

Pengaruh Media Pendingin terhadap Porositas dan Kekuatan Tarik menggunakan Pengelasan SMAW DCSP pada Material Pipa Baja Karbon SCH40

Ubah Pandapotan, Mulyadi Mulyadi*

Universitas Muhammadiyah Sidoarjo

Abstrak: Pada penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh media pendinginan terhadap kekuatan tekan setelah dilakukan pengelasan SMAW pada material pipa baja karbon SCH 40 dan pengaruh pendingin terhadap cacat porositas setelah dilakukan pengelasan SMAW pada material pipa baja karbon SCH 40. Media pendinginan menggunakan Udara, Oli Bekas, *Coolant*, Air Sumur. Metode pengelasan yang digunakan SMAW DCSP, hasil pengelasan dilakukan pengujian tekan dan porositas. Dari hasil penelitian diperoleh material dengan media pendinginan air mempunyai nilai tegangan tarik tertinggi 61,33 Kgf/mm², *Coolant* 50,21 Kgf/mm², Oli bekas 44,33 Kgf/mm², Udara 40,18 Kgf/mm². Dari hasil penelitian ini diketahui material setelah dilakukan pengelasan dengan perbedaan media pendinginan (*quenching*) berpengaruh terhadap kekuatan tarik, dengan media pendinginan air mempunyai nilai tegangan tarik tertinggi dan regangan tertinggi dari media lainnya seperti oli bekas, *coolant*, udara.

Kata Kunci: Pipa SCH 40, SMAW DCSP, Uji Tarik

DOI:

<https://doi.org/10.47134/innovative.v3i3.108>

*Correspondence: Mulyadi

Email: mulyadi@umsida.ac.id

Received: 01-07-2024

Accepted: 15-08-2024

Published: 30-09-2024



Copyright: © 2024 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Abstract: This study aims to determine the effect of cooling media on compressive strength after SMAW welding on SCH 40 carbon steel pipe material and the effect of cooling on porosity defects after SMAW welding on SCH 40 carbon steel pipe material. Cooling media using Air, Used Oil, Coolant, Well water. The welding method used is SMAW DCSP, the results of the welding are compressive and porosity tests. From the results of the research, the material with water cooling media has the highest tensile stress value of 61.33 Kgf/mm², Coolant 50.21 Kgf/mm², used oil 44.33 Kgf/mm², Air 40.18 Kgf/mm². From the results of this study, it is known that the material after welding with different quenching media affects the tensile strength, with water cooling media having the highest tensile stress value and the highest strain from other media such as used oil, coolant, air.

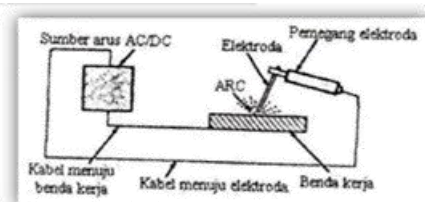
Keywords: Pipa SCH 40, SMAW DCSP, Tensile Stress

Pendahuluan

Baja adalah salah satu jenis logam yang paling banyak digunakan dalam bidang teknik (Rahul, 2024; Zhang, 2024; Fydrych, 2023; Santoro, 2023; Sirohi, 2023). Penggunaan baja dapat disesuaikan dengan kebutuhan karena banyak sekali macamnya dengan sifat dan karakter yang berbeda-beda ada beberapa hal yang membuat bahan ini banyak digunakan oleh manusia, antara lain karena jumlahnya yang cukup melimpah di alam ini (Alwarits et al., 2014). Baja karbon *steel* adalah material logam yang logam nya terbentuk dari unsur utama Fe dan unsur kedua yang berpengaruh pada sifat-sifatnya karbon (Alit et al., 2020). Pipa *hydrant schedule 40* (SCH 40) merupakan pipa *hydrant* yang digunakan untuk mengalirkan air supaya *system hydrant* dapat terimplementasi dengan baik secara teknis Pipa *hydrant schedule 40* ini salah satu pipa yang distandarkan oleh ANSI (American National Standards Institute) tentang ketebalan suatu pipa (Azwinur et al., 2017).

