UNIVERSITAS GADJAH MADA
**PENGARUH JENIS MATERIAL ELEKTRODA TERHADAP HASIL PEMAKANAN BENDA KERJA DAN KEAUSAN ELEKTRODA PADA MESIN EDM PORTABLE TIPE DIE SINKING**
Vicky Victhoriansya, Ir. Muslim Mahardika S.T.. M.Eng. Ph.D., IPM., ASEAN Eng
**Universitas Gadjah Mada, 2011 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/**

# DAFTAR ISI

**HALAMAN JUDUL** i
**HALAMAN PENGESAHAN** ii
**HALAMAN PERNYATAAN** iii
**HALAMAN NASKAH SOAL** iv
**HALAMAN PERSEMBAHAN** v
**KATA PENGANTAR** vi
**DAFTAR ISI** viii
**DAFTAR GAMBAR** xi
**DAFTAR TABEL** xiii
**DAFTAR LAMPIRAN** xv
**DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN** xvi
**INTISARI** xvii

**BAB I PENDAHULUAN**
1.1. Latar Belakang 1
1.2. Rumusan Masalah 2
1.3. Batasan Masalah 3
1.4. Tujuan Penelitian 4
1.5. Manfaat Penelitian 5
1.5.1. Bagi Peneliti 5
1.5.2. Bagi Masyarakat 5
1.6. Metode Perancangan 5
1.7. Sistematika Penulisan 6

**BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

**BAB III LANDASAN TEORI**
3.1. *Electrical Discharge Machining* 16
3.2. Jenis *Electrialc Discharge Machining* 17

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
**PENGARUH JENIS MATERIAL ELEKTRODA TERHADAP HASIL PEMAKANAN BENDA KERJA DAN KEAUSAN ELEKTRODA PADA MESIN EDM PORTABLE TIPE DIE SINKING**
Vicky Victhoriansya, Ir. Muslim Mahardika S.T.. M.Eng. Ph.D., IPM., ASEAN Eng
**Universitas Gadjah Mada, 2011 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/**

3.2.1. *Wire* EDM 18
3.2.2. *Electrical Discharge Grinding* (EDG) 18
3.2.3. *Die Sinking* EDM 19
3.3. Logam dan Paduan 20
3.4. Elektroda 20
3.5. Benda Kerja 21
3.6. Tembaga 22
3.7. Kuningan 23
3.8. Alumunium 24
3.9. *Stainless Steel* (Baja Tahan Karat) 25
3.10. Perak 27
3.11. Karakteristik Termal 29
3.12. Hukum Ohm 32
3.13. Konduktivitas Listrik 33
3.14. Keausan (*Wear*) 34

**BAB IV METODOLOGI PENELITIAN**
4.1. Diagram Alir Penelitian 36
4.2. Bahan-Bahan Penelitian 37
4.3. Alat Penelitian 37
4.4. Prosedur Pembuatan Benda Kerja 38
4.5. Prosedur Pembuatan Elektroda 38
4.6. Pengujian *Material Removal Rate* (MRR) dan *Electrode Wear* (EW) 39
4.7. Pengumpulan Data 39
4.8. Analisis Data 40

**BAB V HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN**
5.1. Hasil Perhitungan dan Pembahasan 41
5.1.1. Hasil Uji *Material Removal Rate* (MRR) Benda Kerja Tembaga 41

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
**PENGARUH JENIS MATERIAL ELEKTRODA TERHADAP HASIL PEMAKANAN BENDA KERJA DAN KEAUSAN ELEKTRODA PADA MESIN EDM PORTABLE TIPE DIE SINKING**
Vicky Victhoriansya, Ir. Muslim Mahardika S.T.. M.Eng. Ph.D., IPM., ASEAN Eng
**Universitas Gadjah Mada, 2011 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/**

