

# OPTIMALISASI PARAMETER PERMESINAN PADA PROSES PEMBUATAN RODA GIGI DENGAN MENGGUNAKAN MESIN WIRE CUT EDM

Rusdi Nur<sup>1,2)</sup>, Muhammad Arsyad Suyuti<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Mechanical Engineering Department, Politeknik Negeri Ujung Pandang, Makassar

<sup>2)</sup> Center for Materials and Manufacturing, Politeknik Negeri Ujung Pandang, Makassar

## ABSTRACT

This study focused on investigations in machinery for the manufacture of gears using EDM Wire Cut machines. In the study the monitoring device is currently used to evaluate the performance of EDM Wire Cut machines to produce gears. The research was conducted for various machining parameters (Current and Wire Speed) for one workpiece material, especially in the wire cut process. This methodology includes the preparation of materials and tools, the cutting process by measuring surface roughness and cutting time on EDM wire cut machines and machining process performance. The machined response measured is surface roughness and Cutting time). The results of the observation of the data will be analyzed by analysis using the Design Expert software to obtain the optimum cutting conditions that are related to the criteria of good straight gear product quality.

**Keywords:** *Wire Cut, Surface Roughness, Cutting Time*

## 1. PENDAHULUAN

Proses pembentukan logam dapat dilakukan dengan berbagai cara yaitu melalui teknologi pengecoran, penempaan, pemesinan dan lain lain. Produk yang dihasilkan tentunya harus sesuai dengan dimensi dan kondisi permukaan yang direncanakan. Kondisi permukaan yang dihasilkan diharapkan memiliki permukaan yang halus dan licin. Proses pembentukan tersebut dapat dilakukan dengan menggunakan mesin-mesin perkakas tradisional dan non tradisional. Untuk menghasilkan ketelitian yang tinggi proses pemesinan nontradisional merupakan pilihan yang tepat untuk digunakan. Salah satu jenis pemesinan nontradisional adalah EDM (*Electrical discharge Machine*). Mesin ini mampu melakukan pemotongan logam tanpa menghasilkan serpihan. Pemanfaatan mesin EDM sangat membantu untuk menghasilkan kondisi permukaan benda kerja yang rapi dan halus .

*Wire cut* menggunakan sebuah kawat pemotong yang bergerak menembus benda kerja, Benda kerja yang dapat diproses menggunakan *wire cut* berupa material konduktif karena basis kerjanya menggunakan listrik. Panas yang terjadi pada kawat disebabkan oleh pulsa elektrik DC yang dibangkitkan antara kawat dengan benda kerja. Diantara kawat dan benda kerja terdapat air yang ter-deionisasi yang disebut dielektrik. Proses deionisasi akan menyebabkan air menjadi murni yang berfungsi sebagai insulator dan air *tap* yang mengandung mineral, sehingga hal tersebut membuat kawat menjadi sangat konduktif.

Material *removal* yang berupa erosi terjadi akibat adanya loncatan bunga api listrik diantara elektroda dan benda kerja dalam cairan dielektrik. Loncatan bunga api listrik terjadi apabila beda tegangan antara kawat pemotong dan benda kerja melampaui *break down voltage* celah dielektrik. Penggunaan roda gigi pada dunia industri sangat penting, karena roda gigi merupakan salah satu jenis elemen transmisi yang penting untuk suatu pemindah gerak (terutama putaran), dan daya atau tenaga pada suatu sistem transmisi antara penggerak dengan yang digerakkan. Suatu konstruksi hubungan roda gigi digunakan pula untuk sistim pengatur pada pemindah putaran atau untuk merubah gerak lurus menjadi gerak putar atau juga sebaliknya (Satria Akbar. 2014).

Rasio antara ketebalan lapisan pelumas dan kekasaran permukaan harus dijaga, dimana dapat dipenuhi dengan membuat permukaan roda gigi lebih halus, karena roda gigi yang memiliki nilai kekasaran permukaan yang tinggi akan menimbulkan koefisien gesek yang tinggi pula (Taufiq Hidayat. 2013). Kekasaran permukaan adalah penyimpangan rata-rata aritmetik dari garis rata-rata Profil. Dalam ISO 1302-1978 definisi ini digunakan untuk menetapkan harga. rata-rata kekasaran permukaan..

