ANALISA KEKUATAN TARIK PADA SAMBUNGAN LAS BATERAI TERHADAP KEKUATAN ARUS LISTRIK BATERAI

(ANALYSIS ON TENSILE STRENGTH OF CONNECTIONS BATTERY WELDING ON ELECTRICAL POWER CURRENT BATTERY)

Sulharman¹, Sudirman²

¹ Mahasiswa Pasca Sarjana Teknik Mesin
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
E-mail : sulharman11@mhs.me.its.ac.id

² Politeknik Negeri Samarinda
E-mail : sudirman-polnes@ilmci.com

Naskah diterima 28 September 2012, disetujui 30 Nopember 2012

ABSTRAK

Penelitian analisa kekuatan tarik pada sambungan las baterai terhadap kekuatan arus listrik baterai telah dilakukan. Tujuannya adalah untuk mengetahui kekuatan tarik sambungan las yang menggunakan las baterai dengan variabel arus baterai, ketebalan dan diameter bahan uji. Metode penelitian yang dilakukan, meliputi : (1) merakit las baterai (terdiri dari 3 buah baterai) dengan arus total yang diinginkan adalah 60 A, 80 A dan 120 A, (2) merangkai pengisian baterai dan stang las positif dan negatif, (3) pengelasan pada besi plat dengan tebal 4mm, 6mm dan 8 mm dengan arus 60 A, 80 A dan 120 A, (4) pada besi batang diameter 8mm, 10mm, dan 12 mm dengan arus 60 A, 80 A dan 120 A. Hasil penelitian menunjukkan bentuk besi spesimen, kuat arus alat las dan ketebalan/diameter berpengaruh signifikan terhadap tegangan tarik spesimen hasil pengelasan dengan alat las baterai. Perlakuan terbaik untuk batang bulat adalah dengan arus 60 A pada diameter 8 mm menghasilkan kuat tarik sebesar 11,65 kg/mm². Perlakuan terbaik untuk plat adalah dengan arus 80 A pada tebal plat 8 mm menghasilkan kuat tarik sebesar 38,2 kg/mm². Dari hasil perhitungan ekonomi, biaya investasi dan operasional pembuatan alat, las baterai lebih murah dibandingkan las inverter dan las dinamo. Sedangkan biaya pengelasan per meter las baterai dan las inverter sama sebesar Rp.135.000–Rp.140.000, untuk las dinamo Rp.270.000–Rp.285.000. Namun keterbatasan las baterai tidak dapat diatur besar kecil arus baterainya.

Kata kunci : Las baterai, kuat tarik, arus listrik

ABSTRACT

Research analysis of the tensile strength of the weld on the battery to power an electric current battery has been done. The goal is to determine the tensile strength of welded joints using welding batteries with a variable flow battery, the thickness and diameter of the test material. Research methodology, including: (1) assemble welding battery (battery consists of 3 pieces) with the desired total current is 60 A, 80 A and 120 A, (2) arranging charging the battery and welding handle bar positive and negative, (3) welding on iron plate with thickness 4mm, 6mm and 8 mm with a current 60 A, 80 A and 120 A, (4) on an iron rod diameter 8mm, 10mm, and 12 mm with a current 60 A, 80 A and 120 A. The results showed the shape of specimens of iron, welding tools and strong currents thickness / diameter significantly influence the tensile specimens welded with welding tools batteries. The best treatment to iron rod the current round is 60 A at 8 mm diameter tensile yield amounted to 11.65 kg/mm². The best treatment for the current iron plate is 80 A at 8 mm thick plate produce a tensile strength of 38.2 kg/mm². From the calculation of economic, investment and operational costs-making tools, welding batteries cheaper than welding inverter and welding dynamo. However, welding batteries can not be regulated the size of the battery current.

Keywords : *Welding battery, tensile strength, electric current.*

PENDAHULUAN

Sumber daya energi saat ini mengalami krisis, khususnya listrik. Disisi lain bengkel las selama ini menggunakan listrik dari PLN dan menggunakan generator listrik untuk mengelas. Pengelasan (*welding*) adalah suatu cara untuk menyambung benda padat dengan cara mencairkannya melalui pemanasan (Wiryosumarto, 2000).

