

OPTIMALISASI PARAMETER TEKNIK PENGELASAN *FLUX CORED*

***ARC WELDING* (FCAW) MENGGUNAKAN METODE TAGUCHI**

MULTIRESPOON PCR-TOPSIS



SKRIPSI

Disusun oleh :

MEILIA KUSUMAWARDANI

24010211130027

**JURUSAN STATISTIKA
FAKULTAS SAINS DAN MATEMATIKA
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG**

2015

**OPTIMALISASI PARAMETER TEKNIK PENGELASAN *FLUX*
CORED ARC WELDING (FCAW) MENGGUNAKAN METODE
TAGUCHI MULTIRESPON PCR-TOPSIS**

Disusun Oleh :

MEILIA KUSUMAWARDANI

24010211130027

Skripsi

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains pada
Jurusan Statistika Fakultas Sains dan Matematika Undip

**JURUSAN STATISTIKA
FAKULTAS SAINS DAN MATEMATIKA
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG**

HALAMAN PENGESAHAN I

Judul : Optimalisasi Parameter *Flux Cored Arc Welding* (FCAW) Menggunakan
Metode Taguchi Multirespon PCR-TOPSIS

Nama : Meilia Kusumawardani

NIM : 24010211130027

Telah diujikan pada sidang Tugas Akhir tanggal 17 Juni 2015 dan dinyatakan
lulus pada tanggal 25 Juni 2015.

Semarang, Juni 2015

Mengetahui,

Ketua Jurusan Statistika

FSM UNDIP



Dra. Dwi Ispriyanti, M.Si

NIP. 195709141986032001

Panitia Penguji Ujian Tugas Akhir

Ketua,

Rita Rahmawati, S.Si, M.Si

NIP. 198009102005012002

HALAMAN PENGESAHAN II

Judul : Optimalisasi Parameter *Flux Cored Arc Welding* (FCAW) Menggunakan Metode Taguchi Multirespon PCR-TOPSIS

Nama : Meilia Kusumawardani

NIM : 24010211130027

Telah diujikan pada sidang Tugas Akhir tanggal 17 Juni 2015 .

Semarang, Juni 2015

Pembimbing I



Prof. Drs. Mustafid, M.Eng., Ph.D
NIP. 195505281980031002

Pembimbing II



Hasbi Yasin, S. Si, M. Si
NIP. 198212172006041003

KATA PENGANTAR

Limpahan rasa syukur selalu tercurah kepada Allah SWT, karena atas rahmat dan hidayahNya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul “Optimalisasi Parameter *Flux Cored Arc Welding* (FCAW) Menggunakan Metode Taguchi Multirespon PCR-TOPSIS”. Tugas Akhir ini tidak akan selesai dengan baik tanpa adanya dukungan dan bantuan dari berbagai pihak. Ucapan terima kasih penulis haturkan kepada :

1. Ibu Dra. Dwi Ispriyanti, M.Si selaku Ketua Jurusan Statistika FSM UNDIP
2. Bapak Prof. Drs. Mustafid, M.Eng., Ph.D, selaku dosen pembimbing I dan Bapak Hasbi Yasin, S.Si, M.Si, selaku dosen pembimbing II yang telah membimbing proses pengerjaan Proposal Tugas Akhir ini.
3. Bapak, Ibu dosen Jurusan Statistika FSM UNDIP yang telah memberikan ilmu yang sangat bermanfaat.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang sifatnya membangun dan semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Semarang, Juni 2015

Penulis

ABSTRAK

Kasus optimalisasi multirespon banyak dijumpai dalam bidang industri. Metode Taguchi Multirespon PCR TOPSIS digunakan dalam menentukan kombinasi optimal faktor/level dan menghitung nilai optimum setiap respon. Peran Metode Taguchi adalah untuk mengurangi variabilitas dan teori *Process Capability Ratio* (PCR) adalah untuk melihat apakah proses masih dalam batas toleransi yang ditentukan. Sedangkan *Technique for Order Performance by Similarity to Ideal Solution* (TOPSIS) berguna untuk menentukan kombinasi optimal kasus multirespon. Studi kasus menggunakan teknik pengelasan *Flux Cored Arc Welding* (FCAW) dengan menggunakan karakteristik *larger is better*. Diperoleh kondisi optimal untuk faktor *Welding current* pada level 280 ampere dan *Electrode stickout* pada level 21 mm. Sehingga diperoleh kondisi optimal untuk setiap respon adalah *hardness*=481,145 dan *deposition rate*=3,813. Hasil tersebut memiliki nilai lebih tinggi jika dibandingkan dengan kondisi awal sehingga, dapat disimpulkan bahwa hasil tersebut memenuhi karakteristik *larger is better*.

