

Analisis Numerik Kekuatan Tarik Plat Baja Karbon Rendah Yang Disambung Dengan Pengelasan Menggunakan Software Solidworks

Iqbal Tanjung^{1*}, Affandi², Arya Rudi Nasution³

*Email corresponding author: iqbaltanjung@umsu.ac.id

^{1,2,3}Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, Medan, Indonesia (Jl. Kapten Muchtar Basri No.4B)

Article history: Received: 18 Oktober 2021 | Revised: 19 Maret 2022 | Accepted: 18 April 2022

Abstract. *Objektif dari penelitian ini adalah untuk mengamati kekuatan tarik dan distribusi tegangan pada plat baja karbon rendah yang disambung menggunakan pengelasan Menggunakan Software Solidworks®. Pada studi ini jumlah spesimen yang akan uji berjumlah tiga spesimen. Spesimen uji merupakan lembaran plat baja karbon rendah tebal 1,6 mm yang disambung menggunakan pengelasan dengan jenis SMAW. Sebelum dilakukan proses pembentukan material spesimen terlebih dahulu diuji komposisinya menggunakan Optical Emission Spectroscopy (OES). Geometri spesimen uji pada studi ini merujuk pada standar ASTM E8. Pengujian Tarik specimen dilakukan menggunakan UTM (universal testing machine) dengan spesifikasi hidrolis 5000 kgf. Selanjutnya pemodelan spesimen dibangun dan dimeshing menggunakan software solidworks 2020. Pada penelitian ini jenis elemen yang digunakan adalah elemen segitiga dan dilakukan proses adaptif mesh pada model spesimen. Proses meshing dilakukan dengan beberapa variasi panjang sisi elemen. Hasil pengujian tarik menunjukkan ketiga spesimen memiliki nilai kekuatan tarik yang tidak jauh berbeda pada kisaran ± 46.19 kgf/mm². Hasil pengujian menunjukkan kerusakan spesimen terjadi pada area yang berdekatan dengan sambungan pengelasan. Hasil simulasi menunjukkan tegangan yang terjadi pada setiap variasi panjang sisi elemen memiliki trend nilai yang menurun, namun penurunan nilai ini tidak signifikan dan cenderung memiliki nilai yang konstant pada rentang 2,45 sampai 2,49 N/m². Dari hasil simulasi didapat panjang sisi elemen 2 dan 4 memiliki nilai yang paling mendekati hasil eksperimen. Hasil ini sesuai dengan kaidah yang berlaku dimana daerah yang disambung dengan pengelasan memiliki ketaguhan yang lebih baik dari area lainnya.*

Keywords - Baja Karbon Rendah; las SMAW; Kekuatan Tarik; Analisis Numerik dan Solidworks®

Abstrak. *The objective of this research is to observe the tensile strength and stress distribution on low carbon steel plates which are joined by welding using Solidworks Software®. In this study the number of specimens to be tested amounted to three specimens. The test specimen is a 1.6 mm thick low carbon steel plate which is joined using SMAW welding. Prior to the process of forming the specimen material, its composition was first tested using Optical Emission Spectroscopy (OES). The geometry of the test specimen in this study refers to the ASTM E8 standard. Tensile testing of specimens is carried out using UTM (universal testing machine) with hydraulic specifications of 5000 kgf. Furthermore, the specimen modeling was built and meshed using the SolidWorks 2020 software. In this study, the type of element used is a triangular element and an adaptive mesh process is carried out on the specimen model. The meshing process is carried out with several variations in the length of the side elements. The results of the tensile test showed that the three specimens had a tensile strength value that was not much different in the range of ± 46.19 kgf/mm². The test results show that the specimen damage occurred in the area adjacent to the welding joint. The simulation results show that the stress that occurs in each variation of the side length of the element has a decreasing value trend, but this decrease in value is not significant and tends to have a constant value in the range of 2.45 to 2.49 N/m². From the simulation results, the side lengths of elements 2 and 4 have the closest values to the experimental results. This result is in accordance with the applicable rules where the area that is joined by welding has better toughness than other areas.*

