

Analisa Perbandingan Variasi Sambungan Kampuh V Terhadap Uji Tekuk Pada Pengelasan Material Baja JIS G3101 Dengan Parameter Arus dan Elektroda

^{(1)*}*Gasello Guruh Pancur Syahputra*, ⁽²⁾*Febri Prima* ⁽³⁾*Muhammad Taufiqurrahman*

^(1,3)*Program Studi Teknik Mesin, Universitas Tanjungpura, Jl. Prof. Dr. H. Hadari Nawawi, Pontianak*

⁽²⁾*Program Studi Teknik Industri, Universitas Tanjungpura, Jl. Prof. Dr. H. Hadari Nawawi, Pontianak*

*Email: gaselloguruhpancursyahputra@gmail.com

ABSTRACT

The manufacturing industry including in the field of welding because it has an important role in metal engineering and repair. SMAW is a technique in welding, welding results that meet standards need to pay attention several factors such as current, electrodes and welding seams, this research was carried out because of the time comparison in the specimen preparation process which is in the tapered v-groove the process is faster than a single v-groove. JIS G3101 steel plate research, the use of this material is due to its application which has been used starting from car bumpers, vehicle bodies to basic construction. This research was conducted to parameters that affect the welding process to obtain better product quality. Full factorial method with ANOVA analysis. Research result the best welding combination with a single v-groove an angle of 60° current strength of 180 A, electrode type E7016 and tapered v-groove an angle of 30° current strength of 160 A, and electrode type E7016 against bending test. The bending test isn't much different from the previous nine test variations there are significant differences electrodes. The result study was that the welding parameter setting for a single v-groove joint was 60° the largest bending test value of 87.92 MPa and for a tapered v-groove joint with an angle of 30° the largest bending test value was 84.15 MPa. The most influential parameters for the two types of connections are the electrode parameters effect on a single v-groove that is 5.34% and on taper 10.72%.

Keywords : JIS G1030, SMAW, v-groove, bending test, current, electrode

ABSTRAK

Pengembangan industri manufaktur semakin maju termasuk di bidang pengelasan karena mempunyai peranan penting dalam rekayasa dan reparasi logam. Pengelasan (SMAW) *Shielding Metal Arc Welding* adalah teknik yang sering digunakan dalam pengelasan, hasil pengelasan yang memenuhi standar perlu memperhatikan beberapa faktor seperti arus, elektroda dan kampuhh pengelasan, penelitian ini dilakukan karena adanya perbandingan waktu pada proses preparasi spesimen yang diamana pada kampuhh v tirus pengerjaan nya lebih cepat dibandingkan kampuhh v tunggal. Material yang digunakan dalam penelitian plat baja JIS G3101, penggunaan material ini dikarenakan pengaplikasiannya yang sudah digunakan mulai dari bumper mobil, body kendaraan hingga konstruksi dasar. Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan parameter yang berpengaruh pada proses pengelasan agar mendapatkan kualitas produk yang lebih baik. Untuk metode penelitian menggunakan metode *full factorial* dengan metode analisis ANOVA. Berdasarkan hasil penelitian diperoleh kombinasi terbaik pengelasan pada material JIS G3101 dengan kampuhh v tunggal sudut 60° dengan kuat arus 180 A, elektroda jenis E7016 dan kampuhh v tirus dengan sudut 30° dengan kuat arus 160 A, dan jenis elektrodroda E7016 terhadap uji tekuk. Nilai pengujian tekuk tidak jauh berbeda dari kesembilan variasi pengujian sebelumnya. Terdapat perbedaan signifikan pada elektroda. Kesimpulan penelitian ini didapatkan setting parameter pengelasan untuk sambungan kampuhh v tunggal 60° dengan nilai terbesar uji tekuk 87,92 MPa dan pada sambungan kampuhh v tirus dengan sudut 30° didapatkan nilai uji tekuk terbesar 84,15 Mpa. Parameter paling berpengaruh untuk kedua jenis sambungan adalah parameter elektroda seperti pengaruh pada kampuhh v tunggal yaitu 5,34% dan pada tirus 10,72%.

