



ANALISIS UJI TARIK PADA HASIL PENGELASAN BUSUR LISTRIK MENGGUNAKAN ELEKTRODA BERDIAMETER 2.6 mm PADA PLAT St 40 DENGAN KETEBALAN 4 mm

Imanuel Adam Tnunay, Damianus Manesi, Marsianus M.F Hanmina, Boy Bistolen, Elkana Bilak Lopo

Permesinan Kapal, Universitas Pertahanan RI
Jl. Trans Timor, Fatuketi, Belu-NTT

Sejarah Artikel

Diterima: November 2023
Disetujui: Desember 2023
Dipublikasikan: Desember 2023

Abstract

Welding is the process of joining metal objects and materials used in building construction and machine equipment construction where the use of welding electrodes also affects the materials being joined. By applying the St 40 steel material and electrodes with a diameter of \varnothing 2.6 mm, the results of this research show that the analysis shows that the use of \varnothing 26 mm electrode welding material has better tensile strength (96.7 kg/mm). The nominal stress resulting from welding using a \varnothing 26 mm electrode is 90.72 kg/mm². If the strain produced is compared with basic welding, the result is 0.75 kg/mm², while the reduction produced is 6.2 kg/mm². mm². This shows that the use of \varnothing 26 mm electrodes is still recommended for use.

Kata Kunci

Analisa Pengelasan 2;
Elektroda \varnothing 26 mm;
Baja St 40

Abstrak

Pengelasan merupakan proses penyambungan peralatan material benda logam yang digunakan dalam konstruksi bangunan maupun konstruksi peralatan mesin dimana penggunaan elektroda las sangat berpengaruh pada material yang disambungkan. Dengan penerapan pada material Baja St 40 dan elektroda berdiameter \varnothing 2,6 mm maka dari hasil penelitian ini menunjukkan analisa bahwa penggunaan bahan pengelasan Elektroda \varnothing 26 mm memiliki kekuatan tarik yang lebih baik (96,7 kg/mm). Tegangan Nominal yang dihasilkan dari hasil pengelasan menggunakan elektroda \varnothing 26 mm adalah sebesar 90,72 kg/mm², Regangan yang dihasilkan apabila dibandingkan dengan pengelasan dasar maka didapat hasil sebesar 0,75 kg/mm², Sedangkan reduksi yang dihasilkan sebesar 6,2 kg/mm². hal ini menunjukkan bahwa penggunaan elektroda \varnothing 26 mm masih menjadi rekomendasi dalam penggunaannya.

DOI: 10.33172/pjp.v1-i2

e-ISSN: 3025-5228

© 2023 Published by Program Studi Permesinan Kapal
Universitas Pertahanan Republik Indonesia

*Corresponding Author:

Imanuel Adam Tnunay
Email: tnunayimanuel92@gmail.com



This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited. © 2023, Imanuel A. Tnunay, Damianus Manesi, Marsianus M.F Hanmina, Boy Bistolen, Elkana Bilak Lopo.

PENDAHULUAN

Perkembangan industri bidang teknik pengelasan telah digunakan secara luas dalam proses penyambungan peralatan material benda logam yang digunakan dalam konstruksi bangunan maupun konstruksi peralatan mesin. Ruang lingkup penerapan teknik pengelasan dalam bidang konstruksi meliputi beberapa teknik konstruksi seperti teknik perkapalan, jembatan, rangka baja, pipa saluran, asesoris kebutuhan rumah tangga dan industri lainnya. Teknik pengelasan juga diterapkan untuk reparasi peralatan seperti mengisi lubang-lubang pada coran, membuat lapisan keras pada perkakas, mempertebal bagian-bagian yang sudah aus dan lain-lain. (Mihrozi et al., 2018)

