

## **PENGARUH KEKERASAN BAHAN TERHADAP KEPRESISIAN HASIL PEMOTONGAN PADA MESIN WIRE CUTTING *ELECTRIC DISCHARGE MACHINING (EDM)***

**Budiyanto<sup>1)</sup>, Sugiyanto<sup>2)</sup>**

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Industri, Institut Teknologi Nasional Malang  
Jl. Karanglo Km 2 Kampus 2. Malang, Indonesia  
budiyanto@lecturers.fti.itn.ac.id

### **ABSTRAKSI**

Mesin-mesin non konvensional *Wire Cutting* EDM merupakan terobosan baru dalam bidang teknologi manufaktur yang lebih canggih daripada mesin-mesin konvensional. Proses pemotongan dengan mesin wire cutting EDM memiliki tingkat kepresisian yang sangat tinggi. Penelitian ini ingin mengetahui penyimpangan hasil pemotongan dan mengetahui bagaimana pengaruh hasil pemotongan terhadap perbedaan kekerasan bahan dan kepresisiannya. Dari hasil penelitian akan memberikan informasi dalam menentukan setting parameter mesin wire cut EDM guna meminimalisir penyimpangan pemotongan yang optimal. Tingkat kekerasan bahan Baja ASSAB 760 jika dipotong oleh Wire Cut EDM akan terjadi hasil lebar potong yang berbeda-beda, semakin keras bahan jika dipotong dengan Wire Cut EDM akan diperoleh penyimpangan lebar potong semakin kecil. Semakin lunak bahan jika dipotong dengan Wire Cut EDM akan diperoleh lebar potong semakin lebar dan penyimpangan lebar potong juga semakin lebar.

*Kata kunci: Baja ASSAB 760, Kekerasan, Pemotongan, Pengukuran, Penyimpangan.*

### **PENDAHULUAN**

Dengan berjalannya kemajuan dan perkembangan yang semakin lama semakin pesat dibidang teknologi dan material, maka pada masa sekarang ini semakin banyak dikembangkan material-material jenis baru yang relatif lebih keras dibandingkan material yang terdahulu dikarenakan banyak produk yang membutuhkan komponen dengan tingkat kekerasan yang tinggi. Dan juga bentuk komponen mesin yang pengerjaannya membutuhkan bentuk-bentuk profil

tertentu yang lebih rumit daripada komponen yang terdahulu. Sehingga sangat sulit dikerjakan dengan mesin konvensional. Dari kebutuhan akan kedua hal di atas, maka perkembangan pada dua bidang tadi saat ini diimbangi dengan perkembangan teknologi di dalam bidang proses produksi atau proses pemesinan yang saat ini dikenal dengan nama proses pemesinan non konvensional.

Mesin-mesin non konvensional merupakan terobosan baru dalam bidang teknologi manufaktur yang lebih canggih daripada mesin-mesin konvensional. Salah satu dari mesin non konvensional

tersebut adalah mesin *Wire Cutting* EDM. Proses *Wire Cutting* EDM merupakan proses permesinan dengan menggunakan proses erosi yang dihasilkan dari perbedaan potensial lewat sebuah kawat. Pada *Wire Cutting* EDM, percikan bunga api melompat dari kawat elektroda ke benda kerja dan mengikis logam dari kawat elektroda dan benda kerja. Pada mesin ini mempunyai kelebihan sebagai mesin potong untuk bentuk profil-profil yang sukar dan tidak mungkin dikerjakan oleh mesin-mesin konvensional biasa. Selain itu mesin wire cutting EDM dapat mengerjakan material yang keras atau material yang sudah mendapatkan proses pengerasan (*Heat Treatment*).<sup>1</sup>

Pada umumnya produk-produk yang dihasilkan melalui proses pemotongan dengan mesin wire cutting EDM memiliki tingkat kepresisian yang sangat tinggi dibandingkan dengan mesin konvensional biasa. Dalam upaya meningkatkan kualitas produk berupa kepresisian pada hasil pemotongan maka pengetahuan tentang parameter yang mempengaruhi ketelitian pada pemotongan selama proses *Wire Cutting* EDM haruslah baik. Masalah berapa besar ketelitian atau kepresisian hasil pemotongan pada proses wire cutting untuk bahan yang mempunyai kekerasan yang berbeda. Penelitian yang dilakukan menggunakan mesin Mitsubishi *Wire Cutting* EDM tipe BA8. Material benda kerja yang digunakan adalah baja jenis ASSAB 760 dengan tebal 10 mm dan sudah mendapat perlakuan panas. Kawat yang digunakan adalah kuningan berbentuk silinder dengan diameter 0,2

mm. Fluida dielektrik yang digunakan adalah air suling (destilasi).