Dalam proses pengelasan SMAW sangatlah berkaitan dengan arus listrik dan elektroda, dimana besar kecilnya arus tergantung dari diameter dan jenis elektroda yang digunakan (González-González, 2023; Kumar, 2023, 2023; Prasanna, 2023; Sirohi, 2023). Dalam hal pengelasan, maka kedua bahan konduktor diwakili oleh logam induk (benda kerja) dan elektroda (Illanuri, 2015). Pada mesin las DC (*Direct Current*) yang menjadi anoda dan katoda tergantung pada polaritas yang diberikan. Pada polaritas lurus (DCSP = *Direct Current Straight Polarity*) logam induk dihubungkan pada kutub positif (+) dan menjadi anoda, sedangkan elektroda dihubungkan pada kutub negatif (-) menjadi katoda (Fitriyus, 2023; Gupta, 2023; Kumar, 2023; Ranjan, 2023; Wang, 2023). Sedangkan untuk polaritas terbalik (DCRP = *Direct Current Reverse Polarity*) yang terjadi adalah sebaliknya, logam induk sebagai katoda dan elektroda sebagai anoda. Pada mesin las AC (*Alternating Current*) logam induk dan elektroda secara bergantian menjadi anoda dan katoda. Pada polaritas DCSP menghasilkan pencairan material dasar lebih banyak dibanding elektrodanya sehingga hasil las mempunyai penetrasi yang dalam, sehingga baik digunakan pada pengelasan yang lambat, wilayah yang sempit dan untuk pelat yang tebal (Nova & Misbah, 2012).

Proses pengelasan SMAW (*Shielded Metal Arc Welding*) dilakukan dengan menggunakan energi listrik (AC/DC), energi listrik dikonversi menjadi energi panas dengan membangkitkan busur listrik melalui sebuah elektroda. Busur listrik diperoleh dengan cara mendekatkan elektroda las ke benda kerja/logam yang akan dilas pada jarak beberapa milimeter, sehingga terjadi aliran arus listrik dari elektroda ke benda kerja, karena adanya perbedaan tegangan antara elektroda dan benda kerja (logam yang akan dilas). Prinsip kerja pengelasan SMAW. Panas yang dihasilkan dapat mencapai 50000C, sehingga mampu melelehkan elektroda dan logam yang akan disambung untuk membentuk paduan (Saputra & Syarief, 2014).



Gambar 1. Prinsip kerja pengelasan SMAW

Uji tarik adalah salah satu uji *stress-strain* mekanik yang bertujuan untuk mengetahui kekuatan bahan terhadap gaya tarik (Sastranegara, 2009). Dengan menarik suatu bahan sampai putus maka dapat diketahui bagaimana suatu bahan tersebut bereaksi terhadap gaya tarik dan mengetahui sejauh mana material itu bertambah panjang. Penarikan gaya terhadap beban akan mengakibatkan terjadinya perubahan bentuk (deformasi) bahan tersebut (Souisa, 2011). Proses terjadinya deformasi pada bahan uji adalah proses pergeseran butiran kristal logam yang di akibatkan melemahnya gaya elektro magnetik setiap atom logam hingga terlepas ikatan tersebut oleh penarikan gaya maksimum.



Gambar 2. Proses Uji Tarik

Metode

Metode penelitian yang dilakukan pada penelitian ini adalah membuat rancangan desain dan menghitung waktu menurut teori perhitungan dan membandingkan dengan aktual pengerjaan di lapangan (Subekti, 2022). Di mana eksperimen dikerjakan di bengkel bubut dan menggunakan mesin bubut, *frais*, dan juga mesin bor. Berikut adalah metodologi penelitian dalam eksperimen kali ini.



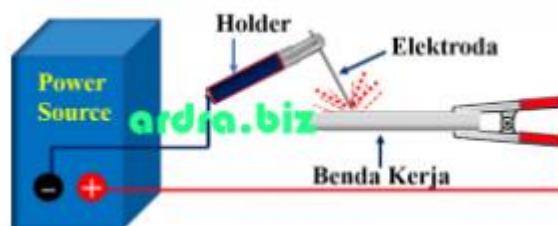
Gambar 3. Diagram Alir

Bahan yang akan di gunakan dalam pelaksanaan pengelasan pipa baja karbon *steel* SCH 40 dengan menggunakan pengelasan SMAW DCSP. Sebelum dilakukan pengelasan material akan dikampuh untuk membuat area pengelesan. Setelah dilakukan pengelasan, spesimen akan diberikan pengaruh yang berbeda-beda yaitu antara lain menggunakan media air, udara, oli, dan juga *coolant* untuk mencari tahu sifat mekanis dan juga porositas dari masing-masing spesimen.