Proses pengelasan yang melibatkan berbagai jenis tahapan selalu didasarkan pada hasil akhir, yaitu sifat, kekuatan, dan ketahanan serta aspek ekonomi. Pengelasan bukanlah tujuan utama konstruksi, melainkan sarana untuk meningkatkan produksi. Oleh karena itu, perancangan las memerlukan perhatian yang cermat terhadap karakteristik las, yaitu kekuatan sambungan dan kesesuaian antar sambungan yang dilas, agar hasil las sesuai dengan yang diharapkan. Saat memilih proses pengelasan, penekanan harus diberikan pada proses mana yang paling cocok untuk setiap sambungan las dalam struktur. Dalam hal ini efisiensi tinggi, biaya rendah, penghematan energi dan penghematan energi maksimal menjadi dasarnya. (Zaenal Mawahib et al., 2017)

Kualitas pengelasan tidak hanya bergantung pada proses pengelasan itu sendiri, tetapi juga pada persiapan sebelum pengelasan, karena pengelasan menggunakan energi panas untuk menyambung dua atau lebih bagian logam. Hal ini berkaitan erat dengan arus, ketangguhan, cacat pengelasan dan retakan, dan biasanya berdampak fatal pada kekuatan struktur yang dilas. Pengelasan listrik dengan menggunakan elektroda terpasang dibedakan menjadi las busur logam (SMAW), las busur logam (GMAW), las kawat berinti (FCAW), las gas listrik (EGW), dan las busur rendam (SAW). Namun SMAW (*Metal Arc Weld*) sering dijumpai pada praktek umum. Bahan dengan sifat mekanik yang baik antara lain baja paduan rendah, baja ini dapat dilas dengan las busur pangkuan, las busur terendam, dan las MIG (*Metal Inert Gas*). Baja paduan rendah sering digunakan dalam lembaran logam dan konstruksi umum. (Hafid et al., 2022)

Metode pengelasan yang digunakan kali ini adalah pengelasan busur (*Arc Weld*). Satu hal dalam prosedur dan proses pengelasan yang sering diabaikan oleh sebagian besar pemula, praktisi, dan orang awam adalah pemilihan dan keputusan penggunaan elektroda untuk melakukan proses pengelasan. Setelah mengamati beberapa bengkel las di daerah sekitar, kami menemukan bahwa hampir semuanya menggunakan elektroda terbungkus,

dan jenis pengelasan SMAW. Jenis elektroda yang paling umum digunakan yaitu elektroda lilitan kawat \varnothing 2,6 mm dan \varnothing 3,2 mm. Ketika konsumen memilih menggunakan logam sebagai bahan pembuatan produk rumah tangga, umur panjang dan keawetan produk tersebut tidak sesuai ekspektasi. (Muhsin et al., 2018). Tangga seperti pagar, pintu, gerbang, dll.

Penerapan teknik pengelasan menjadi perhatian untuk dikaji secara ilmiah, sudah banyak yang membuat kajian terkait penggunaan teknik pengelasan dan juga hasil pengelasan dari segi kekuatan. penelitian ini secara khusus untuk menganalisis uji tarik pada hasil pengelasan busur listrik menggunakan elektroda berdiameter 2.6 mm dan penerapan pada plat ST 40 dengan ketebalan 4 mm, dari kajian ini diharapkan menjadi sebuah referensi dalam penerapan pekerjaan pengelasan.

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat

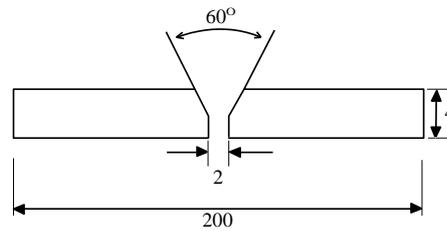
Penelitian ini dilakukan di laboratorium pengujian Permesinan Kapal Universitas Petahanan RI.

Populasi dan Sampel

Populasi dalam penelitian ini adalah semua jenis Baja ST 40 dengan dengan ukuran 200 mm x 40 mm x 4 mm. Sedangkan sampel (spesimen) ditentukan secara acak untuk keperluan pengujian sebanyak 3 spesimen.