Kata Kunci - Low Carbon Steel; SMAW Welding; Tensile strength; Numerical Analysis and Solidworks®

PENDAHULUAN

Beberapa tahun belakangan ini perkembangan industri konstruksi mengalami peningkatan yang sangat pesat. Pada sebuah desain struktur, kekuatan sambungan merupakan hal yang sangat penting untuk mencegah terjadinya proses kegagalan terhadap struktur yang disambung. Beberapa metode penyambungan material yang umum digunakan dalam industri konstruksi adalah pengelasan. Pengelasan merupakan salah satu proses penyambungan material dengan melakukan peleburan bahan melalui pemanasan dengan suhu yang ditentukan menggunakan bahan pengisi. Secara harafiah pengelasan didefinisikan sebagai proses penyambungan terhadap logam dengan memanfaatkan energy panas.

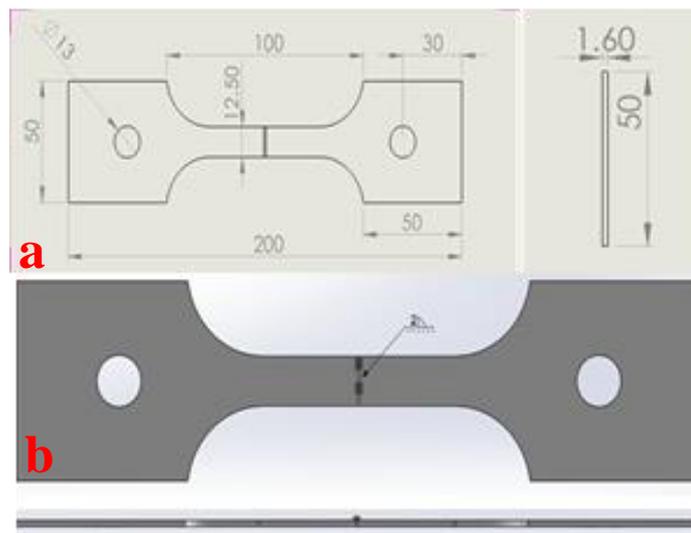
Salah satu keunggulan pengelasan ialah konstruksinya yang ringan, dapat menahan beban yang tinggi serta cukup ekonomis. Hal ini menyebabkan metode penyambungan ini banyak diaplikasikan pada sambungan sebuah konstruksi [1-2].

Beberapa faktor yang mempengaruhi kekuatan sambungan las diantaranya adalah kuat arus yang digunakan ketika proses pengelasan, tegangan busur, kecepatan pengelasan, besarnya penembusan dan polaritas listrik. Salah satu metode yang digunakan untuk mengetahui kekuatan sambungan las ialah dengan melakukan pengujian merusak pada hasil sambungan las itu sendiri. Umumnya para peneliti melakukan pengujian tarik (tensile test) untuk mengetahui kekuatan dari sambungan hasil pengelasan pengelasan. Dari hasil pengujian ini sifat fisis dan mekanik dari hasil sambungan pengelasan dapat diketahui. Namun pengujian merusak ini membutuhkan waktu yang lama dan menghabiskan biaya yang cukup besar [3-4].

Metode elemen hingga (finite element method) telah secara luas diaplikasikan dan berhasil menyelesaikan banyak permasalahan rekayasa teknik termasuk kekuatan tarik pada sebuah sambungan material [5-6]. Pendekatan ini lebih efisien dan memiliki hasil yang cukup memuaskan. Sehingga penyelesaian masalah rekayasa sambungan pengelasan menggunakan metode elemen hingga menjadi topik yang sangat menjanjikan.

METODE

Pada studi ini spesimen uji merupakan lembaran plat baja karbon rendah tebal 1,6 mm yang disambung menggunakan pengelasan dengan jenis SMAW. Jenis plat diketahui berdasarkan pengujian komposisi material spesimen menggunakan Optical Emission Spectrometer (OES) [7]. Adapun tahapan awal adalah melakukan pembentukan spesimen melalui proses pemesinan sehingga mengikuti standar yang dirujuk. Geometri spesimen uji pada studi ini merujuk pada standar ASTM E8 [8] yang ditunjukkan pada Gambar 1.