Kata Kunci : JIS G1030, SMAW, kampuh v, uji tekuk, arus, elektroda

I. Pendahuluan

Pengelasan merupakan suatu teknik fabrikasi logam dengan proses yang menyebabkan dua logam yang berbeda menjadi satu kesatuan yang diakibatkan oleh atom yang berbeda dibagian sisi yang berdekatan dengan bagian lain sehingga terjadi ikatan antara atom [1]. Pada umumnya pengelasan banyak digunakan di industri konstruksi antara lain: rel kereta api, jembatan, perkapalan, rangka baja dan lain sebagainya dengan proses penyambungan setempat dari dua bagian atau lebih logam yang melibatkan pencairan setempat dengan siklus pendinginan cepat [2].

Berdasarkan proses penyambungan, pengelasan dapat dibagi menjadi pengelasan busur dengan elektroda terbungkus (SMAW), pengelasan busur rendam (SAW), pengelasan busur gas (GMAW), pengelasan busur tungsten (GTAW) dan lain-lain. [3]

Pada penelitian ini dilakukannya analisis uji bending pada pengelasan baja ST37 menggunakan las *Shield Metal Arc Welding* dengan posisi pengelasan 1G. Metode yang digunakan pada pengujian bending menggunakan metode three point bending. Dari hasil pengujian bending, kekuatan beban penekanan yang tertinggi terjadi di arus las 65A penetrasi, 125A *fill-capping* dengan 4 layer 7 pass, dengan beban penekanan 66,85 Mpa. [4]

Faktor yang berpengaruh terhadap kekuatan sambungan hasil pengelasan salah satunya adalah posisi pengelasan. Fungsi dari pemilihan posisi dalam proses pengelasan yaitu pengaturan posisi atau letak gerakan elektroda las, benda kerja yang akan dilas berhubungan dengan posisi pengelasan. Hasil dari penelitian ini adalah baja dengan posisi 1G memiliki hasil 352,86 N/mm². Kesimpulan dalam penelitian ini adalah Proses pengelasan menggunakan posisi pengelasan 1G, 2G, 3G, 4G dan elektroda E7018 dengan diameter 3,2 mm terhadap uji tarik hasil pengelasan baja karbon rendah menunjukan bahwa posisi pengelasan yang paling sesuai adalah dengan menggunakan posisi 1G. [5]

Dari penelitian ini lakukan untuk mengetahui hasil kekuatan tarik dan bending dari beberapa jenis kampuh V, X ,I baja karbon medium. Hasil pengujian dan perhitungan menunjukkan bahwa berdasarkan hasil uji kekuatan tarik kampuh V, X ,I pada

pengelasan SMAW, didapatkan hasil kekuatan tarik dari baja karbon JIS S50C, dimana spesimen raw material melebihi regangan dan tegangan kampuh V, X ,I sehingga hasil kekuatan tarik maksimum spesimen menurun. [6]

Penelitian dilakukan untuk mencari hubungan antara dua faktor yang saling berpengaruh. Dengan melakukan pemeriksaan dan pengujian hasil las dengan arus pengelasan terhadap sifat-sifat mekanik hasil las pada poros tekuk baja. [7]

Pada konstruksi bangunan dan konstruksi kapal, baja SS400 merupakan material yang memiliki sifat ulet, tangguh, dan mudah dijumpai di berbagai daerah. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui kuat uji tarik dari hasil sambungan las material baja SS400 dengan teknik pengelasan MAG, perbandingan arus 90A dan 100A. Hasil dari eksperimen ini memberikan informasi untuk meningkatkan kekuatan sambungan las. Setelah proses uji RAW material SS400 memiliki rata-rata kuat tarik 391,02 Mpa. [8]

Filler atau logam penambah maupun tanpa menggunakan logam tambah berujuan untuk mengetahui kekuatan bending dan kekerasan hasil pengelasan. Proses pengelasan menggunakan teknik SMAW dengan arus pengelasan 75 A - 95 A, kawat elektroda E6013 diameter 2,6 mm, material yang digunakan adalah baja karbon rendah ST37 yang beri kampuh V sudut 60°. Nilai rata-rata tertinggi terhadap uji bending yaitu dengan nilai 443,469 N/mm². [9]

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh dari sudut kampuh pada pengelasan *Gas Metal Arc Welding* terhadap distorsi dan kekuatan tekuk. Hasil penelitian menunjukkan nilai kekuatan terhadap uji tekuk dengan sudut kampuh 60° menunjukkan nilai kekuatan tekuk yaitu 1440 kN/mm² pada baja ST40 dan pada baja SS400 yaitu 1327,5 kN/mm². [10]