---

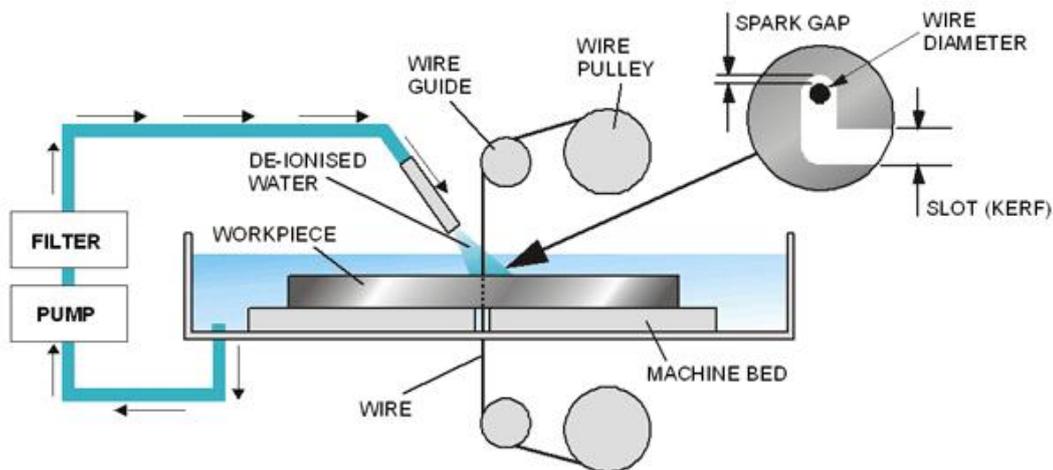
<sup>1</sup> Korespondensi penulis: Rusdi Nur, Telp 081354914925, rusdinur@poliupg.ac.id

Pada penelitian ini, bahan yang akan dibuat menjadi roda gigi lurus adalah material K-945 EMS 45 yang merupakan baja karbon menengah yang mempunyai kekuatan tarik 60-70 kg/mm<sup>2</sup>.

Pemesinan adalah proses yang paling banyak digunakan dalam proses produksi. Sedangkan proses permesinan *wire cut* EDM merupakan proses permesinan dengan menggunakan proses erosi yang dihasilkan dari perbedaan potensial lewat sebuah kawat. Elektrodanya adalah sebuah kawat gulungan yang terus berputar dan berganti selama proses permesinan berlangsung. Selama proses erosi, kawat selalu berganti dan berputar agar pada setiap erosi kawat yang digunakan selalu baru dan tidak putus. Kawat yang digunakan biasa terbuat dari tembaga, *brass*, *zink*, dan material yang dapat menghantarkan listrik (Ibnu Aryadireza. 2016). Penelitian ini mengusulkan pemodelan dan mengoptimalkan hasil permukaan pemotongan terhadap pengaruh kuat arus proses *wire cut* dan *wire speed* pembuatan roda gigi lurus.

**2. METODE PENELITIAN**

Penelitian dilakukan di laboratorium mekanik kampus Politeknik Negeri Ujung Pandang pada laboratorium mekanik pengujian bahan, bengkel mekanik Jurusan Teknik Mesin, dan pengujian kekasaran permukaan (*surface roughness*) dilakukan di Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar, dimana untuk mengetahui seberapa besar pengaruh antara kuat arus dan *wire speed* terhadap kekasaran permukaan roda gigi lurus pada bahan EMS 45. Spesifikasi benda uji yang digunakan untuk membuat roda gigi adalah baja EMS 45, dan jenis kawat elektroda yang digunakan untuk proses *wire cut* pada mesin EDM ONA AF25 adalah *wire brass* (kuningan) dengan ketebalan 0.25 mm. adapun skema proses pemotongan dengan *wire cut* dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 1. Skema proses pemesinan *Wire Cut*

Dalam proses pembuatan roda gigi ini, parameter pemotongan dengan mesin *wire cut* yang digunakan dapat dilihat dalam table berikut.