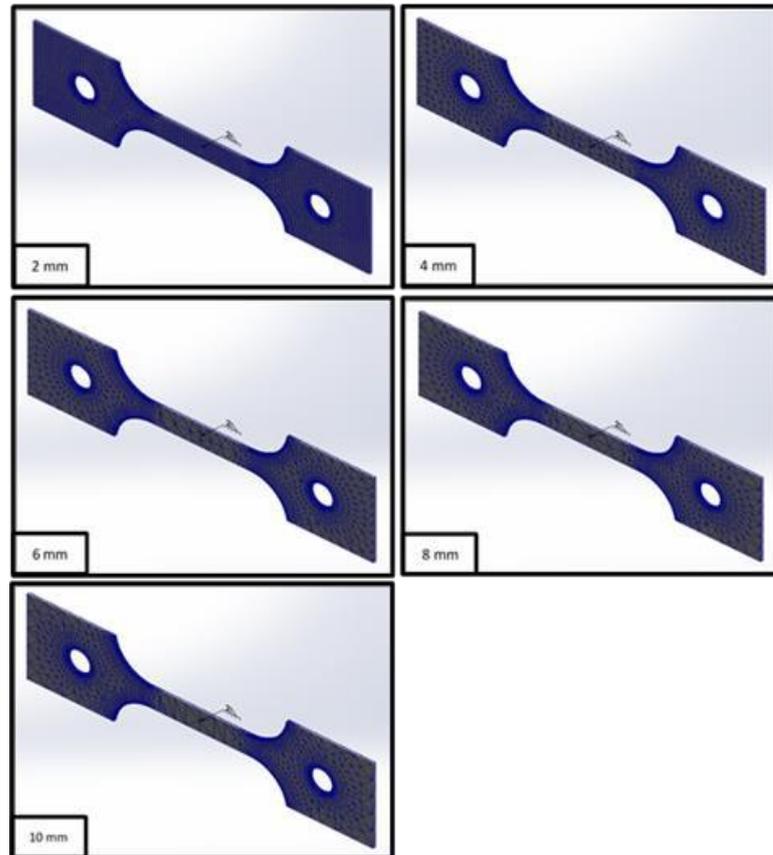
Gambar 1. (a) Material Spesimen Uji; (b) Dimensi dan Pemodelan Spesimen Uji.

Setelah proses pembentukan dan penyambungan spesimen selesai tahapan selanjutnya adalah melakukan pengujian tarik pada spesimen. Pada studi ini jumlah spesimen yang akan uji berjumlah tiga spesimen. Pengujian ini dilakukan menggunakan UTM (universal testing machine) dengan spesifikasi hidrolik 5000 kgf. Hasil pengujian kemudian dikumpulkan dan dianalisis yang selanjutnya digunakan sebagai input data pada pengujian numerik menggunakan software solidwork.

Tahapan selanjutnya adalah membuat pemodelan untuk melakukan analisis numerik. Model spesimen dibangun dan dimeshing menggunakan software solidworks 2020 [9-11]. Model geometri terbagi menjadi dua bagian yang selanjutnya disambung dengan properties welding pada solidworks. Setelah seluruh rangkaian selesai model spesimen kemudian dimeshing. Pada penelitian ini jenis elemen yang digunakan adalah elemen segitiga dan dilakukan proses adaptif mesh pada model specimen. Proses meshing dilakukan dengan beberapa variasi panjang sisi elemen. Variasi panjang sisi elemen dan hasil pada proses meshing dilampirkan pada Tabel 1 dan Gambar 2.