Dalam mencapai hasil pengelasan dengan teknik SMAW yang memenuhi standar pengelasan perlu memperhatikan beberapa faktor seperti arus, elektroda, dan posisi pengelasan. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan teknik pengujian tarik. Material yang digunakan dalam penelitian yaitu plat baja ST37 dan ASTM A36. Berdasarkan hasil penelitian diperoleh kombinasi terbaik pengelasan pada material ST37 dan ASTM A36 yaitu dengan kuat arus 110 A, elektroda jenis E7016, dan posisi pengelasan 2G. [11]

Pada penelitian ini, penulis akan membahas tentang pengelasan baja JIS G3101 dengan menggunakan teknik las SMAW, baja JIS G3101 merupakan baja karbon rendah atau mild steel yang biasanya baja ini diaplikasikan pada konstruksi jembatan, pelat pada kapal laut, tangki minyak, dan komponen otomotif. Faktor yang berpengaruh antara lain sambungan, elektroda, kuat arus, dan posisi pengelasan. Oleh karena beberapa faktor tersebut menjadi parameter yang berpengaruh terhadap hasil pengelasan maka peneliti perlu melakukan eksperimen dengan memvariasikan parameter elektroda dan arus pengelasan, untuk meminimalisir beberapa kekurangan dari faktor-faktor yang menyebabkan kecacatan pada pengelasan. Adapun jenis material yang digunakan yaitu baja JIS G3101 dengan kampuh sambungan v tunggal yang membentuk sudut 60° dan v tirus dengan sudut 30° . kedua sambungan material ini akan dibandingkan dengan cara di uji kekuatannya menggunakan uji tekuk untuk mencari parameter arus dan elektroda yang tepat pada masing – masing sambungan dan diharapkan dapat meningkatkan ketangguhan dan pada produk salah satunya pada bumper mobil.

II. Bahan dan Metode

Bahan yang digunakan dalam penelitian kali ini dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 1. Bahan penelitian

NO	Pendukung Penelitian		
	Bahan	Jumlah	Keterangan
1	Plat Baja JIS G3101	1	Plat baja JIS G3101 satu lembar dengan ukuran 600mm x 600mm dan tebal 10mm
2	Elektroda Tiga Jenis	3 Kilo Gram	Kawat las atau elektroda digunakan sebagai logam pengikat pada proses pengelasan dengan diameter 3,2mm

Metode yang digunakan dalam penelitian kali ini yaitu : (1) Studi Literatur, metode ini dilakuakn dengan mengumpulkan dan mempelajari teori-teori dan referensi dari penelitian sebelumnya yang berkenaan dengan penelitian tentang pengelasan dan material yang digunakan; (2) Studi ekperimental dilakukan dengan cara diuji tekuk pada

spesimen yang telah dilakukan pengelasan dengan parameter arus las dan elektroda. Arus las yang digunakan yaitu mulai dari (160A, 180A, 200A) dan jenis elektroda yang digunakan yaitu (E6013, E7016, E7018); (3) Metode Deskriptif digunakan untuk mengumpulkan dan mengolah data hasil dari eksperimen pada pengujian tekuk yang kemudian dilakukan analisa pengaruh terhadap parameter dalam pengelasan yaitu arus dan elektroda.

III. Hasil dan Pembahasan

1. Pengelasan Baja JIS G3101

Pengelasan pada material baja JIS G3101 dilakukan menggunakan parameter arus 160A, 180A, dan 200A dengan jenis elektroda E6013, E7016, dan E7018 serta posisi pengelasan 1G. [12] Proses pengelasan yaitu dengan cara menggabungkan dua buah plat dengan ukuran 120 x 75 x 10 millimeter yang dibentuk kampuh dengan sudut 60° pada kampuh v tunggal dan 30° pada kampuh v tirus. Berikut hasil pengelasan dari material JIS G3101.



Gambar 1. Hasil Pengelasan.

