

ANALISIS PENGARUH VARIASI MATERIAL ELEKTRODA MESIN EDM MP-50 TERHADAP KEKASARAN PERMUKAAN DAN KETIRUSAN LUBANG PADA PROSES PEMBUATAN DIES RING BAUT

Riki Adi Haryanto¹, Ahmad Farid², Hadi Wibowo³

^{1,2,3}Progam Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik, Universitas Pancasakti Tegal Jl. Halmahera km 1 Tegal 52121 telp.fax (0283) 342519

INFORMASI ARTIKEL

NASKAH DITERIMA : 16 Maret 2019

DIREVISI : 15 Oktober 2019

DISETUJUI : 30 Desember 2019

*KORESPONDENSI PENULIS :

Email: mesinfutps@gmail.com

doi:

<https://doi.org/10.47685/mestro.v2i0>

1. 281

Abstract

EDM machinery is currently growing, many small industries rely on EDM machines, especially in the design of molds and dies. The variation of electrodes on the EDM Singking machine greatly affects the results of roughness and taper in the process of making Dies, in order to produce a smooth product and the lowest taper value. The method used is an experiment using the MP-50 EDM machine by varying the electrode material of Copper, aluminum, and Carbon, the workpiece using ST 60 steel is sought for the results of the surface roughness and the smallest hole taper for the manufacture of ring bolt Dies. The results showed that the variation of electrode material (Copper, Aluminum, Carbon) greatly affects the surface roughness and hole taper in the EDM process. This is evidenced by the surface roughness values of Copper=5.755 μ m, Aluminum=5.039 μ m, Carbon=8.218 μ m. The results of the hole taper test on Copper=0.667°, Aluminum=1.851°, Carbon=0.687°. Then from the results of the 3 electrodes, the smoothest level of surface roughness and the smallest hole taper will be determined to make ST60 steel bolt Diesring.

Keywords: EDM, Electrode, Surface roughness, Taper hole.

Abstrak

Permesinan EDM saat ini semakin berkembang, banyak industri kecil yang mengandalkan mesin EDM khususnya pada desain *moul* dan *dies*. Variasi elektroda pada mesin EDM singking sangat berpengaruh pada hasil kekasaran dan ketirusan pada proses pembuatan *Dies*, agar menghasilkan produk yang halus dan nilai ketirusan yang terendah. Metode yang digunakan adalah eksperimen menggunakan mesin EDM MP-50 dengan memvariasikan material elektroda Tembaga, aluminium, dan Karbon, benda kerja menggunakan baja ST 60 dicari hasil nilai kekasaran permukaan dan ketirusan lubang terkecil untuk pembuatan *Dies ring baut*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa variasi material elektroda(Tembaga, Aluminium, Karbon) sangat berpengaruh terhadap kekasaran permukaan dan ketirusan lubang pada proses hasil EDM. Hal ini sibuktikan dengan nilai Kekasaran permukaan hasil dari Tembaga=5,755 μ m, Aluminium=5,039 μ m, Karbon=8,218 μ m. Hasil uji ketirusan lubang pada Tembaga=0,667°, Aluminium=1,851°, Karbon=0,687°. Kemudian dari hasil ke 3 elektroda tersebut akan ditentukan tingkat kekasaran permukaan terhalus dan ketirusan lubang terkecil untuk membuat *Diesring baut* material baja ST60.

Kata kunci: EDM, Elektroda, Kekasaran permukaan, Ketirusan lubang.

PENDAHULUAN

Proses erosi yang terjadi pada elektroda menyebabkan keausan elektroda atau electrode wear rate (EWR), sedangkan proses erosi pada benda kerja merupakan proses pengerjaan benda kerja, produktivitas pengerjaan benda kerja di tunjukan oleh material removal rate (MRR). Halini yang kurang di perhatikan oleh komsumen atau pelaku IKM (Industri Kecil Menengah) dalam pembuatan Dies. Umumnya mereka memberikan order atau Job pembuatan Dies dengan membawa material elektroda yang mudah di buat dan pencarian di pasaranpun mudah, tanpa memperhatikan dampak ketirusan yang akan di hasilkan dengan material aluminium tersebut. Alasan sederhana inilah yang mengakibatkan proses pembuatan dies ring baut berpotensi gagal fungsi dari dies ini karena keausan elektroda akan menyebabkan lubang yang di hasilkan berubah dimensi menjadi tirus. Pada diameter besar bagian atas akan sesuai dengan ukuran diameter elektroda. Namun lubang bawah dies tentu akan tirus seiring menirusnya dimensi elektroda yang di sebabkan mengalami keausan akibat tererosi bersama material dies. Hal ini akan mengakibatkan lubang pembuangan ring hasil press tool akan mampat tidak keluar secara lancar.