5.1.2. Hasil Uji *Material Removal Rate* (MRR) Benda Kerja Kuningan 43
5.1.3. Hasil Uji *Material Removal Rate* (MRR) Benda Kerja Alumunium 45
5.1.4. Hasil Uji *Material Removal Rate* (MRR) Benda Kerja *Stainless Steel* 47
5.1.5. Hasil Uji *Material Removal Rate* (MRR) Benda Kerja Perak 49
5.1.6. Hasil Uji *Electrode Wear* (EW) dengan Benda Kerja Tembaga 51
5.1.7. Hasil Uji *Electrode Wear* (EW) dengan Benda Kerja Kuningan 53
5.1.8. Hasil Uji *Electrode Wear* (EW) dengan Benda Kerja Alumunium 55
5.1.9. Hasil Uji *Electrode Wear* (EW) dengan Benda Kerja *Stainless Steel* 57
5.1.10. Hasil Uji *Electrode Wear* (EW) dengan Benda Kerja Perak 59
5.1.11. Perbandingan teori $\lambda \cdot \theta$ dengan teori $\lambda \cdot \theta \cdot \rho$ pada MRR Benda Kerja dan EW Elektroda 60

**BAB VI PENUTUP**

6.1. Kesimpulan 64
6.2. Saran 66

**DAFTAR PUSTAKA** 67

**LAMPIRAN** 69

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
**PENGARUH JENIS MATERIAL ELEKTRODA TERHADAP HASIL PEMAKANAN BENDA KERJA DAN KEAUSAN ELEKTRODA PADA MESIN EDM PORTABLE TIPE DIE SINKING**
Vicky Victhoriansya, Ir. Muslim Mahardika S.T.. M.Eng. Ph.D., IPM., ASEAN Eng
**Universitas Gadjah Mada, 2011 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/**

# DAFTAR GAMBAR


| | | |
|---|---|---|
| Gambar 2.1. | Contoh gradient sudut pada blok elektroda (Muttamara *et al*, 2010) | 9 |
| Gambar 2.2. | Skema ilustrasi benda kerja dengan WEDM lapisan konduktif (Muttamara *et al*, 2010) | 10 |
| Gambar 2.3. | Hubungan antara laju permesinan, rasio laju keausan elektroda Cu, CuW, dan AgW pada $Si_3N_4$ (Muttamara *et al*, 2010) | 10 |
| Gambar 2.4. | Mikroelektroda sebelum dan sesudah permesinan dengan a) Cu, b) CuW, dan c) AgW (kondisi EDMed: $i_e$=0,2 A, $t_e$=2µs, $t_o$=4µs, $u_i$=110V) (Muttamara *et al*, 2010) | 11 |
| Gambar 3.1. | Prinsip kerja mesin wire EDM (http://www.edmmachining.com/wire_edm.htm diakses pada 9 Maret 2011) | 18 |
| Gambar 3.2. | *Electrical Discharge Grinding* (http://www.nda.ac.jp/cc/users/tkita/lab/index-e.htm diakses pada 9 Maret 2011) | 19 |
| Gambar 3.3. | *Die Sinking* EDM (http://awalsholeh.blogspot.com/2009/07/edm-electrical-discharge-machine.html diakses pada 9 Maret 2011) | 19 |
| Gambar 3.4. | Tembaga | 23 |
| Gambar 3.5. | Kuningan | 24 |
| Gambar 3.6. | Alumunium | 25 |
| Gambar 3.7. | Diagram fase besi-karbida besi (Callister, 2003) | 26 |
| Gambar 3.8. | *Stainless steels* | 27 |
| Gambar 3.9. | Perak | 28 |

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
**PENGARUH JENIS MATERIAL ELEKTRODA TERHADAP HASIL PEMAKANAN BENDA KERJA DAN KEAUSAN ELEKTRODA PADA MESIN EDM PORTABLE TIPE DIE SINKING**
Vicky Victhoriansya, Ir. Muslim Mahardika S.T.. M.Eng. Ph.D., IPM., ASEAN Eng
**Universitas Gadjah Mada, 2011 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/**