Penggunaan listrik PLN minimal dibutuhkan daya sebesar 5500 watt, termasuk tarif industri (usaha) sehingga biaya per kwh cukup tinggi. Selain itu untuk pemasangan baru, sekarang sudah tidak ada lagi walaupun ada masih menunggu antrian yang cukup lama. Sedangkan menggunakan generator listrik paling tidak sebesar 7 KV dengan biaya kurang lebih Rp. 30.000.000,- dan memerlukan bahan bakar minyak.

Dari uraian di atas baik menggunakan listrik PLN maupun generator listrik dibutuhkan biaya

investasi dan biaya operasional yang cukup besar, sehingga menyebabkan ongkos pengelasan juga menjadi tinggi.

Joko Santoso (2006) dalam tugas akhirnya pengaruh arus pengelasan terhadap kekuatan tarik dan ketangguhan las smaw dengan elektroda E7018 menyimpulkan bahwa dengan variasi arus pengelasan terjadi perubahan struktur akibat pendinginan sehingga berpengaruh terhadap kekuatan bahan yaitu terjadi peningkatan terhadap *raw materials*.

Dedi Priadi dan Selvanus M (2007) dalam penelitiannya mengenai pengaruh besarnya arus listrik terhadap distribusi kekerasan, struktur mikro, dan kekuatan impak pada baja karbon rendah menyebutkan bahwa arus pengelasan yang meningkat akan meningkatkan ukuran butir sehingga menurunkan ketangguhan logam terhadap perpatahan. Semakin halus butir yang terbentuk semakin

ulet logam lasan atau sebaliknya semakin kasar butir yang terbentuk maka semakin getas logam lasan.

Fenoria Putri (2009) melalui penelitian pengaruh besar arus listrik dan panjang busur api terhadap hasil pengelasan menunjukkan bahwa panjang pendeknya busur berpengaruh juga dengan kekuatan dan kampuh hasil pengelasan.

Sedangkan Fenoria Putri (2010) melalui penelitian analisa pengaruh variasi kuat arus dan jarak pengelasan terhadap kekuatan tarik, sambungan las baja karbon rendah dengan elektroda 6013 didapat bahwa dengan menggunakan arus 70 A – 110 A dengan jarak kampuh 1 mm dan 2 mm, diperoleh arus 110 A dengan jarak kampuh 1 mm yang memiliki kekuatan tarik maksimum yaitu 507,33 N/mm². Makin besar arus dan makin besar jarak pengelasan maka makin lebar daerah sambungan las (*weldment*) yang terjadi.

Rancang bangun mesin las listrik baterai merupakan alternatif yang sebagian bengkel kecil banyak menggunakannya. Namun hasil pengelasan yang dilakukan perlu diketahui kekuatan sambungannya dengan uji tarik. Karena pengelasan dengan las baterai ini pengaturan arus listriknya tidak bisa diatur seperti layaknya las dengan menggunakan listrik PLN atau generator listrik. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian terhadap kekuatan sambungan las dengan variabel arus baterai terhadap diameter bahan uji dan tebal bahan uji. Dalam penelitian ini las baterai yang digunakan sama dengan las baterai yang digunakan di bengkel-bengkel.

Berdasarkan permasalahan tersebut di atas, tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kekuatan

tarik sambungan las yang menggunakan las baterai dengan variabel arus baterai, ketebalan dan diameter bahan uji.

BAHAN DAN METODA

Bahan dan alat

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah plat besi dengan tebal 4 mm, 6 mm, dan 8 mm. Batang bulat besi dengan diameter 8 mm, 10 mm dan 12 mm serta elektroda las.

Sedangkan alat yang digunakan adalah baterai 100 A (1 buah), baterai 120 A (3 buah), baterai 50 A (1 buah), baterai 70 A (2 buah), dioda 50 A, trafo 20 A, pengukur amper, pengukur voltase, stang las, pendingin, saklar, kabel, tang, obeng, *cutter*, *sketmat*, avometer, topeng las dan sarung tangan las.

Pelaksanaan penelitian dilakukan di laboratorium pengelasan Politeknik Negeri Samarinda, Jl. Ciptomangun kusumo Kampus Gunung Lipan Samarinda.