Rumusan masalah

Berdasarkan batasan masalah tersebut diatas penulis merumuskan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimanakah pengaruh variasi elektroda (tembaga, aluminium, Karbon) terhadap hasil kekasaran permukaan pada proses pembuatan dies ring baut ?
2. Bagaimanakah pengaruh variasi material elektroda (tembaga, aluminium, Karbon) terhadap hasil ketirusan lubang pada proses pembuatan dies ring baut?

Landasan Teori

1. Pengertian EDM

Electrical Discharge Machining (EDM) adalah suatu proses manufaktur pemesinan non konvensional pembentukan logam dengan menggunakan loncatan busur listrik (*spark*) dengan penciptaan *discharge* yang mengalir antara elektroda dan benda kerja secara

berulang dan terkontrol dalam cairan dielektrik. Proses *EDM* dapat digunakan pada setiap bahan yang konduktif listrik, termasuk bahan-bahan eksotis seperti Waspaloy atau Hastaloy, yang sangat sulit dikerjakan dalam pemesinan dengan menggunakan metode konvensional (Rafe'i, 2011).

Secara keseluruhan proses pengerjaan material dengan *EDM* adalah suatu proses yang cukup kompleks. Pada Proses awal *EDM*, elektrode yang berisi tegangan listrik didekatkan ke benda kerja (elektrode positif mendekati benda kerja/turun). Di antara dua elektrode ada minyak isolasi (tidak menghantarkan arus listrik), yang pada *EDM* dinamai cairan *dielectric*. Walaupun cairan dielektrik adalah sebuah isolator yang bagus, beda potensial listrik yang cukup besar menyebabkan cairan membentuk partikel yang bermuatan, yang menyebabkan tegangan listrik melewatinya dari elektrode ke benda kerja.

2. Definisi Baja ST-60

Menurut Furqon et.all (2016). Baja St 60 dijelaskan secara umum merupakan baja karbon sedang dengan persentase kandungan karbon pada besi sebesar 0,3% C – 0,59% C dengan titik didih 15500 C dan titik lebur 29000 C, disebut juga baja keras, banyak sekali digunakan untuk tangki, perkapalan, jembatan, dan dalam permesinan. Baja karbon sedang kekuatannya lebih tinggi daripada baja karbon rendah. Sifatnya sulit untuk dibengkokkan, dilas, dipotong.

3. Electrode (Pahat)

Menurut Sagedistira (2012), Secara teoritis setiap material yang bersifat konduktif dapat digunakan sebagai *electrode* (pahat). Dalam hal ini *electrode* yang terbaik adalah material yang memiliki titik leleh yang tinggi dan tahanan listrik yang rendah



Gambar 2.2 material elektroda

4. Pengertian, Ciri, dan Sifat Karbon

Karbon merupakan salah satu elemen yang paling penting untuk kehidupan di planet bumi. Membentuk lebih banyak senyawa dari unsur lain dan membentuk bahan dasar untuk semua tumbuhan dan hewan. Karbon adalah unsur yang paling berlimpah keempat di alam semesta dengan massa dan unsur yang paling berlimpah kedua dalam tubuh manusia. Karbon terus bersiklus melalui lautan, tanaman, kehidupan binatang, dan atmosfer.
Simbol: C

5. Sifat Sifat Aluminium

Menurut Ikmahet.all (2014), logam aluminium adalah logam yang mempunyai sifat ringan yang pemanfaatannya sangat luas. Selain ringan juga memiliki kelebihan lain seperti pengantar panas yang baik. Aluminium ditemukan pertama kali oleh Sir Humphrey Davy dalam tahun 1809 sebagai suatu unsur, dan pertama kali direduksi oleh HC Oersted tahun 1825. Penggunaan logam aluminium sebagai logam setiap tahunnya pada urutan kedua setelah besi dan baja, yang tertinggi di antara logam non ferro. Produksi aluminium tahunan di dunia mencapai 15 juta ton per tahun pada tahun 1981. Material ini dipergunakan di dalam bidang yang luas bukan saja untuk peralatan rumah tangga tetapi juga dipakai untuk keperluan material pesawat terbang, mobil, kapal laut, dan konstruksi.

