

**DESAIN EKSPERIMEN PADA MESIN
ELECTRICAL DISCHARGE MACHINING
SKM ZNC T50**

SKRIPSI

**Diajukan untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan
Mencapai Derajat Sarjana Teknik Industri**



Disusun oleh:

Rahmad Puji Utomo

11 16 06754

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA
2013**

HALAMAN PENGESAHAN

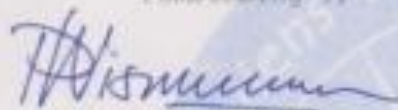
Skripsi berjudul

DESAIN EKSPERIMEN PADA MESIN
ELECTRICAL DISCHARGE MACHINING SKM ZNC T50

Disusun oleh:
Rahmad Puji Utomo
NIM : 11 16 06754

dinyatakan telah memenuhi syarat
pada tanggal: 11 Juli 2013

Pembimbing I,



(F. Wisnu Anggoro, S.T., M.T.)

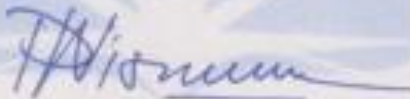
Pembimbing II,



(Tonny Yudianto, S.T., M.Eng)

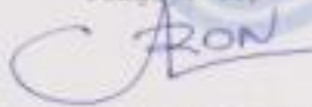
Tim Penguji:

Penguji I,



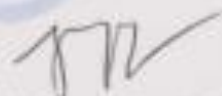
(F. Wisnu Anggoro, S.T., M.T.)

Penguji II,



(V. Ariyono, S.T., M.T.)

Penguji III,

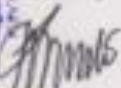


(Rizin Djar A., D.Eng.)

Yogyakarta, 11 Juli 2013
Universitas Atma Jaya Yogyakarta
Fakultas Teknologi Industri



Dekan,



(Is. Fauzias, M.Eng., Ph.D.)

HALAMAN PERSEMBAHAN

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

- ❖ Hidup adalah sebuah perjuangan, manfaatkan sebaik-baiknya
 - ❖ Keep spirit, smart and smile
 - ❖ Tidak ada korelasi antara sukses dalam pendidikan dengan sukses dalam kehidupan
 - ❖ Kesuksesan dapat dicapai dari mimpi yang diikuti usaha dan kerja keras.

Special thanks for :

- ♥ *Allah SWT dan Nabi Muhammad SAW*
- ♥ *Keluarga Besar*
- ♥ *All My Friend*

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan kepada Tuhan Yang Maha Kasih yang telah memberikan berkat dalam menyelesaikan penelitian pada tugas akhir ini.

Penulisan tugas akhir ini disusun guna melengkapi syarat untuk memperoleh gelar sarjana pada Fakultas Teknologi Industri Universitas Atma Jaya Yogyakarta. Tugas akhir ini berjudul "DESAIN EKSPERIMEN PADA MESIN *ELECTRICAL DISCHARGE MACHINING* SKM ZNC T50".

Penyusunan skripsi ini penulis mendapatkan bantuan dari berbagai pihak, oleh karena itu tidak lupa penulis ucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Ir. B. Kristyanto, M.Eng., Ph.D. selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
2. Bapak The Jin Ai, D.Eng. selaku Ketua Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
3. Bapak Paulus Wisnu Anggoro, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing I yang telah meluangkan waktu dan pikiran untuk membimbing dan memberi masukan untuk menyelesaikan skripsi.
4. Bapak Tonny Yuniarto, S.T., M.Eng. selaku Dosen Pembimbing II yang telah meluangkan waktu dan pikiran untuk membimbing dan memberi masukan untuk menyelesaikan skripsi.
5. Segenap Dosen Prodi Teknik Industri yang sudah memberikan ilmu, bimbingan, dan masukan yang berguna sehingga penulis dapat memperoleh pengetahuan dan pengalaman sampai saat ini.

