

Analisa pengaruh variasi kuat arus, media pendingin, dan merk elektroda terhadap kekuatan tarik dan distorsi sudut sambungan baja st 37

Hesti Istiqlalayah¹, Am. Mufarrih²

¹Program Sarjana Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Nusantara PGRI Kediri
Jl. KH. A. Dahlan No. 76 Kediri tlp. 771575

² Program Sarjana Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Nusantara PGRI Kediri
Jl. KH. A. Dahlan No. 76 Kediri tlp. 771575
Email korespondensi: istiqlalayah_hesti@yahoo.co.id

Abstrak

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh variasi kuat arus, media pendingin, dan merk elektroda terhadap kekuatan tarik dan distorsi sudut sambungan baja st 37. Pengelasan SMAW menggunakan elektroda E6013 yang memiliki diameter 2 mm. Benda uji menggunakan plat st 37 dengan ketebalan sebesar 5 mm. Selanjutnya dilakukan pengujian distorsi dan uji tarik. Dalam menentukan hasil dari variasi kekuatan tarik dan distorsi digunakan desain eksperimen metode Taguchi. Karakteristik respon kekuatan tarik adalah semakin besar semakin baik, sedangkan karakteristik respon distorsi adalah semakin kecil semakin baik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kondisi optimal untuk kekuatan tarik adalah faktor A kuat arus pada level 2 sebesar 65 ampere, faktor C merk elektroda pada level 2 menggunakan merk elektroda RB, sedangkan faktor B pendingin pada level 2 menggunakan pendingin jenis air. Sedangkan kondisi optimal untuk respon distorsi faktor B pendingin dengan level 2 menggunakan pendingin udara, faktor C merk elektroda menggunakan elektroda merk RB, dan faktor A kuat arus level 2 menggunakan 65 ampere. Berdasarkan hasil perhitungan ANOVA, kedua respon dari ketiga faktor tersebut tidak memiliki pengaruh signifikan terhadap respon.

Kata kunci: SMAW, kekuatan tarik, distorsi, sambungan

Abstract

The purpose of this research is to know the influence of variation of current strength, cooling medium, and brand of electrode to tensile strength and distortion connection angle of st 37. SMAW welding using E6013 electrode having 2 mm diameter. The test specimens use st 37 plate with a thickness of 5 mm. Furthermore, distortion testing and tensile tests were performed. In determining the result of the variance of tensile strength and distortion, the experimental design of the Taguchi method is used. The tensile strength response characteristic is the larger is better, while the distortion response characteristics are the smaller is better. The results showed that the optimum condition for tensile strength was a factor of A strong current at level 2 of 65 ampere, C brand factor electrode at level 2 using brand RB electrode, while cooling factor B at level 2 using water type refrigerant. While the optimum condition for the distortion response of factor B cooler with level 2 using air conditioner, brand C factor electrode using RB brand electrode, and factor A strong current level 2 using 65 ampere. Based on ANOVA, the two responses of these three factors have no significant effect on the response.

Keywords: SMAW, yield strength, distortion, joint

1. Pendahuluan

Pengelasan merupakan proses penyambungan yang masih diminati saat ini. Karena proses penyambungan dan penyatuan sambungan las relatif lebih cepat dan kuat. Sedangkan hasil las dipengaruhi oleh beberapa faktor. Salah satunya adalah kuat arus dan media pendingin yang digunakan. Pengaturan kuat arus harus tepat, dimana besar kecilnya arus tergantung dari diameter elektroda. [1] kuat arus pengelasan akan mempengaruhi hasil las. Bila arus yang digunakan terlalu rendah akan menyebabkan sukarnya penyalan busur listrik. Busur listrik yang terjadi menjadi tidak stabil. Panas yang dihasilkan tidak cukup untuk melelehkan elektroda dan bahan dasar sehingga hasilnya merupakan rigi-rigi las yang kecil dan tidak rata penembusan kurang dalam. Sebaliknya bila arus

terlalu tinggi maka elektroda akan mencair terlalu cepat dan akan menghasilkan permukaan las yang lebih lebar dan penembusan yang dalam sehingga menghasilkan kekuatan tarik yang rendah dan penembusan kerapuhan hasil pengelasan.

Elektroda adalah bagian ujung (yang berhubungan dengan benda kerja) rangkaian penghantar arus listrik sebagai sumber panas. Elektroda dijepit dengan pemegang elektroda untuk memudahkan operator las bekerja. Pada saat elektroda bersentuhan dengan benda kerja akan terjadi hubungan singkat dalam rangkaian arus pengelasan. Arus listrik yang cukup kuat akan mengakibatkan terjadinya busur antara elektroda dan benda kerja. Suhu busur yang tinggi akan segera melelehkan elektroda dan lokasi pengelasan. Partikel elektroda menetes, mengisi

penuh celah sambungan las dan membentuk kepompong las.

