

Analisa Pengujian Tarik Statik Hasil Pengelasan TIG Pada Material Al-Mg 5083 Menggunakan Analisis Statistik Metode Anova (Varian)

Aljufri

Jurusan Teknik Mesin (Manufaktur), Universitas Malikussaleh Aceh Utara
Corresponding Author : Askara.jufri@gmail.com

Abstrak – Aluminium merupakan logam ringan dengan ketahanan korosi yang baik, hantaran listrik yang baik serta sifat-sifat yang baik lainnya sebagai sifat logam. Paduan Aluminium-Magnesium 5083 yang diambil pada penelitian ini adalah paduan antara (4,5 % Mg) kuat dan mudah dilas. Ketangguhan suatu bahan sangat dipengaruhi oleh sifat mekanik dan sifat fisik bahan tersebut pada proses penyambungan dengan menggunakan pengelasan sifat-sifat tersebut akan berubah akibat pengaruh pemanasan, Untuk mengkaji hal tersebut disusunlah sebuah konsep penelitian Hasil pengujian tarik statik dianalisa menggunakan analisis statistik metode Anova (Varian). Dari hasil penelitian tes barlet dilakukan untuk mengetahui keseragaman Varian dari sudut kampuh dan kuat arus pengelasan artinya ketiga kelompok data sudut kampuh bisa dianggap berasal dari satu populasi dan data-data tersebut layak untuk diperbandingkan. Bila perbandingan tersebut lebih besar dari fraktal distribusi rasio varian, maka terjadi pengaruh dari data sudut kampuh terhadap nilai tensile (tegangan). Dari data pengujian diketahui $S_2^2/S_1^2 > V_{0,975}^2$, oleh karena itu sudut kampuh mempengaruhi tensile (tegangan). Data hasil pengujian menunjukkan $(S_4^2/S_1^2) > V_{0,975}^2$, dapat dilihat bahwa kuat arus sangat mempengaruhi nilai tensile (tegangan). Copyright © 2014 Department of industrial engineering. All rights reserved.

Kata kunci: Pengujian Tarik, Kuat Arus, Sudut Kampuh, Tegangan, Metode Anova

1 Pendahuluan

Aluminium merupakan logam ringan mempunyai ketahanan korosi yang baik, hantaran listrik yang baik serta sifat-sifat baik lainnya sebagai sifat logam. Kekuatan mekaniknya yang sangat meningkat dengan penambahan Cu, Mg, Mn, Zn, Ni, dan sebagainya, material ini digunakan didalam bidang yang luas, selain untuk peralatan rumah tangga juga dipakai untuk keperluan material pesawat terbang, mobil, kapal laut dan konstruksi [1].

Paduan Aluminium-Magnesium (Al-Mg) mempunyai ketahanan korosi yang sangat baik, sejak lama disebut hidronalim dan dikenal sebagai paduan yang tahan korosi. Cu dan Fe sangat berbahaya bagi ketahanan korosi terutama Cu sangat memberikan pengaruhnya. Paduan Aluminium-Magnesium 5083 yang diambil adalah paduan antara (4,5 % Mg) kuat dan mudah dilas oleh karena itu sekarang dipakai sebagai bahan untuk tangki LNG. Identifikasi jenis

material pipa penghubung (MHE) yang terbuat dari Aluminium-Mg 5083 dengan sifat mekanik sebelum dilakukan pengelasan, sesuai Tabel 1 [2].