Data Pengelasan

1. Mesin las : Las Busur Listrik, BXI-300-2 PRIM VOLTAGE 380/200V
Made In (OSAKA) 60-300 A. AC ARC WELDER
2. Arus listrik : 60- 110 Ampere, Listrik AC
3. Jenis Elektroda : Terbungkus (E 6013)
4. Logam pengisi : Mild Steel (Baja Lunak)
5. Jenis Kampuh : Kampuh V
6. Posisi pengelasan : Bawah tangan



Gambar 1. Bentuk Specimen Pengujian

Pada ujung-ujung specimen yang akan disambung dengan las dibuat kampuh V dengan sudut 60° Pelaksanaan pengelasan dilakukan dengan 6 benda uji dan menggunakan pengelasan dengan elektroda berbeda yaitu \varnothing 2,6 sebanyak 3 specimen.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

Hasil pengujian secara eksperimen pada 3 specimen logam pada pengelasan logam dasar (Baja St 40), dan pengelasan dengan E \varnothing 2,6 mm yang diuji dengan mesin uji tarik VEGA enterprises, INC Germany dengan beban maksimum 9.072 Kg diperoleh hasil sebagai berikut:

1. Hasil pengujian Pengelasan pada Logam dasar (Baja Carbon St 40)

Hasil eksperimen pengujian daya tarik pengelasan dengan logam dasar seperti terlihat pada tabel berikut.

Tabel 1. Hasil Uji Tarik Logam dasar Baja St.40 Tanpa Perlakuan

Komponen Pengujian	Logam Dasar St 40			Rata - rata
	LD I	LD II	LD III	
Panjang Mula (mm)	200	200	200	200
Panjang Putus (mm)	212	212	212	212
Ukuran penampang benda uji sebelum di tarik (mm ²)	100	100	100	100
Ukuran penampang benda uji sesudah di tarik (mm ²)	79,2	81,4	80,3	80,3
Kekuatan Tarik (Kg)	5.148	5.607	5.403	5.386
Beban maksimal	9.072			

Sumber: Hasil Eksperimen, 2023

Berdasarkan tabel 1 diketahui bahwa panjang mula benda uji 200 mm, panjang benda sampai putus 212 mm, ukuran penampang benda sebelum ditarik 100 mm² dan ukuran penampang benda uji sampai putus diketahui sebesar 80,3 mm². Berdasarkan data diatas diketahui bahwa terjadi defromasi logam pada indikator panjang sebesar 12 mm dan luas bidang penampang logam sebesar 19,7 mm². sedangkan rata-rata kekuatan tarik yang diperlukan sampai logam putus adalah sebesar 5386 kg.

2. Hasil pengujian Pengelasan dengan E Ø 2,6 mm

Hasil eksperimen pengujian daya tarik pengelasan dengan Elektroda berdiameter 2.6 seperti terlihat pada tabel 2. berikut.

Tabel 2. Hasil Uji Tarik Las Baja St.40 dengan E Ø 2,6 mm

Komponen Pengujian	Pengelasan dengan elektroda Ø 2,6 mm			Rata - rata
	I	II	III	
Panjang Mula (mm)	200	200	200	200
Panjang Putus(mm)	203	201	200,5	201,5
Ukuran penampang benda uji sebelum di tarik (mm ²)	100	100	100	100
Ukuran penampang benda uji sesudah di tarik (mm ²)	95,94	91,2	94.325	93.821
Kekuatan Tarik (Kg)	4.128	4.230	4.179	4.179
Beban maksimal	9.072			

Sumber: Hasil Eksperimen, 2023

Tabel 2. menunjukkan hasil pengelasan logam dengan menggunakan E Ø 2,6 mm dimana terjadi degradasi logam pada indicator panjang sebesar 1,5 mm sedangkan luas bidang penampang mengalami penyusutan sebesar 6,2 mm, pada tegangan tarik rata-rata sebesar 4179 Kg.

