

Analisa Perbandingan Kekuatan Tarik Material Baja *Hardox Steel* 450 dengan *Mild Steel* pada Pengelasan SMAW

Efrata Tarigan¹, Alexander Sebayang², Liwat Tarigan³, Faisal Fahmi Hassan⁴, Anasril⁵

¹ Prodi Teknik Konversi Energi, Politeknik Negeri Medan

² Prodi Teknologi Rekayasa Pengelasan dan Fabrikasi, Politeknik Negeri Medan

³ Prodi Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Medan

⁴ Prodi Teknik Konversi Energi, Politeknik Negeri Medan

⁵ Prodi Teknik Mesin, Politeknik Negeri Medan

Email: efratatarigan@polmed.ac.id¹, liwattarigan@polmed.ac.id²,
alexandersebayang@polmed.ac.id³, faisalhasan@polmed.ac.id⁴,
anasril@polmed.ac.id⁵

Abstrak

Pengelasan juga dapat diartikan sebagai proses penyatuan logam yang terjadi akibat adanya panas baik ada atau tidaknya pengaruh tekanan DIN (Deutsche Industrie Normen). Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui manakah yang lebih baik material hardox steel 450 dibandingkan dengan mild steel dalam hal uji tarik tegangan yield (ty) N/mm² dan tegangan ultimate (tu) N/mm² pada pengelasan SMAW. Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimen, dengan masing material diuji 5 spesimen. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Tegangan Yield (ty) N/mm² nilainya lebih besar pada setiap sample hardox steel 450 adalah 519,92 N/mm², 512,23 N/mm², 513,45 N/mm², 512,45 N/mm², dan 512,33 N/mm², dibandingkan dengan mild steel hanya 387,09 N/mm² 385,11 N/m², 392,22 N/mm², 388,32 N/mm², dan 389,65 N/mm². Begitu juga dengan tegangan ultimate (tu) N/mm² material hardox steel 450 lebih besar nilainya 613,55 N/mm², 615,43 N/mm², 613,46 N/mm², 612,45 N/mm², dan 612,33 N/mm², lebih besar dibandingkan dengan mild steel dengan nilai 415,09 N/mm², 425,15 N/mm², 412,52 N/mm², 418,32 N/mm², dan 419,65 N/mm². Hal ini dikarenakan material hardox 450 jauh lebih kuat dibandingkan dengan mild steel, hardox steel memiliki proses quenching dan tempering yang dikontrol dengan hati-hati di pabrik baja, selain itu material hardox dikeraskan secara menyeluruh. Kekerasan inti minimum adalah 90 % dari kekerasan permukaan minimum yang dijamin.

Kata kunci: Kekuatan Tarik, Tegangan Ultimate, Tengan Yield, Hardox Steel 450, Mild Steel

Abstract

Welding can also be interpreted as a metal joining process that occurs due to the presence of heat whether or not there is the influence of DIN (Deutsche Industrie Normen) pressure. The purpose of this study was to find out which hardox steel 450 material is better than mild steel in terms of tensile test yield stress (ty) N/mm² and ultimate stress (tu) N/mm² in SMAW welding. The research method used is the experimental method, with 5 specimens tested for each material. The results of the study show that the Yield Stress (ty) N/mm² is greater for each hardox steel 450 sample, namely 519.92 N/mm², 512.23 N/mm², 513.45 N/mm², 512.45 N/mm², and 512 .33 N/mm², compared to mild steel only 387.09 N/mm² 385.11 N/mm², 392.22 N/mm², 388.32 N/mm², and 389.65 N/mm². Likewise, the ultimate stress (tu) N/mm² for hardox steel 450 material has a greater value of 613.55 N/mm², 615.43 N/mm², 613.46 N/mm², 612.45 N/mm², and 612.33 N/mm², greater than mild steel with values of 415.09 N/mm², 425.15 N/mm², 412.52 N/mm², 418.32 N/mm², and 419.65

N/mm². This is because the hardox 450 material is much stronger than mild steel, hardox steel has a carefully controlled quenching and tempering process at the steel factory, besides that the hardox material is thoroughly hardened. The minimum core hardness is 90 % of the guaranteed minimum surface hardness.