6. Sifat tembaga (Cu)

Sifat fisika

Tembaga merupakan logam yang berwarna kuning kemerahan seperti emas kuning.

Mudah ditempa (liat) dan bersifat elastis sehingga mudah dibentuk menjadi pipa, lembaran tipis, dan kawat.

Konduktor panas dan listrik yang baik, kedua setelah perak.

Titik leleh : 1083 dan titik didih 2301.

Sifat kimia

Tembaga merupakan unsur yang relatif tidak reaktif sehingga tahan terhadap korosi. Pada udara yang lembab permukaan tembaga ditutupi oleh suatu lapisan yang berwarna hijau yang menarik dari tembaga karbonat basa, CuOH_2CO_3 .

7. Penjelasan umum Kekasaran Permukaan

Kekasaran permukaan

Yang dimaksud dengan “permukaan” adalah batas yang memisahkan benda padat dengan sekelilingnya (Rochim, 2001). Jika ditinjau dengan skala kecil merupakan suatu karakteristik geometrik, yang dalam hal ini termasuk golongan mikro geometrik. Sementara itu, yang tergolong makro geometri adalah permukaan secara keseluruhan yang membuat bentuk atau rupa yang spesifik misalnya permukaan: poros

- Kekasaran Rata-rata Aritmetis (*Mean Roughness Indec/Center Line Average*, *CLA*), R_a

Kekasaran rata-rata merupakan harga-harga rata-rata secara aritmetis dari harga absolute antara harga profil terukur dengan profil tengah.

$$R_a = \frac{\text{Luasdaerah P} + \text{Luasdaerah Q}}{L} \times \frac{1000}{V_v} (\mu\text{m})$$

Sumber : Spesifikasi Metrologi dan Kontrol Kualitas Geometri: 2008

Dimana:

V_v = perbesaran vertikal. Luas P dan Q dalam millimeter.

L

= panjang sampel pengukur dalam millimeter.

8. Penjelasan Umum Ketirusan

Ketirusan didefinisikan sebagai sudut yang terbentuk sebagai penyimpangan atau deviasi antara lubang terbesar dan yang terkecil (Purnaseptiaji, 2016).

Ketirusan dihitung berdasarkan rumus:

$$\alpha = \tan^{-1} \frac{d_2 - d_1}{h}$$

Sumber : Purnaseptiaji, 2016

dengan:

d_2 : diameter benda kerja sisi belakang, (mm)

d_1 : diameter benda kerja sisi depan, (mm)

h : ketebalan benda kerja, (mm)

α : sudut benda kerja, ($^\circ$)

\tan^{-1} : sudut tangent

9. Proses Pembuatan Dies Ring Material Baja ST60

Awal proses pembuatan Dies Ring Baut adalah dengan menggambar desain

produk menggunakan software Solid Work. Setelah gambar jadi lengkap dengan ukuran dimensi maupun cara pengerjaan, maka selanjutnya material baja ST60 di potong sesuai kebutuhan. Pemotongan menggunakan mesin gergaji otomatis. Kemudian proses selanjutnya adalah membubut kedua sisi bekas pemotongan gergaji sampai kedua sisi material rapih dan halus sesuai dimensi gambar kerja. Material ini selanjutnya di finishing dengan gerinda amplas agar lebih halus. Berikutnya membuat elektroda berbahan dasar tembaga. Di bubut dengan ukuran diameter 10mm panjang 15mm dengan salah satu ujung di buat pengait sebagai holder ketika elektroda ini di pasang pada chuck mesin EDM. Jika sudah maka tahapan proses inti yaitu proses pelubangan Dies menggunakan mesin EDM. Caranya adalah material di jepit pada ragum mesin dan di kencangkan. Kemudian setting program parameter pada mesin sesuai gambar kerja. Selanjutnya di pastikan titik zero point pada material agar lubang yang di buat tepat di titik lubang yang di kehendaki. Jika persiapan sudah maka eksekusi program di jalankan sampai proses selesai maka mesin akan berhenti otomatis.

