

**PENGARUH *WIRE FEED*, *FEED RATE* DAN BESAR ARUS LISTRIK
TERHADAP *RECAST* DAN KEKERASAN PADA BAJA AISI 1045
MENGUNAKAN *WIRE EDM***

SKRIPSI

TEKNIK MESIN KONSENTRASI TEKNIK PRODUKSI

Diajukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik



**RENO ANDRIAWAN
NIM. 135060207111053**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
MALANG
2018**

LEMBAR PENGESAHAN
PENGARUH *WIRE FEED*, *FEED RATE* DAN BESAR ARUS LISTRIK
TERHADAP *RECAST* DAN KEKERASAN PADA BAJA AISI 1045
MENGGUNAKAN *WIRE EDM*

SKRIPSI
TEKNIK MESIN KONSENTRASI TEKNIK PRODUKSI

Diajukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik



RENO ANDRIAWAN
NIM. 135060207111053

Skripsi ini telah direvisi dan disetujui oleh dosen pembimbing pada
tanggal 19 Januari 2018

Dosen pembimbing I

Dr. Femiana Gapsari, ST., MT.
NIP. 19820704 200812 2 002

Dosen pembimbing II

Nafisah Arina Hidayati, ST., M.Eng.
NIP. 19831023 201504 2 002

Mengetahui,
Ketua Program Studi S1



Dr. Eng. Widya Wijayanti, ST., MT.
NIP. 19750802 199903 2 002

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, berkah dan hidayahnya-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi dengan judul **“Pengaruh *Wire Feed*, *Feed Rate* dan Besar Arus Listrik Terhadap *Recast* Dan Kekerasan Pada Baja AISI 1045 Menggunakan *Wire EDM*”**, yang diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan akademik dalam memperoleh gelar Sarjana Teknik.

Pada kesempatan ini, Penulis tidak lupa mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Kedua orang tua tercinta, yaitu Ibu Rinny dan Bapak Herry Raharjo yang telah memberi doa, dukungan yang luar biasa, semangat tak terhingga, dan segala yang terbaik untuk penulis.
2. Bapak Djarot B. Darmadi, Ir.,MT, selaku ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Brawijaya Malang.
3. Bapak Teguh Dwi Widodo, ST., M.Eng. Ph.D., selaku sekretaris Jurusan Teknik Mesin Universitas Brawijaya Malang.
4. Bapak Ir. Tjuk Oerbandono, MSc. selaku ketua Kelompok Konsentrasi Teknik Produksi Jurusan Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.
5. Ibu Dr. Femiana Gapsari, ST., MT. selaku dosen pembimbing I yang telah banyak memberikan arahan, masukan, saran serta bimbingan selama penulisan skripsi ini.
6. Ibu Nafisah Arina Hidayati, ST., M.Eng., selaku dosen pembimbing II yang telah banyak memberikan bimbingan, masukan dan saran yang sangat membantu dalam penulisan skripsi ini.
7. Bapak Rudyanto Raharjo, ST., MT. selaku dosen pembimbing akademis, yang telah memberikan bimbingan, nasehat dan motivasi selama saya menuntut ilmu di Jurusan Teknik Mesin Universitas Brawijaya Malang
8. Seluruh staf pengajar dan administrasi Jurusan Teknik Mesin.
9. Rekan penelitian, Lalu Galih W.P, Rozaqy Dana Saputra, dan Joko Sampurno yang selalu menjalin koordinasi yang baik sehingga penulis bisa menyelesaikan tulisan ini.