Setelah melakukan proses pengelasan kemudian plat dipotong sesuai dengan standar spesimen pengujian tekuk yang mengacu pada ASTM E-190 [13] dengan dimensi 152 x 38 x 10 millimeter rancangan eksperimen menggunakan deasin *full factorial* 3^2 [14] sebanyak 54 kali percobaan dengan 27 spesimen dari kampuh v tunggal dengan sudut 60° dan 27 spesimen dari kampuh v tirus dengan sudut 30° yang dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 2. Spesimen Uji Tekuk

Selanjutnya dilakukan pengujian spesimen dengan uji kekuatan tekuk menggunakan alat uji *Micro Controlled Electronic Universal testing Machine* dengan spesifikasi model WDW-100E, Serial no 563, class 1, date 2012. Dari hasil pengujian material yang telah dilakukan spesimen hasil uji tekuk mengalami perubahan fisik diantaranya bengkok dan sampah patah dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 3. Hasil Uji Tekuk

2. Data Hasil pengujian Baja JIS G3101

Dari hasil pengujian tekuk yang telah dilakukan pada kampuh V tunggal yang membentuk sudut 60° dan kampuh v tirus dengan sudut 30° didapat hasil yang diterangkan dalam bentuk tabel berikut ini.

Menghitung rata-rata respon perhitungan nilai rata-rata per spesimen sebagai contoh untuk eksperimen 1

$$y_i = \frac{\sum x_i}{n_i} \dots \dots \dots (1)$$

$$= \frac{54.64+59.15+65.40}{3}$$

$$= 59.73$$

Hasil perhitungan nilai rata-rata pada eksperimen per spesimen kampuh v tunggal disajikan padaberikut ini.

Tabel 2. Hasil Uji Tekuk Kampuh v Tunggal

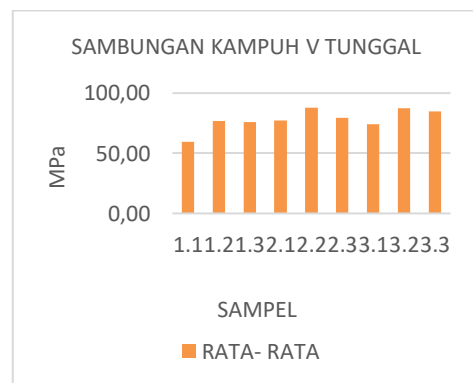
No.	Parameter		Hasil uji (MPa)			Rata – rata (MPa)
	Arus	Elektroda	1	2	3	
1	160	E6013	54.64	59.15	65.40	59,73
2	160	E7016	86.20	68.15	76.75	77,03
3	160	E7018	75.55	70.80	81.80	76,05
4	180	E6013	88.15	83.75	60.40	77,43
5	180	E7016	88.00	87.85	87.90	87,92
6	180	E7018	68.80	86.55	83.65	79,67
7	200	E6013	56.60	78.05	87.65	74,10
8	200	E7016	85.95	95.30	81.55	87,60
9	200	E7018	84.10	86.65	83.40	84,72

Dari hasil perhitungan nilai rata-rata maka didapat nilai uji bending tertinggi dari sambungan kampuh v tunggal dengan sudut 60° yaitu pada kombinasi 2-2 dimana yang dimana pada arus 180 ampere dan jenis elektroda E7016 dengan nilai tekan 87,92 Mpa.

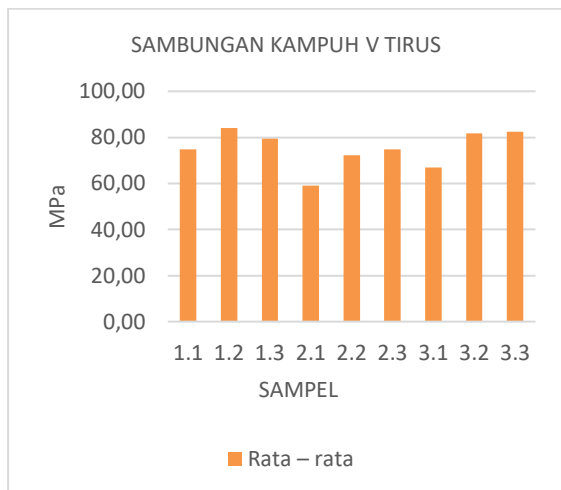
Tabel 3. Hasil Uji Tekuk Kampuh v Tirus

No.	Parameter		Hasil uji (MPa)			Rata – rata (MPa)
	Arus	Elektroda	1	2	3	
1	160	E6013	71.45	63.60	74.15	74,68
2	160	E7016	82.45	85.10	84.90	84,15
3	160	E7018	82.10	84.95	71.00	79,35
4	180	E6013	65.95	58.95	52.00	58,97
5	180	E7016	79.65	72.40	64.90	72,32
6	180	E7018	77.90	65.95	80.30	74,72
7	200	E6013	57.35	59.80	83.65	66,93
8	200	E7016	77.35	82.45	85.35	81,71
9	200	E7018	79.10	82.40	85.57	82,35

