukaan benda kerja dengan variasi arus listrik 6A sebesar 4,789  $\mu\text{m}$ .



Gambar 7: Pengukuran Kekasaran Permukaan (Ra) Benda kerja Pada Arus 12A

Nilai kekasaran permukaan benda kerja pada variasi arus listrik 12A ditampilkan pada Gambar 7. Tabel 7 menunjukkan bahwa pada blok 1 menghasilkan rata-rata kekasaran permukaan (Ra) 7.393 $\mu\text{m}$ , pada blok 2 Ra sebesar 7.009  $\mu\text{m}$  dan pada blok 3 diperoleh Ra 7.446 $\mu\text{m}$ . Rata-rata nilai Ra pada benda kerja dengan variasi arus listrik sebesar 12A yaitu 7,313 $\mu\text{m}$ .



Gambar 8. Variasi arus listrik terhadap Ra benda kerja

Pada Gambar 8, memperlihatkan adanya perbedaan nilai kekasaran permukaan (Ra), dimana permukaan yang paling halus terjadi pada pemakanan variasi arus 3A. Hal ini dapat dijelaskan bahwa semakin lama pemakanan maka akan menghasilkan permukaan semakin halus. Pada pemakanan menggunakan arus listrik 3A, elektroda menempel pada benda kerja lebih lama sehingga mengerosi permukaan benda kerja dengan baik, begitu elektroda mengangkat keatas maka cairan dielektrik akan langsung membersihkan hasil erosi pada permukaan. Hal ini berbeda dengan benda kerja yang diberi variasi arus listrik 6A dan 12A yang menghasilkan permukaan lebih kasar. Hal ini disebabkan waktu menempel elektroda lebih cepat keatas sehingga proses pengerosian permukaan benda kerja tidak berjalan optimal. Alimin dkk [8] menyampaikan bahwa semakin besar arus listrik maka *spark* yang terbentuk makin besar sehingga kawah yang terbentuk pada permukaan benda kerja makin curam.

Berdasarkan data dapat diketahui bahwa nilai rata rata kekasaran terendah yaitu 3.368  $\mu\text{m}$  pada arus 3A, sedangkan nilai rata rata kekasaran tertinggi yaitu 7.446  $\mu\text{m}$  pada arus 12A. Oleh karena itu dapat disimpulkan bahwa semakin besar arus yang digunakan maka pengaruh kekasaran permukaan semakin besar. Penelitian ini sejalan dengan penelitian Gapsari [3] yang menyebutkan bahwa penyimpangan geometri profil produk (*profile error involute*) makin besar seiring dengan bertambah besarnya variasi arus listrik. Hal ini juga sejalan dengan penelitian Subakti [10] yang menggunakan baja VCN saat proses EDM. Penelitian ini merupakan eksperimen awal, perlu dilakukan penelitian lanjutan untuk mengetahui pengaruh penggunaan variasi arus listrik terhadap laju pemakanan terhadap benda kerja.

Berdasarkan data nilai kekasaran permukaan (Ra), maka dapat diklasifikasikan kelas kekasaran yang terbentuk menurut ISO atau DIN 4763:1981. Untuk nilai kekasaran terendah (3.368 $\mu\text{m}$ ) masuk dalam kelas N8 sedangkan untuk nilai kekasaran tertinggi (7.446  $\mu\text{m}$ ) masuk dalam kelas kekasaran N9. Data ini dapat digunakan sebagai acuan dalam pembuatan beberapa komponen yang membutuhkan akurasi dimensi pemotongan yang tinggi seperti pembuatan komponen *aerospace*,  *mold* dan  *die*, serta pengecoran *dies*.

#### 4.0 KESIMPULAN

Nilai variasi arus yang menghasilkan rata rata kekasaran terendah yaitu 3.368  $\mu\text{m}$  pada arus 3A, sedangkan nilai rata-rata kekasaran tertinggi yaitu 7.446  $\mu\text{m}$  pada arus 12A. Semakin besar arus yang digunakan maka pengaruh kekasaran permukaan semakin besar.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Patna Partono, Tri Widodo Besar Riyadi, *Studi Proses Electrical Discharge Machining Dengan Elektroda Tembaga*, Jurusan Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Surakarta, ISSN 1411-4348, 2008.
- [2] A.Banu dan M. Y. Ali. *Electrical Discharge Machining (EDM): A Review*. International Journal of Engineering Materials and Manufacture (2016) 1 (1) 3-10.
- [3] Femiana Gapsari, Sugiarto, Nugroho Bagus, *Pengaruh Besar Arus Listrik Pada Proses Wire EDM Terhadap Profile Error Involute Roda Gigi Lurus*, Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya Malang Indonesia, ISSN 0216-468X, 2011.
- [4] Rahayu Mekar Bisono. *Optimasi Multirespon Pada Proses Electrical Discharge Machining (EDM) Sinking Material Baja Perkakas DAC Dengan Menggunakan Metode Taguchi-Grey-Fuzzy*. Program Magister Bidang Keahlian Rekayasa dan Sistem Manufaktur, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, ITB. Surabaya. 2015.

- [5] Nuriadi, Mery Napitupulu, Nurdin Rahman, *Analisis Logam Tembaga(Cu) Pada Buangan Limbah Tromol(Tailing) Pertambangan Poboya*, Pendidikan Kimia/FKPI-Universitas Tadulako, Palu-Indonesia, ISSN 2302-6030, 2013.
- [6] AISI 1018 Mild/Low Carbon Steel, <https://www.azom.com/article.aspx?ArticleID=65>. Diakses: Januari 2019.
- [7] Widarto. *Teknik Pemesinan untuk Sekolah Menengah Kejuruan Jilid 2*. Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan, Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah, Departemen Pendidikan Nasional, ISBN 978-979-060-115-4, 2008
- [8] Roche Alimin, Juliana Anggoro, Rinto Hamdrik. *Studi Pengaruh Arus Dan Arc On-Time Pada Electrical Discharge Machining (EDM) Sinking Terhadap Kekasaran Permukaan Benda Kerja Dan Keausan Elektroda*. Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri, Universitas Kristen Petra.
- [9] Bambang Sugiantoro, Rusnaldy, Susilo Adi Widyanto. *Optimasi Parameter Proses Milling Terhadap Kualitas Hasil Permesinan Aluminium Dengan Metode Taguchi*. TRAKSI Vol. 14 No. 1 Juni 2014 (42-57).
- [10] Arief Setiawan. *Pengaruh Air Hujan, Air Laaut, Dan Air Sungai Terhadap Laju Korosi Baja ST 37 Yang Dipoles Dan Tidak Dipoles*. Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Malang, 2018.