Gambar 4. Bahan Pipa Baja Karbon Steel SCH40

Proses pengelasan las SMAW DCSP benda kerja dihubungkan dengan kutub positif mesin/travo dan *holder* elektroda dihubungkan dengan kutub negatif mesin/travo. 2/3 dari panas yang dihasilkan disalurkan ke benda kerja sedangkan 1/3 dialirkan ke elektroda, pada proses pengelasan SMAW DCSP yang penggunaannya untuk pengelasan dengan penetrasi dalam, dan temperatur tinggi pada benda kerja (Putra, 2014).



Gambar 5. Mesin Las SMAW DCSP

Sumber: <https://ardra.biz/topik/direct-current-straight-polarity-dcsp/>

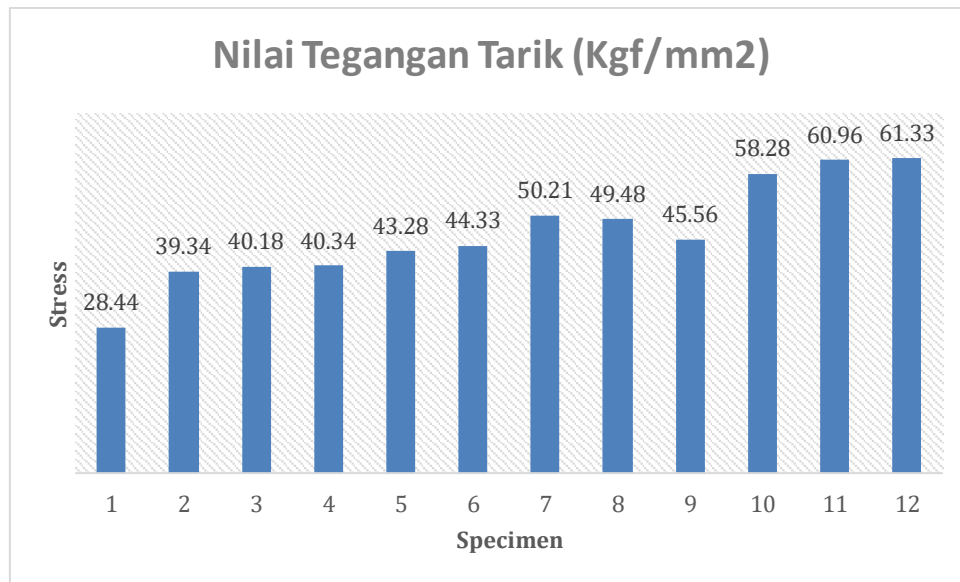
Hasil dan Pembahasan

Setelah dilakukan pengelasan menggunakan las SMAW DCSP pada material pipa baja karbon SCH 40 diperoleh sebuah hasil kekuatan tarik dan regangan seperti pada tabel 1 di bawah ini.

Tabel 1. Hasil Uji Tarik 12 Spesimen

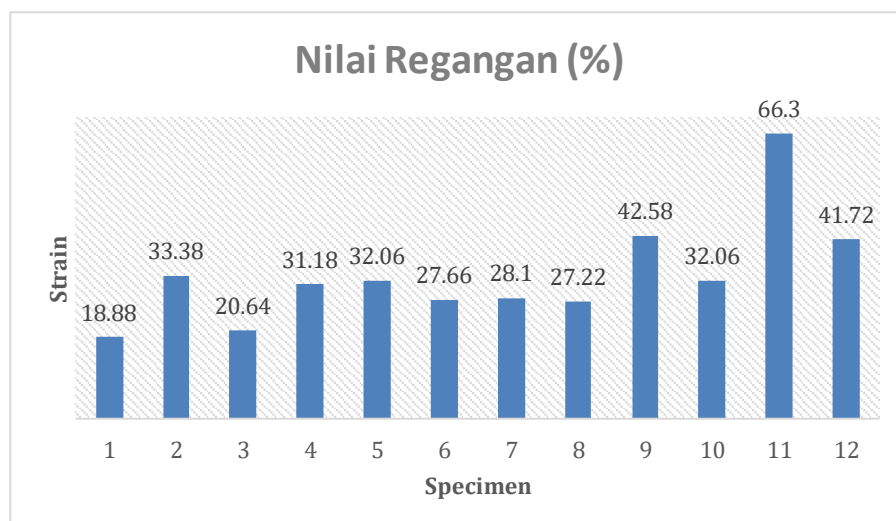
No. spesimen	Gaya (F) Kgf	Tegangan Kgf/mm ²	Regangan (*) %	L ₀ (mm)	L ₁ (mm) = L ₀ + (ΔL)	ΔL (mm)	Keterangan
1	4266	28,44	18,88	50	59,44	9,44	Udara
2	5901	39,34	33,38	50	66,69	16,69	Udara
3	4996,8	40,18	20,64	50	60,32	10,32	Udara
4	4613	40,34	31,18	50	65,59	15,59	Oli Bekas
5	6492,2	43,28	32,06	50	70,86	20,86	Oli Bekas
6	5209,2	44,33	27,66	50	63,83	13,83	Oli Bekas

