



**ANALISIS MATERIAL REMOVAL RATE (MRR) BAJA AISI H-  
13 PADA PROSES EDM *DIE SINKING* MENGGUNAKAN  
ELEKTRODA TEMBAGA KROM**

**SKRIPSI**

Oleh:  
**LANGGONO ADI**  
**NIM. 051910101063**

**JURUSAN TEKNIK MESIN S1  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS JEMBER  
2012**



**ANALISIS MATERIAL REMOVAL RATE (MRR) BAJA AISI  
H-13 PADA PROSES EDM *DIE SINKING* MENGGUNAKAN  
ELEKTRODA TEMBAGA KROM**

**SKRIPSI**

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan studi di Fakultas Teknik dan mencapai gelar sarjana teknik

Oleh

**Langgono Adi  
051910101063**

**PROGRAM STUDI STRATA 1 TEKNIK  
JURUSAN TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS JEMBER  
2012**

## **PERSEMBAHAN**

Skripsi ini saya persembahkan untuk :

1. Bapakku Suroto dan Ibuku Sumaiyah tercinta;
2. Kakakku Hardo Cahyono S.E, Ira Sofyantina, Endro ertin pujiati, Muhammad Abdul Karim serta dua keponakanku Revaline dan Nadine;
3. Semua Guru-guruku;
4. Almamater Fakultas Teknik Jurusan Teknik Mesin Universitas Jember;
5. Sahabat-sahabatku, teknik mesin '05 yang tak mungkin kulupakan.

## MOTTO

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

“Bacalah, dan Tuhanmulah Yang Maha Pemurah. Yang mengajar manusia dengan perantara kalam. Dia mengajarkan kepada manusia apa yang tidak diketahuinya”.

*(Terjemahan Surat Al-Alaq (96) ayat 3-4).*

Sesungguhnya menuntut ilmu adalah pendekatan diri kepada Allah Azza wajalla, dan mengajarkannya kepada orang yang tidak mengetahuinya adalah sodaqoh.

Sesungguhnya ilmu menempatkan orangnya dalam kedudukan terhormat dan mulia.

Ilmu pengetahuan adalah keindahan bagi ahlinya di dunia dan di akhirat.”

*(Al Hadist Riwayat. Ar-Rabii)*

“Sabar, Iman, *Luman*, *Ngalah*, *Neriman*, *Akas*, *Temen*”

## PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Langgono Adi

NIM : 051910101063

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul : “Analisis Material *Removal Rate* pada Proses *Electrical Discharge Machine* (EDM) Menggunakan Eletroda Tembaga *Crome*” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan substansi disebutkan sumbernya, dan belum pernah diajukan pada instansi manapun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, Januari 2012  
Yang menyatakan,

Langgono Adi  
051910101063

**SKRIPSI**  
**ANALISI MATERIAL REMOVAL RATE (MRR) BAJA AISI H-13**  
**PADA PROSES EDM *DIE SINKING***  
**MENGGUNAKAN ELEKTRODA TEMBAGA KROM**

Oleh

Langgono Adi  
NIM 051910101063

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Yuni Hermawan, S.T., M.T.

Dosen Pembimbing Anggota : Ir. Ahmad Syuhri, M.T.

## PENGESAHAN

Skripsi berjudul “ANALISIS MATERIAL REMOVAL RATE PADA PROSES EDM DIE SINKING MENGGUNAKAN ELEKTRODA TEMBAGA KROM” telah diuji dan disahkan pada:

Hari : Rabu  
Tanggal : 18 Januari 2012  
Tempat : Fakultas Teknik Universitas Jember

### Tim Penguji

Ketua,

Yuni Hermawan, ST., MT.  
NIP.19750615 2002 1 008

Anggota I,

Mahros Darsin, ST., M.Sc  
NIP. 1970032199501 1 001

Sekretaris,

Ir. Ahmad Syuhri, MT.  
NIP. 19670123 199501 1 001

Anggota II,

Hari Arbiantara B, S.T., M.T  
NIP 19670924 199412 1 001

Mengesahkan  
Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember,

Ir. Widyono Hadi., MT.  
NIP 19610414 198902 1 001

# **ANALISIS MATERIAL REMOVAL RATE (MRR) BAJA AISI H-13 PADA PROSES EDM *DIE SINKING* MENGGUNAKAN ELEKTRODA TEMBAGA KROM**