10. Saudara seperjuangan Chairman, Galih, Adzan, Rega, Rival, Iga, Joko, dan Fadhil di Divisi Otomotif (Team Gokart dan Majapahit Mileage Team) yang memberikan semangat tiada henti dan selalu menemani.
11. Seluruh Keluarga Besar Mahasiswa Mesin Universitas Brawijaya yang telah secara langsung maupun tidak langsung ikut membantu dalam menyelesaikan skripsi ini.
12. Saudara-saudaraku M13 yang menjadi segalanya bagi penulis.
13. Teman-teman Para Pemimpin Global yang selalu memberikan dukungan yang nyata maupun kasat mata.
14. Marchelia F atas semua dukungan, doa, motivasi, perhatian serta waktu yang diberikan untuk menyelesaikan skripsi ini.
15. Semua pihak yang telah membantu terselesaikannya skripsi ini, yang tidak bisa penulis sebutkan satu-persatu.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna baik dari isi maupun format penulisan. Untuk itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun dari semua pihak agar kedepannya menjadi lebih baik. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca, memunculkan ide baru dan dapat menjadi referensi untuk penelitian selanjutnya.

Malang, Desember 2017

Penulis

JUDUL SKRIPSI:

Pengaruh *Wire Feed*, *Feed Rate* Dan Arus Listrik Terhadap *Recast* Dan Kekerasan Pada Baja AISI 1045 Menggunakan *Wire EDM*.

Nama Mahasiswa : Reno Andriawan
NIM : 135060207111053
Program Studi : Teknik Mesin
Minat : Teknik Produksi

KOMISI PEMBIMBING

Dosen Pembimbing 1 : Dr. Femiana Gapsari, ST., MT.
Dosen Pembimbing 2 : Nafisah Arina Hidayati, ST., M.Eng.

TIM DOSEN PENGUJI

Dosen Penguji 1 : Dr. Eng. Anindito P, ST., M.Eng.
Dosen Penguji 2 : Ir. Tjuk Oerbandono, MSc.CSE
Dosen Penguji 3 : Khairul Anam, ST., MSc.
Tanggal Ujian : 10 Januari 2018
SK Penguji : 81/UN10.F07/SK/2018

PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya dan berdasarkan hasil penelusuran berbagai karya ilmiah, gagasan dan masalah ilmiah yang diteliti dan diulas di dalam Naskah Skripsi ini adalah asli dari pemikiran saya. Tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu Perguruan Tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata di dalam naskah Skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur jiplakan, saya bersedia Skripsi dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No. 20 Tahun 2003, pasal 25 ayat 2 dan pasal 70).

Malang, 19 Januari 2018

Mahasiswa



Reno Andriawan

NIM. 135060207111053

TURNITIN



UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM SARJANA



SERTIFIKAT BEBAS PLAGIASI

Nomor : 041/UN10.F07.12.21/PP/2018

Sertifikat ini diberikan kepada :

RENO ANDRIAWAN

Dengan Judul Skripsi :

**PENGARUH WIRE FEED, FEED RATE DAN ARUS LISTRIK TERHADAP RECAST DAN
KEKERASAN BAJA AISI 1045 PADA PROSES WIRE EDM**

Telah dideteksi tingkat plagiasinya dengan kriteria toleransi $\leq 20\%$, dan dinyatakan Bebas dari Plagiasi pada tanggal 31 JANUARI 2018



Ketua Jurusan Teknik Mesin

Ketua Program Studi S1 Teknik Mesin

Dr. H. Djarot B. Darmadi, MT., Ph.D
NIP. 19670518 199412 1 001

Dr. Eng. Widya Wijayanti, ST., MT.
NIP. 19750802 199903 2 002

*From now on
These eyes will not be blinded by the lights
Let this promise in me start
Like an anthem in my heart*