Tabel 1. Variabel Pemotongan Roda Gigi Pada Mesin *Wire Cut*.

Variabel Pemotongan	Spesifikasi
Arus ( <i>Current</i> )	3, 5, dan 7 [Ampere]
<i>Wire Speed</i>	8, 10, dan 12 [mm/menit]
Diameter Kawat	0.25 [mm]
Jenis Kawat	<i>Brass</i>

**3. HASIL DAN PEMBAHASAN**

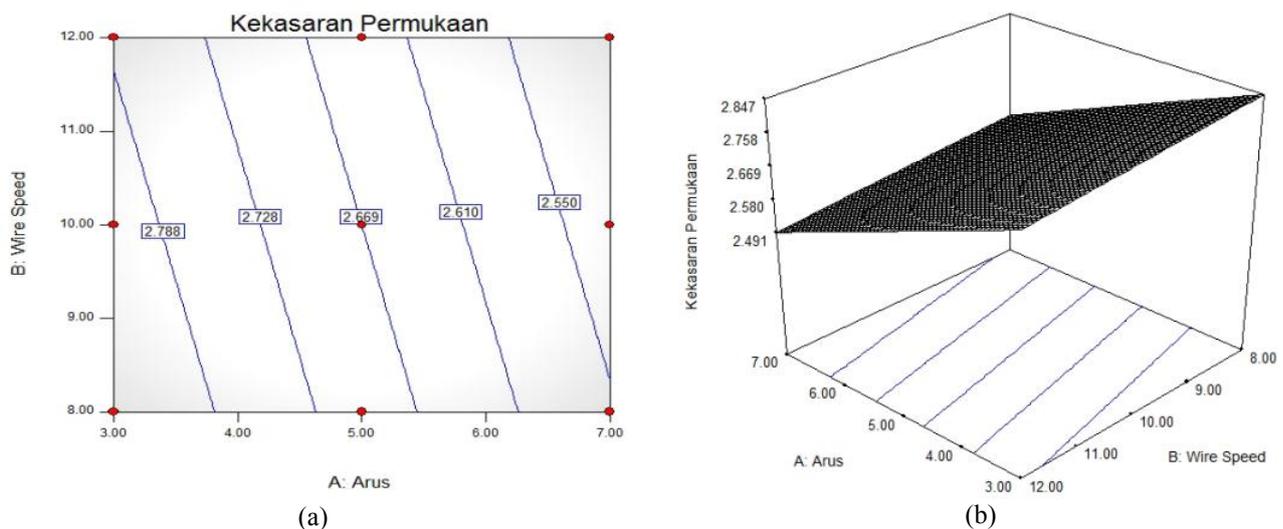
Hasil analisa data merupakan suatu kegiatan dimana seluruh data-data penelitian yang telah diperoleh, selanjutnya akan dipelajari dan dianalisis dengan menggunakan software Design Expert V.6 untuk menentukan pengaruh variabel pemotongan terhadap waktu pemotongan dan kekasaran permukaan hasil proses permesinan *wire cut*. Hal yang sama dilakukan oleh Rusdi Nur dkk (2017) untuk mengoptimasi kondisi pemotongan pada pembubutan paduan aluminium.

Tabel 2. Data Hasil Pengujian Kekasaran Permukaan

No	Arus (Ampere)	Wire Speed (mm/min)	Ra (µm)	CT (menit)	Keterangan
1	3	8	2.855	110	Tidak putus
2	5	8	2.736	124	Putus 1 kali
3	7	8	2.809	133	Putus 1 kali
4	3	10	2.761	115	Tidak putus
5	5	10	2.801	132	Putus 1 kali
6	7	10	2.632	158	Putus 2 kali
7	3	12	2.573	127	Putus 1 kali
8	5	12	2.401	156	Putus 2 kali
9	7	12	2.653	172	Putus 3 kali

**A. Kekasaran Permukaan(Ra)**

Pengujian kekasaran permukaan dilakukan dengan menggunakan alat ukur kekasaran permukaan (*surface roughness tester*) SURFTEST SJ-310. Adapun model kekasaran permukaan (Ra) yang dihasilkan dengan menggunakan software Design Expert Versi 6 dapat dilihat pada Gambar 2 dalam bentuk plot 2D dan 3D.