**Langgono Adi**

Jurusan Teknik Mesin, Universitas Jember  
Jl. Slamet Riyadi 62 Kampus Bumi Patrang Jember

## **ABSTRAK**

Proses *EDM (Electrical Discharge Machining)* adalah proses pengerjaan benda kerja dengan sejumlah loncatan bunga api yang terjadi pada celah antara elektrode dan benda kerja yang terendam dalam fluida dielektrik dan terjadi secara periodik. Dalam proses EDM, pahat elektroda akan mengikis material benda kerja sesuai dengan bentuk pahatnya. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui *setting* parameter arus listrik, *discharge gap* dan *offtime pulse* terhadap laju pengikisan. Penelitian dilakukan dengan menggunakan elektrode tembaga krom dan benda kerja baja karbon AISI H-13 dengan perancangan percobaan menggunakan metode Taguchi.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa besar arus dan *discharge gap* yang digunakan sangat mempengaruhi laju keausan electrode, sedangkan besar *offtime pulse* tidak mempengaruhi hasil proses EDM. Dengan naiknya arus maka akan seiring dengan bertambahnya laju keausan elektroda.

**Kata Kunci:** *EDM*, Laju Pengikisan Material, Taguchi



# **ANALYSIS OF MATERIAL REMOVAL RATE (MRR) STEEL AISI H-13 ON EDM DIE SINKING PROCESS USING CHROMIUM-COPPER ELEKTRODE**

**Langgono Adi**

Department of Mechanical Engineering, University of Jember  
Jl. Slamet Riyadi 62 Campus Earth Patrang Jember

## **ABSTRACT**

EDM process (elektrical Discharge Machining) is the process of the workpiece with a number of leap sparks that occur in the gap between the electrode and the workpiece is submerged in a dielectric fluid and occur periodically. In the process of EDM, tool electrode material would erode the workpiece in accordance with the form pahalannya. This research was conducted to determine the electric current parameter settings, discharge gap and offtime pulse on material removal rate. Research carried out by using chromium-copper electrode and workpieces carbon steel AISI H-13 with designing an experiment using Taguchi method.

The results showed that the large currents and discharge gap used greatly affect the electrode wear rate, while large off-time pulse does not affect the results of EDM process. With higher currents will be in line with increasing electrode wear rate.

**Keywords:** EDM, Material Removal Rate, Taguchi

## RINGKASAN

**Analisis Material Removal Rate (MRR) baja AISI H-13 pada Proses EDM Die Sinking Menggunakan Elektroda Tembaga Krom.** Langgono Adi, 051910101063; 2012; 53 halaman; Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember.

Elektro discharge machining (EDM) adalah salah satu proses permesinan non konvensional yang pertama kali. Proses kerja EDM berdasarkan energi termoelektrik antara benda kerja dan elektroda. Dalam industri manufaktur, proses pemesinan non konvensional *Electrical Discharge Machining* (EDM) digunakan untuk mengerjakan produk- produk dengan bentuk yang kompleks. Oleh karena itu, proses ini membutuhkan laju pengerjaan material yang tinggi untuk mengurangi ongkos produksi. Permasalahan yang diteliti adalah sejauh mana pengaruh parameter mesin EDM arus listrik, *discharge gap*, dan *off-time pulse* terhadap nilai laju pembuangan material (*material removal rate*). Serta bagaimana seting parameter-parameter tersebut agar dihasilkan nilai laju pembuangan material yang optimal. Metode yang digunakan untuk mencari pengaruh parameter terhadap respon adalah metode *taguchi*. Adapun tujuan dari penelitian ini adalah : (1) Mengetahui pengaruh arus listrik, *discharge gap*, dan *off-time pulse* terhadap laju pembuangan material, (2) Mengetahui seting variabel arus listrik, *discharge gap*, dan *off-time pulse* agar dihasilkan laju pengerjaan material yang tinggi, (3) Mengetahui harga laju pengerjaan material optimal yang dapat dicapai.

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Permesinan dan Laboratorium EDM Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Malang Jalan Soekarno-Hatta nomor 09 Malang Jawa Timur pada bulan Desember 2011. Penelitian ini meliputi pengambilan data laju pembuangan material. Penelitian disusun menurut percobaan jenis Taguchi yaitu 27 kali percobaan tanpa pengulangan.