6. Segenap tim pengelola program UAJY-ATMI yang telah memberikan kesempatan untuk belajar di Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
7. Segenap Manajemen dan karyawan Politeknik ATMI Surakarta yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk melakukan penelitian dan memberikan informasi dalam penyusunan skripsi.
8. Bapak Wijana, S.E. yang sudah memberikan ilmu, bimbingan, dan masukan yang berguna sehingga penulis dapat memperoleh pengetahuan dan pengalaman sampai saat ini
9. Segenap keluarga besar ,kedua orang tua, kakak, dan sahabat yang selalu memberikan semangat dalam menyelesaikan skripsi.
10. Teman-teman seangkatan di program S1 UAJY-ATMI yang selalu kompak dan bermotivasi untuk segera mendapatkan gelar sarjana.
11. Semua pihak yang telah membantu, yang tidak dapat saya sebutkan satu per satu.

Akhir kata, penulis berharap semoga penulisan tugas akhir ini dapat memberikan manfaat kepada Jurusan Teknik Industri. Sebelumnya kami mohon maaf apabila terdapat kesalahan kata-kata yang kurang berkenan.

Yogyakarta, Juni 2013

Penulis

DAFTAR ISI

Halaman Judul.....	i
Halaman Pengesahan.....	ii
Halaman Persembahan.....	iii
Kata Pengantar.....	iv
Daftar Isi.....	vi
Daftar Tabel.....	ix
Daftar Gambar.....	xi
Daftar Lampiran.....	xiii
Intisari.....	xiv
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Perumusan Masalah.....	3
1.3. Tujuan Penelitian.....	3
1.4. Batasan Masalah.....	3
1.5. Metodologi Penelitian.....	4
1.6. Sistematika Penulisan.....	13
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	16
2.1. Penelitian Terdahulu.....	16
2.2. Penelitian Sekarang.....	17
BAB 3 LANDASAN TEORI.....	19
3.1. Proses <i>Milling</i>	19
3.2. Mesin EDM.....	21
3.3. Material Elektroda.....	32
3.4. Pengertian Kualitas.....	35
3.5. Pengertian Pengendalian Kualitas.....	36
3.6. Perancangan Eksperimen.....	36
3.7. <i>Metode Taguchi</i>	41
3.8. <i>Orthogonal Array</i>	46

3.9. <i>Robustness</i>	48
3.10. Analisis Data.....	48
3.11. Analisis <i>Regresi</i>	56
3.12. <i>Ishikawa Diagram</i>	57
BAB 4 PROFIL DATA.....	59
4.1. Politeknik ATMI Surakarta.....	59
4.2. Profil Laboratorium Proses Produksi.....	60
4.3. Mesin Rolland MDX 40.....	62
4.4. Mesin EDM SKM ZNC T50.....	65
4.5. Tingkat Kekasaran Kualitas Permukaan EDM... ..	69
4.6. Material Benda Kerja dan Elektroda.....	71
4.7. Gambar 2D/3D Produk Eksperimen.....	72
4.8. Data Eksperimen.....	74
BAB 5 ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN.....	77
5.1. Analisis Penentuan Karakteristik Kualitas ..	77
5.2. Analisis Penentuan Faktor-faktor yang Berpengaruh pada Kualitas Kekasaran Permukaan.....	77
5.3. Perhitungan Derajat Kebebasan.....	84
5.4. Pemilihan <i>Orthogonal Array</i>	85
5.5. Penentuan Jumlah Replikasi.....	87
5.6. Analisis Data Eksperimen.....	90
5.7. Perhitungan Pengaruh Parameter.....	95
5.8. Strategi <i>Pooling Up Mean</i>	101
5.9. Perhitungan <i>Signal To Noise Ratio</i>	103
5.10. Strategi <i>Pooling Up Signal To Noise Ratio</i>	107
5.11. Analisis Regresi.....	109
5.12. Penentuan Setting Level Setiap Parameter.	111
5.13. Analisis Pengaruh Faktor Pada Kualitas Kekasaran Permukaan.....	113