METODOLOGI PENELITIAN

Menurut Anggoro et al, 2008, desain penelitian / metode penelitian eksperimental secara khusus dimaksudkan untuk mengontrol hipotesis tandingan atau variabel ekstranus yaitu variabel yang bersaing dengan variabel independen yang sengaja kita rancang, seperti peneliti tertarik pada objek atau apa yang akan diteliti yaitu (variabel *independen*, perlakuan, atau *variabel intevensi*), dan akibat dari apa yang diteliti yaitu (*variabel dependen* atau *variabel outcome*). Dalam hal ini variabel independen dihipotesiskan mempengaruhi perubahan dan variabel dependen, namun bagaimana peneliti yakin bahwa berubah itu berubah dari apa yang diteliti dan bukan karena sebab lainnya yang tidak ia identifikasikan atau tetapkan sebagai variabel independen.

Dimensi Benda Uji

Spesifikasibendauji yang digunakanalameksperimeniniadalahsebagaimana berikut:

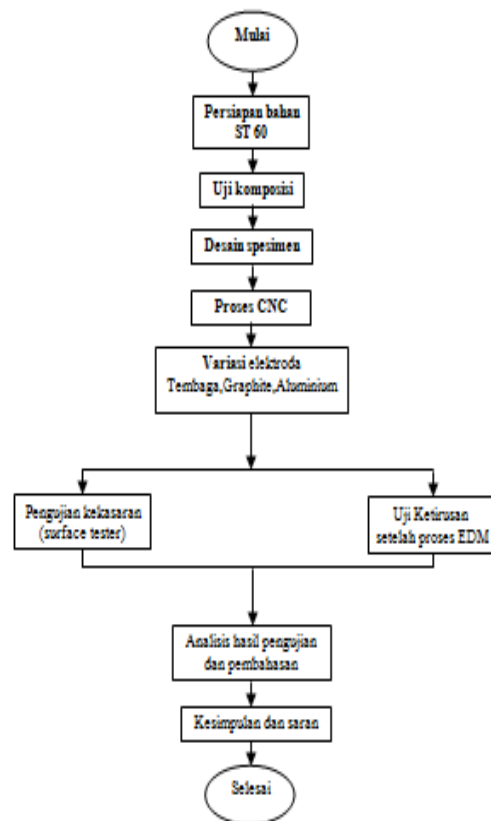
1. Bahan material awal yang digunakan adalah Baja ST 60

2. Panjang specimen adalah 20mm, Lebar =20mm, Tebal=10mm



Gambar 3.1 Spesimen Baja ST 60

Diagram Alur Penelitian



HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

1. Hasil Pengujian Uji Komposisi

Tabel 4.1 Komposisi Kimia ST-60

UNSUR	Chemical composition(%)		
	N1	N2	TEST RESULT
C	0,61	0,56	0,59
Si	0,25	0,25	0,25
Mn	0,67	0,67	0,67
P	0,02	0,02	0,02
S	0,01	0,01	0,01
Cr	0,06	0,05	0,05
Mo	0,00	0,00	0,00
Ni	0,00	0,00	0,00
Al	0,01	0,01	0,01
Co	0,01	0,01	0,01
Cu	0,01	0,01	0,01
Nb	0,00	0,00	0,00
Ti	0,01	0,01	0,01
V	0,00	0,00	0,00
W	0,03	0,03	0,03
Pb	0,01	0,01	0,01
Sn	0,01	0,00	0,01
As	0,00	0,00	0,00
Zr	0,00	0,00	0,00
Ca	0,00	0,00	0,00
Ce	0,01	0,01	0,01
B	0,00	0,00	0,00
Zn	0,00	0,00	0,00
La	0,00	0,00	0,00
Fe	98,2	98,3	98,3

Sumber : UPTD Laboratorium Dispeninaker Kab. Tegal

Hasil uji komposisi menunjukkan kandungan karbon pada baja St 60 adalah 0,59 %, baja ini termasuk baja karbon medium. Pada baja St 60 ini terdapat kandungan mangan 0,67 % yang mempunyai sifat keras dan tahan aus.