Keywords : Tensile Strength, Ultimate Stress, Yield, Hardox Steel 450, Mild Steel

PENDAHULUAN

Pengelasan dapat di defenisikan sebagai ikatan metalurgi pada sambungan logam yang dilakukan pada saat logam tersebut mencair, atau pengelasan juga dapat diartikan sebagai proses penyatuan logam yang terjadi akibat adanya panas baik ada atau tidaknya pengaruh tekanan [DIN (Deutsche Industrie Normen)]. Di awal pengembangan teknologi las, pada dasarnya pengelasan hanya dipakai untuk penyambungan penyambungan dari reparasi yang sederhana, namun dengan berbagai perkembangan dalam praktek yang telah dilakukan, maka saat ini teknologi pengelasan dan konstruksi las telah menjadi sesuatu yang sangat penting di berbagai belahan dunia. Standarisasi las yang telah baku akan mempermudah ruang lingkup penggunaan pengelasan serta mampu membuat jenis bangunan konstruksi lebih besar. Teknologi las sangat berperan penting dalam dunia industri saat ini karena adanya Secara garis besar proses pengelasan merupakan proses penyambungan beberapa batang logam dengan menggunakan energi panas. Sifat logam merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi kualitas hasil pengelasan (Wiryosumarto, 2000). Perubahan sifat logam ini juga akan bergantung pada perubahan kenaikan temperature yang terjadi pada saat pengelasan karena proses penyambungan dengan las menggunakan panas. Panas yang diterima oleh logam memiliki peran yang sangat penting pada hasil pengelasan. Yang terjadi selama proses pengelasan adalah logam akan mengalami siklus termal dimana proses pemanasan dan pendinginan terjadi secara cepat sehingga terjadi proses deformasi yang berpengaruh pada kualitaas hasil pengelasan seperti cacat, ketangguhan sambungan, kekuatan tarik, serta struktur mikro mikro logam (Teguh Wiyono, 2012). Las SMAW (Shielded Metal Arc Welding) sering digunakan dalam proses pengelasan, karena perlengkapannya yang tidak rumit dan prosesnya dapat dipergunakan untuk berbagai hal. Menurut Gowthaman, Muthukumaran et al. 2016, las SMAW juga disebut sebagai las busur yaitu proses las dengan metode fusi, dimana pada saat menyatukan dua buah logam maka ujung-ujung kedua logam dicairkan dengan busur listrik antara elektroda dan benda kerja.

Semakin besar kuat arus listrik yang diberikan maka semakin besar pula panas masuk yang dihasilkan oleh ektroda dan wire feeder, dan sebaliknya semakin kecil kuat arus yang diberikan maka semakin kecil pula panas yang dihasilkan untuk mencairkan logam induk dan logam penyambung atau elektroda (Joko santoso, 2006). Variasi Kuat arus pengelasan Shiled metal arc welding pada penyambungan plate carbon steel ASTM A36 mempengaruhi kekuatan tarik dan kekerasan sambungan las. Pengaruh yang di timbulkan variasi kuat arus pengelasan terhadap kekutatan Tarik berada pada kategori kuat, sedangkan pengaruh variasai arus pengelasan terhadap kekerasan berada pada kategori sangat kuat (Adi Nugroho, Eko Setiawan, 2018) Pengaturan kuat arus pengelasan akan mempengaruhi hasil las. Bila arus yang digunakan terlalu rendah akan menyebabkan sukarnya penyalaan busur listrik. Busur listrik yang terjadi menjadi tidak stabil. Panas yang terjadi tidak cukup untuk melelehkan elektroda dan bahan dasar sehingga hasilnya merupakan rigi-rigi las yang kecil dan tidak rata serta penembusan kurang dalam. Sebaliknya bila arus terlalu tinggi maka elektroda akan mencair terlalu cepat dan akan menghasilkan permukaan las yang lebih lebar dan penembusan yang dalam sehingga menghasilkan kekuatan tarik yang rendah dan menambah kerapuhan dari hasil pengelasan (Arifin, 1997). Kuat arus dalam proses pengelasan juga akan mempengaruhi nilai kekuatan impak suatu logam yang di las. Semakin tinggi kuat arus yang diberikan pada saat proses pengelasan SMAW maka semakin tinggi pula nilai kekuatan impak dari logam hasil lasan tersebut (Hamid, 2016). Kuat arus pada proses pengelasan juga sangat mempengaruhi