5.14. Analisis Strategi <i>Pooling Up</i>	114
5.15. Analisis Persen Kontribusi.....	116
5.16. Analisis <i>Regresi</i>	117
5.17. Interpretasi Hasil.....	117
5.18. Analisis Faktor-faktor Penyebab Tidak Tercapainya Kualitas hasil pada Mesin EDM	119
BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN.....	123
6.1. Kesimpulan.....	123
6.2. Saran.....	125
DAFTAR PUSTAKA.....	126
LAMPIRAN.....	128

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Tinjauan Pustaka.....	18
Tabel 3.1. Karakter Mesin EDM.....	23
Tabel 3.2. Karakteristik Elektroda.....	35
Tabel 3.3. Standar <i>Orthogonal Array</i>	47
Tabel 4.1. Spesifikasi <i>Cutter Endmill</i>	65
Tabel 4.2. Spesifikasi Body Mesin.....	67
Tabel 4.3. Power Supply Unit.....	67
Tabel 4.4. Tangki Dielektrikum.....	67
Tabel 4.5. Jenis Dielektrikum.....	69
Tabel 4.6. Tingkat Kekasaran Kualitas Permukaan EDM..	71
Tabel 4.7. Data Eksperimen.....	75
Tabel 5.1. Faktor dan <i>Level</i>	83
Tabel 5.2. Rata-rata hasil Replikasi.....	88
Tabel 5.3. Uji Penentuan Replikasi.....	89
Tabel 5.4. Pengujian <i>Homogenitas Varian</i>	93
Tabel 5.5. Rata-rata Replikasi.....	96
Tabel 5.6. Respon <i>Mean</i>	97
Tabel 5.7. Perhitungan Jumlah Kuadrat Faktor.....	98
Tabel 5.8. Ringkasan Perhitungan <i>Mean</i>	100
Tabel 5.9. Hasil Perhitungan <i>Pooling Up Mean</i> Iterasi 1.....	102
Tabel 5.10. Hasil Perhitungan <i>Pooling Up Mean</i> Iterasi 2.....	103
Tabel 5.11. Hasil Perhitungan <i>Pooling Up Mean</i>	103
Tabel 5.12. Perhitungan <i>SN Ratio</i>	104
Tabel 5.13. Respon <i>SN Ratio</i>	105
Tabel 5.14. Ringkasan Perhitungan <i>SN Ratio</i>	106

Tabel 5.15. Hasil Perhitungan <i>Pooling Up SN Ratio</i> Iterasi 1.....	108
Tabel 5.16. Hasil Perhitungan <i>Pooling Up SN Ratio</i> ..	108
Tabel 5.17. Pemilihan <i>Setting Level</i> Setiap Faktor Yang Mempengaruhi <i>Mean</i>	112
Tabel 5.18. Pemilihan <i>Setting Level</i> Setiap Faktor Yang Mempengaruhi <i>SN Ratio</i>	112
Tabel 5.19. Ringkasan Perhitungan <i>Percent</i> <i>Contribution</i>	116
Tabel 5.20. Data Hasil Eksperimen.....	118

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1. Material Elektroda.....	7
Gambar 1.2. Control Panel Mesin EDM.....	7
Gambar 1.3. <i>Flow Chart</i> Metodologi Penelitian.....	11
Gambar 3.1. <i>Conventional Milling</i>	20
Gambar 3.2. <i>Climb Milling</i>	20
Gambar 3.3. <i>Basic EDM System</i>	22
Gambar 3.4. Prinsip Erosi Secara Fisika 1.....	24
Gambar 3.5. Prinsip Erosi Secara Fisika 2.....	24
Gambar 3.6. Prinsip Erosi Secara Fisika 3.....	25
Gambar 3.7. Prinsip Erosi Secara Fisika 4.....	26
Gambar 3.8. Prinsip Erosi Secara Fisika 5.....	26
Gambar 3.9. Prinsip Erosi Secara Fisika 6.....	27
Gambar 3.10. Pelubangan <i>Erosif</i>	30
Gambar 3.11. Pelubangan <i>Helical</i>	31
Gambar 3.12. Pembentukan Profil.....	31
Gambar 3.13. Pemotongan dengan EDM.....	32
Gambar 3.14. Pemotongan dengan <i>Wire</i>	32
Gambar 3.15. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Karakteristik Kualitas.....	46
Gambar 4.1. Layout laboratorium Proses Produksi UAJY.....	62
Gambar 4.2. Mesin Rolland MDX 40.....	63
Gambar 4.3. Spesifikasi Mesin Rolland MDX 40.....	63
Gambar 4.4. <i>Cutter Endmill</i>	65
Gambar 4.5. Mesin EDM SKM ZNC T50.....	66
Gambar 4.6. VDI 3400.....	70
Gambar 4.7. Material SKD 11.....	72
Gambar 4.8. Material Elektroda.....	72