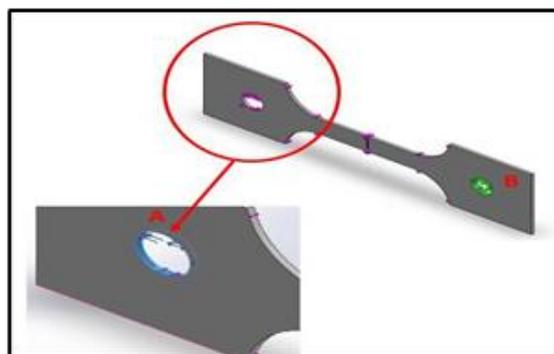
Tabel 1. Variasi Panjang Sisi Elemen

No	Panjang Sisi Elemen	Jumlah Node	Total Elemen
1	2	43913	23635
2	4	31163	16684
3	6	30579	16475
4	8	30269	16305
5	10	30218	16299



Gambar 2. Hasil Meshing Setiap Variasi.

Pada studi ini kondisi batas yang ditentukan adalah pemberian titik fixed support dan input gaya statik linear yang ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Kondisi Batas Simulasi: (a) Fixed, (b) Input Gaya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Pengujian Komposisi Material

Pengujian komposisi material dilakukan untuk mengetahui jenis spesimen yang digunakan. Pengujian komposisi material dilakukan menggunakan Optical Emission Spectroscopy (OES). Berdasarkan hasil pengujian komposisi didapat material spesimen uji tergolong dalam baja karbon rendah, hal ini sesuai dengan komposisi kadar karbon pada suatu material baja [7] dimana baja karbon rendah memiliki komposisi karbon < dari 0,3 % C. Hasil pengujian komposisi pada material spesimen uji ditunjukkan pada Tabel 2 di bawah ini.

Tabel 2. Hasil Pengujian Komposisi Material

Fe	C	Si	Mn	P
96,5	0,189	0,0461	1,18	0,018
S	Cr	Mo	Ni	Al
0,013	0,0449	0,051	1,7	0,047
Co	Cu	Nb	Ti	Pb
<0,0010	0,0272	0,0436	0,006	0,022

B. Hasil Pengujian Tarik Spesimen

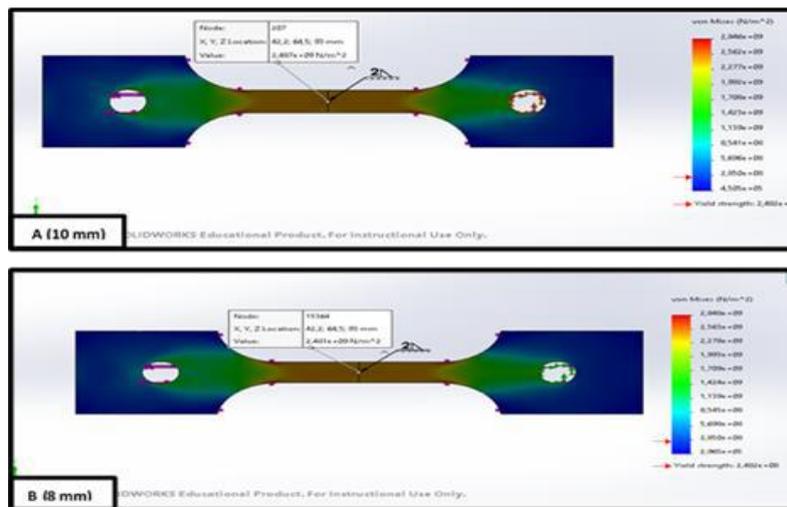
Hasil pengujian tarik menunjukkan ketiga spesimen memiliki nilai kekuatan tarik yang tidak jauh berbeda pada kisaran ± 46.19 kgf/mm². Hasil pengujian menunjukkan kerusakan spesimen terjadi pada area yang berdekatan dengan sambungan pengelasan. Hal ini sesuai dengan kaidah yang berlaku dimana daerah yang disambung dengan pengelasan memiliki ketaguhan yang lebih baik dari area lainnya [3]-[12]. Nilai kekuatan tarik hasil pengujian ini kemudian dimasukkan sebagai input data pada simulasi numerik menggunakan software solidworks. Hasil pengujian spesimen sebelum dan sesudah dilakukan pengujian tarik ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Hasil Pengujian Tarik Spesimen.