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR LAMPIRAN	vii
RINGKASAN	ix
SUMMARY	x
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Penelitian Sebelumnya	5
2.2 <i>Electrical Discharge Machine (EDM)</i>	6
2.3 Prinsip Kerja <i>EDM</i>	8
2.4 <i>Wire Electrical Discharge Machine (WEDM)</i>	14
2.4.1 Prinsip kerja <i>Wire EDM</i>	15
2.4.2 Komponen Utama <i>Wire EDM</i>	16
2.4.3 Cairan Dielektrik (<i>Dielectric Fluid</i>).....	17
2.4.4 Elektroda Kawat	17
2.4.5 <i>Spark Cycle</i>	19
2.4.6 <i>Flushing</i>	29
2.4.7 Parameter <i>Wire EDM</i>	20
2.4.7.1 <i>Servo Voltage</i>	20
2.4.7.2 <i>Wire Feed</i>	20
2.4.7.3 <i>Feed Rate</i>	20
2.4.7.4 <i>Current Supply</i>	20
2.5 <i>Tool Steel</i> (Baja Perkakas)	21
2.5.1 Klasifikasi Baja Perkakas	21

2.5.2 Baja AISI 1045	23
2.6 Lapisan <i>Rrecast</i>	24
2.7 Kekerasan	25
2.8 Hipotesis	27
BAB III METODE PENELITIAN	
3.1 Metodologi Penelitian	29
3.2 Waktu dan Tempat Penelitian.....	29
3.3 Variabel Penelitian.....	29
3.4 Skema Penelitian.....	30
3.5 Spesifikasi Alat dan Bahan	30
3.5.1 Alat Penelitian.....	30
3.5.2 Bahan Penelitian	34
3.5.3 Dimensi Benda Kerja.....	34
3.6 <i>Recast</i> dan Kekerasan pada Roda Gigi.....	35
3.7 Prosedur Penelitian	35
3.8 Diagram Alir Penelitian	37
BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN	
4.1 Data Hasil Pengukuran	39
4.2 Grafik dan Pembahasan	39
4.2.1 Grafik Hubungan Antara Arus dan <i>Wire Feed</i> Terhadap Ketebalan Lapisan <i>Recast</i>	40
4.2.2 Grafik Hubungan Antara Arus dan <i>Feed Rate</i> Terhadap Ketebalan Lapisan <i>Recast</i>	41
4.2.3 Grafik Hubungan Antara Arus dan <i>Wire Feed</i> Terhadap Kekerasan Baja AISI 1045.....	42
4.2.4 Grafik Hubungan Antara Arus dan <i>Feed rate</i> Terhadap Kekerasan Baja AISI 1045.....	43
4.2.5 Observasi Struktur <i>Micro</i>	44
BAB V PENUTUP	
5.1 Kesimpulan	45
5.2 Saran	45
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

No.	Judul	Halaman
Tabel 2.1	Ukuran Minimal Beberapa Jenis Pengerjaan dengan Mesin EDM.....	8
Tabel 2.2	Komposisi Kimia Baja AISI 1045.....	23
Tabel 4.1	Data Hasil Pengujian.....	43

DAFTAR GAMBAR

No.	Judul	Halaman
Gambar 2.1	Mesin EDM	7
Gambar 2.2	Kategori permesinan menggunakan mesin EDM.....	8
Gambar 2.3	Elektroda yang bertegangan listrik didekatkan ke benda kerja.....	9
Gambar 2.4	Peningkatan jumlah partikel bermuatan serta tegangan hingga titik tertinggi	10
Gambar 2.5	Arus mulai muncul dan beda tegangan mulai menurun	10
Gambar 2.6	Mulai terbentuknya jalur <i>discharge</i>	11
Gambar 2.7	Gelembung uap melebar ke samping	11
Gambar 2.8	Lapisan logam di bawah kolom <i>discharge</i> pada kondisi mencair	12
Gambar 2.9	Logam cair lepas dari benda kerja	12
Gambar 2.10	Terbentuknya lapisan <i>recast</i>	13
Gambar 2.11	Logam yang terlepas membeku dan sisa uap naik ke permukaan	13
Gambar 2.12	Percikan mengerosi benda kerja melalui perantara cairan dielektrik	14
Gambar 2.13	Skema proses <i>wire</i> EDM.....	15
Gambar 2.14	Siklus <i>on/off pulse</i> pada WEDM.....	18
Gambar 2.15	Skema material yang terpengaruh panas	24
Gambar 2.16	<i>Brinell Test</i>	25
Gambar 2.17	<i>Vickers Indentor</i>	26
Gambar 2.18	<i>Rockwell Test</i>	27
Gambar 3.1	Skema penelitian	30
Gambar 3.2	Mesin <i>wire</i> EDM mitsubishi BA-8	30
Gambar 3.3	Mikroskop Logam	31
Gambar 3.4	<i>Centrifugal Sand Paper Machine</i>	32
Gambar 3.5	<i>Digital Micro Vickers Hardness Tester TH712</i>	33
Gambar 3.6	<i>Metal polish cream</i>	34
Gambar 3.7	Kertas gosok.....	34
Gambar 3.8	Kain flannel.....	35
Gambar 3.9	Bentuk dan dimensi benda kerja	36
Gambar 3.10	Recast dan kekerasan pada roda gigi	37