Dari hasil perhitungan nilai rata-rata maka didapat nilai uji bending tertinggi dari sambungan kampuh v tirus dengan sudut 30° yaitu pada kombinasi 1-2 dimana yang dimana pada arus 160 ampere dan jenis elektroda E7016 dengan nilai tekan 84,15 MPa. Nilai kekuatan tarik dapat juga dalam bentuk grafik yang akan disajikan pada gambar berikut.



Gambar 4. Grafik Nilai Rata-rata Kampuh V Tunggal



Gambar 5. Grafik Nilai Rata-rata Kampuh V Tirus

Analisis variansi atau ANOVA sebagai pembandingan nilai rata-rata spesimen berdasarkan perbandingan jumlah kuadrat dibagi derajat kebebasannya (*mean square*) [15]. Analisis variansi dipilih untuk mencari faktor-faktor yang mempengaruhi nilai rata-rata respon dan merupakan metode yang digunakan untuk mencari parameter yang optimal untuk meminimalkan penyimpangan nilai rata-rata. Tabel uji anova menggunakan aplikasi *minitab*.

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Arus	2	722,7	361,37	4,28	0,030
Elektroda	2	900,8	450,38	5,34	0,015
Arus*Elektroda	4	152,2	38,04	0,45	0,770
Error	18	1518,4	84,36		
Total	26	3294,1			

Gambar 6. Uji ANOVA Kampuh V Tunggal

Dari hasil data yang yang diperoleh dan diuji pada aplikasi *Minitab* dengan metode anova sehingga dapat dilihat pada *F-Value* dan *P-Value* pada nilai kuat aru dan elektroda yang dimana tidak melebihi angka 0.05 sehingga terdapat pengaruh nyata pada besar kuat arus dan elektroda pada pengelasan kampuh V tunggal dengan sudut 60° pada baja karbon rendah JIS G3101.

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Arus	2	457,32	228,66	4,23	0,031
Elektroda	2	1159,14	579,57	10,72	0,001
Arus*Elektroda	4	53,10	13,27	0,25	0,909
Error	18	973,24	54,07		
Total	26	2642,79			

Gambar 7.. Uji ANOVA Kampuh V Tirus

Dari hasil data yang yang diperoleh dan diuji pada aplikasi *Minitab* dengan metode anova sehingga dapat dilihat pada *F-Value* dan *P-Value* pada nilai kuat aru dan elektroda yang dimana tidak melebihi angka 0.05 sehingga terdapat pengaruh nyata pada besar kuat arus dan elektroda pada pengelasan kampuh V tirus dengan sudut 30° pada baja karbon rendah JIS G3101.

Grouping Information Using Fisher LSD Method and 95% Confidence

Arus	N	Mean	Grouping
3	9	82,1389	A
2	9	81,6722	A
1	9	70,9378	B

Means that do not share a letter are significantly different.

Gambar 8. Nilai arus V Tunggal

Hasil dari uji anova menunjukkan bahwa nilai arus tertinggi pada pengelasan kampuh v tunggal yaitu pada arus 3 (200A) dan kuat arus yang mendekai yang mendekati yaitu pada arus 2 (180A) serta arus yang paling rendah yaitu arus 1 (160).

Grouping Information Using Fisher LSD Method and 95% Confidence

Arus	N	Mean	Grouping
1	9	77,7444	A
3	9	77,0022	A
2	9	68,6667	B

Means that do not share a letter are significantly different.

Gambar 9. Nilai Arus V Tirus

Hasil dari uji anova menunjukkan bahwa nilai arus tertinggi pada pengelasan kampuh v tirus yaitu pada arus 1 (160A) dan kuat arus yang mendekai yang mendekati yaitu pada arus 3 (200A) serta arus yang paling rendah yaitu arus 2 (180A).

Grouping Information Using Fisher LSD Method and 95% Confidence

Elektroda	N	Mean	Grouping
2	9	84,1833	A
3	9	80,1444	A
1	9	70,4211	B

Means that do not share a letter are significantly different.