Pada las busur listrik, sambungan terjadi oleh panas yang ditimbulkan oleh busur listrik yang terjadi antara benda kerja dan elektroda. Elektroda atau logam pengisi dipanaskan sampai mencair dan di endapkan pada sambungan sehingga terjadi sambungan las. Mula-mula terjadi kontak antara benda kerja dan elektroda sehingga terjadi aliran arus, kemudian dengan memisahkan penghantar timbunan. Energi listrik diubah menjadi energi panas dalam busur suhu dapat mencapai 5500 °C.

Logam induk dalam pengelasan ini mengalami pencairan akibat pemanasan dari busur listrik yang timbul antar ujung elektroda dan permukaan benda kerja. Busur listrik dibangkitkan dari suatu mesin las. Elektroda yang digunakan berupa kawat yang dibungkus pelindung berupa fluks. Elektroda ini selama pengelasan akan mengalami pencairan bersama dengan logam induk dan membeku bersama menjadi bagian kumpuh las.

Untuk meningkatkan hasil dan mutu pengelasan peneliti menggunakan metode Taguchi. Karena luasnya penerapan robus desain ini, dilandasi oleh kekuatan pereduksian jumlah kombinasi suatu desain yang dihasilkan dan mampu mengakomodasi eksperimen dengan banyak faktor [2].

Metode Taguchi memperkenalkan pendekatan desain eksperimen yang dapat merancang suatu produk dan proses yang *robust* terhadap kondisi lingkungan, mengembangkan kualitas produk yang *robust* terhadap variasi komponen dan meminimalkan variasi di sekitar target. Metode Taguchi memiliki beberapa kelebihan bila dibandingkan dengan metode desain eksperimen lainnya [3].

2. Metode

Variabel yang digunakan dalam penelitian ini adalah : variabel bebas (kuat arus, media pendingin, dan merk elektroda), variabel responnya adalah kekuatan tarik dan distorsi. Sedangkan variabel konstannya adalah waktu pendinginan selama 1 jam dan pelat baja ST 37 dengan ketebalan 5 mm. Sepesimen yang dipergunakan untuk pengujian ini harus standar dan mesti mengikuti pengujian yang standar pula hal ini perlu dilakukan agar diperoleh hasil pengujian yang standar dan bisa dipertanggung jawabkan. Standar yang bisa digunakan contohnya adalah ASTM, JIS, NIST, dll [4].

Pada penelitian ini tahapan penelitian yang dilakukan adalah pengumpulan data, pengolahan data, kemudian dilakukan perhitungan dan pengujian data statistik pada data hasil eksperimen. Pengumpulan data dilakukan dari hasil pengelasan dengan metode las busur listrik elektroda terbungkus (SMAW), kemudian diuji tarik dengan kenaikan beban sedikit demi sedikit sampai pada beban maksimum yang

menyebabkan bahan uji patah. Setelah itu diperoleh data-data berupa angka-angka dan grafik yang nantinya diperlukan dalam menganalisis hasil pengujian Tarik. Sedangkan untuk distorsi dilakukan dengan menggunakan alat ukur distorsi atau yang disebut dengan alat ukur dial gauge. Data eksperimen ini menggunakan analisa variansi (ANAVA) dua arah. Analisa variansi adalah teknik perhitungan yang memungkinkan secara kuantitatif mengestimasi kontribusi dari setiap faktor pada pengukuran respon.

3. Hasil dan Pembahasan

Pelaksanaan eksperimen dilakukan dengan mengkombinasikan faktor-faktor yang terdapat pada mesin las busur listrik, variabel-variabel yang digunakan antara lain yaitu kuat arus, pendinginan, dan merk elektroda.

Pengambilan data untuk kekuatan tarik dan distorsi pada sambungan las dilakukan sebanyak 3 kali percobaan dengan menggunakan sepesimen yang sesuai dengan matriks orthogonal dari metode Taguchi. Rata-rata hasil percobaan dapat dilihat pada Table 1.

Tabel 1 Data hasil eksperimen.

Komb inasi ke-	Kekuatan Tarik	Distorsi
1.	34,34	1,71
2.	34,67	0,44
3.	20,67	0,48
4.	36,03	1,03
5.	36,89	0,25
6.	36,19	1,11
7.	34,40	2,49
8.	35,16	0,55
9.	36,79	0,60

Perhitungan Rasio S/N Pengujian Tarik

Perhitungan nilai rasio S/N tergantung pada jenis karakteristik kualitas dari respon. Respon kekuatan tarik dan distorsi memiliki karakteristik kualitas yang berbeda. Respon kekuatan tarik memiliki karakteristik kualitas semakin besar semakin baik.