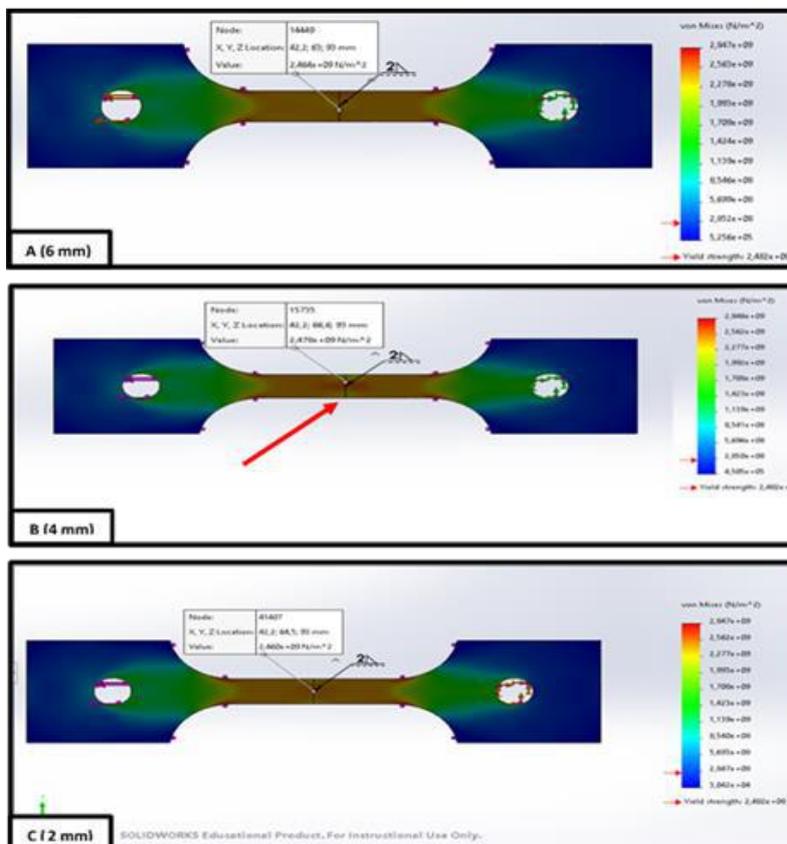
C. Hasil Simulasi Numerik Menggunakan SolidWork

Hasil simulasi pada setiap variasi panjang sisi elemen ditunjukkan pada gambar 9 dan gambar 10. Berdasarkan hasil yang didapat terjadi perbedaan distribusi tegangan yang terjadi pada permukaan spesimen. Pada variasi panjang sisi elemen 10 dan 8. Distribusi yang terjadi pada permukaan spesimen memiliki nilai yang seragam ini dapat dilihat dari sebaran warna distribusi pada hasil pengujian. Hasil simulasi panjang sisi elemen 10 dan 8 ditunjukkan pada Gambar 5.



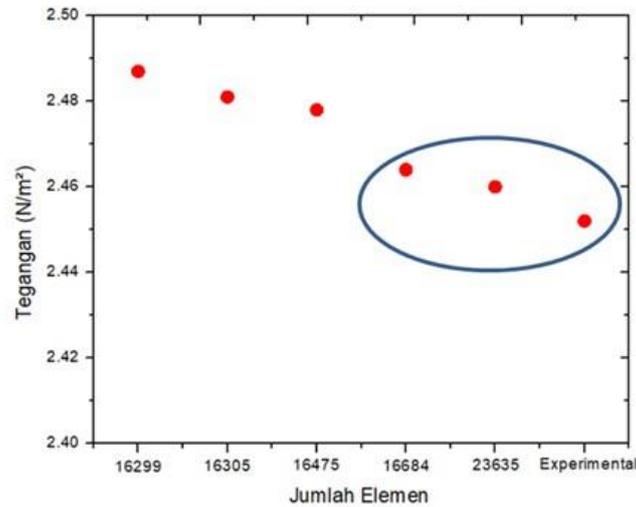
Gambar 5. Distribusi Tegangan Spesimen Panjang Sisi Elemen 10 dan 8.