Metode

Tahapan proses penyelesaian penelitian adalah sebagai berikut; merakit mesin las baterai yaitu dengan cara merakit trafo (input 220 volt output 36 volt), dioda (dihubungkan secara seri) dan direkatkan pada pendingin (untuk mendinginkan dioda). Pasang pengukur amper dan voltase serta rangkai tiga baterai secara seri kemudian pasang stang las (positif dan negatif) pada terminal baterai. Kemudian melakukan pengelasan pada benda uji (plat besi dan batang bulat besi) serta menguji hasil pengelasan tersebut dengan alat uji tarik. Lebih jelasnya rangkaian las baterai ditunjukkan pada Gambar 1.

Gambar 1. Rangkaian las baterai (Suparno, Hariadi dan Imam, 2009)

Rancangan Percobaan

Pengelasan pada benda uji dengan diameter 8 mm, 10 mm dan 12 mm, plat dengan tebal 4 mm, 6 mm dan 8 mm. Dengan variasi arus masing-masing 60 A, 80 A, 120 A. Masing-masing arus dan ketebalan atau diameter dilakukan 2 kali pengelasan. Hasil pengelasan dianalisa kekuatan sambungannya, dengan uji tarik pada masing-masing benda uji.

Pengujian

Setelah pengelasan pada benda uji, maka dilakukan uji tarik dengan menggunakan alat uji tarik terhadap benda uji kemudian dicatat hasil uji tariknya. Pembentukan benda uji sesuai standar pengujian tarik ASTM (*American Standard Testing Material*) seperti pada Gambar 2 dan 3.

Gambar 2. Standar uji tarik untuk plat besi

Gambar 3. Standar uji tarik batang bulat besi

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengujian tarik pada batang bulat besi dan plat besi terhadap arus baterai diperlihatkan pada Tabel 1 dan Tabel 2.

Tabel 1. Hasil pengujian tarik batang bulat besi terhadap arus baterai

Arus I (amper)	Diameter Ø (mm)	Tegangan Maksimum τ (kg/mm ²)	Panjang awal l ₀ (mm)	Rata-rata Tegangan maksimum (kg/mm ²)	Foto Hasil Uji Tarik
60	8	13,5	100	11,65
	8	9,8	100		

Arus I (amper)	Diameter Ø (mm)	Tegangan Maksimum τ (kg/mm ²)	Panjang awal lo (mm)	Rata-rata Tegangan maksimum (kg/mm ²)	Foto Hasil Uji Tarik
	10	10,7	100	10,7
	10	10,7	100		
	12	22,3	100	18,55
	12	14,8	100		
80	8	10	100	12,5
	8	15	100		
	10	17,5	100	17,35
	10	17,2	100		
	12	38	100	36,5
	12	35	100		
120	8	8	100	11,15
	8	14,3	100		
	10	29,2	100	29,6
	10	30	100		
	12	50	100	41,4
	12	32,8	100		

Tabel 2. Hasil pengujian tarik plat besi terhadap arus baterai

Arus I (amper)	Tebal t (mm)	Tegangan Maksimum τ (kg/mm ²)	Panjang awal lo (mm)	Rata-rata Tegangan maksimum (kg/mm ²)	Foto Hasil Uji Tarik
60	4	18,5	100	21,1
	4	23,7	100		

Arus I (amper)	Tebal t (mm)	Tegangan Maksimum τ (kg/mm ²)	Panjang awal lo (mm)	Rata-rata Tegangan maksimum (kg/mm ²)	Foto Hasil Uji Tarik
	6	29,1	100	29,1
	6	29,1	100		
	8	37	100	38,2
	8	39,4	100		
80	4	12(0)	100	11
	4	10	100		
	6	28,7	100	28,7
	6	28,7	100		
	8	38	100	39,65
	8	41,3	100		
120	4	23,7	100	18,3
	4	12,9	100		
	6	29	100	28
	6	27	100		
	8	41	100	40,5
	8	40	100		

Analisa pada spesimen besi batang bulat

Tabel 3. merupakan Anova yang mengurai keragaman tegangan kedalam faktor-faktor yang memberikan kontribusi pada hasil akhir. Nilai P (*Probability Value*) menguji signifikansi

(kepentingan/perbedaan/nyata) secara statistik dari masing-masing faktor. Ada 2 nilai P (*P-Value*) yang kurang dari 0.05, yakni faktor kuat arus dan faktor diameter. Keduanya memiliki pengaruh yang signifikan terhadap nilai tegangan tarik pada tingkat kepercayaan 95%.