Gambar 10. Nilai Elektroda V Tunggal

Hasil dari uji anova menunjukkan bahwa nilai eletroda tertinggi pada pengelasan kampuh v tunggal yaitu pada elektroda 2 (E7016) dan elektroda yang mendekai yang mendekati yaitu pada elektroda 3 (E7018) serta arus yang paling rendah yaitu arus 1 (E6013). Pada grafik dibawah ini menunjukkan diamana arus dengan nilai teritingg sampai terndeah dan

elektroda pengelasan dari nilai tertinggi sampai terendah.

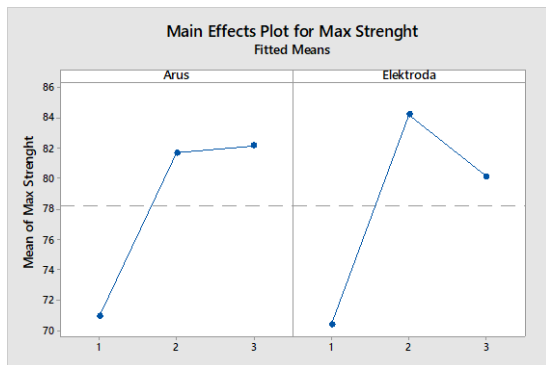
Grouping Information Using Fisher LSD Method and 95% Confidence

Elektroda	N	Mean	Grouping
2	9	79,3944	A
3	9	78,8078	A
1	9	65,2111	B

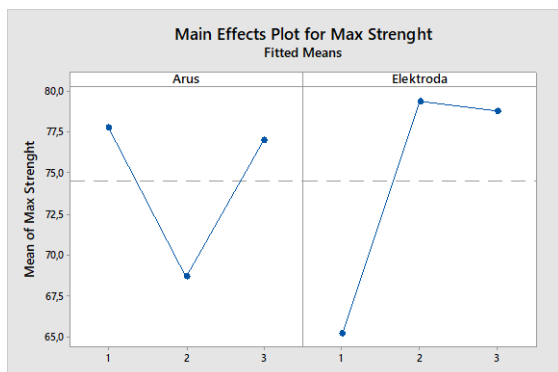
Means that do not share a letter are significantly different.

Gambar 11. Nilai Elektroda V Tirus

Hasil dari uji anova menunjukkan bahwa nilai elektroda tertinggi pada pengelasan kampuh v tirus yaitu pada elektroda 2 (E7016) dan elektroda yang mendekati yang mendekati yaitu pada elektroda 3 (E7018) serta elektroda yang paling rendah yaitu arus 1 (E6013). Dapat dilihat pada tabel dibawah yang menunjukkan nilai arus tertinggi dan elektroda tertinggi.



Gambar 12. Grafik Arus dan Elektroda Kampuh V Tunggal



Gambar 13. Grafik Arus dan Elektroda Kampuh V Tirus

Pada pengelasan ini terdapat sebanyak 9 kombinasi arus pengelasan dan elektroda yang diama sudah ditentukan berdasarkan perhitungan *Design Of Eksperimen* faktorial dengan 2 faktor dan 3 level dapat dilihat pada gambar berikut ini.

Grouping Information Using Fisher LSD Method and 95% Confidence

Arus*Elektroda	N	Mean	Grouping
2 2	3	87,9167	A
3 2	3	87,6000	A
3 3	3	84,7167	A
2 3	3	79,6667	A
2 1	3	77,4333	A
1 2	3	77,0333	A
1 3	3	76,0500	A
3 1	3	74,1000	A B
1 1	3	59,7300	B

Means that do not share a letter are significantly different.

Gambar 14. Kombinasi Arus dan Elektroda V Tunggal

Dari hasil uji anova terhadap kombinasi yang paling tinggi sampai paling rendah yaitu ditunjukkan pada arus 2 (180A) dan elektroda 2 (E7016) terhadap uji tekuk pada sudut kampuh v tunggal dengan sudut 60° pada pengelasan material baja karbon rendah JIS G3101.

Grouping Information Using Fisher LSD Method and 95% Confidence

Arus*Elektroda	N	Mean	Grouping
1 2	3	84,1500	A
3 3	3	82,3567	A
3 2	3	81,7167	A B
1 3	3	79,3500	A B C
2 3	3	74,7167	A B C
2 2	3	72,3167	A B C
1 1	3	69,7333	B C D
3 1	3	66,9333	C D
2 1	3	58,9667	D

Means that do not share a letter are significantly different.