Tabel 1 Sifat Mekanik Material Al-Mg 5083

Sifat Mekanik Al-Mg 5083	
Tensile Yield Strength (MPa)	701.88
Tensile Strength Ultimate (MPa)	287.53
Elongation (%)	10.08

Kerusakan merupakan suatu hal yang sering terjadi pada peralatan kilang, demikian juga dengan MHE (Main Heat Exchanger), pada saat beroperasi MHE selalu diamati dan dipelajari seluruh parameternya. Perubahan tekanan dan perubahan unsur metana pada MCR (Multi Componen Refrigeran) ini akan diketahui bahwa MHE telah mengalami kerusakan dan perlu dilakukan perbaikan, karena pengaruh kondisi operasi

kerusakan yang terjadi seperti retak dan bocor. Pipa penghubung adalah bagian luar MHE terbuat dari material Aluminium-Mg 5083. Berdasarkan penelitian bahwa kebocoran dan keretakan pada pipa penghubung akibat pengelasan seperti: kesalahan pada proses penyambungan (pengelasan), pemakaian arus yang lebih besar dari yang seharusnya digunakan untuk ukuran dan tipe elektroda [1].

Hasil *survey* dikilang pengolahan gas tersebut didapat data-data kondisi operasional dari MHE yaitu, pipa penghubung yang akan diteliti terbuat dari material Al-Mg 5083 dengan *Yield Strength*, $\sigma_y = 21,000 \text{ psi}$ (145 MPa), *Ultimate Strength* $\sigma_u = 42,000 \text{ psi}$ (230 MPa), *Elongation* 22%. Mempunyai diameter 7 inchi dengan ketebalan antara (6 - 10) mm. Kondisi operasi gas mengalir di dalam pipa bertekanan 42-43, 29 kg/cm², dan kapasitas gas 11500m³ [3]. Pada penelitian ini subjek yang ditinjau adalah material pipa penghubung MHE yang terbuat dari material Al-Mg 5083, dimana pada penyambungannya dilakukan dengan proses pengelasan. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh variasi sambungan yang optimal dengan menggunakan sudut kampuh V tunggal dan kuat arus yang divariasikan pada sambungan material Aluminium-Magnesium 5083, hasil pengelasan *Tungsten Inert Gas* (TIG) terhadap kekuatan tarik.

2 Metode Penelitian

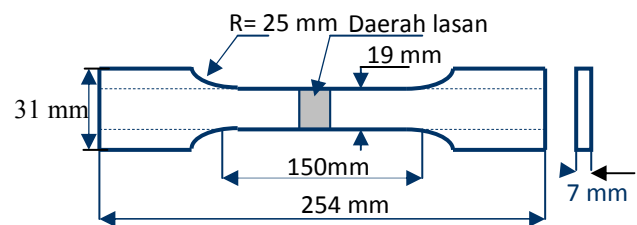
Material yang digunakan pada penelitian ini yaitu Aluminium-Mg 5083. Sebelum dilakukan pengujian material dibuat dalam bentuk spesimen uji tarik standar yang telah melalui proses pengelasan berdasarkan AWS (American Welding Society) sesuai Gambar 1 [4]. Jumlah spesimen disiapkan sebanyak 27 buah, yang dibagi dalam 3 kelompok sudut (α) kampuh V.

Pembentukan sudut kampuh V tunggal sesuai dengan ukuran yang telah ditetapkan menggunakan *milling machine*, pemotongan dilakukan menggunakan *hand grinding*, untuk masing-masing sudut 70^o berjumlah 9 sampel, sudut 80^o berjumlah 9 sampel dan sudut 90^o berjumlah 9 sampel, total jumlah sampel keseluruhan 27 yang dapat dilihat pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2 Distribusi Jumlah benda Uji

Jenis Kampuh (α)	Kuat Arus (Amper) / Jlh Sampel		
	100	125	150
70 ^o	3	3	3
80 ^o	3	3	3
90 ^o	3	3	3

Arus pengelasan yang digunakan 100 A, 125 A dan 150 A. Voltase pengelasan: 30 volt, kecepatan pengelasan 9 in/menit, temperatur pengelasan 25^oC. Standarisasi elektroda yang digunakan adalah *Tungsten Type Toarated* sesuai dengan standar AWS 12-80 % yang berdiameter 2,4 mm, menggunakan logam pengisi spesifikasi SEA 5,0 sesuai dengan standar AWS F 22.ER. 5356 berdiameter 3,2 mm/rott pas dengan titik leleh 3400^oC, [5].