kekuatan tarik dari logam. Sambungan las yang paling baik antara kuat arus 80 A, 90 A, dan 100A adalah terjadi pada arus 100 A dengan kekuatan tarik yang tinggi sebesar 44.08 kgf/mm² (Azwinur, Saifuddin A. Jalil, Asmaul Husna, 2017). Pengetahuan dalam pengelasan juga harus diperhatikan yang meliputi perencanaan, metode pengelasan, metode pemeriksaan, penggunaan spesimen, serta metode las yang akan dipergunakan. Kualitas hasil las dapat ditentukan dari bagaimana proses pengelasan, dan yang tidak kalah penting adalah bagaimana persiapan sebelum pelaksanaan pengerjaan las itu. Karena begitu besar peran pengelasan dalam proses manufaktur dan konstruksi sehingga sangat penting untuk dilakukan penelitian untuk mengetahui kekuatan logam hasil pengelasan dengan berbagai variabel yang akan diamati. Metode pengelasan yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah las busur listrik dengan material pembanding *hardox 450* dengan mild steel (Shielded Metal Arc Welding (SMAW) dan dengan menggunakan arus 140 A dan 120 A.

Karakteristik Hardox 450

Hardox 450 adalah baja tahan gesek dengan kekerasan nominal 450 HBW. Hardox® 450 menggabungkan kelenturan dan kemampuan las yang baik dengan opsi untuk ketangguhan impak yang terjamin (Hardox® 450 Tuf). Produk dapat digunakan di banyak komponen dan struktur berbeda yang dapat mengalami keausan. Hardox biasa disupply dalam bentuk pelat lembaran dan juga potongan. Hardox plate sampai saat ini tidak ada standart internasionalnya, mereka hanya dikelompokkan berdasarkan kekerasan 450 HBN, dan 500 HBN. Dalam ilmu metalurgi, HARDOX masuk dalam kategori fine-grain low alloy steel (baja paduan rendah dengan butir halus). Hardox di heat treatment dengan quenching dan tempering. mensyaratkan material Hardox juga mempunyai ketahanan gesek (wear resistance) yang tinggi, tangguh dan daya tahan terhadap beban kejut yang baik.

Hardox bukan termasuk jenis material tapi merek dagang (trademark) untuk wear resistant plate yang diproduksi oleh SSAB Swedia. Karena baja ini aus dengan sangat lambat bahkan di bawah beban mekanis yang berat, baja ini digunakan di banyak bidang industri.

[14.26, 17/4/2023] Alexander Sebayang: Experimen menunjukkan bahwa pelat lembaran HARDOX 450 dengan ketebalan 10 mm mampu menghentikan peluru dengan aman, tidak tembus dengan energi tumbukan 3000 J hingga 4000 J dan peluru tidak tembus bahkan dengan energi benturan hingga 6500 J pada arah miring