Simulasi dilanjutkan pada panjang sisi elemen 6. Hasil simulasi menunjukkan terjadi perbedaan distribusi tegangan pada permukaan area sambungan spesimen, ini dapat dilihat terdapatnya titik titik warna distribusi berbeda pada hasil simulasi. Perbedaan distribusi ini semakin terlihat jelas pada hasil simulasi dengan panjang sisi elemen 4 dan 2. Ini dapat dilihat jelas di ujung area sambungan, hal ini menunjukkan sebaran distribusi menjadi lebih merata dan sebaran ini sesuai dengan kaidah pada umumnya dimana area yang disambung dengan pengelasan memiliki permukaan yang lebih tangguh dibandingkan area permukaan lainnya. Hasil simulasi panjang sisi elemen 6, 4 dan 2 ditunjukkan pada Gambar 6.



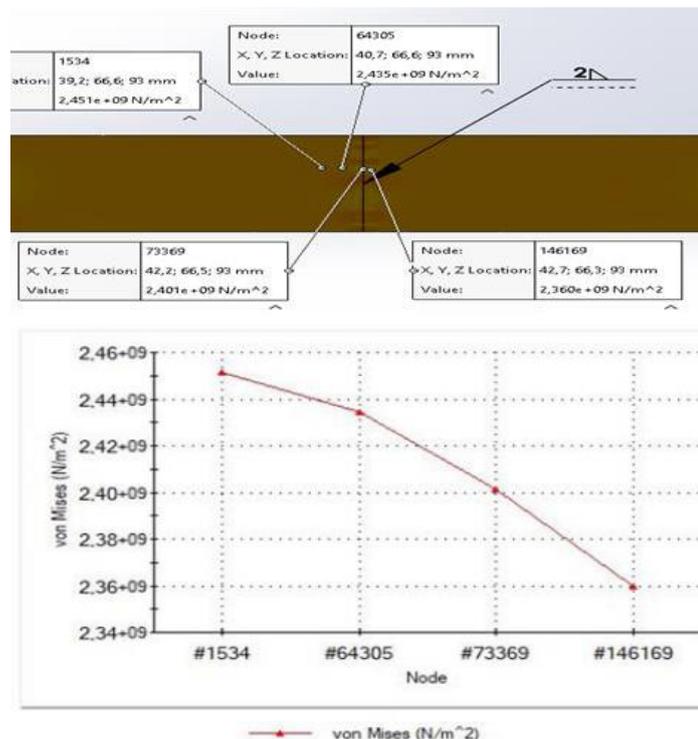
Gambar 6. Distribusi Tegangan Spesimen Panjang Sisi Elemen 6, 4 dan 2.

Hasil simulasi menunjukkan tegangan yang terjadi pada setiap variasi panjang sisi elemen memiliki trend nilai yang menurun, namun penurunan nilai ini tidak signifikan dan cenderung memiliki nilai yang konstant pada rentang 2,45 sampai 2,49 N/m². Dari hasil simulasi didapat panjang sisi elemen 2 dan 4 memiliki nilai yang paling mendekati hasil experimen. Pengaruh panjang sisi elemen terhadap hasil tegangan pada setiap variasi ditunjukkan pada Gambar 7.



Gambar 7. Presentase Hasil Simulasi dan Experimental.

Berdasarkan investigasi yang dilakukan, hasil simulasi sesuai dengan kondisi experimen yang dilakukan dimana tegangan tertinggi terjadi diluar area sambungan pengelasan, hal ini ditunjukkan dengan melakukan investigasi di beberapa titik node pada area yang berdekatan dengan sambungan pengelasan. Titik distribusi tegangan yang terjadi disekitar penampang sambungan ditunjukkan pada Gambar 8.