Dari hasil penelitian dan analisis pembahasan berdasarkan urutan besar pengaruh yang diberikan *Metal Remove Rate (MRR)* dipengaruhi oleh arus, dan *discharge gap*, sedangkan faktor *off-time* tidak berpengaruh. Kondisi optimal *material removal rate (MRR)* dapat dicapai pada arus level 3 (9 Ampere), *discharge gap* pada level 1 (0,1 mm), *off-time* pada level 2 (6  $\mu$ s) dengan kombinasi tersebut dihasilkan harga laju pembuangan material 10,3441 mm<sup>3</sup>/menit. Dari penelitian menunjukkan bahwa semakin besar faktor arus akan mengakibatkan respon laju pengerjaan material akan semakin meningkat.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa dengan bertambahnya arus maka laju pembuangan material baja AISI H-13 akan semakin besar dan semakin kecil nilai arus maka semakin kecil laju pembuangan material. Bertambahnya laju pengikisan material dengan adanya kenaikan arus adalah merupakan fakta dimana energi dari loncatan bunga api listrik yang makin besar sehingga akan menyebabkan bertambahnya aksi pelelehan dan penguapan material.

## SUMMARY

**Material Removal Rate of AISI H-13 Steel Part in Die Sinking EDM using Chromium-Copper Electrode.** Langgono Adi, 051910101063; 2012; 53 pages; Department of Mechanical Engineering Faculty of Engineering, University of Jember.

Electrical discharge machining (EDM) is one of the earliest non-traditional machining processes. EDM process is based on thermoelectric energy between the workpiece and an electrode. In manufacturing industries, non-conventional machining process used in industry to work on products with complex surface shape. Therefore, this process requires a high rate of manufacture materials to minimize production cost. The problem studied is to what extent the effect of electric current parameter EDM machines, discharge gap, and off-time pulse to the value of material removal rate (MRR). And how to setting those parameters to get optimal value of material removal rate. The method to find the influence of the parameter is the Taguchi method. The purpose of this study are : (1) Determine the influence of an electric current, discharge gap, and pulse off-time toward material removal rate, (2) Determine the electricity current setting, discharge gap, and off-time to produce high material removal rate, (3) Knowing the price of material removal rate of the optimal size can be achieved.

This research was conducted in machining laboratory and EDM laboratory Mechanical Engineering Department of Politeknik Negeri Malang Jalan Soekarno-Hatta, Malang East Java on December 2011. This study includes data collection activities are the material removal rate. The experiment was arranged according to Taguchi experiment type is L27 times without repeating the experiment.

From the result of research and discussion on sequence analysis of the impact that Material removal Rate (MRR) is influenced by electricity current, and discharge gap, while off-time were not influential. Optimal condition Material Removal Rate

can be achieved at the current level of 3 (9 Ampere), discharge gap at level 1 (0,1 mm), and off-time at level 2 (6  $\mu$ s) with this combination yielded the rate of material removal rate prices 10,3441 mm<sup>3</sup>/min. From the research showing that the greater the current factor will result in a response rate of material removal rate will increase.

Experient results show that by increasing the current of the material removal rate of AISI H-13 will be even greater and even smaller the current values will be even smaller material removal rate values. The increase of material removal rate by increased current is a fact that energy from spark an increasingly large that the action will cause increasing melting and evaporation material.

## PRAKATA

Syukur Alhamdulillah penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT. atas segala rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “*Analisis Material Removal Rate pada Proses Electrical Discharge Machine (EDM) Menggunakan Eletroda Tembaga Crome*”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Jember.