Gambar 3.10. Diagram fasa besi-kromium untuk paduan dengan kandungan karbon sekitar 0,2%; daerah yang gelap memperlihatkan komposisi untuk martensit *stainless steels* (Askeland *et al*, 2006) 29
Gambar 3.11. Pengaruh konduktivitas termal pada material (Askeland *et al*, 2006) 31
Gambar 3.12. Skematik cara untuk mengukur tahanan jenis (Callister, 2003) 32
Gambar 4.1. Diagram alur penelitian 36
Gambar 4.2. Benda kerja 38
Gambar 4.3. Elektroda 38
Gambar 5.1. Struktur Makro Benda Kerja Tembaga 42
Gambar 5.2. Grafik MRR Benda Kerja Tembaga 42
Gambar 5.3. Struktur Makro Benda Kerja Kuningan 44
Gambar 5.4. Grafik MRR Benda Kerja Kuningan 44
Gambar 5.5. Struktur Makro Benda Kerja Alumunium 46
Gambar 5.6. Grafik MRR Benda Kerja Alumunium 46
Gambar 5.7. Struktur Makro Benda Kerja *Stainless Steel* 48
Gambar 5.8. Grafik MRR Benda Kerja *Stainless Steel* 48
Gambar 5.9. Struktur Makro Benda Kerja Perak 50
Gambar 5.10. Grafik MRR Benda Kerja Perak 50
Gambar 5.11. Struktur Makro Elektroda Tembaga 52
Gambar 5.12. Grafik EW dengan Benda Kerja Tembaga 52
Gambar 5.13. Struktur Makro Elektroda Kuningan 54
Gambar 5.14. Grafik EW dengan Benda Kerja Kuningan 54
Gambar 5.15. Struktur Makro Elektroda Alumunium 56
Gambar 5.16. Grafik EW dengan Benda Kerja Alumunium 56
Gambar 5.17. Struktur Makro Elektroda *Stainless Steel* 58
Gambar 5.18. Grafik EW dengan Benda Kerja *Stainless Steel* 58
Gambar 5.19. Grafik EW dengan Benda Kerja Perak 60

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
**PENGARUH JENIS MATERIAL ELEKTRODA TERHADAP HASIL PEMAKANAN BENDA KERJA DAN KEAUSAN ELEKTRODA PADA MESIN EDM PORTABLE TIPE DIE SINKING**
Vicky Victhoriansya, Ir. Muslim Mahardika S.T.. M.Eng. Ph.D., IPM., ASEAN Eng
**Universitas Gadjah Mada, 2011 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/**

# DAFTAR TABEL


| | | |
|---|---|---|
| Tabel 2.1. | Properti Bahan Elektroda (Muttamara *et al*, 2010) | 8 |
| Tabel 2.2. | Kondisi Permesinan (Muttamara *et al*, 2010) | 8 |
| Tabel 2.3. | Kemudahan Pemesinan Benda Kerja Berdasar Teori $\lambda \cdot \theta$ (Mahardika *et al*, 2008) | 13 |
| Tabel 2.4. | Kemudahan Pemesinan Benda Kerja Berdasar Teori $\lambda \cdot \theta \cdot \rho$ (Mahardika *et al*, 2008) | 14 |
| Tabel 3.1. | Konduktivitas termal beberapa material (http://www.engineeringtoolbox.com/thermal-conductivity-d_429.html diakses pada 10 Maret 2011) | 30 |
| Tabel 3.2. | Titik Lebur beberapa material (http://www.engineeringtoolbox.com/melting-temperature-metals-d_860.html diakses pada 10 Maret 2011) | 30 |
| Tabel 3.3. | Konduktivitas listrik logam pada temperatur ruang | 34 |
| Tabel 3.4. | Tahanan jenis logam pada temperatur ruang | 34 |
| Tabel 4.1. | Lembar Pengamatan Uji MRR | 40 |
| Tabel 4.2. | Lembar Pengamatan Uji EW | 40 |
| Tabel 5.1. | MRR Benda Kerja Tembaga | 42 |
| Tabel 5.2. | MRR Benda Kerja Kuningan | 43 |
| Tabel 5.3. | MRR Benda Kerja Alumunium | 45 |
| Tabel 5.4. | MRR Benda Kerja *Stainless Steel* | 47 |
| Tabel 5.5. | MRR Benda Kerja Perak | 49 |
| Tabel 5.6. | EW dengan Benda Kerja Tembaga | 51 |
| Tabel 5.7. | EW dengan Benda Kerja Kuningan | 53 |
| Tabel 5.8. | EW dengan Benda Kerja Alumunium | 55 |
| Tabel 5.9. | EW dengan Benda Kerja *Stainless Steel* | 57 |
| Tabel 5.10 | EW dengan Benda Kerja Perak | 59 |

