

## Pengaruh Besar Arus Listrik Pada Proses *Wire Edm* Terhadap *Profile Error Involute* Roda Gigi Lurus

Femiana Gapsari, Sugiarto, Nugroho Bagus

Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Malang

Jl. MT.Haryono 167 Malang 65145, Indonesia

E-Mail: [femianagapsari@gmail.com](mailto:femianagapsari@gmail.com)

### Abstract

*Wire Electric Discharge Machine (EDM) is one of non conventional metal cutter machines. This machine is used to form machine components which has complex form and needs high precision. One of the machinery parameters which influences cutting precision on Wire EDM is the amount of pulse current. The form of involute profile of gear is a form which has complexity and high precision which often changes the form of geometry profile. This study is aimed at investigating the extent of the influence of the amount of current parameter on Wire EDM towards the profile error involute spur gear. This study is experimental design, the independent variable used is pulse current with variation of 3 ampere, 4 ampere, 5 ampere, 6 ampere, and 7 ampere. The dependent variable in this study is profile error involute spur gear which later will explain the extent of cutting distortion. The result of this study showed that the higher the electric current, the higher the level of profile error involute spur gear. This means that the level of the precision is getting lower. The level of the lowest profile error involute, which is 0.0907 mm, found at 3 ampere pulse current, while the highest level of profile error involute, which is 0.1256 mm, found at 7 ampere electric current.*

**Keywords:** *wire edm, pulse current, profile error involute, spur gear.*

### PENDAHULUAN

*Electric Discharge Machine* merupakan teknologi pemotongan logam non konvensional yang menggunakan energi panas pada proses pemotongannya (*thermal cutting processes*). Proses EDM adalah proses pengerjaan material oleh sejumlah loncatan bunga api listrik (*spark*) yang terjadi pada celah di antara katoda (elektroda) dengan anoda (benda kerja). Loncatan bunga api listrik tersebut terjadi secara tidak kontinu tetapi secara periodik terhadap waktu. Pada proses pemesinan ini digunakan cairan *deionized* yang disebut dengan cairan dielektrik, berada diantara elektrode dengan benda kerja.

*Wire EDM* adalah salah satu proses EDM yang menggunakan sebuah kawat sebagai elektrodanya yang bergerak secara kontinu. Pelepasan material terjadi sebagai hasil erosi percikan listrik oleh kawat elektroda yang bergerak dari gulungan kawat baru memotong benda kerja [1]. Mesin ini biasa digunakan untuk membentuk komponen

mesin yang memiliki bentuk komplek dan membutuhkan kepresisian tinggi.

Salah satu parameter pemesinan yang menentukan kualitas hasil produk pada *Wire EDM* adalah Arus Listrik (*current*). Penggunaan arus listrik yang semakin besar pada tegangan listrik akan menyebabkan percikan bunga api (*sparking*) semakin besar pula, hal ini menyebabkan pergerakan aliran elektron untuk menumbuk bagian permukaan benda kerja semakin cepat, sehingga terjadi peningkatan temperatur yang mengakibatkan pengerosian permukaan benda kerja, hal ini akan merubah hasil pemotongan yang berdampak kepada kepresisian ukuran pemotongan *Wire EDM*.

Prinsip utama *wire EDM* adalah memanfaatkan percikan bunga api listrik diantara benda kerja dan pahat [2].

Ningsih, dkk [3] melakukan penelitian tentang optimasi parameter pemotongan dengan *wire EDM* terhadap kekasaran permukaan dan ketelitian ukuran hasil pengerjaan. Pada penelitian tersebut diketahui bahwa kekasaran permukaan benda

kerja dipengaruhi *pulse current*, *on time*, *pulse frekuensi*, sedangkan *feed rate* dan *panjang kawat* tidak memberikan pengaruh terhadap kekasaran permukaan. Faktor-faktor utama yang mempengaruhi ketelitian ukuran hasil pengerjaan benda kerja adalah *pulse current*, *on time*, *pulse frekuensi* dan *feed rate*, sedangkan *panjang kawat* tidak memberikan pengaruh terhadap ketelitian ukuran hasil pengerjaan.

Telah banyak dilakukan penelitian tentang pengaruh parameter pemotongan pada *Wire EDM* terhadap kekasaran permukaan benda kerja. Penelitian lain [4-5] dilakukan metode optimasi yang berbeda-beda untuk mengetahui pemilihan parameter yang tepat pada proses *wire EDM*. Kekasaran permukaan menentukan kualitas geometrik dari produk. Semakin halus kekasaran permukaan maka semakin tinggi kualitas geometrik produk.