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui hasil pemotongan dan penyimpangan ukuran atau kepresisian hasil pemotongan dengan kekerasan bahan berbeda. Hasil dari penelitian ini untuk memberikan informasi bagi operator untuk mengatur *setting* parameter besar arus listrik agar diperoleh kualitas hasil pemotongan yang optimal. Meminimalisir penyimpangan lebar pemotongan dengan mesin wire cut EDM

## METODOLOGI PENELITIAN

### Bahan Yang Digunakan

Pada penelitian ini digunakan material Baja Assab 760 yang merupakan jenis *Machinery Steel*. Dengan dimensi 100 mm x 50 mm x 10 mm. Adapun material ini biasa digunakan untuk *punch dies* maupun *die holder, guide plates, jigs, fixtures, simple bending dies*, dan *simple structural components*. Sample Uji tidak melalui proses perlakuan panas. Data karakteristik bahan adalah sebagai berikut:

Tabel 1. Data spesifikasi baja Assab 760

Grade	Chemical Composition %			
	C	Mn	Si	Ni
760	0.50	0.70	0.30	1.4

Grade	Hardness Supplied HB	Soft Annealing Temp °C	Austenitizing Temp °C
760	200	700	820 - 870

Sumber : Uddeholm Assab

**Heat Treatment Baja ASSAB 760 .**

. Melalui proses perlakuan panas ini maka sifat-sifat mekanis pada baja ASSAB 760 dapat ditingkatkan sesuai dengan tujuan penggunaannya. Temperatur dalam proses perlakuan panas akan menentukan terhadap tingkat ketahanan dan kekuatan bahan. Apabila dengan pemanasan sampai suhu di daerah atau diatas daerah kritis akan terbentuk austenit yang merupakan larutan solid dari karbon dalam baja. Struktur austenit ini akan berubah menjadi martensit saat benda didinginkan. Sehingga sejauh mana terbentuk struktur martensit yang sempurna, maka peningkatan sifat mekanis baja ASSAB 760 akan tercapai. Temperatur Hardenability 800<sup>0</sup>C, 840<sup>0</sup>C dan 880<sup>0</sup>C

Holding time atau waktu penahanan dilakukan untuk mendapatkan kekerasan maksimum dari suatu bahan pada proses perlakuan panas dengan menahan pada temperatur pengerasan untuk memperoleh pemanasan yang homogen sehingga struktur austenitnya homogen atau terjadi kelarutan karbida ke dalam austenit dan terjadi difusi karbon dengan unsur paduan. Holding Time dilakukan 15 menit, 25 menit dan 35 menit.

Quenching adalah proses pendinginan cepat pada saat logam telah mengalami perlakuan panas hingga pada titik temperatur tertentu dengan kecepatan pendinginan tergantung media quenching yang digunakan. Pendinginan dengan menggunakan minyak pelumas akan memberikan pendinginan yang lambat. Salah satu jenis pelumas yang sering

digunakan dalam perlakuan panas ialah oli Mesran SAE 40.

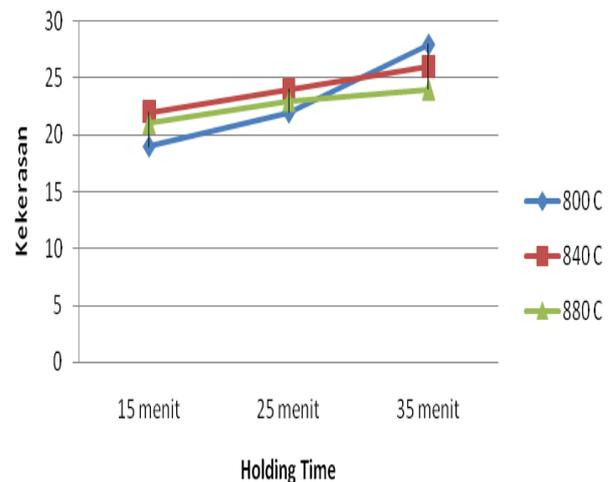
**Alat ukur pengujian kekerasan (HRC)**

Tabel 2. Hasil Pengukuran Kekerasan Baja ASSAB 760 (HRC) Setelah perlakuan Heat Treatment