Penulisan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak, oleh karena itu penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang tiada terhingga kepada:

1. Ir. Widyono Hadi, MT selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember;
2. Andi Sanata, S.T., M.T Selaku ketua Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Jember;
3. Yuni Hermawan ST., MT selaku Dosen Pembimbing 1, dan Ir. Ahmad Syuhri, M.T., selaku Dosen Pembimbing 2 yang telah meluangkan waktu dan pikiran serta perhatiannya guna memberikan bimbingan dan pengarahan demi terselesaikannya skripsi ini;
4. Mahros Darsin, ST., M.Sc., Hari Arbiantara, S.T., M.T., selaku dosen penguji.
5. Ir. F.X. Kristianta, M.Eng selaku Dosen Pembimbing Akademik;
6. Semua Dosen Teknik Mesin yang tidak bisa disebutkan satu-persatu, terima kasih atas semua bimbingan, semangat, dan waktu yang telah bapak berikan dan ajarkan;
7. Bapak Andreas S.T.,M.T., selaku pembimbing lapangan yang telah memberikan bimbingan dan arahnya.
8. Bapakku Suroto dan Ibukku Sumaiyah, Kakaku Hardo Cahyono S.E, Dan kakak Endro Ertin Pujiati S.T tercinta terima kasih atas semua do'a, semangat, motivasi dan kasih sayang kalian semua sehingga skripsi ini dapat terselesaikan;
9. Sahabat-sahabatku arek mesin '05 (Debi ST., Edo ST., Rosyid ST., Regik ST., Oles ST., Herman ST., Budel ST., Ahmet ST., Qomeng S.T, Bento S.T, Gejek

S.T, Dalbo S.T, Andit S.T, Bos S.T, Bebe S.T, Bhayu S.T, Geol S.T, Dicky S.T, Iyus S.T, Dayat S.T, Iphunk S.T, Dio S.T, Poltak S.T, Fitra S.T, Cahyo S.T, Endruw S.T, Fredy S.T, Galang S.T) yang selalu memberikan semangat dan dukungan untuk dapat menyelesaikan skripsi ini.

10. Bapak kost Andre dan Temen-temen Kost (Black Sweet (Centeng), Nomo (Anak Menteng), Ito Maru, Yoyok (Joki), One (TIM SAR), Ulum CB, Asmi, Nyanyok, Gatel, Arlong, Emil, Pram (Sulawesi), Gugun (dayak), Geger S.T, Bayu A.md, Mas Kris, Sex Puji, Afton, Wahyu (Pepenck), Eko (kipper), Sifak S.T terima kasih atas perhatian dan canda tawanya selama ini.
11. Semua teman-teman Teknik Mesin '03, '04, '05, '06, '07, '08 dan '09 yang tidak dapat penulis sebutkan semuanya, terimakasih atas dukungan dan bantuannya;
12. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu-persatu.

Penulis juga menerima segala kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini. Akhirnya penulis berharap, semoga tulisan ini dapat bermanfaat.

Jember, Juni 2012

Penulis

## DAFTAR ISI

	halaman
<b>HALAMAN SAMPUL</b> .....	i
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	ii
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	iii
<b>HALAMAN MOTTO</b> .....	iv
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....	v
<b>HALAMAN PEMBIMBINGAN</b> .....	vi
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	vii
<b>RINGKASAN</b> .....	viii
<b>SUMMARY</b> .....	x
<b>PRAKATA</b> .....	xii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	xiv
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xvii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xviii
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xix
<b>BAB 1. PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Permasalahan.....	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian .....	4
1.5 Manfaat Penelitian .....	4
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>5</b>
2.1 <i>Electro Discharge Machine</i> (EDM).....	5
2.1.1 Konsep Dasar EDM.....	5
2.1.2 Prinsip Kerja EDM .....	7



2.1.3	Fluida Dielektrik.....	9
2.1.4	Metode <i>Flushing</i> .....	10
2.1.5	Elektroda (Pahat).....	10
2.1.6	Kondisi Elektrik EDM.....	11
2.2	Laju Pembuangan Material .....	12
2.3	Metode Taghuchi.....	12
2.3.1	Tahapan Metode <i>Taguchi</i> .....	14
2.3.2	Analisis dalam Metode <i>Taguchi</i> .....	16
2.3.3	Istilah dalam Metode <i>Taguchi</i> .....	16
<b>BAB 3.</b>	<b>METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>22</b>
3.1	.. Waktu dan Tempat Penelitian.....	22
3.2	.. Alat dan Bahan.....	22
3.2.1	Alat .....	22
3.2.2	Bahan .....	23
3.3	.. Metode Penelitian .....	24
3.3.1	Variabel .....	25
3.3.2	Langkah-langkah Percobaan .....	25
3.4	Pengambilan Data .....	26
3.5	Jenis <i>Taguchi</i> .....	27
3.6	Data Percobaan.....	29
3.6.1	MRR .....	30
3.6.2	Metode Analisis.....	32
<b>BAB 4.</b>	<b>HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>32</b>
4.1	Data Percobaan.....	32
4.2	Pengolahan Data.....	33
4.3	Analisa Data .....	34
4.3.1	Analisis Varian Pengaruh Faktor terhadap Rasio S/N MRR.....	35
4.3.2	Rasio <i>Signal to Noise</i> .....	36