Pada komponen-komponen kendaraan dan mesin banyak digunakan roda gigi. Komponen-komponen roda gigi ini digunakan untuk memastikan sistem mekanisme mesin dan motor dapat bekerja sesuai dengan fungsinya. Makin tinggi kualitas suatu produk yang memerlukan perlengkapan roda gigi, maka makin tinggi dan makin presisi pula roda gigi yang harus dibuat. Roda gigi memiliki bentuk profile yaitu *involute*, adalah bentuk profil gigi yang dibuat membentuk garis lengkung (kurva) pada bagian *tooth*. *Profile* adalah bentuk penampang dari suatu gigi pada roda gigi [6].

Suatu komponen mesin mempunyai karakteristik geometrik yang ideal apabila komponen tersebut sesuai dengan apa yang dikehendaki. Dalam proses permesinan penyimpangan sering terjadi akibat kesalahan dalam penyetelan mesin perkakas [7]. Untuk itu, perlu dilakukan pemilihan parameter pemotongan yang tepat.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh parameter besar arus listrik pada proses *Wire EDM* terhadap *profile error involute* roda gigi lurus.

## METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan dengan menggunakan metode eksperimental. Variabel yang digunakan adalah besar arus listrik 3 ampere, 4 ampere, 5 ampere, 6 ampere, dan 7 ampere variabel bebas. Sedangkan variabel terikatnya adalah penyimpangan berupa *profile error involute* roda gigi lurus.

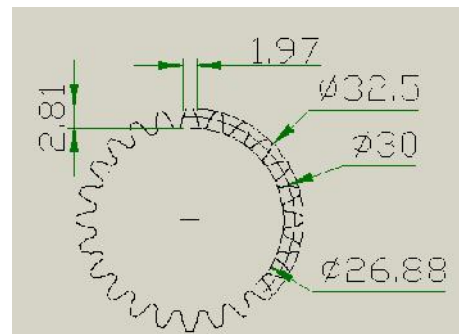
### Alat-Alat Penelitian

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

- Mesin *Wire EDM* Mitsubishi BA-8
- *Software AutoCAD* 2009.
- Foto Makro
- Jangka Sorong

### Proses Pengambilan Spesimen

1. Menyiapkan gambar pemotongan spesimen sesuai dengan JIS nomor B 1701 tahun 1973 "*Involute Gear Tooth Profile and Dimension*" [8].



Gambar 1. Gambar Roda Gigi dengan Profile Roda Gigi Involute sesuai standar JIS B 1701

Gambar

|                      |              |
|----------------------|--------------|
| Modul $m$            | : 1,25       |
| Jumlah gigi $z$      | : 24         |
| Diameter luar $d_a$  | : 32,5 mm    |
| Diameter pitch $d$   | : 30 mm      |
| Diameter dasar $d_f$ | : 26,8 mm    |
| Tinggi gigi $h$      | : 2,8 mm     |
| Tebal gigi $s$       | : 1,99 mm    |
| Sudut tekan $\alpha$ | : $20^\circ$ |
| Modul $m$            | : 1,25       |
| Jumlah gigi $z$      | : 24         |
| Diameter luar $d_a$  | : 32,5 mm    |
| Diameter pitch $d$   | : 30 mm      |

Diameter dasar  $d_f$  : 26,8 mm  
 Tinggi gigi  $h$  : 2,8 mm  
 Tebal gigi  $s$  : 1,99 mm  
 Sudut tekan  $\alpha$  :  $20^\circ$

- Menyiapkan spesimen yang akan digunakan yaitu baja paduan ASSAB 618 dengan tebal 10 mm.
- Menyiapkan mesin Wire EDM Mitsubishi BA-8.
- Melakukan pemotongan sesuai dengan parameter-parameter yang telah ditentukan.

#### Proses Pengambilan Data

- Membersihkan hasil pemotongan
- Melakukan pengambilan gambar pada penampang profil gigi involute dengan foto makro untuk setiap spesimen.
- Melakukan pengukuran benda kerja dengan menggunakan jangka sorong.
- Melakukan pengukuran hasil pengambilan gambar yang menggunakan foto makro dengan program AutoCAD 2009.
- Pengambilan dan pengolahan data menggunakan skala, dan pengukuran penyimpangan yang terjadi menggunakan software AutoCAD 2009.
- Melakukan pembahasan data.
- Penarikan kesimpulan.

#### HASIL

Data hasil pengukuran ditunjukkan pada tabel berikut.