Gambar 4.9. Produk Elektroda Awal.....	73
Gambar 4.10. Produk Elektroda.....	73
Gambar 4.11. Produk Eksperimen.....	74
Gambar 4.12. Penentuan Produk Eksperimen dengan VDI 3400.....	74
Gambar 5.1. <i>Pie-Chart</i> Material Elektroda	79
Gambar 5.2. <i>Pie-Chart</i> Tegangan Listrik.....	79
Gambar 5.3. <i>Pie-Chart</i> Arus Listrik.....	80
Gambar 5.4. <i>Pie-Chart Pulsa Direction</i>	81
Gambar 5.5. Diagram Penentuan Level Faktor.....	82
Gambar 5.6. Switch Pilihan tegangan jenis Elektroda.	84
Gambar 5.7. <i>Taguchi Design</i> yang Dapat Digunakan.....	85
Gambar 5.8. Pemilihan <i>Design Orthogonal Array</i>	86
Gambar 5.9. Kurva Normal P-Plot untuk R1.....	91
Gambar 5.10. Kurva Normal P-Plot untuk R2.....	91
Gambar 5.11. <i>Ishikawa Diagram</i>	120

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Kuesioner I.....	129
Lampiran 2. Pengolahan Hasil Kuesioner	133
Lampiran 3. Kuesioner II.....	140
Lampiran 4. Pengolahan Hasil Kuesioner	143
Lampiran 5. Tabel Distribusi t	147
Lampiran 6. Tabel Distribusi Chi-Square	148
Lampiran 7. Tabel Distribusi F	149
Lampiran 8. Gambar Kerja Elektroda.....	150
Lampiran 9. Tabel Material.....	151
Lampiran 10. Standard Operating Procedure.....	152
Lampiran 11. Alat Bantu dan Alat Ukur.....	161
Lampiran 12. Contoh Produk elektroda.....	163

INTISARI

Penggunaan proses pemesinan non konvensional khususnya mesin EDM sekarang banyak digunakan di lingkungan industri untuk membantu proses pengerjaan produk-produk dengan spesifikasi dan geometri yang tidak bisa dijangkau oleh tool milling, realita yang terjadi di lapangan sering kali operator hanya mengandalkan pengalaman dan buku manual dalam mengatur parameter mesin EDM, sehingga hasil produk tidak sesuai dengan yang diharapkan, khususnya kualitas permukaan dan kepresisian produk. Masalah itu terjadi dikarenakan Operator sering kali harus mengulangi *set-up* mesin dengan cara *try and error* sehingga dapat mengurangi efisiensi penggunaan mesin dan pemborosan material benda kerja.

Metode Taguchi digunakan untuk menentukan pengaruh signifikan beserta kondisi operasi optimal dari pengoperasian mesin EDM, dan juga untuk mengetahui hubungan signifikan dari variable pemesinan di mesin EDM.

Hasil yang didapat dari penelitian dengan Metode Taguchi ini adalah Mendapatkan faktor - faktor yang diduga berpengaruh signifikan terhadap proses permesinan EDM, mendapatkan faktor-faktor beserta level terhadap pengoperasian mesin EDM SKM ZNC T50 pada proses produksi, memperoleh *orthogonal array* yang sesuai dengan hasil kuisisioner, mendapatkan faktor penyebab tidak tercapainya hasil kualitas kekasaran hasil permesinan mesin EDM.

Kata kunci : Metode Taguchi, mesin EDM, *metal removal rate* (MRR), *surface roughness* (SR).