Variasi Temperatur	Holding Time		
	15 me nit	25 me nit	35 me nit
800 <sup>0</sup> C	19	22	28
840 <sup>0</sup> C	22	24	26
880 <sup>0</sup> C	21	23	24

Grafik 1 Kekerasan bahan setelah perlakuan heat treatment

Hubungan Temperatur Hardening, holding time dengan kekerasan



**Spesifikasi Mesin**

Mesin Wire cut EDM yang digunakan adalah Mitsubishi Wire Cut EDM BA8 yang bertempat di Laboratorium Proses Produksi Program Studi Teknik Mesin Politeknik Negeri Malang.



Gambar 1. Mesin Wire Cut EDM

### Fluida Dielektrik

Fluida dielektrik yang digunakan untuk mesin *Wire Cutting* EDM ini adalah aqua destilasi yang dicampur dengan *lubricant* omega 906 dengan perbandingan 6 : 1 dan diinjeksikan melalui *guder* atas dan bawah melalui elektroda.

### Kawat

Kawat elektroda yang dipakai dalam pengujian ini adalah AC Brass LP 1000, diameter 0,20 mm dan memiliki berat 5 Kg/pcs. Merupakan kawat dengan sifat paduan kelas tinggi. Geometri yang baik dari kawat, dan dapat meningkatkan kepresisian pemotongan. Mempunyai kekuatan tarik 980 N/mm.



Gambar 2. Pemotongan bahan dengan Wire Cut EDM

### Pengukuran lebar hasil pemotongan

Pengukuran lebar hasil pemotongan menggunakan profil Proyektor adalah alat

untuk mengukur atau memeriksa benda atau permukaan benda kerja dengan jalan memproyeksikan pada sebuah layar. Gambar proyeksi pada layar inilah yang diperiksa atau diukur.



Gambar 3. Profil Proyektor

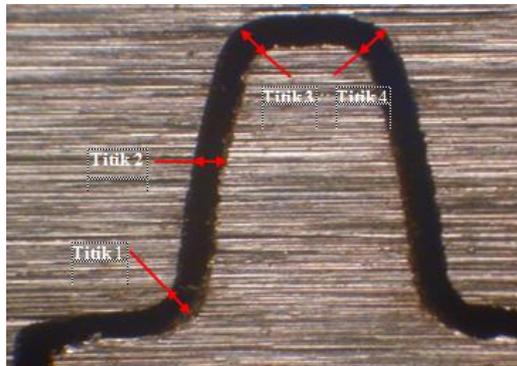
### Mikroskop Optik

Pengukuran lebar hasil pemotongan dengan mikroskop optik yang digunakan untuk melakukan pengamatan metalografi. Pengamatan metalografi dengan menggunakan mikroskop umumnya, yaitu: metalografi makro, yaitu pengamatan struktur dengan perbesaran 10 – 100 kali, metalografi mikro, yaitu pengamatan struktur dengan perbesaran diatas 100 kali. Mikroskop optik dihubungkan dengan komputer untuk mengukur lebar hasil pemotongan dengan program Optilab.



Gambar 4 *Microscope Macro*  
Sumber: NAZAR – Microscope

Hasil pemotongan beda kerja dan pengukuran lebar alur potongan.



Gambar 5. Titik titik pengukuran

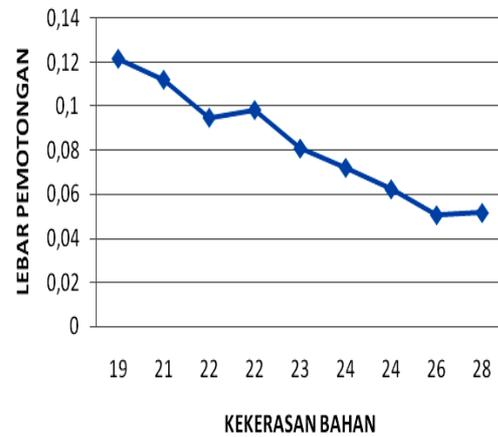
Benda kerja dikelompokkan berdasarkan temperatur pengerasannya (hardenability) dan holding time kemudian masing masing diuji kekerasannya. Langkah selanjutnya dilakukan pemotongan dengan Mesin Wire Cut EDM kemudian masing-masing benda uji diukur lebar celah hasil pemotongan seperti tercantum pada tabel dibawah:

Tabel 3. Hubungan kekerasan bahan dengan lebar pemotongan

Temp Hardenin g (°C)	Holdin g Time (menit)	Kekerasa n (HRC)	Rerata lebar pemotongan (mm)
800	15	19	0,322
	25	22	0,299
	35	28	0,252
840	15	22	0,295
	25	24	0,272
	35	26	0,251
880	15	21	0,312
	25	23	0,281
	35	24	0,263

Grafik 2. Kekerasan bahan dengan lebar pemotongan

HUBUNGAN KEKERASAN BAHAN DENGAN LEBAR PEMOTONG MESIN EDM



Diperoleh gambaran kekerasan bahan berpengaruh terhadap lebar celah hasil pemotongan.

**PEMBAHASAN**

Penelitian ini adalah mengetahui interaksi variasi temperatur dan variasi holding time dengan media quenching oli Mesran SAE 40 terhadap kekerasan baja karbon ASSAB 760.

Penelitian ini menggunakan baja karbon sedang ASSAB 760, produk dari Associated Swedish Steels AB (Assab Steels) Stockholm, Swedia, dengan kandungan kimia 0,50 % C, 0,60 % Mn, 0,30 % Si dan 0,04 S %. Sebagai parameter input pada penganalisisan data meliputi : variasi temperatur (800 °C, 840 °C, dan 880 °C), variasi holding time (15 menit, 25 menit, dan 35 menit), struktur mikro, dan kekerasan.

Hasil penelitian menunjukkan adanya perubahan tingkat kekerasan. Dari hasil pengujian kekerasan didapatkan tingkat kekerasan tertinggi pada spesimen temperatur 800 °C dengan holding time 35 menit sebesar 28 HRC berturut-turut

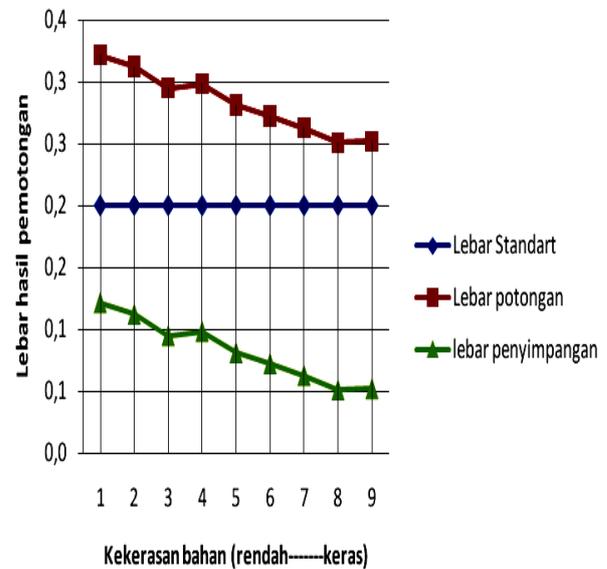
menuju posisi terendah yaitu spesimen temperatur 840 °C dengan holding time 35 menit dan spesimen temperatur 880 °C dengan holding time 35 menit sebesar 24 HRC, spesimen temperatur 840 °C dengan holding time 25 menit sebesar 24 HRC, spesimen temperatur 880 °C dengan holding time 25 menit sebesar 23 HRC, spesimen temperatur 840 °C dengan holding time 15 menit sebesar 22 HRC, spesimen temperatur 800 °C dengan holding time 25 menit sebesar 22 HRC, spesimen temperatur 880 °C dengan holding time 15 menit sebesar 21 HRC, spesimen temperatur 800 °C dengan holding time 15 menit sebesar 19 HRC, dan paling rendah spesimen raw material sebesar 8 HRC. Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa variasi temperatur dan variasi holding time dengan media quenching oli Mesran SAE40 dapat meningkatkan kekerasan dari baja ASSAB 760 dengan nilai kekerasan tertinggi pada spesimen temperatur 800 °C dengan holding time 35 menit sebesar 28 HRC

Wire electrode yang dipakai pada proses pemotongan dengan diameter 0,2 mm merupakan kawat dengan sifat paduan kelas tinggi. Geometri yang baik dari kawat, dan dapat meningkatkan kepresisian pemotongan. Mempunyai kekuatan tarik 900 N/mm<sup>2</sup>. Kekerasan bahan mempengaruhi lebar sayatan potong, dari pengukuran lebar sayatan potong ternyata semakin keras bahan semakin kecil lebar sayatan potong dengan demikian penyimpangan lebar sayatan juga semakin kecil