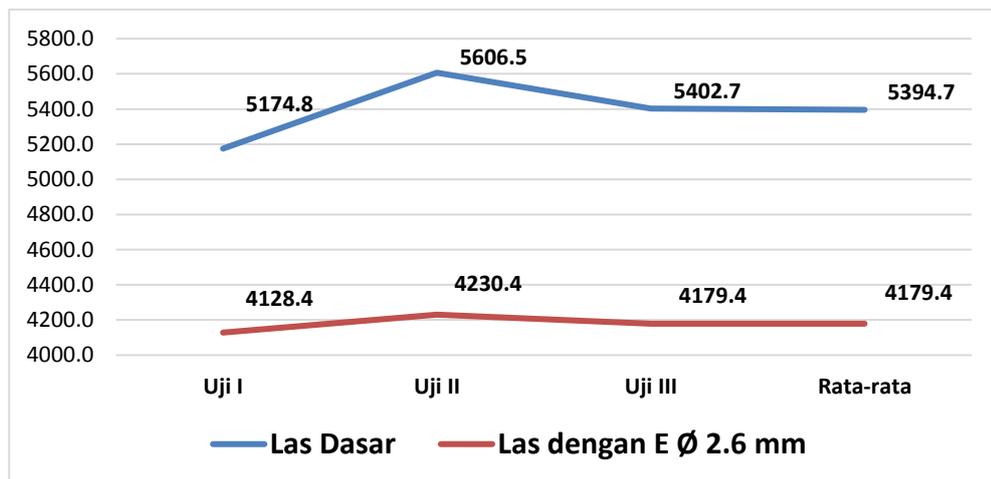
Berdasarkan keseluruhan eksperimen dengan perbandingan satu material logam dasar dan satu model perlakuan logam yang dilas dengan elektroda berdiameter 2,6 mm, maka diperoleh hasil seperti pada tabel berikut:

Tabel 3. Kekuatan Daya Tarik Masing-Masing Perlakuan

Perlakuan/Eksperimen	Uji I	Uji II	Uji III	Rata-rata
Las Dasar	5174.8	5606.5	5402.7	5394.7
Las dengan E \varnothing 2.6 mm	4128.4	4230.4	4179.4	4179.4

Sumber: Hasil Eksperimen, 2023

Berdasarkan data pada tabel 3 diatas, maka dapat ditampilkan dalam dalam analisa grafik berikut:



Gambar 2. Grafik Hasil Uji Tarik Logam Dasar dan satu Perlakuan dengan Penggunaan Elektroda berdiameter 2,6 mm.

Sumber: (Hasil Penelitian 2023)

Grafik pada gambar 2 diatas menjelaskan bahwa kemampuan logam dasar baja St.40 pada kondisi normal memiliki kekutan tarik sebesar 5385,7 Kg. sedangkan kemampuan material (uji tarik) logam dasar yang disambung (*welding*) dengan menggunakan las dengan elektroda berdiameter 2,6 memiliki kemampuan sebesar 4.179 kg.

3. Hasil Analisis Uji Tarik Material Baja St.40 berdasarkan Hasil Pengelasan

a. Analisis tegangan Nominal material

Besar tegangan nominal rata-rata pada suatu bidang dimaksudkan sebagai intensitas gaya yang bekerja pada bidang tersebut. Tegangan nominal yang terjadi pada elemen yang mendapat beban uniaksial adalah tegangan normal yang arahnya selalu tegak lurus penampang, yang terdistribusi akibat gaya uniaksial diasumsikan terdistribusi secara seragam. Hasil Pengujian secara eksperimen menghasilkan data sebagai berikut.

**Tabel 4. Data Tegangan Nominal Baja St.40 dengan Perlakuan
Pengelasan Ø.2,6 mm**

Komponen Pengujian	Tegangan (mm ²)
	Ø.2,6
Ukuran penampang benda uji sebelum di tarik	100
Beban maksimal (Fu)	9072

Sumber: Hasil Eksperimen, 2023.