No. spesimen	Gaya (F) Kgf	Tegangan Kgf/mm ²	Regangan (*) %	L ₀ (mm)	L ₁ (mm) = L ₀ + (ΔL)	ΔL (mm)	Keterangan
7	5879,6	50,21	28,1	50	64,05	14,05	Coolant
8	5834	49,48	27,22	50	63,61	13,61	Coolant
9	4793,2	45,56	42,58	50	71,29	21,29	Coolant
10	6619,8	58,28	32,06	50	66,03	16,03	Air Sumur
11	5499	60,96	66,3	50	83,15	33,15	Air Sumur
12	6492,2	61,33	41,72	50	70,86	20,86	Air Sumur



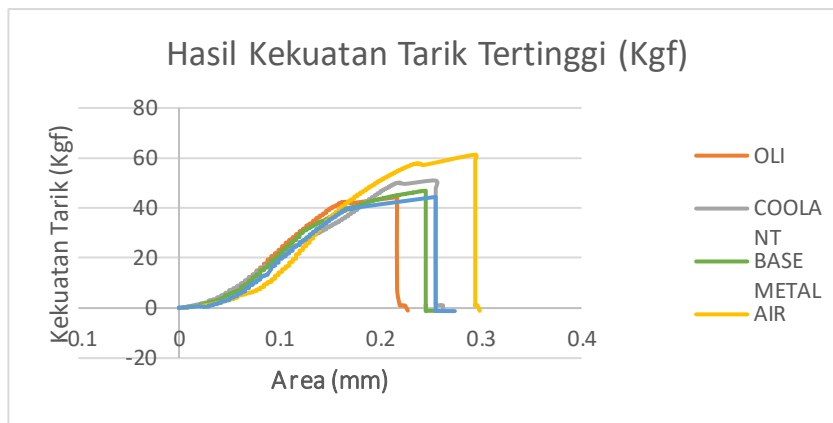
Gambar 6. Hasil Grafik Waktu Pembubutan Teori dan Aktual

Pada nilai tegangan tarik yang dilihat pada gambar 6 mendapatkan hasil dimana nilai tegangan tarik tertinggi terdapat pada spesimen 12 yaitu sebesar 61,33 Kgf/mm² yang sudah dilakukan proses *quenching* (pendinginan) dengan media pendinginan air sumur. Tegangan tarik terendah terdapat pada spesimen 1 yaitu sebesar 28,44 Kgf/mm² yang sudah dilakukan proses *quenching* (pendinginan) dengan media pendinginan Udara



Gambar 7. Diagram Nilai Regangan Uji Tarik

Pada nilai regangan yang dilihat pada gambar 4.23 mendapatkan hasil dimana nilai regangan tertinggi terdapat pada spesimen 11 yaitu sebesar 66,3 % yang sudah dilakukan proses *quenching* (pendinginan) dengan media pendinginan air sumur. Nilai regangan terendah terdapat pada spesimen 1 yaitu sebesar 18,88 % yang sudah dilakukan proses *quenching* (pendinginan) dengan media pendinginan Udara.