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
**PENGARUH JENIS MATERIAL ELEKTRODA TERHADAP HASIL PEMAKANAN BENDA KERJA DAN KEAUSAN ELEKTRODA PADA MESIN EDM PORTABLE TIPE DIE SINKING**
Vicky Victhoriansya, Ir. Muslim Mahardika S.T.. M.Eng. Ph.D., IPM., ASEAN Eng
**Universitas Gadjah Mada, 2011 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/**

Tabel 5.11. Properti Material 61

Tabel 5.12. Perbandingan koefisien korelasi $R^2$ teori $\lambda \cdot \theta$ dengan teori $\lambda \cdot \theta \cdot \rho$ pada MRR benda kerja 61

Tabel 5.13. Perbandingan koefisien korelasi $R^2$ teori $\lambda \cdot \theta$ dengan teori $\lambda \cdot \theta \cdot \rho$ pada EW elektroda 61

UNIVERSITAS GADJAH MADA
**PENGARUH JENIS MATERIAL ELEKTRODA TERHADAP HASIL PEMAKANAN BENDA KERJA DAN KEAUSAN ELEKTRODA PADA MESIN EDM PORTABLE TIPE DIE SINKING**
Vicky Victhoriansya, Ir. Muslim Mahardika S.T.. M.Eng. Ph.D., IPM., ASEAN Eng
**Universitas Gadjah Mada, 2011 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/**