Tegangan nominal material dihitung dengan dengan persamaan:

$$\delta_u = \frac{F_u}{A_0} = \frac{9072}{100} = 90,72 \text{ kg/mm}$$

Dimana :

δ_u : tegangan Nominal (kg/mm)

F_u : beban Maksimal (kg)

A_0 : Ukuran penampang sebelum Uji (mm)

Hasil analisis seperti yang tampak pada Tabel 4 menunjukkan bahwa pada tegangan nominal yang dihasilkan pada model specimen perlakuan adalah yaitu sebesar 90,72 kg/mm.

b. Analisis Regangan Material

Regangan merupakan ukuran mengenai seberapa jauh material tersebut berubah bentuk. Tegangan diberikan pada materi dari arah luar, sedangkan regangan adalah tanggapan materi terhadap tegangan.

Hasil penelitian secara eksperimen memberikan hasil sebagai berikut:

**Tabel 5. Data Regangan Baja St.40 dengan Perlakuan
Pengelasan E Ø.2,6 mm**

Komponen Pengujian	Regangan (mm ²)
	Ø.2,6
Panjang Mula	200
Panjang Putus	201,5

Sumber : Hasil Ekperimen, 2023

Berdasarkan data pada tabel diatas, maka regangan material yang diperoleh dari material hasil pengelasan dengan elektroda Ø 2,6 mm dengan perhitungan berikut :

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L_0} \times 100\% = \frac{201,5 - 200}{200} \times 100\% = 0,75\%$$

Dimana:

ε = Rengangan (%)

L = panjang Akhir (mm)

L₀ = Panjang Awal (mm)

c. Analisis Reduksi Material

Reduksi material merupakan perubahan bentuk logam berupa pertambahan panjang dan pengecilan luas permukaan akibat pembebanan tarik yang dilakukan terus-menerus dengan menambahkan beban sehingga akan mengakibatkan perubahan bentuk pada benda dan akan mengakibatkan kepatahan pada beban.

**Tabel 6. Data reduksi material Baja St.40 dengan Perlakuan
Pengelasan E Ø.2,6 mm**

Komponen Pengujian	Reduksi (mm ²)
	Ø.2,6
Ukuran penampang benda uji sebelum di tarik	100
Ukuran penampang benda uji sesudah di tarik	94

Sumber: hasil eksperimen, 2023

Reduksi material dalam hal pengecilan bentuk logam tersebut dinyatakan dalam bentuk persentase pada hasil pengelasan dengan elektroda Ø 2,6 mm sebagai berikut:

$$q = \frac{\Delta A}{A_0} \times 100\% = \frac{100 - 94}{94} \times 100\% = 6,2 \%$$

d. Uji Tarik

Salah satu sifat mekanik material adalah memiliki kemampuan dalam hal uji tarik. Uji tarik dilakukan terhadap logam dengan tujuan untuk mengetahui kekuatan statis logam atas pembebanan statis yang akan dialami pada saat digunakan sebagai media konstruksi. Pada prinsipnya kekuatan tarik material adalah adalah tegangan maksimum yang dapat ditanggung oleh material sebelum terjadinya perpatahan (*fracture*). Nilai kekuatan tarik maksimum tarik ditentukan dari beban maksimum dibagi luas penampang.

Hasil pengujian secara eksperimen pada satu model perlakuan terhadap logam (Baja st.40) yang dilas dengan diameter elektroda 2.6 mm dapat menghasilkan data sebagai berikut:

Tabel 7. Data kekuatan tarik material Baja St.40 dengan Perlakuan menggunakan elektroda Ø.2,6 mm

Komponen Pengujian	Kekuatan Tarik (mm ²)
	Ø.2,6
Ukuran penampang benda uji sebelum di tarik	100
Ukuran penampang benda uji sesudah di tarik	93.821
ΔA (perubahan penampang)	6,2
Beban Maksimal	9072

Sumber: Hasil Eksperimen, 2023

Berdasarkan data pada Tabel 7 diatas, maka kekuatan tarik maksimum pada setiap specimen dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\sigma = \frac{W}{A_1}$$

Dimana:

σ : Kekuatan tarik (N)