Tabel 4. Penyimpangan ukuran lebar pemotongan

Standard Ukuran lebar pemotongan	Lebar Ukuran hasil pemotongan	Penyimpangan Ukuran hasil potongan
0,2	0,322	0,122
0,2	0,312	0,112
0,2	0,295	0,095
0,2	0,299	0,099
0,2	0,281	0,081
0,2	0,272	0,072
0,2	0,263	0,063
0,2	0,251	0,051
0,2	0,252	0,052

Grafik 3. Hubungan kekerasan bahan dan lebar penyimpangan



Kekerasan bahan 19 HRC lebar sayatan potong 0,322 mm dengan lebar standar potong 0,2 mm maka penyimpangannya 0,122. Kekerasan bahan 28 HRC lebar sayatan 0,252 mm dengan lebar standar potong 0,2 mm maka penyimpangannya 0,052mm.

**KESIMPULAN.**

Kesimpulan yang diperoleh dari penelitian ini sebagai berikut :

1. Pengerasan bahan baja ASSAB 760 dapat dilakukan dengan pengaturan temperatur pemanasan sampai 880<sup>0</sup>C dan holding time selama 35 menit dapat mencapai pengerasan bahan mencapai 35 HRC dan pemanasan 800<sup>0</sup>C dan holding time selama 15 menit mencapai kekerasan bahan 19 HRC. Pengerasan bahan Baja ASSAB 760 dipengaruhi oleh pengaturan temperatur dan holding time.
2. Tingkat kekerasan bahan Baja ASSAB 760 jika dipotong oleh Wire Cut EDM akan terjdin hasil lebar potong yang berbeda-beda , semakin keras bahan jika dipotong dengan Wire Cut EDM akan diperoleh lebar potong semakin kecil atau sempit dan penyimpangan lebar potong juga semakin kecil atau sempit. Semakin lunak bahan jika dipotong dengan Wire Cut EDM akan diperoleh lebar potong semakin lebar dan penyimpangan lebar potong juga semakin lebar.

**SARAN.**

Untuk penelitian lanjutan kami sarankan pada masalah :

1. Pemotongan dengan Wire Cut EDM dlaksanakan pada bahan non Ferous dengan bentuk benda kerja yang memerlukan kresisisan cukup tinggi.

2. Mesin Wire Cut EDM perlu di set up pemotongan paling optimum kepresisiannya sesuai dengan bahan yang dipotong.
3. Dilakukan penelitian pemotongan dengan diameter kawat potong yang berbeda untu mengetahui penyimpangan lebar potongan yang terjadi.

**DAFTAR PUSTAKA**

1. Gapsari, F., Sugiarto. Bagus, N. (2011). *Pengaruh Besar Arus Listrik Pada Proses Wire Edm Terhadap Profile Error Involute Roda Gigi Lurus*, Jurnal Rekayasa Mesin, 3(2), 199-204.
2. Geng, Hwaiyu. (2004). *Manufacturing Engineering Handbook*. California: McGraw Hill Companies.
3. Panday, A., & Singh, S. (2010). *Current Research Trends in Variant of Electrical Discharge Machining: A Review*, International Journal of Science and Technology, 2(6), 2172-2191.
4. Panday, P. C., & Shan, H. S. (1983). *Modern Machining Processes*. New Delhi: Tata McGraw Hill Publishing Company Limited.
5. Schey, J. A. (2009). *Proses Manufaktur-Introduction to Manufacturing Processes*. Yogyakarta: Andi.
6. Sommer, C., & Sommer, S. (2005). *Complete EDM Handbook*. Houston: Advance Publishing Inc.
7. Sumbodo, Wirawan., dkk. (2008). *Teknik Produksi Mesin Industri Jilid*

2. Jakarta: Direktorat Pembinaan Sekolah menengah Kejuruan.
8. Tebni, W., Boujelbene, M., Bayraktar, E., Bensalem, S. (2009). *Parametric Approach Model for Determining Electrical Discharge Machining (EDM) Conditions: Effect of Cutting Parameters on the Surface Integrity*, The Arabian Journal for Science and Engineering, 34(1C), 101-114.
9. Yan, M. T., & Huang, P. H. (2004). *Accurcy Improvement of Wire-EDM by Real-Time Wire Tension Control*, International Journal of Machine Tools & Manufacture, 44, 807-814.