Gambar 1 Dimensi Spesimen Uji Tarik Statik standar AWS [2]

Pengujian Tarik dilakukan bertujuan untuk mengetahui sifat-sifat material aluminium - Mg 5083 dari pengelasan dengan sudut (α) kampuh V tunggal, dan menggunakan kuat arus yang berbeda hasil pengelasan TIG, pengujian tersebut terdiri dari penarikan batang uji (spesimen) secara terus menerus sampai putus, dengan kecepatan pembebanan 2 mm/detik, pembebanan saat pengujian terus diamati dari mulai pengujian sampai spesimen putus sehingga beban yang diperlukan terbaca dimonitor, perpanjangan dan perubahan panjang diamati. Pengujian tarik ini menggunakan *Computer Hydraulic Testing Machine Type HT-9502*,

Dalam pengujian batang uji tersebut dibebani dengan kenaikan beban sedikit demi sedikit sampai batang uji patah, sifat-sifat tariknya dapat dihitung dengan persamaan berikut [6].

$$\sigma = \frac{F}{A_0} \text{ (kg / mm}^2\text{)} \quad (1)$$

$$\varepsilon = \frac{L-L_0}{L_0} \times 100\% \quad (2)$$

$$RA = \frac{A_0 - A_f}{A_0} \times 100\% \quad (3)$$

2.1 Variabel yang diamati

Adapun variabel yang diamati adalah:

1. Mengukur kekuatan tarik hasil pengelasan yang diakibatkan oleh variasi sudut kampuh (α) V , 70° , 80° dan 90° dengan menggunakan kuat arus 100 A, 125 A dan 150 A
2. Mendapatkan kuat arus yang sesuai

2.2 Analisa Hasil Menggunakan Metode Anova

Hasil pengujian tarik statik dianalisa menggunakan analisis statistik metode Anova (Varian). Secara umum teknik analisis yang dikembangkan ini termasuk dalam metoda analisis varian, sebab sebaran data yang diwakili oleh varian total menjadi dua varian utama termasuk varian yang diakibatkan oleh interaksi antara kelompok. Analisis perbandingan K data dilakukan antara variasi group S_2^2 dengan variasi dalam group S_1^2 maka dalam analisis dua jalan pengklasifikasian ini dilakukan dengan membandingkan varian dilaksanakan secara bertahap.

Garis besar teknik analisis sebagai berikut:

1. Data diatur dalam bentuk tabel dengan baris dan kolom
2. Tahap pertama pengelompokan meliputi K cara dan tahap kedua meliputi m cara, maka tabel dapat diatur menjadi K baris dan m kolom.
3. Untuk setiap sel tabel dalam pengaruh cara ke i (baris ke i) dan pengaruh cara ke j (kolom ke j) pengamatan dilakukan sebanyak n kali, dapat dihitung harga rata-rata dan varian ($\bar{X}_{ij}; S_{ij}^2$).
4. Variasi dalam set dapat dihitung seperti analisis perbandingan k data, dalam hal ini ada km varian ($S_{ij}^2 : i = 1 \text{ s.d. } k : j = 1 \text{ s.d. } m$)
5. Variasi antara set dapat dipartisi (dipecah) menjadi variasi antara baris, antara kolom, interaksi, dan variasi residu.
6. Variasi interaksi antara baris dan kolom diperiksa untuk membandingkan varian interaksi dengan varian dalam set untuk membuktikan bahwa cara yang diset pada baris tidak berpengaruh pada cara yang diset pada kolom dan sebaliknya.

7. Variasi antara baris dapat dihitung dengan menganggap ketiadaan kolom sehingga diperoleh harga rata-rata dari k varian.
8. Variasi antara kolom dapat dapat dihitung dengan menganggap ketiadaan baris sehingga diperoleh harga rata-rata dari m varian (variance).