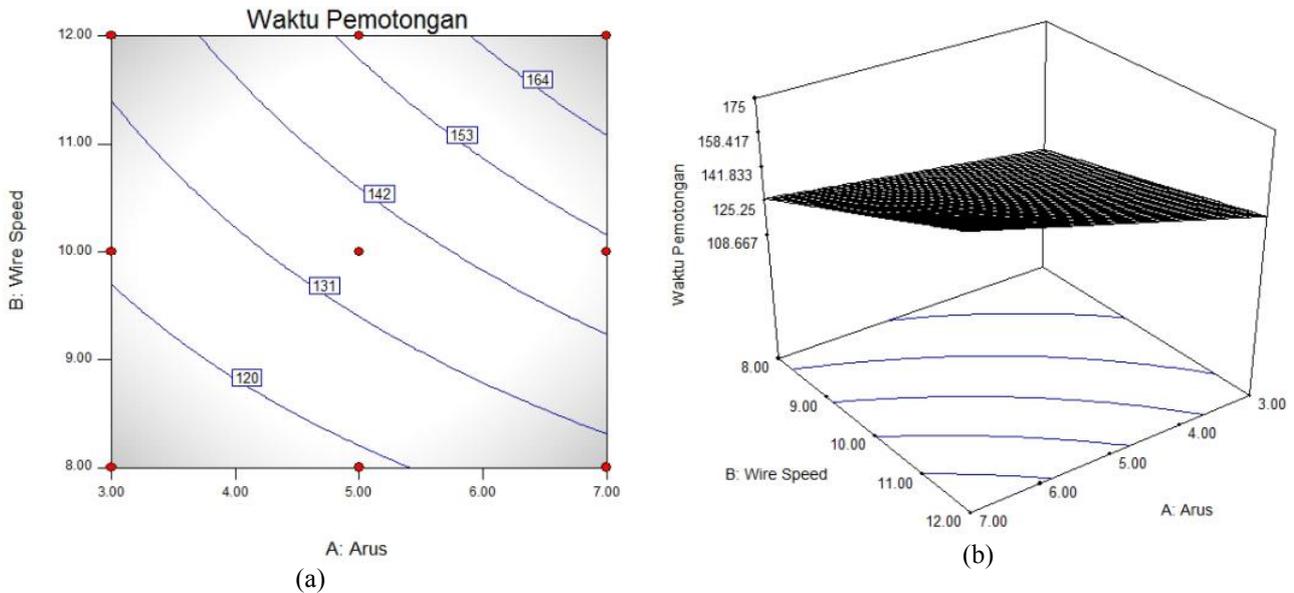


Gambar 2. Model kekasaran permukaan (Ra) dalam Plot 2D (a) dan Plot 3D (b)

Gambar 2 memperlihatkan bahwa kekasaran permukaan hasil pemotongan dipengaruhi secara signifikan oleh perubahan arus yang diberikan, bila dibandingkan dengan wire speed. Hal ini membuktikan bahwa kekasaran permukaan akan semakin menurun (halus) jika arus yang digunakan semakin bertambah. Pernyataan ini diperkuat oleh Hasan dkk. (2009), mereka menyatakan bahwa hasil permukaan yang halus dapat diperoleh dengan mengatur parameter pemesian pada arus pulse yang rendah dan durasi pulse yang kecil.