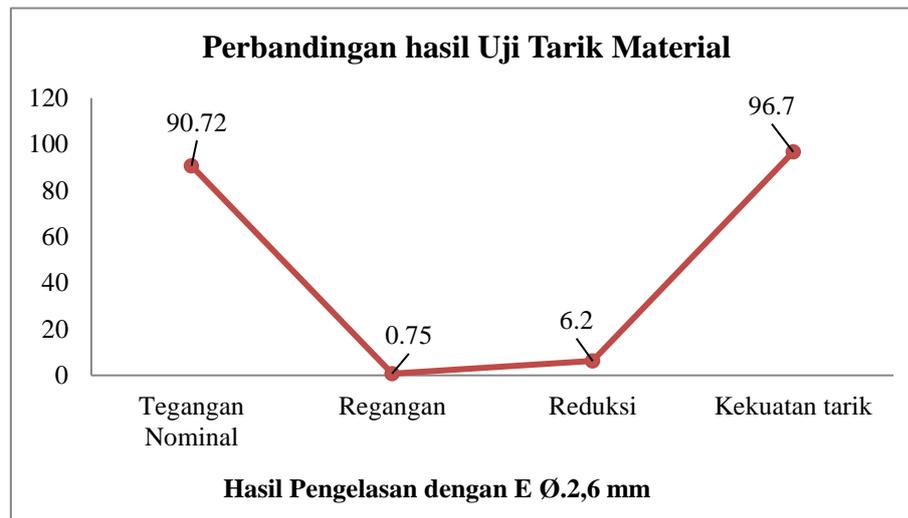
W : Beban maksimum (Kg)

A_1 : Luas Penampang akhir material (mm²)

Berdasarkan persamaan diatas, maka kekuatan tarik material logam hasil pengelasan beda diameter elektroda diameter 2,6 mm berikut:

$$\sigma = \frac{W}{\Delta A} = \frac{9072}{93,82} = 96,7 \text{ kg/mm}^2$$

Berdasarkan hasil uji tarik secara keseluruhan yang diamati pada material (spesimen uji) berupa tegangan nominal yang dihasilkan, prosentase regangan (reaksi atas tegangan yang dialami), prosentase reduksi logam (baja St 40) dan kekuatan tarik baja yang dilas dengan model elektroda berdiameter 2,6 mm digambarkan dalam gambar grafik 3 berikut ini;



Gambar 3. Grafik Tegangan Nominal, Regangan, Reduksi dan kekuatan Tarik Hasil Ekspserimen

Sumber: (Hasil Penelitian 2023)

Berdasarkan Gambar 3 di atas, maka diketahui bahwa baja St.40 yang dilas dengan elektroda berdiameter 6,2 memiliki hasil uji tarik yang lebih baik dalam hal regangan, reduksi logam dan kekuatan tarik. Tegangan nominal diawal penelitian memang sengaja dibuat sama pada kedua perlakuan dengan asumsi bahwa kedua material akan menerima tegangan dari luar yang sama besar.

Pembahasan

Penggunaan elektroda dalam suatu proses las busur listrik merupakan suatu keharusan karena elektroda merupakan salah satu komponen inti (*tools*) selain mesin las (*travo*), dan perlengkapan utama lainnya. Elektroda adalah suatu material pengumpan/pengisi pada celah (*grove*) atau juga disebut bahan pengumpan pada suatu proses pengelasan atau penambah untuk mengisi celah (*grove*) antara dua material yang

terbuat dari baja batangan terbungkus oleh fluks. Peran elektroda adalah memberikan isian metal pada proses penyambungan logam.

Berdasarkan spesifikasi standar yang diberikan oleh *American welding society* untuk E 6013 memiliki kekuatan tarik minimum sebesar 60.000 psi/ 42 kg/mm² untuk semua elektroda yang berdiameter pada kisaran (1,2-7) mm. pertanyaannya adalah berapakah kekuatan tarik maksimum untuk elektroda pada kisaran diameter (1,2-5) mm, khususnya elektroda yang paling komersial dikalangan perbengkelan yaitu elektroda dengan diameter 2,6 dan 3,2 mm.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa dari tiga kali pengujian untuk specimen menghasilkan data kekuatan tarik yang dimiliki oleh elektroda berdiameter 2,6 mm pada beban maksimum 96,7 kg/mm².