Sesuai dengan perhitungan yang telah dilakukan, nilai rasio S/N yang diperoleh untuk masing-masing respon yang diamati pada masing-masing kombinasi faktor ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Rasio S/N untuk pengujian tarik

No	Amper	Pendingin	Merk Elektroda	S/N Kekuatan tarik Kgf/mm ²
----	-------	-----------	----------------	----------------------------------------

1.	55 A	Udara	A	30,1760
2.	55 A	Air	B	30,7991
3.	55 A	Oli	C	26,3068
4.	65 A	Udara	B	31,1333
5.	65 A	Air	C	31,3382
6.	65 A	Oli	A	31,1718
7.	75 A	Udara	C	30,7312
8.	75 A	Air	A	30,9210
9.	75 A	Oli	B	31,3146

Untuk mengidentifikasi pengaruh level dari faktor terhadap rata-rata kekuatan tarik, dilakukan pengolahan data respon (data asli) kekuatan tarik yang diperoleh langsung dari pengujian tarik. Perhitungan nilai rata-rata kekuatan tarik melalui kombinasi level dari masing-masing faktor. Contoh perhitngan nilai rata-rata setiap level faktor, contoh faktor A level 1 sebagai berikut :

Tabel 3. Respon Rata-Rata kekuatan tarik

	Kuat Arus	Pendingin	Merk Elektroda
Level 1	29,27	30,86	30,94
Level 2	31,21	31,02	31,08
Level 3	30,99	29,60	29,46
Delta	1,94	1,42	1,62
Rank	1	3	2

Perhitungan ANAVA Nilai Rata-rata Kekuatan Tarik

Hasil dari seluruh perhitungan ANAVA untuk nilai rata-rata dipaparkan pada tabel 4

Tabel 4. Rata-rata ANAVA

Source	SS	DF	MS	F ratio	SS'	Ratio %	F Tabel
Kuat Arus	0,2507554	2	0,1253777	0,001221325	205,0634	99,60412	4,75
Pendingin	0,1344291	2	0,06721455	0,0006547482	205,17977	99,66064	4,75
Merk Elektroda	0,179051	2	0,0895255	0,0008720829	205,13515	99,63897	4,75
Error	205,3142	2	102,6571	1			
SS _e	205,878436	8	25,7348045				
Mean	10345,6022						
SS _{total}	10550,3522	8					

Berdasarkan perhitungan ANOVA nilai S/N Rasio diatas menunjukkan bahwa nilai persen kontribusi pada faktor A -99,60412, faktor B -99,66064, dan faktor C -99,63897 artinya bahwa semua faktor tidak ada pengaruh yang signifikan. Untuk nilai F_{hitung} yang lebih besar dari F_{tabel} mengindikasikan bahwa faktor tersebut memiliki pengaruh yang signifikan terhadap respon.

Berdasarkan uji hipotesis distribusi F, maka faktor kuat arus, pendingin dan merk elektroda tidak memiliki pengaruh terhadap respon kekuatan tarik. Kondisi H_0 pada respon kekuatan tarik untuk masing-masing faktor ditunjukkan oleh Tabel 5

Tabel 5 kondisi hipotesis nol kekuatan tarik

Variabel	Kondisi H_0
Kuat arus	Diterima
Pendingin	Diterima
Mrek elektroda	Diterima

Perhitungan Rasio S/N Distorsi Sudut

Sesuai dengan perhitungan yang telah dilakukan, nilai rasio S/N yang diperoleh untuk masing-masing respon yang diamati pada masing-masing kombinasi faktor ditunjukkan pada Tabel 6 berikut ini

Tabel 6. Rasio S/N untuk Distorsi sudut

No	Amp er	Pendi ngin	Merk Electr oda	Distorsi sudut (Drajat)
1.	55 A	Udara	A	4,6599
2.	55 A	Air	B	7,1309
3.	55 A	Oli	C	6,3752
4.	65 A	Udara	B	0,2567
5.	65 A	Air	C	12,0412
6.	65 A	Oli	A	0,9065

7.	75 A	Udara	C	7,9240
8.	75 A	Air	A	5,1927
9.	75 A	Oli	B	4,4370

Untuk mengidentifikasi pengaruh level dari faktor terhadap rata-rata distorsi sudut, dilakukan pengolahan data respon (data asli) distorsi sudut yang diperoleh langsung dari pengujian tarik. Perhitungan nilai rata-rata kekuatan tarik melalui kombinasi level dari masing-masing factor.