Tabel 3. Analisa varian tegangan tarik terhadap arus dan diameter untuk batang bulat

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	p-Value
MAIN EFFECTS					
A:Arus	578.188	2	289.094	6.38	0.0117
B:Diameter	1275.42	2	637.711	14.07	0.0006
RESIDUAL	589.194	13	45.3226		
TOTAL (CORRECTED)	2442.8	17			

All F-ratios are based on the residual mean square error

Hasil yang dilakukan dengan menggunakan *multi range test* tegangan tarik terhadap arus untuk batang bulat menunjukkan bahwa perbedaan signifikan terjadi antara kuat arus 60 A dan 80 A (Df-8.5333), antara kuat arus 60 A dan 120 A (Df-13.75). Sedangkan antara arus 80 A dan 120 A (Df-5.2166) tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan atau arus alat las 80 A dan 120 A menghasilkan tegangan tarik yang sama saja dan untuk alasan ekonomis, diantara kedua ini dipilih yang 80 A untuk memperoleh hasil yang sama.

Sementara hasil uji lanjut untuk pengaruh diameter terhadap tegangan tarik untuk batang bulat menunjukkan bahwa perbedaan signifikan terjadi antara diameter 8 mm dan diameter 12 mm (Df-20.3833) dan antara diameter 10 mm dan 12 mm (Df-12.8833). Sedangkan antara diameter 8 mm dan 10 mm (Df-7.5) tidak menunjukan adanya perbedaan yang signifikan

atau dengan kata lain penggunaan besi batang bulat baik 8 mm maupun 10 mm hanya akan menghasilkan tegangan tarik yang sama saja. Oleh karena itu jika hanya melihat tegangan tarik sambungan spesimen yang di las dengan alat ini penggunaan besi 10 mm tidak lebih kuat dibanding besi 8 mm. Kalau diameter besi tidak mempengaruhi kekuatan konstruksi secara keseluruhan, penggunaan besi 8 mm dapat direkomendasikan dibanding besi 10 mm.

Tabel 4. menunjukkan analisa uji regresi tegangan tarik terhadap arus dan diameter untuk batang bulat.

Tabel 4. menunjukkan hasil uji relasi antara tegangan tarik dengan kuat arus dan dengan diameter bahwa pada spesimen batang bulat hubungan antara arus dengan tegangan tarik adalah relatip lemah dengan koefisien korelasi ($r = 0.46$). Sebaliknya hubungan antara diameter dengan tegangan tarik adalah relatip kuat dengan koefisien korelasi ($r = 0.71$).

Tabel 4. Analisa uji regresi tegangan tarik terhadap arus dan diameter untuk batang bulat

Keterangan :
Dependent variable : Tegangan
Independent variable : Arus

Parameter	Estimate	Standard Error	T-Statistic	p-Value
Intercept	2.42262	9.34669	0.25916	0.7988
Slope	0.21506	0.103639	2.07508	0.0545

Analysis of Variance

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	p- Value
Model	518.007	1	518.007	4.31	0.0545
Residual	1924.8	16	120.3		
Total (Corr.)	2442.8	17			

Correlation coefficient = 0.46093

R-squared = 21.2054 percent

Standard error of Est. = 10.9681

Keterangan :
Dependent variable : Tegangan
Independent variable : Arus

Parameter	Estimate	Standard Error	T-Statistic	p-Value
Intercept	-29.8972	12.6464	-2.3641	0.0311
Slope	5.09583	1.2481	4.08286	0.0009

Analysis of Variance

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	p- Value
Model	1246.44	1	1246.4	16.67	0.0009
Residual	1196.36	16	74.772		
Total (Corr.)	2442.8	17			