Keunggulan Hardox 450

Kemampuan Las (Weldability): Hardox 450 memiliki kemampuan las yang sangat baik dan dapat dilas - ke Hardox dan ke semua pelat struktural yang dapat dilas biasa menggunakan metode pengelasan fusi konvensional. Hardox 450 dapat dilas hingga ketebalan pelat gabungan 40 mm tanpa pemanasan awal. Pemotongan (Cutting): Pemotongan gas pelat Hardox itu mudah. Seperti pada semua pemotongan termal, zona yang terpengaruh panas terjadi pada permukaan pemotongan. Hardox 450 tebal harus dipanaskan terlebih dahulu sebelum pemotongan gas. Tekuk Tekan dan Gulung (Press and roll bending): Kemurnian, kerataan, dan kualitas yang konsisten membuat pelat Hardox sangat cocok untuk pembengkokan tekan dan gulung. Hardox 450 dapat dikerjakan di semua peralatan mesin, menggunakan alat dengan sisipan yang dapat diindeks dan dalam pengaturan yang stabil dan bebas getaran. Pelat hardox juga dapat dibor dalam mesin bor radial yang stabil. Dengan menggunakan alat yang sesuai, pelat Hardox juga dapat ditambah dan ditenggelamkan (countersunk)

Material *mild steel* atau dikenal dengan baja lunak merupakan material yang memiliki banyak fungsi serta keunggulan, maka tak heran logam ini dijadikan bahan dasar berbagai barang-barang dalam hidup kita sehari-hari seperti komponen mobil, dapur, rumah sakit dan masih banyak komponen lainnya. *Mild steel* merupakan logam yang multifungsi, hal ini karena keunikan sifat *mild steel* yang dipengaruhi kandungan karbon yang lebih rendah daripada baja, sekitar 0.05% hingga 0.25% dari berat totalnya. Sementara baja umumnya memiliki kandungan karbon antara 0.30% hingga 2.0%.

Berikut ini adalah sifat material *mild steel*:

1. Lunak

Kandungan karbon yang lebih rendah daripada baja pada umumnya membuat *mild steel* menjadi lebih lunak.

2. Mudah dibentuk

Karena sifatnya yang lunak *mild steel* menjadi mudah dibentuk. Proses manufakturnya juga lebih mudah dibanding baja umumnya (kita ambil contoh misalnya pengelasan).

3. Sulit diperkeras

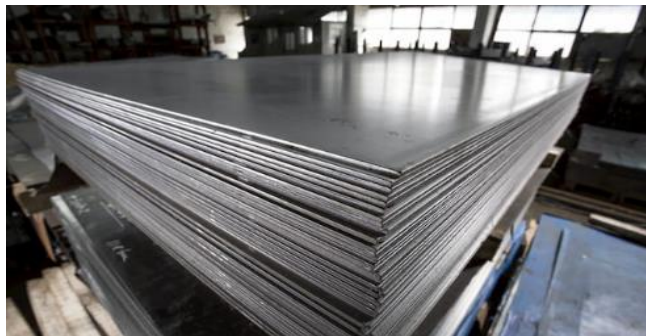
Kandungan karbon yang rendah pada *mild steel* membuat material ini sukar dikeraskan baik itu melalui perlakuan pemanasan maupun pendinginan material.

4. Sifat lain

Mild steel memiliki kekuatan tensil yang lebih rendah dari baja karbon tinggi atau baja alloy. Kandungan besi dan feritnya yang tinggi juga membuat *mild steel* bersifat magnetik. logam ini juga rentan berkarat namun dapat dalam industri dilakukan proses pengecatan pada benda berbahan dasar *mild steel* sehingga lebih tahan karat.



HARDOX 450



MILD STEEL

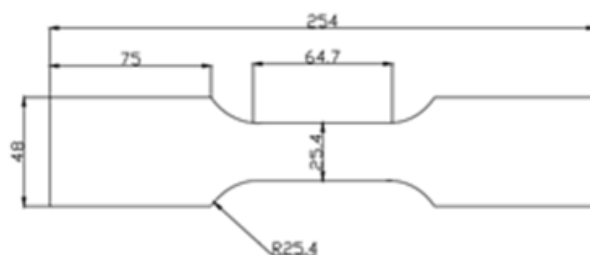
Gambar 1: Material Uji

METODE

METODE Metode yang dipilih dalam penelitian ini adalah metode eksperimen dengan mengelas material hardox 450 dan steel mild kemudian dibentuk sesuai ASTM E8 kemudian dilakukan uji Tarik kekuatan las masing-masing. Pada bagian pendahuluan telah ditunjukkan pecime dan lingkup penelitian sebagai berikut:

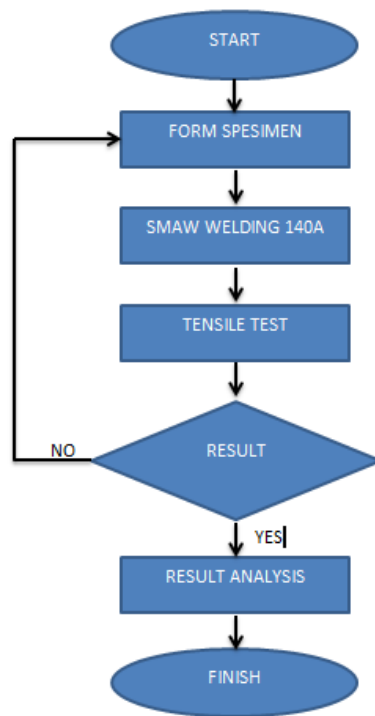
a. Jenis pengelasan : SMAW

b. Arus : 140 A. Bentuk pecimen mengikuti standarisasi ASTM E8 sebagai berikut:



Gambar 2 : Bentuk Spesimen

Diagram alur pengujian dapat dilihat pada gambar 3 berikut:



Gambar 3 Diagram Alir Pengujian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data hasil pengujian secara langsung. Pada penelitian ini terdapat 5 (lima) sampel tiap jenis material mild steel dan hardox steel 450, uji tarik dilakukan dengan unit *Tarnos* untuk mendapatkan data tegangan ultimate (tu) N/mm²

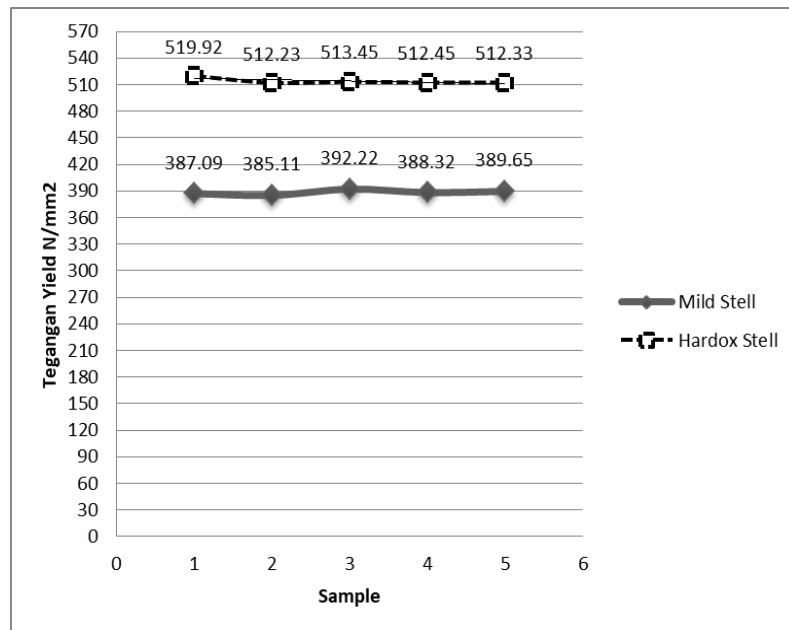
Tabel 1 berikut menyajikan data hasil pengujian Tegangan Yield (ty) N/mm² secara berurutan, dengan beberapa variasi perlakuan sesuai dengan desain eksperimen.

Tabel 1 Hasil Pengujian Tegangan Yield (ty) N/mm²

No	Spesimen	Tegangan Yield (Ty) N/mm ²				
		1	2	3	4	5
1	Mild Steel	387,09	385,11	392,22	388,32	389,65
2	Hardox Steel 450	519,92	512,23	513,45	512,45	512,33

Dari tabel 1 dapat dilihat hasil pengukuran tegangan yield (ty) pada setiap sampel pada setiap jenis material.