# DAFTAR LAMPIRAN


| | | |
|---|---|---|
| Lampiran 1 | Grafik MRR dengan Elektroda Tembaga teori $(\lambda\cdot\theta)_B$ | 69 |
| Lampiran 2 | Grafik MRR dengan Elektroda Kuningan teori $(\lambda\cdot\theta)_B$ | 69 |
| Lampiran 3 | Grafik MRR dengan Elektroda Alumunium teori $(\lambda\cdot\theta)_B$ | 70 |
| Lampiran 4 | Grafik MRR dengan Elektroda *Stainless Steel* teori $(\lambda\cdot\theta)_B$ | 70 |
| Lampiran 5 | Grafik MRR dengan Elektroda Tembaga teori $(\lambda\cdot\theta\cdot\rho)_B$ | 71 |
| Lampiran 6 | Grafik MRR dengan Elektroda Kuningan teori $(\lambda\cdot\theta\cdot\rho)_B$ | 71 |
| Lampiran 7 | Grafik MRR dengan Elektroda Alumunium teori $(\lambda\cdot\theta\cdot\rho)_B$ | 72 |
| Lampiran 8 | Grafik MRR dengan Elektroda *Stainless Steel* teori $(\lambda\cdot\theta\cdot\rho)_B$ | 72 |
| Lampiran 9 | Grafik MRR dengan Elektroda Tembaga teori $(\lambda\cdot\theta\cdot\rho)_B\cdot\rho_E$ | 73 |
| Lampiran 10 | Grafik MRR dengan Elektroda Kuningan teori $(\lambda\cdot\theta\cdot\rho)_B\cdot\rho_E$ | 73 |
| Lampiran 11 | Grafik MRR dengan Elektroda Alumunium teori $(\lambda\cdot\theta\cdot\rho)_B\cdot\rho_E$ | 74 |
| Lampiran 12 | Grafik MRR dengan Elektroda *Stainless Steel* teori $(\lambda\cdot\theta\cdot\rho)_B\cdot\rho_E$ | 74 |
| Lampiran 13 | Grafik EW dengan Benda Kerja Tembaga teori $(\lambda\cdot\theta)_E$ | 75 |
| Lampiran 14 | Grafik EW dengan Benda Kerja Kuningan teori $(\lambda\cdot\theta)_E$ | 75 |
| Lampiran 15 | Grafik EW dengan Benda Kerja Alumunium teori $(\lambda\cdot\theta)_E$ | 76 |
| Lampiran 16 | Grafik EW dengan Benda Kerja *Stainless Steel* teori $(\lambda\cdot\theta)_E$ | 76 |
| Lampiran 17 | Grafik EW dengan Benda Kerja Perak teori $(\lambda\cdot\theta)_E$ | 77 |
| Lampiran 18 | Grafik EW dengan Benda Kerja Tembaga teori $(\lambda\cdot\theta\cdot\rho)_E$ | 77 |
| Lampiran 19 | Grafik EW dengan Benda Kerja Kuningan teori $(\lambda\cdot\theta\cdot\rho)_E$ | 78 |
| Lampiran 20 | Grafik EW dengan Benda Kerja Alumunium teori $(\lambda\cdot\theta\cdot\rho)_E$ | 78 |
| Lampiran 21 | Grafik EW dengan Benda Kerja *Stainless Steel* teori $(\lambda\cdot\theta\cdot\rho)_E$ | 79 |
| Lampiran 22 | Grafik EW dengan Benda Kerja Perak teori $(\lambda\cdot\theta\cdot\rho)_E$ | 79 |
| Lampiran 23 | Grafik EW dengan Benda Kerja Tembaga teori $(\lambda\cdot\theta\cdot\rho)_E\cdot\rho_B$ | 80 |
| Lampiran 24 | Grafik EW dengan Benda Kerja Kuningan teori $(\lambda\cdot\theta\cdot\rho)_E\cdot\rho_B$ | 80 |
| Lampiran 25 | Grafik EW dengan Benda Kerja Alumunium teori $(\lambda\cdot\theta\cdot\rho)_E\cdot\rho_B$ | 81 |
| Lampiran 26 | Grafik EW dengan Benda Kerja Stainless Steel teori $(\lambda\cdot\theta\cdot\rho)_E\cdot\rho_B$ | 81 |
| Lampiran 27 | Grafik EW dengan Benda Kerja Perak teori $(\lambda\cdot\theta\cdot\rho)_E\cdot\rho_B$ | 82 |

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
**PENGARUH JENIS MATERIAL ELEKTRODA TERHADAP HASIL PEMAKANAN BENDA KERJA DAN KEAUSAN ELEKTRODA PADA MESIN EDM PORTABLE TIPE DIE SINKING**
Vicky Victhoriansya, Ir. Muslim Mahardika S.T.. M.Eng. Ph.D., IPM., ASEAN Eng
**Universitas Gadjah Mada, 2011 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/**

# DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

| | |
|---|---|
| μ | : mikro |
| λ | : konduktivitas termal (W/m.K) |
| θ | : titik lebur (K) |
| σ | : konduktivitas listrik ($\Omega^{-1}.m^{-1}$) |
| ρ | : tahanan jenis (Ω.m) |
| Ag | : perak |
| AgW | : Perak-tungsten |
| Al | : alumunium |
| Br | : kuningan |
| Cu | : tembaga |
| CuW | : tembaga-tungsten |
| EDM | : *Electric Discharge Machine* |
| EW | : *electrode wear* (g/s) |
| I | : arus (Amper) |
| m | : massa benda kerja (g) |
| MRR | : *material removal rate* (g/s) |
| SS | : *stainless steel* |
| t | : waktu (sekon) |
| V | : tegangan (Volt) |
| w | : massa elektroda (g) |
| WEDM | : *Wire Electric Discharge Machine* |