Sesuai dengan perhitungan yang telah dilakukan, nilai respon rata-rata yang diperoleh dapat dilihat pada tabel 7 berikut

Tabel 7 Respon Rata-Rata dari Distorsi sudut

	Kuat Arus	Pendingin	Merk Elektroda
Level 1	2,9487	4,2802	0,1245
Level 2	3,6260	8,1216	3,7704
Level 3	0,5686	3,3019	3,4975
Delta	3,0574	12,4018	3,8949
Rank	3	1	2

Berdasarkan rata-rata dari nilai S/N rasio pada masing masing parameter proses, dapat ditentukan nilai level yang berpengaruh secara statistik mempengaruhi respon level yang mempengaruhi distorsi sudut tampak pada tabel 8

Tabel 8 Kombinasi faktor untuk respon optimal

Faktor	Level	Nilai Level
Pendingin	Level 2	Udara
Merk Elektroda	Level 2	B
Kuat Arus	Level 2	65 A

Perhitungan ANAVA Nilai Rata-rata Distorsi Sudut
 Hasil dari seluruh perhitungan ANAVA untuk nilai rata-rata dipaparkan pada tabel 9

Tabel 9 ANAVA Rata-rata Distorsi sudut

Source	SS	DF	MS	F ratio	SS'	Ratio%	F Tabel
Kuat arus	0,57301133	2	0,28650566	0,44024898	0,7285506	17,20977	4,75
Pendingin	1,44233083	2	0,72116542	1,10815381	0,14076887	3,325231	4,75
Merk elektroda	0,91645149	2	0,45822574	0,70411668	0,3851105	9,097051	4,75
Error	1,30156195	2	0,65078098	1			
SS _{total}	4,23335557	8	0,52916945				
Mean	8,3328444						
SS _{total}	12,5662	8					

Berdasarkan perhitungan ANOVA nilai S/N Rasio diatas menunjukkan bahwa nilai persen kontribusi pada faktor A -17,20977, faktor B 3,325231, dan faktor C - 9,097051 artinya bahwa semua faktor tidak ada pengaruh yang signifikan. Untuk nilai F_{hitung} yang lebih besar dari F_{tabel} mengindikasikan bahwa faktor tersebut memiliki pengaruh yang signifikan terhadap respon.

Berdasarkan uji hipotesis distribusi F, maka faktor kuat arus, pendingin dan merek elektroda tidak memiliki pengaruh terhadap respon distorsi sudut. Kondisi H_0 pada respon distorsi sudut untuk masing-masing faktor ditunjukkan oleh Tabel 10

Tabel 10. kondisi hipotesis nol distorsi sudut

Variabel	Kondisi H_0
Kuat arus	Diterima
Pendingin	Diterima
Merek elektroda	Diterima

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil yang telah diteliti maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

- Berdasarkan pengujian kekuatan tarik dari variasi kuat arus tidak ada pengaruh yang sangat signifikan dikarenakan penelitian ini tidak dilakukan pengujian ulang (*replikasi*).
- Berdasarkan pengujian kekuatan tarik dari variasi media pendingin tidak ada pengaruh yang sangat signifikan dikarenakan penelitian ini tidak dilakukan pengujian ulang (*replikasi*).
- Berdasarkan pengujian kekuatan tarik dari variasi merk elektroda tidak ada pengaruh yang sangat signifikan dikarenakan penelitian ini tidak dilakukan pengujian ulang (*replikasi*).
- Berdasarkan pengujian distorsi sudut dari variasi kuat arus tidak ada pengaruh yang sangat signifikan dikarenakan penelitian ini tidak dilakukan pengujian ulang (*replikasi*).
- Berdasarkan pengujian distorsi sudut dari variasi media pendingin tidak ada pengaruh yang sangat signifikan dikarenakan penelitian ini tidak dilakukan pengujian ulang (*replikasi*).
- Berdasarkan pengujian distorsi sudut dari variasi merk elektroda tidak ada pengaruh yang sangat signifikan dikarenakan penelitian ini tidak dilakukan pengujian ulang (*replikasi*).

Daftar Pustaka

- [1] A. Ahmadil. 2012. *Pengaruh Besar Arus Temper Bead Welding Terhadap Ketangguhan Hasil Las SMAW Pada Baja ST 37*. Jurnal Teknik Mesin. Vol 4. No 1. April
- [2] I. Soejanto. 2009. *Desain Eksperimen Dengan Metode Taguchi Edisi Pertama*, Yogyakarta: Graha Ilmu.
- [3] I. Soejanto. 2010. *Desain Eksperimen Dengan Metode Taguchi Edisi Pertama*, Yogyakarta: Graha Ilmu.
- [4] H. S. Rahajo. 2012. *Variasi arus Listrik Terhadap Sifat Mekanis Sambungan Las Shilding Metal Arc Welding (SMAW)*. Jurnal Fakultas Teknik.
- [5] A. Nurhidayat. 2013. *Pengaruh Metode Pendingin Pada perlakuan Panas Pasca Pengelasan Terhadap Karakteristik Sambungan las logam Berbeda Antara Baja Karbon Rendah SS 400 Dengan Baja Tahan Karat Austenitik Aisi 304*. Jurnal Teknik Mesin. Vol XI. No 1. Maret