Gambar 8. Grafik kekuatan Tarik tertinggi Udara, Oli, Coolant, Udara

Dari semua spesimen Pipa Baja Karbon Steel SCH 40 yang sudah dilakukan tindakan dengan pengelasan dengan las SMAW DCSP didapatkan sebuah data bahwasanya dari semua material tersebut sesudah dilakukan pengelasan las SMAW DCSP dengan bermacam – macam media pendinginan seperti oli bekas, udara, *coolant* dan air, diketahui sesudah dilakukan tindakan pengelasan dan *quenching* (pendinginan) dengan media air menunjukkan material tersebut sangat keras dengan nilai tegangan Tarik tertinggi 61,33 Kgff/mm² daripada yang dilakukan *quenching* (pendinginan) dengan media oli bekas, *coolant* dan udara. Dan juga untuk hasil regangan tertinggi terdapat pada material yang sudah dilakukan pendinginan dengan media air dengan nilai regangan sebesar 66,3 % daripada yang dilakukan *quenching* (pendinginan) dengan media oli bekas, *coolant* dan udara. Dari semua hasil kekuatan Tarik pada media pendinginan Udara, Oli, *Coolant*, Air dan pada setiap tegangan tertinggi pada 4 media menunjukkan nilai kekuatan Tarik tertinggi pada air daripada kekuatan Tarik dengan media pendinginan yang lainnya.

Simpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dengan melakukan pengelasan pipa baja Karbon Steel SCH 40 dengan las SMAW DCSP dengan beberapa media pendinginan dan dilakukan pengujian tarik, maka dapat diambil kesimpulan bahwa, pengelasan SMAW DCSP pada pipa baja Karbon Steel SCH 40 dengan menggunakan beberapa media pendinginan seperti oli bekas, udara, dan air sangat berpengaruh terhadap nilai kekuatan Tarik dari hasil pengelasan tersebut dan dari hasil penelitian ini bisa digunakan untuk keperluan secara umum. Dengan perbedaan media pendinginan setelah dilakukan pengelasan berpengaruh terhadap kekuatan tarik, dengan media pendinginan air mempunyai nilai tegangan tarik tertinggi, dan regangan tertinggi diantara media pendingin lain seperti udara dan oli bekas.

Daftar Pustaka

- Alit, Ida Bagus, & I. Gede Bawa Susana. (2020). Pengaruh kecepatan udara pada alat pengering jagung dengan mekanisme penukar kalor. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 11(1), 77-84.
- Alwarits, Alwarits, Daswarman Daswarman, & M. Nasir. (2014). Pengaruh Media Pendingin Pada Proses Hardening Terhadap Peningkatan Kekerasan Baja Karbon Sedang. *Automotive Engineering Education Journals*, 3(4).
- Azwinur, Azwinur, Saifuddin A. Jalil, & Asmaul Husna. (2017). Pengaruh variasi arus pengelasan terhadap sifat mekanik pada proses pengelasan SMAW. *Jurnal Polimesin*, 15(2), 36-41.
- Fitriyus, G. (2023). Comparative Study on Welding Characteristics of FCAW and SMAW Welded ASTM A106 Grade B Based on ASME Standard. *AIP Conference Proceedings*, 2601. <https://doi.org/10.1063/5.0129578>
- Fydrych, D. (2023). Effect of Arc Strikes on High Strength Low Alloy Steels Welded by SMAW. *Advances in Science and Technology Research Journal*, 17(3), 160–169. <https://doi.org/10.12913/22998624/166061>
- González-González, C. (2023). Environmental and Economic Analyses of TIG, MIG, MAG and SMAW Welding Processes. *Metals*, 13(6). <https://doi.org/10.3390/met13061094>
- Gupta, A. (2023). Investigation of Thermophysical and Physicochemical Characteristics of $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2\text{-CaO-Na}_3\text{AlF}_6$ Flux for SMAW Electrode Coating. *Silicon*, 15(8), 3463–3477. <https://doi.org/10.1007/s12633-022-02258-6>
- Ilannuri, Anugrah V. (2015). Pengaruh Variasi Sudut Bending Pipa Seamless Sch 40 Terhadap Ketahanan Korosi pada Media Air Laut.
- Kumar, A. (2023). Investigation of the Wetting Behavior of Formulated SMAW Electrode Coating Fluxes With Regression and ANN Model. *Metallurgical and Materials Transactions B: Process Metallurgy and Materials Processing Science*, 54(1), 287–302. <https://doi.org/10.1007/s11663-022-02689-x>
- Kumar, A. (2023). Selection of electrode material for inconel 617/P92 steel SMAW dissimilar welds. *Journal of Pressure Vessel Technology, Transactions of the ASME*, 145(5). <https://doi.org/10.1115/1.4062794>
- Kumar, A. (2023). Wettability studies of formulated SMAW electrode coating fluxes with regression analysis and neural network approach. *Ceramics International*, 49(7), 10224–10237. <https://doi.org/10.1016/j.ceramint.2022.11.201>
- MK, Satria Nova, & Mohammad Nurul Misbah. (2012). Analisis Pengaruh Salinitas dan Suhu Air Laut Terhadap Laju Korosi Baja A36 pada Pengelasan SMAW. *Jurnal Teknik ITS*, 1(1), G75-G77.
- Pahleviannur, M. R. (2022). *Penentuan Prioritas Pilar Satuan Pendidikan Aman Bencana (SPAB) menggunakan Metode Analytical Hierarchy Process (AHP)*. Pena Persada.
- Pahleviannur, M. R., Ayuni, I. K., Widiastuti, A. S., Umaroh, R., Aisyah, H. R., Afiyah, Z., Azzahra, I., Chairani, M. S., Dhafita, N. A., & Rohmah, N. L. (2023). Kerentanan Sosial Ekonomi terhadap Bencana Banjir di Hilir DAS Citanduy Bagian Barat Kabupaten Pangandaran Jawa Barat. *Media Komunikasi Geografi*, 24(2), 189–205.