**B. Waktu Pemotongan (CT)**

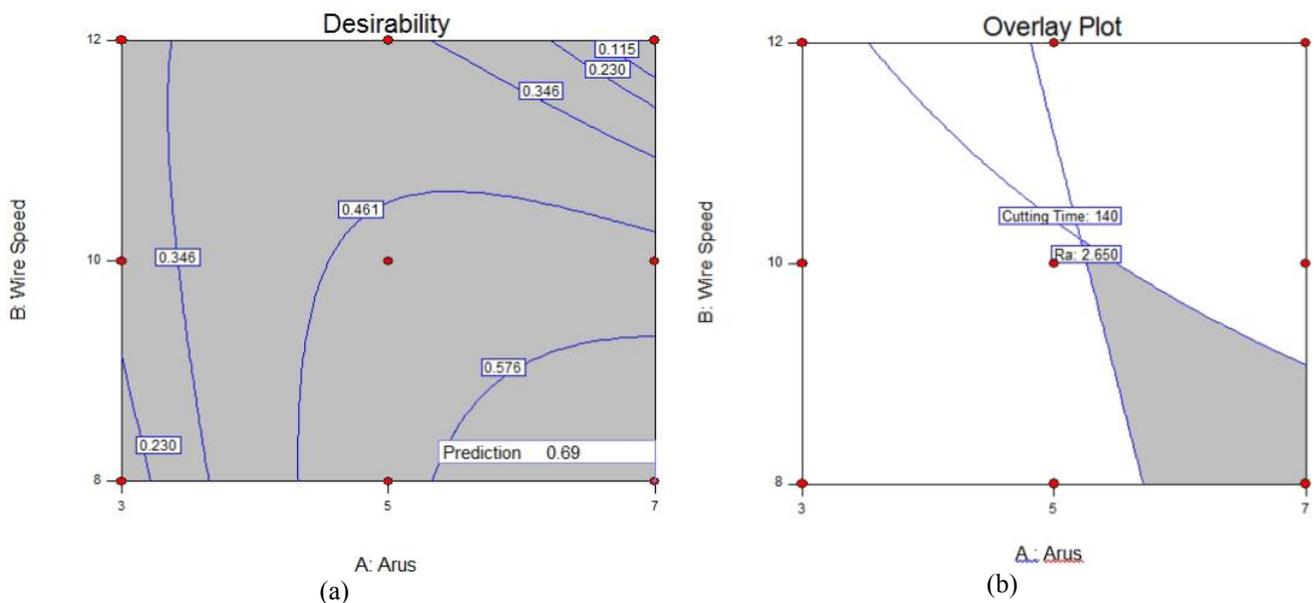
Setiap spesimen yang dibuat memiliki waktu pemotongan yang berbeda-beda, adapun variabel yang dapat mempengaruhi respon waktu pemotongan yaitu adalah kondisi kawat pemotong yang dapat putus kapan saja pada saat proses permesinan sedang berjalan. Adapun model kekasaran permukaan (Ra) yang dihasilkan dengan menggunakan software Design Expert Versi 6 dapat dilihat pada Gambar 2 dalam bentuk plot 2D dan 3D.



Gambar 3. Model waktu pemotongan (CT) dalam Plot 2D (a) dan Plot 3D (b)

### C. Model Optimalisasi

Model pengoptimalan digunakan untuk mengetahui kombinasi tingkat faktor untuk masing-masing respon secara bersamaan, dimana optimasi dapat dilakukan secara numerik ataupun grafis. Tujuan ini akan dikombinasikan dengan fungsi keinginan keseluruhan untuk mendapatkan solusi optimal termasuk memaksimalkan fungsi. Sehingga nilai kekasaran permukaan yang halus dan nilai waktu pemotongan yang cepat dapat ditentukan. Solusi optimal yang mungkin disarankan oleh hasil perhitungan pada aplikasi Design Expert ditampilkan pada Gambar 4. Dengan hanya mengubah sasaran, solusi lain dapat diperoleh untuk tujuan perbandingan sebelum pemilihan akhir dari pengaturan faktor.



Gambar 4. Model Optimalisasi *Desirability plot* (a) dan *overlay Plot* (b)

Optimalisasi grafis melibatkan pembuatan *overlay plot* yang dihasilkan oleh *superimposing* kontur untuk permukaan respon yang berbeda. Bagian dari *overlay plot* yang diarsir adalah batasan untuk semua tanggapan yang diinginkan, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4 yang menentukan nilai variabel dependen yang diijinkan. Dalam kasus khusus ini, diinginkan untuk menentukan daerah yang layak untuk

pengaturan proses sehingga hasil kekasaran permukaan tidak boleh lebih dari  $2,650 \mu\text{m}$ , dan hasil waktu pemotongan sebesar 140 menit (2 jam 20 menit).