Analisa data varian ini menggunakan *Gnumeric* yang berjalan di *plat form operating sistem Linux*. Langkah yang dilakukan adalah mengelompokkan data seperti terlihat pada Tabel 3 sampai dengan Tabel 8.

Tabel 3 Interaksi sudut kampuh 70° dan kuat arus 100 A, 125 A dan 150 A

Sudut Kampuh 70								
Kolom	Pengamatan			Sij	Ssij	SSDij	Ln SSDij	xij
1	73.06	83.75	79.73	236.54	18708.699	58.31	4.06575	78.85
2	69.82	72.86	74.14	216.82	15680.1516	9.85	2.28721	72.27
3	63.25	66.49	64.23	193.97	12546.9755	5.52	1.70872	64.66
Total				647.33	46935.8261	73.68	8.06168	71.93

Tabel 4 Interaksi sudut kampuh 80° dan kuat arus 100 A, 125 A dan 150

Sudut Kampuh 80								
Kolom	Pengamatan			Sij	Ssij	SSDij	Ln SSDij	xij
1	91.59	102.97	95.91	290.47	28190.2771	66.00	4.18971	96.82
2	77.96	95.61	88.55	262.12	23060.1362	157.84	5.06157	87.37
3	81.79	81.49	80.51	243.79	19812.0843	0.90	-0.10952	81.26
Total				796.38	71062.4976	224.74	9.14176	88.49

Tabel 5 Interaksi sudut kampuh 90° dan kuat arus 100 A, 125 A dan 150 A

Sudut Kampuh 90								
Kolom	Pengamatan			Sij	Ssij	SSDij	Ln SSDij	xij
1	131.9	134.94	138.27	405.11	54725.0065	20.30	3.01074	135.04
2	122.97	125.23	118.95	367.15	44953.2763	20.24	3.00744	122.38
3	116.6	112.29	116.4	345.29	39753.5641	11.84	2.47115	115.10
Total				1117.55	139431.8469	52.37	8.48933	124.17
Grand Total				2561.26	257430.1706	350.79	25.69277	94.86

Tabel 6 Harga rata-rata dari interaksi sudut kampuh 70° , 80° , 90°

Baris Kolom	Tabel Harga Rata-rata			Rata-rata Baris
	1	2	3	
1	135.04	122.38	115.1	124.17
2	96.82	87.37	81.26	88.49
3	78.85	72.27	64.66	71.93
Rata-rata kolom	103.57	94.01	87.01	94.86296

interaksi antara sudut kampuh 70° , 80° , 90°
dengan kuat arus 100 A, 125 A dan 150 A

Baris Kolom	1	2	3	Si.	SS i.
1	236.54	216.82	193.97	647.33	419036.1289
2	290.47	262.12	243.79	796.38	634221.10
3	405.11	367.15	345.29	1117.55	1248918.003
S .i	932.12	846.09	783.05	2561.26	2302175.236
SS .i	868847.69	715868.3	613167		2197883.28

Tabel 7 Hasil penjumlahan dan pengkuadratan
Tabel 8 Uji statistik

	SS i.	2302175.24	SS .i	2197883.28
	SS ..	2561.26		
	k =	3		
	m =	3		
	n =	3		
	C	1.1852E+00	km - 1	8
	LN	2.9698E+00	k m (n - 1)	18
		2.16160	k - 1	2
	Barlett Test	12.274690	m - 1	2
	X.95; f = 8	15.5	(k - 1) (m - 1)	4
	SSD0	1.4465E+04	S0	1808.1566
	SSD1	3.5079E+02	S1	19.4883
	SSD3	1.2832E+04	S3	6416.1652
	SSD4	1.2443E+03	S4	622.1676
	SSD2	3.7797E+01	S2	9.4493
Fraktil distribusi rasio - var.	f Pemb.	f Penyebut	95%	97.5%
Interaksi :	4	18	2.93	3.61
Baris :	2	18	3.55	4.56
Kolom :	2	18	3.55	4.56
Baris :	2	4	6.94	10.6
Kolom :	2	4	6.94	10.6
Tes Ketiadaan Interaksi		0.4849	Tidak Ada Interaksi	
Tes Kesamaan Baris		679.0077	329.2315	Tidak Sama
Tes Kesamaan Kolom		65.8425	31.9252	Tidak Sama
	Varian Penyebut	S_2^2	S_1^2	