Gambar 4.1	Grafik hubungan antara arus dan <i>wire feed</i> terhadap ketebalan lapisan <i>recast</i>	40
Gambar 4.2	Grafik hubungan antara arus dan <i>feed rate</i> terhadap ketebalan lapisan <i>recast</i>	41
Gambar 4.3	Grafik hubungan antara arus dan <i>wire feed</i> terhadap kekerasan lapisan <i>recast</i>	42
Gambar 4.4	Grafik hubungan antara arus dan <i>feed rate</i> terhadap kekerasan lapisan <i>recast</i>	43
Gambar 4.5	Foto struktur mikro	44

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 Gambar 1. Lapisan *recast* perbandingan arus 5 A dan *wire feed* 5 mm/menit, 7 mm/menit, 10 mm/menit
- Lampiran 2 Gambar 2. Lapisan *recast* perbandingan arus 7 A dan *wire feed* 5 mm/menit, 7 mm/menit, 10 mm/menit
- Lampiran 3 Gambar 3. Lapisan *recast* perbandingan arus 9 A dan *wire feed* 5 mm/menit, 7 mm/menit, 10 mm/menit
- Lampiran 4 Gambar 4. Lapisan *recast* perbandingan arus 5 A dan *feed rate* 4,5 mm/menit, 6 mm/menit, 9 mm/menit
- Lampiran 5 Gambar 5. Lapisan *recast* perbandingan arus 7 A dan *feed rate* 4,5 mm/menit, 6 mm/menit, 9 mm/menit
- Lampiran 6 Gambar 6. Lapisan *recast* perbandingan arus 7 A dan *feed rate* 4,5 mm/menit, 6 mm/menit, 9 mm/menit
- Lampiran 7 Gambar 7. Foto SEM lapisan *recast* material baja AISI 1045
Gambar 8. Foto SEM perbesaran 500x material baja AISI 1045
- Lampiran 8 Gambar 9. Foto sertifikat material baja AISI 1045

RINGKASAN

Reno Andriawan, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya, Januari 2018, pengaruh *wire feed*, *feed rate* dan besar arus listrik terhadap *recast* serta kekerasan pada baja AISI 1045 menggunakan *wire EDM*, Dosen Pembimbing: Femiana Gapsari dan Nafisah Arina Hidayati.

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 tersebut terjadi secara periodik terhadap waktu. Pada proses permesinan digunakan cairan *deionized* yang disebut dengan cairan dielektrik yang berada diantara elektroda dan benda kerja. Pergerakan aliran elektron yang menumbuk bagian permukaan benda kerja menyebabkan percikan bunga api yang semakin besar, sehingga terjadi peningkatan temperatur.