Tabel 1. Data Penyimpangan Profile Error Involute

| Profile Error Involute (mm) | Involute ke | Arus Listrik (Ampere) |         |         |         |         |
|-----------------------------|-------------|-----------------------|---------|---------|---------|---------|
|                             |             | 3                     | 4       | 5       | 6       | 7       |
|                             | 1           | 0,0889                | 0,08987 | 0,07307 | 0,1089  | 0,1394  |
|                             | 2           | 0,0948                | 0,07147 | 0,1100  | 0,1254  | 0,1293  |
|                             | 3           | 0,0862                | 0,09467 | 0,1025  | 0,1171  | 0,1155  |
|                             | 4           | 0,0939                | 0,1045  | 0,1067  | 0,12873 | 0,1318  |
|                             | 5           | 0,0947                | 0,1125  | 0,1127  | 0,1133  | 0,11567 |
|                             | 6           | 0,0858                | 0,0912  | 0,1072  | 0,1128  | 0,1207  |
|                             | Jumlah      | 0,5443                | 0,564   | 0,6199  | 0,7143  | 0,7534  |
|                             | Rata - rata | 0,0907                | 0,094   | 0,1033  | 0,1190  | 0,1256  |

#### Analisa Varian Satu Arah

Dari hasil analisis varian satu arah pada data tabel 1, maka didapatkan hasil perhitungannya yang ditunjukkan pada tabel berikut.

Tabel 2. Hasil Analisa Varian Satu Arah

| Sumber Keragaman | Jumlah Kuadrat | Derajat Bebas | Kuadrat Tengah Rata-Rata | f Hitung | f Tabel |
|------------------|----------------|---------------|--------------------------|----------|---------|
| Perlakuan        | 0,00561        | 4             | 0,001402                 | 11,9592  | 2,76    |
| Calat            | 0,002932       | 25            | 0,0001172                |          |         |
| Total            | 0,008542       | 29            |                          |          |         |

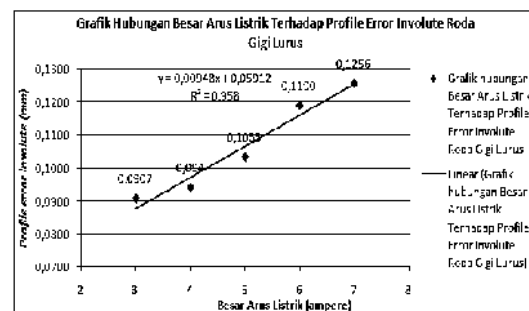
Berdasarkan hasil perhitungan analisa varian satu arah yang ditunjukkan pada tabel 4.2 diatas, dengan mengambil tingkat keyakinan 95% ( taraf nyata  $\alpha = 5\%$ ), maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:  $F_{hitung} > F_{tabel}$ , maka  $H_0$  ditolak dan  $H_1$  diterima.

Ini menyatakan bahwa besar arus listrik berpengaruh terhadap *profile error involute* roda gigi lurus pada proses Wire EDM.

#### PEMBAHASAN

Dari hasil pengolahan data menggunakan analisa varian satu arah didapatkan bahwa perubahan nilai besar arus listrik berpengaruh terhadap *profile error involute* roda gigi lurus menggunakan Wire EDM. Ini dibuktikan dengan nilai  $F_{hitung} > F_{tabel}$ .

Dari hasil analisa diketahui bahwa besar arus listrik akan mempengaruhi kepada nilai *profile error involute* roda gigi lurus. Hubungan antara besar arus listrik dan profile error involute roda gigi digambarkan oleh gambar 2.



Gambar 2. Grafik hubungan antara variasi besar arus listrik terhadap *profile error involute*

Pada Gambar 4. menunjukkan grafik linier dan juga menunjukkan persamaan garis liniernya, yaitu:

$$Y = 0,00948 X + 0,05912 \quad (1)$$

Keterangan :

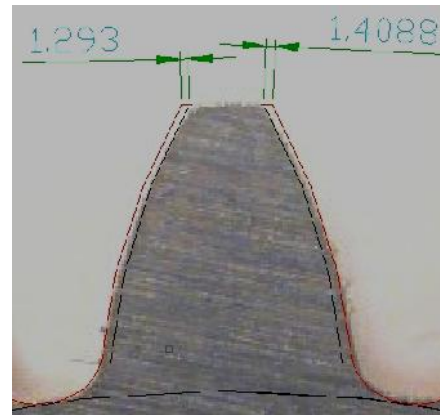
$Y = \text{Profile Error Involute}$

$X = \text{Besar Arus Listrik}$

Nilai  $R^2$  sebesar 0,958, adalah koefisien determinasi model regresi linier sebesar 95,8%. Hal ini menunjukkan bahwa model regresi linier telah sesuai dan dapat menjelaskan hubungan antara arus listrik dan *profile error involute* roda gigi.