Correlation coefficient = 0.714318

R-squared = 51.025 percent

Standard error of Est. = 8.64712

Keterangan :
Dependent variable : Tegangan
Independent variable : Arus

Parameter	Estimate	Standard Error	T-Statistic	p-Value
Intercept	2.42262	9.34669	0.25916	0.7988
Slope	0.21506	0.103639	2.07508	0.0545

Analysis of Variance

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	p-Value
Model	518.007	1	518.007	4.31	0.0545
Residual	1924.8	16	120.3		

dan dengan diameter bahwa pada spesimen batang bulat hubungan antara arus dengan tegangan tarik adalah relatif lemah dengan koefisien korelasi ($r = 0.46$). Sebaliknya hubungan antara diameter dengan

tegangan tarik adalah relatif kuat dengan koefisien korelasi ($r = 0.71$).

Gambar 4. menunjukkan grafik tegangan tarik pada arus baterai 60 A, 80 A, dan 120 A terhadap diameter besi 8 mm, 10 mm, dan 12 mm.

Gambar 4. Grafik tegangan tarik pada arus baterai 60 A, 80 A dan 120 A terhadap diameter besi 8 mm, 10 mm, dan 12 mm

Pada Gambar 4. memperlihatkan arus baterai 60 A, 80 A dan 120 A terhadap tegangan tarik pada pengelasan diameter besi 8 mm, 10 mm dan 12 mm. Pada diameter besi 10 mm tegangan tarik memperlihatkan penurunan tegangan tarik (dibawah 11,65 kg/mm²) hal ini dikarenakan adanya penurunan arus dari baterai (arus tidak stabil lagi dikarenakan pemakaian proses pengelasan sebelumnya), sehingga arus belum cukup kuat untuk mencairkan

sambungan. Hasil uji tarik pada arus 60 A diameter 8 mm = 11,65 kg/mm², diameter 10 mm = 10,7 kg/mm² dan diameter 12 mm = 18,55 kg/mm². Hasil uji tarik pada arus 80 A diameter 8 mm = 12,5 kg/mm², diameter 10 mm = 17,35 kg/mm² dan diameter 12 mm = 36,5 kg/mm². Hasil uji tarik pada arus 120 A diameter 8 mm = 11,15 kg/mm², diameter 10 mm = 29,6 kg/mm² dan diameter 12 mm = 41,4 kg/mm². Tabel 5. Menunjukkan letak patahan pada spesimen batang bulat.

Tabel 5. Letak patahan pada spesimen batang bulat

		Diameter		
Arus		8	10	12
	60	L	D	D
	80	L	D	D
	120	L	D	D

Keterangan;

L ; patahan di luar bidang las , *D* ; patahan di dalam bidang las

Dari hasil visual sisa patahan, hanya pada diameter 8 mm yang patahannya berada di luar bidang las dan ini mengindikasikan hasil penyambungan las baterai lebih kuat dibanding pada diameter 10 mm dan 12 mm. Hasil ini sejalan dengan hasil uji signifikansi tegangan tarik yang menunjukkan bahwa kuat arus 80 A dan 120 A tidak terlalu signifikan terhadap kuat tarik.

Pengelasan pada besi batang bulat cocok untuk pengelasan yang menggunakan diameter yang tidak terlalu besar (tidak lebih dari 8 mm), karena arus yang dihasilkan tidak dapat menembus bahan, ada pembekuan di dalam sambungan yang tidak merata, hal ini juga disebabkan arus yang tidak bisa konstan seperti

las listrik sehingga mempengaruhi kekuatan sambungan.

Analisa pada spesimen plat besi

Tabel 6. merupakan Anova yang mengurai keragaman tegangan kedalam faktor-faktor yang memberikan kontribusi pada hasil akhir. Nilai P (*Probability Value*) menguji signifikansi (kepentingan/perbedaan/nyata) secara statistik dari masing-masing faktor. Karena ada 1 nilai P (*P-Value*) yang kurang dari 0.05, maka faktor tebal memiliki pengaruh yang signifikan secara statistik terhadap nilai tegangan tarik pada tingkat kepercayaan 95%. Dalam hal ini faktor kuat arus tidak berpengaruh secara signifikan terhadap sifat tegangan tarik spesimen yang dilas dengan alat ini.