Dalam kondisi ini akan terjadi pengerosian benda kerja yang akan merubah hasil pemotongan dan berdampak pada kekerasan serta kepresisian hasil pemotongan benda kerja. Oleh karena itu peneliti ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh *wire feed*, *feed rate* dan arus listrik terhadap *recast* serta kekerasan baja aisi 1045 pada proses *wire EDM*. Adapun variabel bebas yang di gunakan adalah variasi dari *wire feed* 5mm/menit, 7 mm/menit, dan 10 mm/menit dengan arus listrik 5 A, 7 A, 9 A dan *feed rate* 4,5 mm/s, 6 mm/s dan 9 mm/s. Adapun variabel terikat yang digunakan yaitu *recast* serta kekerasan pada roda gigi. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa semakin meningkat nilai variasi *wire feed*, *feed rate* dan arus listrik yang diberikan maka nilai tebal *recast* serta kekerasan pada roda gigi semakin meningkat.

Nilai kekerasan tertinggi didapatkan dari variasi arus 9 ampere dengan *feed rate* 9 mm/menit dengan ketebalan *recast* 34 μm nilai kekerasan 342 VHN. Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi nilai arus maka kekerasan lapisan *recast* yang terbentuk semakin keras. Hal ini dikarenakan dengan semakin tinggi nilai arus mengakibatkan naiknya jumlah energy yang di gunakan untuk memotong benda kerja sehingga jumlah panas yang terjadi dipermukaan semakin tinggi. Hal ini mengakibatkan lapisan material yang mengalami fase *austenite* semakin besar. Selanjutnya dengan pendinginan cepat dari cairan dielektrik menyebabkan terjadinya transformasi dari *austenite* menjadi martensit yang semakin banyak. Sehingga mengakibatkan lapisan *recast* semakin keras.

Kata Kunci: Arus listrik, *Feed Rate*, *Recast*, *Wire EDM*, *Wire feed* dan Kekerasan

SUMMARY

Reno Andriawan, Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, Universitas Brawijaya, Januari 2018, the effect of wire feed, feed rate and current supply on recast and hardness of AISI 1045 steel using wire EDM, Academic Supervisor: Femiana Gapsari and Nafisah Arina Hidayati.

Electric discharge technology machine is metal cutting non conventional use energy heat on the slaughtering process thermal (cutting processes) .The process of edm is construction materials by a number of a jumper sparks electricity (spark) what happened to crack in between the cathode (electrodes) to anode (workpiece). A jumper sparks there has been periodically against time. At process permesinan used of liquids deionized called with a liquid dielektrik who are among the electrodes and workpiece. The flow of electrons hitting the surface part workpiece causing a spark sparks bigger, so increased temperature.

In this condition will happen in erosion objects the working change the results of cutting and give the impact in hardness and precision the results of cutting a workpiece.Hence research aims to understand the influence of wire feeds, feeds rate and electric current to recast and violence steel aisi 1045 to the process wire edm. As for variable free in use is a variant on wire feeds 5mm / minute, 7 mm/minutes, and 10 mm/minutes with an electric current 5 a, 7 a, 9 a and feeds rate 4.5 mm/s, 6 mm/s and 9 mm/s. as for variable bound used namely recast and hardness on a gear wheel.The result of the research indicated that increase value variation wire feeds, feeds rate and a given electrical current this value thick recast and violence on a gear wheel increase.

The value of hardness highest was obtained from variations of current 9 ampere with feed rate 9 mm / minutes with a girth recast 34 μm the value of 342 VHN of hardness. This showed that the higher the test scores a current so violence a layer of recast formed getting louder. It was because the with the higher the test scores a current of resulting in increasing number of energy that is in use to cut a workpiece so that the amount of heat that occurred at the surface the higher. This has resulted in a layer of material that experienced the greater the phase of austenite. Next to the rapid cooling of from a liquid of dielectrics causing the occurrence of the transformation of austenite be marten of growing up. So as to lead to a layer of recast getting louder.

Keywords: Feed rate, Electric current, Hardness, Recast, Wire EDM and Wire feed