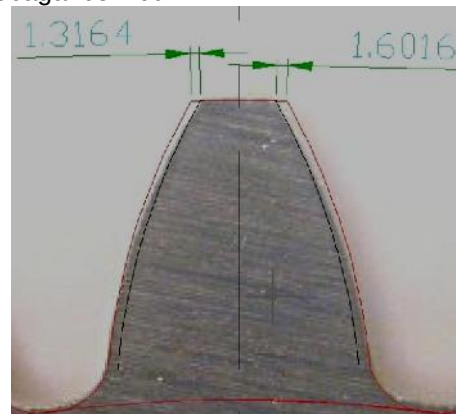
Pada gambar 2 dapat dilihat grafik hubungan antara parameter yang digunakan yaitu besar arus listrik dengan *profile error involute*, dimana nilai pada sumbu Y merupakan nilai dari *profile error involute* yang dipengaruhi oleh nilai pada sumbu X yaitu besar arus listrik. Pada penggunaan besar arus listrik (3, 4, 5, 6 dan 7) ampere masing – masing terjadi rata-rata penyimpangan sebesar 0,0907 mm, 0,094 mm, 0,1033 mm, 0,119 mm, dan 0,1256 mm, secara umum dapat dilihat bahwa seiring dengan peningkatan nilai pada sumbu X maka nilai pada sumbu Y akan semakin meningkat.

Pada variasi besar arus listrik sebesar 3 ampere penyimpangan *profile involute* yang terjadi sebesar 0,0907 mm. Ini disebabkan penambahan besar arus listrik akan meningkatkan nilai penyimpangan geometri profil gigi *involute* roda gigi, dalam hal ini dinyatakan sebagai *profile error involute*. Penggunaan arus listrik yang semakin besar akan menyebabkan percikan bunga api (*sparking*) semakin besar pula, mengakibatkan pergerakan aliran elektron untuk menumbuk bagian permukaan benda kerja semakin cepat, sehingga terjadi peningkatan temperatur yang mengakibatkan pengerosian permukaan benda kerja, hal ini akan merubah hasil pemotongan, dikarenakan pengerosian yang lebih besar dari pengerosian yang seharusnya. Ini dapat dibuktikan dengan gambar 3, penyimpangan yang terjadi tidak terlalu besar dan hampir terjadi diseluruh permukaan sisi *involute*, seperti terlihat pada gambar berikut.



Gambar 3. Penampang Profil Involute dengan variasi Besar Arus Listrik 3 ampere

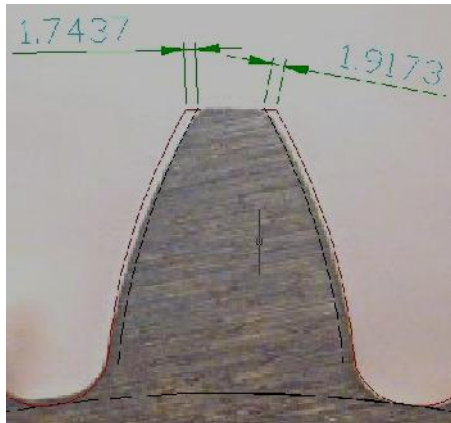
Pada variasi besar arus listrik pada 4 ampere dan 5 ampere, penyimpangan yang terjadi sebesar 0,094 mm dan 0,1033 mm. Penyimpangan yang terjadi pada variasi ini, *profile error involute* yang terjadi lebih besar daripada variasi sebelumnya dikarenakan arus listrik yang diterapkan menimbulkan percikan atau *sparking* yang terjadi antara benda kerja dengan elektrode kawat menjadi semakin besar yang akan mengakibatkan pengerosian yang lebih besar pula. Pada variasi ini *profile error involute* yang terjadi pada seluruh sisi *involute*, seperti terlihat pada gambar 4 sebagai berikut.