2.3 Analisa keseragaman varian

Analisa Varian dimulai dengan melakukan tes kesamaan Varian data sudut kampuh dan kuat arus pengelasan dengan tes barlett (X^2), dalam hal ini perlu dimasukkan harga fraktal distribusi X^2 ($f = k \cdot m - 1$) untuk tingkat kepercayaan 95 %. Tes barlett dilakukan untuk mengetahui keseragaman Varian dari sudut kampuh dan kuat arus pengelasan artinya ketiga kelompok data sudut kampuh bisa dianggap berasal dari satu populasi dan data-data tersebut layak untuk diperbandingkan. Bila harga barlett (X^2) dari hasil perhitungan lebih kecil dari harga barlett dengan fraktal (9-1) dimana diberikan nilai kepercayaan 95 %, maka hipotesa kesamaan ke sembilan varian dapat diterima. Dengan demikian harga gabungan S_1^2 (variai dalam set) dapat dimanfaatkan dalam pengetesan beberapa hipotesa.

2.4 Hipotesa varian interaksi

Hipotesa dilakukan untuk pengamatan sudut kampuh dan kuat arus pengelasan saling berkaitan dalam mempengaruhi hasil pengamatan. Hipotesa ini dilakukan dengan membandingkan varian interaksi S_2^2 dengan varian dalam set S_1^2 . Bila harga rasio varian interaksi lebih kecil dari harga fraktal distribusi varian V^2 untuk tingkat kepercayaan 97, 5 %, maka hipotesa ketiadaan interaksi dapat diterima. Pengujian hipotesa berikutnya menggunakan S_1^2 sebagai pembanding hasil pengujian dari hipotesa interaksi yang dilakukan menunjukkan bahwa rasio varian interaksi lebih kecil dari fraktal distribusi varian ($S_2^2/S_1^2 < V^2_{0,975}$) oleh karena itu terjadi interaksi. Hal tersebut mengindikasikan bahwa sudut kampuh dan kuat arus secara bersamaan dalam mempengaruhi kekuatan tarik.

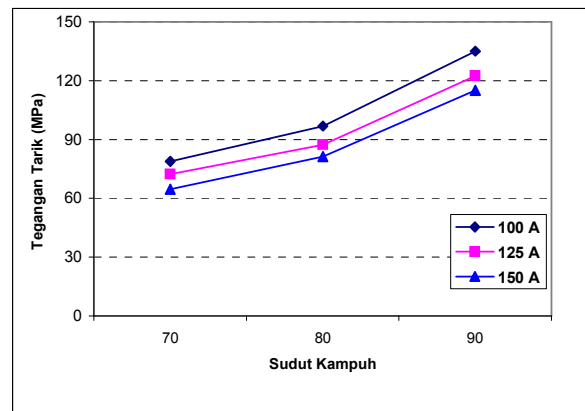
2.5 Hipotesa Kesamaan Baris

Hipotesa ini dilakukan untuk mengetahui apakah data dari sudut kampuh berpengaruh terhadap variabel *output tensile* (tegangan). Untuk itu perlu diperbandingkan harga varian antar baris (S_3^2) dengan varian dalam set (S_1^2). Bila perbandingan tersebut lebih besar dari fraktal distribusi rasio varian, maka terjadi pengaruh dari data sudut kampuh terhadap nilai *tensile* (tegangan). Dari data pengujian diketahui $S_2^2/S_1^2 > V^2_{0,975}$, oleh karena itu sudut kampuh mempengaruhi *tensile* (tegangan).