2. Perhitungan Ketirusan Lubang.

Ketirusan Lubang Dapat Dinyatakan dengan persamaan rumus :

$$\alpha = \tan^{-1} \frac{d_2 - d_1}{2 \cdot h}$$

Dimana:

d_2 : diameter benda kerja sisi belakang, (mm)

d_1 : diameter benda kerja sisi depan, (mm)

h : ketebalan benda kerja, (mm)

α : sudut benda kerja, (°)

\tan^{-1} : sudut tangen

Tabel 4.2. Pengujian ketirusan pada 3 Spesimen dengan Variasi material elektroda.

Spesimen	Variasi material elektroda		
	Tembaga	Aluminium	Karbon
1	0,916	1,947	0,744
2	0,572	1,203	0,286
3	0,515	2,405	1,031
Rata Rata	0,667°	1,851°	0,687°

3. Uji Kekasaran Permukaan

Data yang di dapat dari hasil pengujian kekasaran permukaan di sajikan dalam bentuk Tabel seperti di bawah ini.

Tabel 4.3 hasil uji Kekasaran Permukaan

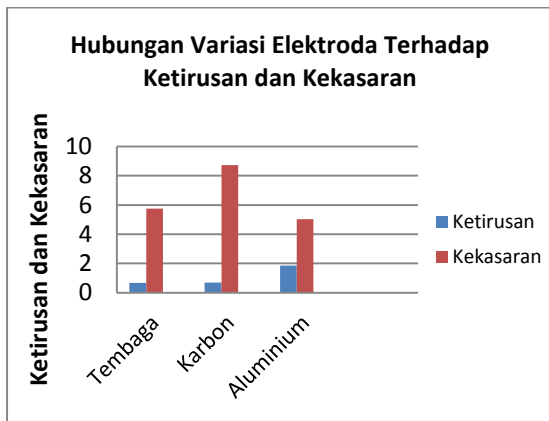
N O	SPESI MEN	TITIK	Ra (µm)	Ry(µm)	Rz(µm)
1	Spesimen 1 Tembaga 1	1	2,681	15,654	10,302
		2	4,595	22,772	17,601
		3	6,198	27,195	20,972
2	Spesimen 2 Tembaga 2	1	5,622	31,961	22,861
		2	5,610	25,096	18,281
		3	4,548	21,613	15,494
3	Spesimen 3 Tembaga 3	1	6,122	26,158	20,025
		2	9,804	58,302	47,338
		3	6,616	34,513	23,202
4	Spesimen 4 Aluminium 1	1	6,109	30,740	19,151
		2	5,148	26,988	19,879
		3	5,993	29,128	20,484
5	Spesimen 5 Aluminium 2	1	4,135	23,564	14,267
		2	3,334	18,974	12,087
		3	6,557	31,451	20,609
6	Spesimen 6 Aluminium 3	1	4,865	24,755	15,827
		2	4,370	22,420	15,528
		3	4,847	27,329	18,594
7	Spesimen 7 Karbon 1	1	8,467	36,696	28,901
		2	9,354	39,472	28,995
		3	9,311	40,908	30,743
8	Spesimen 8 Karbon 2	1	8,505	34,796	27,211
		2	10,090	48,148	35,489
		3	7,565	35,855	26,944
9	Spesimen 9 Karbon 3	1	10,180	47,817	34,866
		2	7,349	36,434	24,737
		3	3,144	18,136	12,213

Sumber : BP-TRAINING CENTRE UNDIP SEMARANG.

Tabel 4.4 Hasil Uji Kekasaran Permukaan

Spesimen	Variasi material elektroda		
	Tembaga	Aluminium	Karbon
1	4,491	5,75	9,044
2	5,26	4,675	8,72
3	7,514	4,694	6,891
Rata Rata	5,755 μ m	5,039 μ m	8,218 μ m

Pembahasan



Gambar 4.1 Hasil Dari Kekasaran Permukaan Dan Ketirusan Lubang

Kesimpulan

Beberapa kesimpulan yang dapat diambil dari analisis penelitian yang telah dilakukan ini adalah:

1. Variasi material dasar elektroda (Tembaga, Aluminium, Karbon) berpengaruh pada tingkat kekasaran permukaan spesimen uji. Angka kekasaran rata-rata (Ra) permukaan untuk hasil dari Tembaga= 5,755 μ m, Aluminium= 5,039 μ m, Karbon= 8,218 μ m. Data menunjukkan bahwa hasil yang paling tinggi kekasaran permukaan terjadi pada spesimen dengan variasi bahan dasar material elektroda karbon dengan nilai kekasaran permukaan sebesar = 8,218 μ m. Sedangkan nilai kekasaran permukaan terendah atau paling halus terdapat pada spesimen uji dengan material dasar elektroda Alumunium dengan nilai kekasaran permukaan sebesar 5,039 μ m.