Kata Kunci : *Metode Taguchi, PCR, TOPSIS, FCAW*

ABSTRACT

Multi response optimization case has encountered in industrial. Multiresponse Taguchi TOPSIS PCR method is used to determine the optimal combination of factors/level and calculate the optimum performance for each response. Purpose of Taguchi method is to reduce the variability, and theory Process Capability Ratio (PCR) shows the process situation in which the parts produced are good or defective. Then Technique for Order Performance by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS) to determine the optimal combination multi response case. The case study using the technique of Flux Cored Arc Welding welding (FCAW) using characteristic larger is better. Performance optimal conditions for factor Welding current at 280 ampere and factor Electrode stickout at 21 mm. Then optimal performance conditions for each responses are hardness=481.145 and deposition rate=3.813. These results have a higher value when compared with the initial conditions. So the case results meet the characteristics of larger is better.

Keywords : *Taguchi Method, PCR, TOPSIS, FCAW*

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN I	ii
HALAMAN PENGESAHAN II	iii
KATA PENGANTAR	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR LAMPIRAN.....	xi
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penulisan.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 <i>Flux Cored Arc Weld</i> (FCAW)	5
2.1.1 Pengelasan	5
2.1.2 Metode FCAW.....	5
2.2 Kualitas	7
2.3 Pengendalian Kualitas.....	9
2.4 Desain Eksperimen.....	10

2.5 Rancangan Faktorial	11
2.6 Metode Taguchi	12
2.7 <i>Orthogonal Array</i>	14
2.8 <i>Signal to Noise Rasio</i>	15
2.9 <i>Procces Capability Ratio (PCR)</i>	18
2.10 <i>The Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solutions (TOPSIS)</i>	21
2.11 Analisis Variansi (ANOVA).....	24
2.12 Langkah-langkah Metode Taguchi Multiresppon PCR-Topsis	30
 BAB III METODOLOGI PENELITIAN	
3.1 Jenis dan Sumber Data	34
3.2 Teknik Pengolahan Data	36
 BAB IV PEMBAHASAN	
4.1 <i>Signal Noise to Ratio (SN Ratio)</i> untuk setiap respon	40
4.2 <i>Process Capability Ratio-Signal Noise to Ratio (PCR-SN Ratio)</i> untuk Setiap Respon.....	42
4.3 TOPSIS dari Hasil PCR-SNR	44
4.4 Uji Pengaruh antar Faktor dengan Respon.....	47
4.5 Penentuan Kondisi Optimum	56
4.6 Nilai Optimum untuk Setiap Respon	60
 BAB V KESIMPULAN.....	 62
DAFTAR PUSTAKA	63
LAMPIRAN.....	65

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Diagram Proses atau Sistem	10
Gambar 2. a. Desain Limit Lebih Kecil dari Proses Variabilitas, b. Desain Limit Lebih Besar dari Proses Variabilitas	19
Gambar 3. <i>Flowchart</i> Metode Taguchi Multirespon PCR-Topsis	39
Gambar 4. Plot ACF PCR-TOPSIS	49
Gambar 5. Plot Efek Setiap Faktor	58

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Pengukuran Kemampuan Proses	41
Tabel 2. Tabel ANOVA.....	28
Tabel 3. Variabel Faktor Penelitian.....	35
Tabel 4. Nilai SN <i>Ratio</i> untuk Setiap Respon	42
Tabel 5. Hasil perhitungan PCR-SN <i>Ratio</i> untuk Setiap Respon.....	44
Tabel 6. Hasil Perhitungan Solusi Ideal Positif dan Neagtif.....	46
Tabel 7. Hasil Perhitungan PCR-SN <i>Ratio</i> TOPSIS	47
Tabel 8. Hasil Perhitungan ANOVA.....	55
Tabel 9. Hasil Optimum untuk Setiap Faktor/Level	58
Tabel 10. Nilai Optimum Setiap Respon.....	60
Tabel 11. Perbandingan Sebelum dan Sesudah Percobaan	60

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1 Tabel <i>Orthogonal Array</i>	65
Lampiran 2 Data Penelitian Multi Respon <i>Flux Cored Arc</i> <i>Welding</i>	66
Lampiran 3 Output MINITAB Uji Normalitas	68
Lampiran 4 Output MINITAB <i>Plot ACF</i>	69
Lampiran 5 Output MINITAB Uji Homogenitas.....	70
Lampiran 6 Tabel Uji Liliefors	72
Lampiran 7 Tabel distribusi χ^2	73
Lampiran 8 Tabel distribusi F dengan $\alpha = 0,05$	74

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pengelasan berfungsi sebagai perbaikan serta pemeliharaan dari semua alat-alat yang terbuat dari logam baik sebagai proses penambalan retak–retak, penyambungan sementara, maupun sebagai alat pemotongan bagian–bagian yang dibuang atau diperbaiki (Dora, 2011). Dewasa ini, kemajuan teknologi semakin pesat, hal tersebut berdampak pada berkembangnya teknik pengelasan. Salah satu dari teknik pengelasan tersebut adalah *Flux Cored Arc Welding* (FCAW). FCAW adalah proses otomatis yang memanfaatkan elektroda *wire roll* untuk mencairkan logam. Selain itu, FCAW memiliki sejumlah keunggulan dibandingkan teknik pengelasan umum karena teknik ini memiliki kontrol yang lebih baik serta sifat tarik las baja rendah (Dora, 2011).