2.6 Hipotesa kesamaan kolom

Hipotesa ini untuk mengetahui apakah data mengenai kuat arus pada pengelasan berpengaruh

terhadap variabel *output tensile* (tegangan). Untuk itu dilakukan perhitungan rasio varian antar kolom (S_4^2) dengan varian dalam (S_1^2). Bila rasio tersebut lebih besar dibandingkan harga fraktal distribusi varian maka dapat diambil kesimpulan bahwa kuat arus pada pengelasan mempunyai peran dalam menentukan nilai *tensile* (tegangan). Data hasil pengujian menunjukkan ($S_4^2/S_1^2 > V^2_{0,975}$), dapat dilihat bahwa kuat arus sangat mempengaruhi nilai *tensile* (tegangan). Nilai rata-rata hasil pengujian tegangan tarik dengan variasi sudut kampuh dan kuat arus dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Grafik hasil pengujian statistik dengan menggunakan metode analisis varian (anova)

Grafik yang terlihat pada Gambar 2 adalah nilai rata-rata hasil pengujian tegangan tarik dengan variasi sudut kampuh dan kuat arus. Sebagai mana diketahui bahwa nilai rata-rata tidak dapat memberikan informasi tentang variasi data dalam set atau perbedaan antara data terkecil dengan data terbesar (data extrim). Informasi yang dapat diketahui dari grafik tersebut adalah garis dengan *slope* atau *gradient* tertentu yang menunjukkan *trend* perubahan kekuatan tarik sesuai dengan perubahan sudut kampuh dan kuat arus. Dari grafik pengujian tarik diatas tidak terlihat perubahan *trend* yang mencolok dengan memperhatikan *slope* garis ketiga kelompok data yang relatif sama.

3 Kesimpulan

1. Dari hasil pengujian statistik dengan menggunakan metode Anova. Pengujian hipotesa menggunakan S_1^2 (varian dalam set) sebagai pembanding dari hipotesa interaksi yang

dilakukan menunjukkan bahwa rasio varian interaksi lebih kecil dari fraktil distribusi varian: $(S_2^2/S_1^2 < V_{0,975}^2)$. Hal tersebut mengindikasikan bahwa sudut kampuh dan kuat arus sangat mempengaruhi kekuatan tarik.

2. Bila rasio tersebut lebih besar dibandingkan harga fraktil distribusi varian maka dapat diambil kesimpulan bahwa kuat arus pada pengelasan mempunyai peran dalam menentukan nilai *tensile* (tegangan). Data hasil pengujian menunjukkan $(S_4^2/S_1^2) > V_{0,975}^2$, dapat dilihat bahwa kuat arus sangat mempengaruhi nilai *tensile* (tegangan).

Daftar Pustaka

- [1] Zubir. 2000. *Analisa kerusakan dan Perbaikan Alat penukar kalor (MHE) pada P.T. Arun NGL.Co.* Laporan Akamigas, Cepu.
- [2] P.T. Arun NGL Co, 1991. *Welding Procedure Qualification for Field Fabrication and Maintenance Welding of Piping Work.*
- [3] Mawardi, 2005. *Pengujian pengelasan pada Konstruksi Pelat Baja Carbon jenis SS-41 secara Non Destructive Ultra Sonic Flow Detector dengan menggunakan Spesifikasi Prosedur Pengelasan (WPS) menurut Standar A.S.M.E Section IX.* Jurnal Teknologi Process Jurusan Teknik Kimia USU
- [4] W, Harsono. T, Okumura, 2000. *Teknologi Pengelasan Logam.* Pradnya Paramita, Jakarta Cetakan ke VIII.
- [5] Sibarani.H, 2004. *Pengelasan TIG pada Pelat ALuminium Paduan Seri E-1145.* ITB Library
- [6] Lincoln Elektrik, 1973, *The Procedur Hand Book Of Arc Welding.* Edisi Ke12 Ohio