Dari tabel 1 dapat disajikan gambar grafik tegangan yield (ty) N/mm², pada jenis material.



Gambar 4 Grafik Tegangan Yield (ty) N/mm²

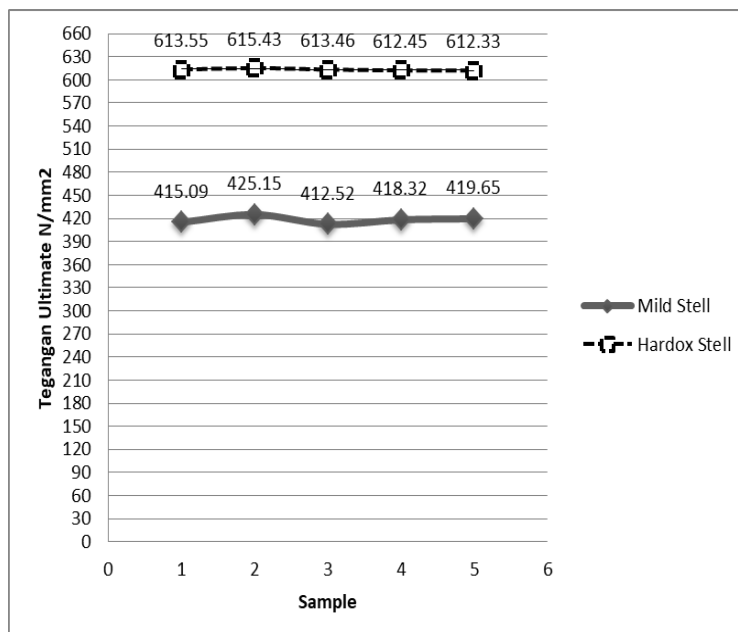
Tabel 2 berikut menyajikan data hasil pengujian Tegangan ultimate (tu) N/mm² secara berurutan, dengan beberapa variasi perlakuan sesuai dengan desain eksperimen.

Tabel 1 Hasil Pengujian Tegangan Ultimate (tu) N/mm²

No	Spesimen	Tegangan Ultimate (Tu) N/mm ²				
		1	2	3	4	5
1	Mild Steel	415,09	425,15	412,52	418,32	419,65
2	Hardox Steel 450	613,55	615,43	613,46	612,45	612,33

Dari tabel 1 dapat dilihat hasil pengukuran tegangan ultimate (tu) pada setiap sampel pada setiap jenis material.

Dari tabel 1 dapat disajikan gambar grafik tegangan ultimate (tu) N/mm², pada jenis material.



Gambar 5 Grafik Tengan Ultimate (tu) N/mm²

Dari gambar 4 dan 5 dapat dilihat bahwa pada setiap sampel pengujian nilai tegangan yield (t_y) N/mm^2 dan tegangan ultimate (t_u) N/mm^2 pada setiap sample jenis material mild steel dan hardox steel 450 pada pengelasan SMAW dapat dilihat bahwa hardox 450 memiliki nilai tegangan yield (t_y) N/mm^2 dan tegangan ultimate (t_u) N/mm^2 lebih besar dibandingkan dengan mild steel. Dapat dilihat pada hasil Tegangan Yield (t_y) N/mm^2 nilainya lebih besar pada setiap sample hardox steel 450 adalah 519,92 N/mm^2 , 512,23 N/mm^2 , 513,45 N/mm^2 , 512,45 N/mm^2 , dan 512,33 N/mm^2 , dibandingkan dengan mild steel hanya 387,09 N/mm^2 385,11 N/m^2 , 392,22 N/mm^2 , 388,32 N/mm^2 , dan 389,65 N/mm^2 . Begitu juga dengan tegangan ultimate (t_u) N/mm^2 material hardox steel 450 lebih besar nilainya 613,55 N/mm^2 , 615,43 N/mm^2 , 613,46 N/mm^2 , 612,45 N/mm^2 , dan 612,33 N/mm^2 , lebih besar dibandingkan dengan mild steel dengan nilai 415,09 N/mm^2 , 425,15 N/mm^2 , 412,52 N/mm^2 , 418,32 N/mm^2 , dan 419,65 N/mm^2 . Hal ini dikarenakan material hardox 450 jauh lebih kuat dibandingkan dengan mild steel, hardox steel memiliki proses quenching dan tempering yang dikontrol dengan hati-hati di pabrik baja, selain itu material hardox dikeraskan secara menyeluruh. Kekerasan inti minimum adalah 90 % dari kekerasan permukaan minimum yang dijamin.