Tegangan Nominal yang dihasilkan dari hasil pengelasan menggunakan elektroda Ø 26 mm adalah sebesar 90,72 kg/mm², Regangan yang dihasilkan apabila dibandingkan dengan pengelasan dasar maka didapat hasil sebesar 0,75 kg/mm², Sedangkan reduksi yang dihasilkan sebesar 6,2 kg/mm².

Perbedaan dalam hal sifat mekanik bahan khususnya pada kekuatan tarik akibat penggunaan Elektroda berbeda diameter pada suatu model pengelasan khususnya pengelasan busur listrik. dimana Hasil penelitian ini membuktikan bahwa Elektroda berdiameter 2,6 mm pada taraf uji 95% memiliki kekuatan tarik yang baik.

PENUTUP

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan maka disimpulkan penggunaan bahan pengelasan Elektroda Ø 26 mm memiliki kekuatan tarik yang lebih baik (96,7 kg/mm²). Tegangan Nominal yang dihasilkan dari hasil pengelasan menggunakan elektroda Ø 26 mm adalah sebesar 90,72 kg/mm², Regangan yang dihasilkan apabila dibandingkan dengan pengelasan dasar maka didapat hasil sebesar 0,75 kg/mm², Sedangkan reduksi yang dihasilkan sebesar 6,2 kg/mm². Dari hasil yang didapat maka penggunaan elektroda las dengan diameter Ø 26 mm masih bisa dapat digunakan untuk melakukan penyambungan material dengan metode pengelasan busur listrik.

Saran

Berdasarkan kesimpulan diatas, maka disarankan beberapa hal sebagai berikut:

Immanuel Adam Tnunay, Damianus Manesi, Marsianus M.F Hanmina, Boy Bistolen, Elkana Bilak Lopo
Analisis Uji Tarik Pada Hasil Pengelasan Busur Listrik Menggunakan Elektroda Berdiameter 2.6 mm Pada Plat St 40 Dengan Ketebalan 4 mm

1. Hasil penelitian yang menempatkan elektroda berdiameter \varnothing 2,6 mm memiliki kekuatan tarik yang baik dengan model pengelasan busur listrik dengan elektroda 6013, disarankan kepada peneliti lanjutan untuk meneliti aspek efisiensi dan penggunaan besaran arus terhadap proses pengelasan.
2. Penggunaan elektroda 6013 diameter \varnothing 2,6 diperuntukan untuk mengelas benda-benda dengan ketebalan yang tipis. Oleh karena itu dibutuhkan keahlian lebih sehingga tidak berdampak pada kerusakan material kerja.

DAFTAR PUSTAKA

- Hafid, H., Balfas, M., Habib, F., & Fitrah, M. A. (2022). Analisis Perbandingan Kekuatan Tarik Pada Baja St. 37 Dengan Proses Pengelasan SMAW, GMAW DAN GTAW. *J-Move Jurnal Teknik Mesin FT UMI*, 4(1), 8–13.
- Mihrozi, M. I., Mufarida, N. A., & Kosjoko. (2018). Pengaruh Diameter Elektroda Terhadap Uji Tarik Las SMAW. *J-Proteksion*, 2(2), 23–28. <https://doi.org/10.32528/jp.v2i2>
- Muhsin, Suardy, & Suryadi. (2018). *Analisis Perbandingan Kualitas Las SMAW Kampuh V dengan Uji Bending pada Baja ST 37*.
- Zaenal Mawahib, M., Jokosisworo, S., & Yudo, H. (2017). Pengujian Tarik Dan Impak Pada Pengerjaan Pengelasan SMAW Dengan Mesin Genset Menggunakan Diameter Elektroda Yang Berbeda. In *KAPAL* (Vol. 14, Issue 1). <http://ejournal.undip.ac.id/index.php/kapal>