Tabel 6. Analisa varian tegangan tarik terhadap arus dan tebal plat

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	p-Value
MAIN EFFECTS					
A:Arus	31.1033	2	15.5517	1.20	0.3335
B:Tebal_Plat	1539.97	2	769.985	59.24	0.0000
RESIDUAL	168.972	13	12.9978		
TOTAL (CORRECTED)	1740.05	17			

All F-ratios are based on the residual mean square error.

Hasil uji lanjut dengan menggunakan *multi range test* tegangan tarik terhadap tebal untuk plat menunjukkan bahwa perbedaan signifikan terjadi antar ketebalan plat di semua level. Ketebalan 4 mm berbeda dengan ketebalan 6 mm (Df-11.8), ketebalan 6 mm berbeda dengan ketebalan 8 mm (Df-10.85), apalagi antara ketebalan 4 mm dengan ketebalan 8 mm (Df-22.65).

Karena hasil Anova tidak menunjukkan signifikansi pengaruh dari arus terhadap tegangan tarik maka uji lanjut sudah tidak diperlukan lagi. Tabel 7. menunjukkan analisa uji regresi tegangan tarik terhadap arus dan tebal untuk plat. Tabel 8. Menunjukkan letak patahan pada spesimen plat besi.

Tabel 7. Analisa uji regresi tegangan tarik terhadap arus dan tebal pelat

Keterangan : Dependent variable : Tegangan				
Independent variable : Arus				
Parameter	Estimate	Standard Error	T Statistic	p-Value
Intersept	28.175	8.88676	3.17045	0.0059
Slope	0.00125	0.0985392	0.0126853	0.9900
Analysis of Variance				

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	p-Value
Model	0.0175	1	0.0175	0.00	0.9900
Residual	1740.03	16	108.752		
Total (Corr)	1740.05	17			
Correlation coefficient = 0.00317131					
R-squared = 0.00100572 percent					
Standard error of Est. = 10.4284					
Keterangan : Dependent variable : Tegangan					
Independent variable : Tebal pelat					
Parameter	Estimate	Standard Error	T Statistic	p-Value	
Intersept	-5.69167	3.18098	-1.78928	0.0925	
Slope	5.6625	0.511556	11.0692	0.0000	
Analysis of Variance					
Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	p-Value
Model	539.07	1	1539.07	122.53	0.0000
Residual	200.977	16	12.5611		
Total (Corr)	1740.05	17			
Correlation coefficient = 0.940478					
R-squared = 88.4499 percent					
Standard error of Est. = 3.54416					

Hasil uji relasi antara tegangan tarik dengan kuat arus dan dengan diameter menunjukkan bahwa pada spesimen besi plat hubungan antara arus dengan tegangan tarik adalah relatif sangat lemah dengan koefisien korelasi ($r = 0.003$). Sebaliknya hubungan antara diameter dengan tegangan tarik adalah relatif sangat kuat dengan koefisien korelasi ($r = 0.94$).

Gambar 5. menunjukkan grafik tegangan tarik pada arus baterai 60 A, 80 A, dan 120 A terhadap tebal plat besi 4 mm, 6 mm, dan 8 mm.

Pada Gambar 5. memperlihatkan arus baterai 60 A, 80 A, dan 120 A

terhadap tegangan tarik pada pengelasan plat besi 4 mm, 6 mm dan 8 mm. Terlihat tegangan tarik maksimum meningkat, arus baterai cukup stabil. Sehingga diperoleh hasil uji tarik pada arus 60 A tebal 4 mm = 21,1 kg/mm², tebal 6 mm = 29,1 kg/mm² dan tebal 8 mm = 38,2 kg/mm². Hasil uji tarik pada arus 80 A tebal 4 mm = 18,3 kg/mm², tebal 6 mm = 28,7 kg/mm² dan tebal 8 mm = 39,65 kg/mm². Hasil uji tarik pada arus 120 A tebal 4 mm = 40,5 kg/mm², tebal 6 mm = 28 kg/mm² dan tebal 8 mm = 40,5 kg/mm².