SIMPULAN

Dari hasil penelitian maka dapat disimpulkan: material hardox 450 jauh lebih kuat dibandingkan dengan mild steel pada pengelasan SMAW pada setiap specimen, hal ini dikarenakan hardox steel memiliki proses quenching dan tempering yang dikontrol dengan hati-hati di pabrik baja, selain itu material hardox dikeraskan secara menyeluruh. Kekerasan inti minimum adalah 90 % dari kekerasan permukaan minimum yang dijamin.

DAFTAR PUSTAKA

- Analisa Perbandingan Kekuatan Tarik Hasil Pengelasan Plat Baja St 37 Dengan Menggunakan Metode Pengelasan Shielded Metal Arc Welding (Smaw) Dan Metal Inert Gas (Mig) Menggunakan Arus 140 A Dan 120 A A Sebayang, E Tarigan, S Siahaan 2021
- Analisa Gaya Tarik Terhadap Pelat Baja AISI 1045 pada Sambungan Las Metal Inert Gas (MIG) dengan Variasi Arus 80 A, 100 A, 120 A dan 140 A 2021
- Karakteristik Hasil Pengelasan Metal Inert Gas (MIG) Pada Plat Baja ST 37 Dengan Variasi Arus 120 A, 130 A, 140A, Dan 150A Alexander Sebayang, Efrata Tarigan, Faisal Fahmi Hasan, Anasril Anasril 2022
- Analysis of tensile strength on ST. 37 material with SMAW welding variations of SAE 10 oil and water cooling, Efrata Tarigan, Alexander Sebayang, Liwat Tarigan, Benar Surbakti, Piktora Tarigan 2023
- Wiryosumarto, H. dan Okumura, T. Teknologi Pengelasan Logam. 2000. Jakarta, PT. Pradya Paramita
- Taufik Akbar, Budie Santosa,. (2012). Analisa Pengaruh dari Welding Sequence Terhadap Tegangan Sisa dan Deformasi Pada Circular Patch Weld Double Bevel Butt-Joint Plat ASTM A36 Menggunakan Metode Element Hingga. JURNAL TEKNIK ITS Vol. 1, No. 1(Sept. 2012) ISSN: 2301-9271: 352 – 357
- Teguh wiyono. (2012), Penentuan Pengelasan Dissimilar Alluminium Dan Pelat Baja Karbon Rendah Dengan Variasi Waktu Pengelasan Dan Arus Listrik. Jurnal Foundry Vol. 2 No. 1 April 2012 ISSN 2087-2259 :20 – 25
- Azwinur, Saifuddin A. Jalil, Asmaul Husna. (2017). Pengaruh Variasi Arus Pengelasan Terhadap Sifat Mekanik Pada Proses Pengelasan SMAW. Jurnal Polimesin (ISSN: 1693-5462), Volume 15, Nomor 2, 36-41.
- Dody Prayitno, Harry Daniel Hutagalung, Daisman P.B. Aji. (2018). Pengaruh Kuat Arus Listrik Pengelasan Terhadap Kekerasan Lapisan Lasan pada Baja ASTM A316. Jurnal Dinamika Vokasional Teknik Mesin, Volume 3, Nomor 1, 1-6.

Hamid, A. (2016). Analisa Pengaruh Arus Pengelasan SMAW Pada Material Baja Karbon Rendah Terhadap Material Hasil Sambungan. Jurnal Teknologi Elektro, Universitas Mercu Buana (ISSN:2086-9479), 26-36.