4.3.3 Pengaruh Level dari Faktor terhadap Rasio S/N MRR .....	37
4.3.4 Prediksi Rasio S/N yang Optimal.....	39
4.3.5 Analisis Varian Pengaruh Faktor terhadap Rata-rata MRR .....	40
4.3.6 Pengaruh Level dari Faktor terhadap Rata-rata MRR.....	42
4.3.7 Prediksi Rata-rata yang Optimal .....	46
4.3.8 Penelusuran Asumsi .....	47
4.4 Pembahasan.....	49
<b>BAB 5. PENUTUP.....</b>	<b>50</b>
5.1 Kesimpulan .....	50
5.2 Saran-saran.....	50
<b>DAFTAR PUSTAKA .</b>	<b>52</b>
<b>LAMPIRAN</b> .....	<b>53</b>

## DAFTAR GAMBAR

	halaman
2.1 Klasifikasi Pada Proses <i>EDM</i> .....	5
2.2 Diagram Bagian-Bagian Mesin <i>EDM</i> .....	7
2.3 Mekanisme Loncatan Bunga Api Listrik .....	8
2.4 Cara Penomoran <i>Orthogonal Array</i> .....	18
3.1 Mesin <i>EDM</i> Type Jian Sheng NCF304N .....	22
3.2 Penampang Benda Kerja .....	23
3.3 Penampang Potongan Elektrode .....	24
3.4 <i>Flowchart</i> Penelitian .....	31
4.1 Grafik <i>Mean Effect (data mean) for S/N Ratio</i> Respon MRR .....	39
4.2 Grafik <i>Mean Effect plot (data mean) for Mean</i> Respon MRR.....	45
4.3 Grafik <i>Residual Versus The Fitted Values</i> .....	47
4.4 Grafik <i>Normal Probability Plot of The Residual</i> .....	48
4.5 Grafik <i>Probability Plot of RES1</i> .....	49

## DAFTAR TABEL

	halaman
2.1 Contoh <i>Orthogonal Array</i> untul L8 .....	19
3.1 Parameter kendali & <i>level</i> untuk Taguchi L27 .....	27
3.2 <i>Orthogonal arrays</i> untuk taguchi L27 .....	28
3.3 Daftar parameter kendali dan <i>level</i> .....	29
3.4 Data waktu pemotongan hasil pengujian .....	29
4.1 Data Berat Dan Waktu Pengerjaan Hasil Pengujian .....	32
4.2 Data material removal rate .....	33
4.3 Hasil <i>Analysis of Variance for S/N Ratio</i> .....	34
4.4 Data <i>F-test</i> Laju Keausan Elektrode .....	35
4.5 Data S/N Rasio MRR ( <i>larger is better</i> ) .....	36
4.6 Tabel Respon .....	38
4.7 Interaksi Faktor AxC .....	38
4.8 Hasil <i>Analysis of variance for Mean</i> .....	41
4.9 Data <i>F-Test</i> material removal rate .....	42
4.10 Data MRR .....	42
4.11 Tabel Respon MRR .....	44
4.11 Interaksi antara Faktor AxB .....	48
4.12 List Of <i>Current Output And Working Area</i> .....	55

## DAFTAR LAMPIRAN

	halaman
A-1 Tabel Set Up <i>EDM Die Sinking</i> .....	53
A-2 Tabel Ortogonal Array $L_{27}$ .....	54
A-3 Tabel Distribusi F ( $\alpha=0,05$ ) .....	55
A-4 Tabel Kuantil Uji Statistik Kolmogorov-Smirnov .....	56
B-1 Alat-Alat Penelitian .....	57
B-2 Bahan Penelitian .....	58
B-3 Proses Penelitian .....	59