Gambar 8. Distribusi Tegangan Pada Area Pengelasan

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil studi yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa simulasi telah berhasil dilakukan pada geometri plat baja karbon rendah yang disambung dengan pengelasan. Hasil simulasi menunjukkan variasi panjang sisi elemen yang digunakan pada simulasi memiliki trend nilai yang menurun, namun penurunan nilai ini tidak signifikan dan cenderung memiliki nilai yang konstant pada rentang 2,45 sampai 2,49 N/m². Panjang sisi elemen 2 dan 4 memiliki nilai yang paling mendekati hasil experiment dan memiliki Distribusi tegangan terbaik diantara variasi lainnya. Selanjutnya hasil investigasi menunjukkan hasil simulasi sesuai dengan kondisi experiment yang dilakukan dimana tegangan tertinggi terjadi diluar area sambungan pengelasan, hal ini ditunjukkan dengan melakukan investigasi di beberapa titik node pada area yang berdekatan dengan sambungan pengelasan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis ingin mengucapkan apresiasi dan berterimakasih kepada LPPM (Lembaga Penelitian dan Pengabdian masyarakat) Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Penelitian ini didanai oleh program hibah internal umsu dengan nomor skema: 43/II.3- AU/UMSU-LP2M/C/2021

REFERENSI

- [1] H. Wiryo Sumarto and T. Okumura, "Teknologi Pengelasan Logam, Pradnya Paramita." Jakarta, 2000.
- [2] A. Azwinur, S. Syukran, and H. Hamdani, "Kaji Sifat Mekanik Sambungan Las Butt Weld Dan Double Lap Joint Pada Material Baja Karbon Rendah," SINTEK J. J. Ilm. Tek. Mesin, vol. 12, no. 1, pp. 9–16, 2018.
- [3] M. Z. Mawahib, S. Jokosisworo, and H. Yudo, "Penguujian Tarik Dan Impak Pada Pengerjaan Pengelasan SMAW Dengan Mesin Genset Menggunakan Diameter Elektroda Yang Berbeda," KAPAL J. Ilmu Pengetah. dan Teknol. Kelaut., vol. 14, no. 1, pp. 26–32.
- [4] J. W. Sowards, A. J. Ramirez, D. W. Dickinson, and J. C. Lippold, "Characterization of welding fume from SMAW electrodes-Part II," Weld. J, vol. 89, pp. 82–90, 2010.
- [5] G. W. Krutz and L. J. Segerlind, Finite element analysis of welded structures. Society of Automotive Engineers, 1976.
- [6] M. P. Groover, Fundamentals of modern manufacturing: materials, processes, and systems. John Wiley & Sons, 2020.
- [7] G. F. Vander Voort et al., "ASM handbook," Metallogr. Microstruct., vol. 9, pp. 40002–44073, 2004.
- [8] A. A. Kardak, L. A. Bilich, and G. B. Sinclair, "Stress Concentration Factors for ASTM E8/E8M-15a Plate Type Specimens for Tension Testing," J. Test. Eval., vol. 45, no. 6, pp. 2294–2298, 2017.
- [9] K. U. K. Umurani and T. Amri, "Desain Dan Simulasi Suspensi Sepeda Motor Dengan Solidwork 2012," J. Rekayasa Mater. Manufaktur dan Energi, vol. 1, no. 1, pp. 47–56, 2018.
- [10] J. E. Akin, Finite element analysis concepts: via SolidWorks. World Scientific, 2010.
- [11] M. Berković, S. Maksimović, and A. Sedmak, "Analysis of welded joints by applying the finite element method," Struct. Integr. Life, vol. 4, no.2, 2004.
- [12] R. C. Kusuma, S. Jokosisworo, and A. W. B. Santosa, "Analisis Perbandingan Kekuatan Tarik, Impak, Tekuk dan Mikrografi Aluminium 5083 Pasca Pengelasan TIG (Tungsten Inert Gas) dengan Media Pendingin Air Laut dan Oli," J. Tek. Perkapalan, vol. 5, no. 4, 2017.

Halaman ini sengaja dikosongkan