Gambar 5. Grafik tegangan tarik pada arus baterai 60 A, 80 A, dan 120 A terhadap plat besi tebal 4 mm, 6 mm, dan 8 mm

Tabel 8. Letak patahan pada specimen plat besi.

Diamater (mm)				
Arus (amper)		4	6	8
	60	L	L	L
	80	L	L	L
	120	L	L	L

Keterangan;

L ; patahan di luar bidang las, D ; patahan di dalam bidang las

Dari hasil visual sisa patahan, pada tebal 4, 6 dan 8 mm semua patahannya berada di luar bidang las dan ini mengindikasikan hasil penyambungan las baterai kuat.

Pengelasan pada besi plat, uji tarik dari berbagai arus dan tebal memperlihatkan patah diluar daerah las hal ini menunjukkan pengelasan baterai cukup kuat. Namun untuk besi

plat yang lebih tebal lagi diperlukan arus yang lebih besar lagi sesuai dengan spesifikasi pengelasan.

Analisa pengaruh bentuk besi (Batang bulat dan Plat)

Tabel 9. memperlihatkan analisa uji regresi tegangan tarik terhadap arus dan tebal plat.

Tabel 9. Analisa uji regresi tegangan tarik terhadap arus dan tebal plat
Analysis of Variance for Tegangan – Type III Sums of Squares

Source	Sum of Squares	Df	Mean Squares	F-Ratio	p-Value
MAIN EFFECTS					
A: Bentuk Besi	2299.1	1	2299.1	58.36	0.0000
B: Arus	264.404	2	132.202	3.36	0.0494
C: Diameter	2815.39	4	703.848	17.87	0.0000
RESIDUAL	1103.05	28	39.3947		
TOTAL (CORRECTED)	4652.29	35			

All F-ratios are based on the residual mean square error

Hasil uji secara keseluruhan menunjukan bahwa bentuk bahan, arus dan ketebalan atau diameter mempunyai pengaruh yang signifikan dengan tingkatan yang berbeda-beda (lemah/sedang/ kuat) terhadap hasil akhir tegangan tarik specimen. Anova secara keseluruhan juga menunjukkan kuat arus yang paling lemah pengaruhnya ($p=0.0494$) karena jika diambil dua desimal nilai signifikansinya sama dengan 0.05, batas terendah penolakan Hipotesa nol (H_0). Tampak sangat nyata bahwa bentuk besi batang bulat dan plat

memberikan hasil yang berbeda dengan hasil las plat (38.32 kg/mm^2) lebih kuat 3 kali lipat dari hasil las batang bulat (10.7 kg/mm^2).

Tekno Ekonomi

Untuk membuat las baterai diperlukan biaya investasi dan operasional sebagai berikut ; Baterai 70 amper 3 buah = Rp. 670.000 x 3 = Rp.2.010.000,- (bisa kita gunakan amper baterai yang lebih tinggi), Dioda 4 buah = Rp. 15.000 x 4 = Rp.60.000,- , Pendingin 1 buah = Rp. 100.000,-, Stang las = Rp. 500.000,- , Trafo 20 amper = Rp. 500.000,- ,Daya listrik rumah cuma 450 watt (biaya

pemakaian listrik/bulan murah) sehingga total = Rp. 3.170.000,-

Untuk las inverter ; Inverter 1000 watt = Rp.1.500.000, Daya listrik rumah 3500 watt = Rp.10.000.000,- (belum biaya pemakaian listrik / bulan) dengan total = Rp. 11.500.000,-

Sedangkan untuk las dinamo (bahan bakar solar) : Dinamo = Rp.14.000.000,-, Mesin penggerak = Rp.4.000.000,- (belum biaya pemakaian solar / bulan) sehingga total = Rp. 18.000.000,-

Sedangkan biaya pengelasan per meter las baterai dan las inverter sama sebesar Rp.135.000–Rp.140.000 karena menggunakan listrik PLN, untuk las dinamo Rp.270.000–Rp.285.000 karena menggunakan bahan bakar solar.

Dari perhitungan rincian biaya investasi dan operasional tersebut di atas, terlihat las baterai paling murah, tetapi memiliki kelemahan dari segi arus (tidak dapat diatur), selain itu pula las baterai mudah dibawa kemana-mana.

KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil pengelasan pada besi batang bulat cocok untuk pengelasan yang menggunakan diameter tidak terlalu besar (tidak lebih dari 8 mm), karena arus yang dihasilkan tidak dapat menembus bahan, ada pembekuan di dalam sambungan yang tidak merata, hal ini juga disebabkan arus yang tidak bisa konstan seperti las listrik sehingga mempengaruhi kekuatan sambungan.

Hasil pengelasan pada besi plat, uji tarik dari berbagai arus dan tebal memperlihatkan patah diluar daerah las hal ini menunjukkan pengelasan baterai cukup kuat. Namun untuk besi plat yang lebih tebal lagi diperlukan arus yang lebih besar lagi sesuai dengan spesifikasi pengelasan.

Bentuk besi spesimen, kuat arus alat las dan ketebalan/diameter

berpengaruh signifikan terhadap tegangan tarik spesimen hasil pengelasan dengan alat las baterai. Perlakuan terbaik untuk batang bulat adalah dengan arus 60 A pada diameter 8 mm menghasilkan kuat tarik sebesar 11,65 kg/mm². Perlakuan terbaik untuk plat adalah 80 A pada tebal plat 8 mm menghasilkan kuat tarik sebesar 38,2 kg/mm².

Dari segi investasi dan biaya operasional alat, las baterai paling murah (Rp.3.170.000,-) dibandingkan las inverter (Rp.11.500.000,-) dan las dinamo (Rp.18.000.000,-), Sedangkan biaya pengelasan per meter las baterai dan las inverter sama sebesar Rp.135.000–Rp.140.000, untuk las dinamo Rp.270.000–Rp.285.000. Namun tidak dapat diatur besar kecilnya arus baterainya.

Pengelasan baterai cocok untuk kebutuhan pengelasan yang tidak menuntut persyaratan kekuatan sambungan secara khusus seperti pekerjaan konstruksi. Selain itu praktis untuk pekerjaan pembuatan pagar, teralis, pot bunga, dan body kendaraan.

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai pembuatan alat pengatur arus listrik baterai.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Balai Riset dan Standardisasi Industri Samarinda yang telah mendanai penelitian ini dan juga kepada dosen dan staf Laboratorium Manufaktur Politeknik Negeri Samarinda atas kerjasamanya dalam melakukan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

Fenoria Putri, 2009. *Pengaruh Besar Arus Listrik Dan Panjang Busur Api Terhadap Hasil Pengelasan*. Jurnal Austenit

- Volume 1, Nomor 02, Oktober 2009. Politeknik Negeri Sriwijaya. Palembang
- Fenoria Putri, 2010. *Analisa Pengaruh Variasi Kuat Arus Dan Jarak Pengelasan Terhadap Kekuatan Tarik, Sambungan Las Baja Karbon Rendah Dengan Elektroda 6013*. Jurnal Austenit Volume 2, Nomor 02.2010. Politeknik Negeri Sriwijaya. Palembang
- Joko Santoso, 2006. *Pengaruh Arus Pengelasan Terhadap Kekuatan Tarik Dan Ketangguhan Las Smaw Dengan Elektroda E7018*. Tugas Akhir. Fakultas Teknik. Universitas Negeri Semarang.
- Priadi, D. dan Selvinus M, 2007. *Studi Pengaruh Besarnya Arus Listrik Terhadap Distribusi Kekerasan, Struktur Mikro, Dan Kekuatan Impak Pada Baja Karbon Rendah Jenis Sb 46*. 2007. Jurnal Sains dan Teknologi EMAS, Vol. 17, No. 3, Agustus 2007. Jakarta
- Suparno, Hariadi dan Imam, 2009. *Perancangan Rangkaian Mesin Las Dengan Tenaga Baterai*, Jurnal Mekanik Politeknik Negeri Samarinda, Vol.2 No.1 Januari 2009, hlm 51-55. Politeknik Negeri Samarinda
- Wiryosumarto, H. dan Toshie Okumura, 2000. *Teknologi Pengelasan Logam*, cetakan kedelapan, Pradnya Paramita, Jakarta.