Proses pengelasan memiliki beberapa parameter yang menentukan keberhasilan hasil las, dimana perubahan logam yang disambung diharapkan mengalami perubahan sekecil–kecilnya sehingga mutu las tersebut dapat dijamin. Beberapa parameter tersebut antara lain adalah arus pengelasan, intensitas, tegangan, kecepatan pengelasan, diameter kawat, panjang kawat *stick-out*, laju alir ketebalan dan gas. Parameter-parameter tersebut dipilih dan digunakan sesuai dengan kebutuhan untuk mencapai kualitas las yang diinginkan (Satheesh dan Dhas, 2013).

Permasalahan yang dihadapi oleh operator las adalah bagaimana mengontrol parameter proses input untuk mendapatkan hasil las terbaik. Oleh karena itu,

parameter-parameter ini harus dipilih untuk mencapai target. Untuk melakukannya, parameter proses input harus dipilih oleh keterampilan insinyur atau mesin operator yang masih menggunakan cara tradisional yaitu *trial and error* untuk beberapa respon. Usaha tersebut dirasa memakan waktu yang cukup lama (Satheesh dan Dhas, 2013). Sehingga dibutuhkan perhitungan statistika untuk mengetahui kombinasi yang tepat untuk kasus perancangan percobaan multi-respon.

Menurut Liao (2003), metode Taguchi adalah pendekatan efisien yang menggunakan perencanaan percobaan untuk menghasilkan kombinasi faktor atau level yang dapat dikendalikan dengan memperhatikan harga terendah namun tetap memenuhi permintaan konsumen. Namun, metode taguchi hanya dapat digunakan untuk menyelesaikan masalah optimalisasi *single response*, sehingga metode taguchi tidak dapat digunakan untuk menyelesaikan masalah optimalisasi *multi response*.

Pada penelitian ini menggunakan teori *Process Capability Ratio* (PCR) untuk memprediksi model *multi response* dan *Technique for Order Performance by Similarity to Ideal Solution* (TOPSIS) untuk menentukan nilai optimum kasus multi-response dengan menggunakan metode Taguchi. Menurut Liao (2003), metode ini cukup efektif untuk optimalisasi kasus *multi response*. Sehingga dapat diketahui kombinasi faktor/level untuk setiap respon dan faktor/level yang paling berpengaruh terhadap respon.

Variabel respon pada penelitian ini adalah laju disposisi dan kekerasan hasil karena hal tersebut cukup penting untuk mengecek kualitas hasil pengelasan. Sedangkan faktor yang diperlukan adalah arus pengelasan, tegangan, dan elektroda *stick-out*. Sebelumnya Satheesh dan Dhas (2013) telah menggunakan metode

Optimalisasi *Fuzzy Logic* untuk mengatasi permasalahan yang sama. Sementara itu, penelitian ini menggunakan metode Taguchi Optimalisasi PCR-TOPSIS. Karena menurut Liao (2003), metode ini lebih mudah dan efektif untuk menangani kasus *multi response*.

Berdasarkan uraian tersebut, maka peneliti mengambil judul untuk tugas akhir ini adalah “Optimalisasi Parameter *Flux Cored Arc Welding* (FCAW) Menggunakan Metode Taguchi Multirespon PCR-TOPSIS”

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang, rumusan masalah tugas akhir ini adalah bagaimana penerapan metode Taguchi Multirespon PCR-TOPSIS dalam penentuan kombinasi optimal faktor/level dan nilai optimum setiap respon.

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam studi kasus ini meliputi:

1. Data yang digunakan adalah data hasil penelitian Satheesh dan Dhas (2013) dengan judul “*Multi Objective Optimization Of Flux Cored Arc Weld Parameters Using Fuzzy Based Desirability Function*”.
2. Metode pengelasan yang digunakan adalah *Flux Cored Arc Welding* dengan menggunakan mesin SUPRA INVMIG 500 welding dengan DC *electrode positive*. Pengelasan dilakukan kepada lempengan baja berukuran 200mm x 150mm x 6mm.

1.4 Tujuan

Penelitian tugas akhir ini bertujuan untuk menerapkan metode Taguchi Multirespon PCR-TOPSIS dalam menentukan kombinasi optimal faktor/level dan nilai optimum setiap respon.