2. Variasi material dasar elektroda (Tembaga, Aluminium, Karbon) berpengaruh pada nilai ketirusan lubang. Angka hasil ketirusan lubang dari material elektroda Tembaga= 0,667⁰, Aluminium= 1,851⁰, Karbon= 0,687⁰. Dalam penelitian ini di dapat fakta bahwa ketirusan lubang yang paling tinggi terdapat pada elektroda material dasar Aluminium, dengan nilai ketirusan sebesar 1,851⁰. Hasil Selanjutnya nilai ketirusan terkecil atau yang terbaik dari ketiga jenis material dasar elektroda adalah material Tembaga dengan nilai ketirusan sebesar 0,667⁰. Hal ini bisa menjadi dasar pertimbangan dalam pembuatan Dies ring baut bahwa material Aluminium relatif tidak baik jika di gunakan sebagai eletroda pembutan lubang dies ring baut, karena nilai ketirusan lubang yang terjadi akan sangat besar, sehingga chip pemotongan akan sulit keluar dari lubang pembuangan.

Saran

Sesuai dengan tujuan penelitian analisis yaitu untuk mengetahui pengaruh variasi material elektroda pada proses pembuatan Dies ring baut menggunakan mesin CNC EDM MP-50 terhadap nilai ketirusan dan Kekasaran permukaan lubang dies ring baut berbahan dasar ST 60, maka disarankan untuk memilih material elektroda Tembaga atau Karbon untuk mendapatkan nilai ketirusan terbaik atau terendah nilai ketirusannya. Sedangkan untuk mendapatkan hasil permukaan yang halus maka disarankan untuk memilih material dasar elektroda berbahan aluminium.

DAFTAR PUSTAKA

- Anggoro.dkk. 2008. *Metode Penelitian*. Jakarta: Universitas Terbuka.
- Bhushan, 2001. *Surface Roughness Analysis and Measurement Techniques*. The Ohio State University.
- Blogspot.Tembaga.Diaksesdari<http://bkv315a.blogspot.com/2012/08/karya-tulis-tembaga.html>. Agustus 2012
- Budisma.Karbon.Diaksesdari<http://budisma.net/2015/02/pengertian-ciridan-sifat-karbon.html>, februari 2015.
- Furqonet.all(2016) *,analisa ujikekeraan padaporosba ja ST 60 dengan media pendingin yang berbeda*, Universitas Islam

- Kalimantan Muhammad Arsyad Al Banjari, Banjarmasin, 2016.
- Ikmahet.all (2014), *Aluminium Dan Senyawa-Senyawanya*, FMIPA Universitas Negeri Semarang
- Jamari. 2006. *Running-in of Rolling Contacts. PhD (Thesis). University of Twente. Enschede. The Netherlands.*
- Petrus Londa. 2014. *Pengaruh Variabel Pemotongan Terhadap Keausan Elektroda Dan Benda Kerja Pada Proses Edm.* Jurnal Teknik Mesin. Politeknik Negeri Bandung. Bandung.
- Purna Septiaji, 2016, *Analisa Perhitungan Mrr, Overcut, Dan Ketirusan Pada Stainless Steel 304 Dan Aluminium 1100 Dengan Pengaruh Variasi Tegangan Dan Gap Pada Proses Electro-Chemical Machining (Ecm) Menggunakan Elektroda Terisolasi*, UMY, Jogjakarta.
- Rafe'i. 2011. *Teori Permesinan EDM (Electrical Discharge Machine)*.
- Rizza, 2014, *Analisis Proses Blanking dengan Simple Press Tool*, rekayasa Mesin, Universitas Brawijaya, Malang.
- Rochim. 2001. *Spesifikasi Metrologi dan Kontrol Kualitas Geometri*. Bandung.
- Sagedistira, 2012, *Studi Pengaruh Variasi Arus Proses Pemesinan Edm Sinking Terhadap Kekerasan Dan Karakteristik Struktur Mikro Material Baja Skd 11*, Universitas Jember, Jawa Timur.