Gambar 15. Kombinasi Arus dan Elektroda V Tirus

Dari hasil uji anova terhadap kombinasi yang paling tinggi sampai paling rendah yaitu ditunjukkan pada arus 1 (160A) dan elektroda 2 (E7016) terhadap uji bending pada sudut kampuh v tirus dengan sudut 30° pada pengelasan.

IV. Kesimpulan

- Pada sambungan kampuh v tunggal dengan sudut 60° diperoleh nilai tertinggi dengan kombinasi parameter arus 180 ampere dan elektroda jenis E7016 dengan nilai uji tekuk 87,92 MPa.
- Pada sambungan kampuh v tirus dengan sudut 30° diperoleh nilai tertinggi dengan kombinasi parameter arus 160 ampere dan elektroda jenis E7016 dengan nilai uji tekuk 84,15 MPa.
- Pada sambungan kampuh v tunggal dengan sudut 60° parameter yang lebih berpengaruh dalam nilai persentase yaitu elektroda 5,34%.
- Pada sambungan kampuh v tirus dengan sudut 30° parameter yang lebih berpengaruh dalam nilai persentase yaitu elektroda 10,72%.

Daftar Pustaka

- [1] Brien, A.O., 2001. *Welding Handbook*, ninth edit. ed. American Welding Society.
- [2] Wiryosumarto, H., Okumura, T., 2000. *Teknologi Pengelasan Logam*.
- [3] Schmid, S.R., 2009. *MANUFACTURING ENGINEERING*, Sixth edit. ed. Prentice Hall.
- [4] Rahmat Maulid. 2022. Analisis uji bending pada pengelasan baja st37 menggunakan las SMAW (shield metal arc welding) dengan posisi pengelasan 1G.
- [5] Arief Wicaksono, Nelvin Erizon, dkk. 2021. Analisis pengaruh perbedaan posisi pengelasan terhadap kekuatan tarik sambungan las SMAW menggunakan material ST37.
- [6] Sukarno, Muhammad Halim, dkk. 2022. Analisis Kekuatan Tarik dan Bending Dari Beberapa Jenis Kampuh V,X,I pada Pengelasan SMAW terhadap Baja Karbon Medium.
- [7] Agung Hermawan, Ade Sunardi dkk. 2022. Analisis Variasi Arus Pengelasan SMAW Terhadap Sifat Mekanis Mata Tekuk Baja ST 41 Dan ST 37 Pada Perancangan Alat Penekuk Besi Behel Manual.
- [8] Nanda Julian, Untung Budiarto, dan Berlian Aswendo. 2019. Analisa Perbandingan Kekuatan Tarik pada Sambungan Las Baja SS400 Pengelasan MAG Dengan Variasi Arus Pengelasan dan Media Pendingin Sebagai Material Lambung Kapal.
- [9] Bahdin Ahad badia, Muhammad Halim Asiri, dan Mardin Husen. 2021. Analisa variasi gerakan elektroda pada hasil las material baja karbon rendah ST37 terhadap kekuatan bending dan kekerasan.
- [10] Ilham Dwi Prastio. 2022. Pengaruh variasi sudut kampuh “v” sambungan pengelasan *gas metal arc welding* terhadap distorsi dan kekuatan tekuk baja st 40 dan ss 400.
- [11] Hari Saputra, Muhammad Ivanto, Gita Suryani Lubis., 2023. Pengaruh Hasil Pengelasan Model Smaw Terhadap Kekuatan Tarik Baja ST 37 Dan ASTM A36.
- [12] Tarkono, Sugiyanto, Andriyanto., 2010. Studi Kekuatan Sambungan Las Baja AISI 1045 dengan Berbagai Metode Posisi Pengelasan.
- [13] ASTM. Designation: E 190 – 92. Reapproved 2003. Standard Test Method for Guided Bend Test for Ductility of Welds.
- [14] James Saprian Ladou, Hari Adianto, dan Susy Susanty. 2015. Usulan kombinasi terbaik faktor yang berpengaruh terhadap cacat produk botol plastik 600 ml menggunakan metode full factorial 2 k di pt. X*.
- [15] Ghozali, Imam. (2009). *Aplikasi Analisis Multivariate dengan Program SPSS*. Semarang : UNDIP.