- Prasanna, N. (2023). Investigation of welding of dissimilar high thickness SA106 Gr.C carbon steel and SA335P12 alloy steel to eradicate the failure in boiler components fabricated through SAW and SMAW processes. *Engineering Failure Analysis*, 149. <https://doi.org/10.1016/j.engfailanal.2023.107252>
- Putra, Aji Erma. (2014). Analisis mechanical property dan jenis patrahan las pada uji tarik sambungan las gmaw dengan variasi sambungan las pada pipa baja stkm 13b. *Diss. Universitas Negeri Malang*.
- Rahul, M. (2024). Concurrent reduction of the fume and Cr (VI) concentrations of inhalable and respirable particle using a new covered stainless-steel SMAW electrode. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 12(1). <https://doi.org/10.1016/j.jece.2023.111632>
- Ranjan, R. (2023). Optimization of welding parameters and microstructure analysis of low frequency vibration assisted SMAW butt welded joints. *International Journal on Interactive Design and Manufacturing*. <https://doi.org/10.1007/s12008-023-01562-8>
- Santoro, L. (2023). Infrared in-line monitoring of flaws in steel welded joints: a preliminary approach with SMAW and GMAW processes. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 128(5), 2655–2670. <https://doi.org/10.1007/s00170-023-12044-2>
- Saputra, Hendi, & Akhmad Syarief. (2014). Analisis pengaruh media pendingin terhadap kekuatan tarik baja st37 pasca pengelasan menggunakan las listrik. *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin Unlam*, 3(2), 91-98.
- Sastranegara, Azhari. (2009). Mengenal Uji Tarik dan Sifat-sifat Mekanik Logam. *Situs informasi mekanika, material, dan manufaktur*.
- Sirohi, S. (2023). Metallurgical characterization and high-temperature tensile failure of Inconel 617 alloy welded by GTAW and SMAW—a comparative study. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part L: Journal of Materials: Design and Applications*, 237(9), 2046–2067. <https://doi.org/10.1177/14644207231171266>
- Sirohi, S. (2023). Microstructure and Mechanical Properties of Combined GTAW and SMAW Dissimilar Welded Joints between Inconel 718 and 304L Austenitic Stainless Steel. *Metals*, 13(1). <https://doi.org/10.3390/met13010014>
- Souisa, Matheus. (2011). Analisis Modulus Elastisitas dan Angka Poisson Bahan Dengan Uji Tarik. *BAREKENG: Jurnal Ilmu Matematika*, 5(2), 9-14.
- Subekti, Subekti, et al. (2022). Identifikasi Penyumbatan Aliran Air Pada Pipa Dengan Metoda Getaran. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 13(1), 57-65.
- Wang, C. (2023). Coupling effect of thermal aging and pre-strain on fracture behavior of SMAW welded joints. *Engineering Fracture Mechanics*, 283. <https://doi.org/10.1016/j.engfracmech.2023.109224>
- Zhang, Z. (2024). Effects of post-weld heat treatment on the microstructure and properties of the matching SMAW filler metal for weld joints in MarBN steel. *Welding in the World*. <https://doi.org/10.1007/s40194-023-01653-w>