Gambar 4. Penampang Profil Involute dengan variasi variasi arus listrik 5 ampere

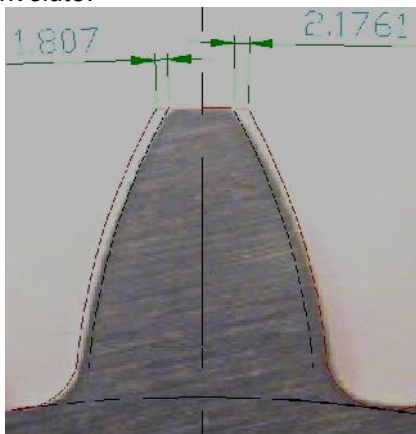
Pada variasi besar arus listrik 6 ampere penyimpangan yang terjadi sebesar 0,1190 mm, diakibatkan oleh besarnya percikan api listrik antara elektroda kawat dan benda kerja, sehingga percikan lebih mudah terjadi dan energi pemotongan lebih besar yang

mengakibatkan pengerosian benda kerja lebih besar yang mengakibatkan terjadinya kesalahan pemotongan. Pada saat kesalahan pemotongan ini terjadi maka elektroda kawat akan memotong benda dengan ukuran yang tidak sama dengan ukuran yang telah direncanakan. Pada gambar 5 dapat dilihat bahwa penyimpangan terbesar berada pada ujung dari sisi *involute*.



Gambar 5. Penampang Profil *Involute* dengan variasi arus listrik 6 ampere

Pada variasi 7 ampere terlihat penyimpangan sebesar 0,1256 mm. Pada variasi ini *profile error* yang terjadi selain diakibatkan oleh percikan bunga api listrik antara benda kerja dan elektroda kawat, juga oleh terjadinya pengerosian benda kerja yang terjadi paling besar. Hal ini dapat ditunjukkan oleh gambar 6, pada gambar terlihat bahwa penyimpangan terbesar terjadi pada ujung dari sisi *involute*.



Gambar 6. Penampang Profil *Involute* dengan variasi arus listrik 7 ampere

Pada gambar terlihat *profile error involute* yang terjadi lebih besar dari pada yang terlihat pada gambar 6, ini dikarenakan *sparking* antara elektroda kawat dan benda kerja paling besar sehingga pengerosian benda kerja yang terjadi paling tinggi, yang berdampak pada nilai *profile error involute* yang paling besar.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Dari penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa, besar arus listrik yang diterapkan berpengaruh terhadap penyimpangan geometri profil produk dalam hal ini adalah *profile error involute*. Berdasarkan hasil penelitian didapatkan bahwa nilai *profile error involute* meningkat seiring dengan bertambahnya besar arus listrik. Nilai *profile error involute* terkecil sebesar 0,0907 mm didapat pada variasi besar arus listrik 3 ampere yang merupakan variasi terkecil yang digunakan. Penyimpangan terbesar sebesar 0,1256 mm didapat pada variasi arus listrik sebesar 7 ampere yang merupakan variasi terbesar yang digunakan.

### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Abdel, Hassan and Gawad El-Hofy. 2005. *Advanced Machining Processes*. New York : McGraw Hill International.
- [2] P. C. Pandey, 1980, *Modern Machining Processes*. Mc Graw-Hill, New Delhi.
- [3] [T.H.Ningsih, B.O.Soepangkat, B.Pramujati, 2011,"Pengaruh Variabel Pemessinan Edm Wire Cutting Dengan Pemakaian Wire Berulang Terhadap Laju Pengerjaan Material Benda Kerja, Kekasaran Permukaan Dan Ketelitian Ukuran Hasil Pengerjaan",*Seminar Nasional Teknik Mesin*, 2-3 Nopember, Malang.
- [4] Gao Qing , Qin He Zhang, Shu Peng Su and Jian Hua Zhang, 2007, "variabel Optimatization Model in Electric Discharge machine" *Journal of Zhejiang University SCIENCE A* ISSN 1673-565X
- [5] J. L. Lin and C. L. Lin, 2002, "The Use The Orthogonal Array with Grey Relational Analysis to Optimize The

- Electrical Discharge Machining Process with Multiple Performance Characteristics" *International Journal of machine Tools and manufacture* 42 .
- [6] Jain, Shailendra and Syed Samsul Amin. 2004. *Gear Metrology*. Department of Mechanical Engineering and Engineering Science The University of North Carolina at Charlotte 9201 University City Blvd. Charlotte, NC 28223-0001 USA.
- [7] [http://www.coe.uncc.edu/.../reports/Gear Metrology](http://www.coe.uncc.edu/.../reports/GearMetrology)
- [8] Rochim, T., 2001, Spesifikasi Metrologi dan Kontrol Kualitas Geometrik, Penerbit ITB, Bandung.
- [9] Anonim. 1973. Japan Industrial Standart B 1701 Involute Gear Tooth Profile and Dimension. Japan: Japanese Standart Asiciation.