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil eksperimen dan analisa data yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

- 1) Variabel arus memberikan pengaruh signifikan terhadap kekasaran permukaan roda gigi lurus. Semakin besar arus yang digunakan maka nilai kekasaran permukaan roda gigi lurus semakin rendah, sebaliknya semakin kecil arus yang digunakan maka nilai kekasaran permukaan roda gigi lurus semakin tinggi.
- 2) Variabel *wire speed* memberikan pengaruh signifikan terhadap kekasaran permukaan roda gigi lurus. Semakin besar nilai *wire speed* yang digunakan maka nilai kekasaran permukaan roda gigi lurus semakin rendah, sebaliknya semakin kecil nilai *wire speed* yang digunakan maka nilai kekasaran permukaan semakin tinggi.

#### 5. DAFTAR PUSTAKA

- Choirul Muhammad Azhar. 2014. "Analisa Kekasaran Permukaan Benda Kerja Dengan Variasi Jenis Material dan Pahat Potong". Program Studi Teknik Mesin. Fakultas Teknik. Universitas Bengkulu. Bengkulu.
- Endri Agus Setyo. 2011. "Teori Pemesinan EDM (Electrical Discharge Machine)".
- Femiana Gapsari, Sugiarto, Nugroho Bagus. 2011. *Pengaruh Besar Arus Listrik pada Proses Wire EDM Terhadap Profile Error Involute Roda Gigi Lurus*. Jurnal Rekayasa. Volume 2. Nomor 3. Teknik Mesin. Universitas Brawijaya Malang. Malang.
- Harryadi Novry. 2010. "Roda Gigi Lurus".
- Hassan, M.A., Mehat, N.S., Sharif, S., Daud, R., Tomadi, S.H. dan Reza, M.S., 2009. *Study of the surface integrity of AISI 4140 steel in wire electrical discharge machining*. In Proceedings of the International MultiConference of Engineers and Computer Scientists (Vol. 2).
- Mahapatra, S.S, Patnaik, A. 2007. "Optimization of Wire Electrical Discharge Machining (WEDM) Process Parameters Using Taguchi Method". *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, Vol.34.
- Mulyadi, Agus Puji Suryanto. 2016. "Optimalisasi Hasil Proses Wire Cut EDM dengan Metode Principal Component Analysis (PCA)". Jurnal Rotor. Volume 9. Nomor 1. Teknik Mesin. Universitas Muhammadiyah Sidoarjo. Sidoarjo.
- Rusdi Nur, Muhammad Arsyad Suyuti, dan Tri Agus Susanto. 2017. *Optimizing Cutting Conditions on Sustainable Machining of Aluminum Alloy to Minimize Power Consumption*. AIP Conference Proceedings 1855 (020002) pp. 1-7.
- Satria Adi Laksana, Suryo Arief Wibowo, Aprilia Ika Ayu Wardani, Muh. Fuad Adi Dwi C, Susilo Danar W. "Electrical Discharge Machines (EDM)". Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Keguruan Ilmu Pendidikan, Universitas Sebelas Maret. Semarang.
- Tosun, N., C. Cogun, A. Inan. 2003. "The Effect Of Cutting Parameters On Workpiece Surface Roughness In Wire EDM". *Machining Science And Technology : An International Journal*.
- Jayal, A. D., Badurdeen, F., Dillon Jr, O. W., and Jawahir, I. S. (2010). *Sustainable manufacturing: Modeling and optimization challenges at the product, process and system levels*. CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology, 2(3), 144-152.
- Kalpakjian, S., and Schmid, S. R. (2006). *Manufacturing Engineering and Technology*. 5th ed. Prentice Hall, New Jersey.

#### 6. UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih ditujukan kepada Politeknik Negeri Ujung Pandang, khususnya Unit penelitian dan Pengabdian Masyarakat (UPPM) PNUP yang telah membiayai pendanaan melalui DIPA Politeknik Negeri Ujung Pandang sesuai dengan surat perjanjian pelaksanaan penelitian Nomor: 018/PL10.13/PL/2018, sehingga penelitian ini dapat terlaksana dengan baik.