

ANALISA UJI TEKUK MATERIAL BAJA SS400 PADA SAMBUNGAN LAS FCAW DENGAN VARIASI SETTING PARAMETER DAN VOLTASE

Muhamad Sukis¹, Galih Wibisono², Agus Prasetyo³

^{1,2,3}Universitas Al Hikmah Jepara

Korespondensi : sukis.muh.13@gmail.com

ABSTRAK

Baja SS 400 adalah jenis baja karbon rendah yang mempunyai kadar karbon dibawah 0,3%. Baja karbon rendah merupakan bahan utama untuk pembuatan konstruksi bangunan. Bahan ini diterapkan pada pengelasan FCAW las busur gas yang masih masuk dalam kategori pengelasan *Metal Inert Gas Welding*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui uji tekuk dari sambungan las baja ss 400 dengan kampuh single V *butt-joint* dan posisi pengelasan vertical up 3G dengan beberapa settingan parameter Ampere dan Voltase yang bervariasi yakni (Ampere/Voltase) 130/20.0, 145/21.5, dan 160/23.5. Penerapan Variasi parameter 120 ampere, 140 ampere dan 160 ampere memiliki pengaruh signifikan terhadap kualitas hasil las. Peningkatan parameter mengakibatkan penetrasi las yang lebih dalam. Hasil rata-rata menunjukkan uji tekuk (160 Ampere) memiliki Max load tertinggi sebesar 10.95 MPa, diikuti oleh uji tekuk (140 Ampere) sebesar 10.82MPa, dan yang terendah adalah uji tekuk (120 Ampere) sebesar 10.45 MPa. Hal ini menunjukkan bahwa material pada kondisi uji tekuk (160 Ampere) memiliki ketahanan awal terhadap deformasi yang paling tinggi. Hasil uii tekuk menunjukkan bahwa sambungan las dengan arus 160 ampere memiliki ketangguhan terbaik dibanding dengan variasi lainnya, ini menunjukkan keseimbangan antara kekuatan dan fleksibilitas material setelah proses pengelasan.

Kata kunci: *Baja SS 400, Pengelasan FCAW, Posisi Pengelasan, Jenis Kampuh, Tarik,*

ABSTRACT

SS 400 steel is a type of low-carbon steel with a carbon content below 0.3%. Low-carbon steel is the primary material used in building construction. This material is applied in FCAW (Flux-Cored Arc Welding) gas-shielded arc welding, which still falls under the category of Metal Inert Gas Welding. The purpose of this study is to investigate the bending test of SS 400 steel weld joints with a single V butt-joint groove and vertical up 3G welding position, using several variations of Ampere and Voltage parameters, namely (Ampere/Voltage) 130/20.0, 145/21.5, and 160/23.5. The application of current variations of 120 amperes, 140 amperes, and 160 amperes has a significant effect on the quality of the weld results. Increasing the current parameter results in deeper weld penetration. The average results show that the bending test at 160 amperes achieved the highest maximum load of 10.95 MPa, followed by the bending test at 140 amperes with 10.82 MPa, and the lowest was the bending test at 120 amperes with 10.45 MPa. This indicates that the material under the bending test condition at 160 amperes has the highest initial resistance to deformation. The bending test results demonstrate that weld joints with a current of 160 amperes possess the best toughness compared to other variations, showing a balance between strength and flexibility of the material after the welding process.

Keywords: *SS 400 Steel, FCAW Welding, Welding Position, Weld Type, Tensile*

PENDAHULUAN

Pengelasan merupakan bagian penting dalam rangkaian proses fabrikasi logam. Las adalah ikatan metalurgi pada sambungan logam atau paduan logam yang dilakukan dalam keadaan lumer. Proses ini menggabungkan dua potongan baja dengan memanaskannya hingga material pengisi (filler) dan logam dasar melebur lalu menyatu menjadi satu kesatuan, kelalaian pada proses pengelasan ini dapat menyebabkan kecacatan pada material yang terdiri dari cracks, undercut, slag inclusion, dll. Biasanya ini terjadi karena teknik pengelasan yang salah sehingga membuat permukaan material tidak terisi. Apabila terjadi kelalaian pada saat pengelasan dikhawatirkan dapat menurunkan kekuatan sambungan, mengurangi keandalan struktur, dan berpotensi menyebabkan kegagalan produk (Johan, C., Pineng, M., & Pakiding, M. 2023).

Baja SS 400 sangat dibutuhkan dalam pembuatan dasar konstruksi bangunan. Material ini adalah jenis baja karbon rendah yang sering dipakai karena memiliki sifat tahan benturan dan lentur. Material ini memiliki kekerasan 95–145 Brinell dan kekuatan tarik 320–550 MPa. baja ini umum dipakai untuk membuat kapal, jembatan, rangka bangunan, dan mesin. Namun baja SS400 tidak memiliki lapisan pelindung yang rentan terhadap korosi pada situasi seperti di lingkungan lembab, laut, dan industri kimia. Selain itu, kekuatan tariknya terbatas dibanding baja paduan sehingga kurang ideal untuk komponen mesin atau struktur yang menanggung beban berat dan getaran tinggi (Nata, O. D., Hidayat, M., & Rohman, S. A. 2021).

Klasifikasi posisi pengelasan dibagi menjadi empat bagian, yaitu 1G (pengelasan datar), 2G (horizontal), 3G (vertical), dan 4G (overhead). Pada proses pengelasan berkesinambungan, terutama dalam konstruksi, sering kali diperlukan pengelasan berurutan dengan berbagai posisi yang berbeda secara cepat. Perbedaan posisi ini akan memengaruhi hasil akhir, khususnya terhadap tingkat kekuatan dan kekerasan sambungan las (Sembiring, B. I., Budiarto, U., & Manik, P. 2024).

Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa baja SS 400 dengan jenis kampuh V dan posisi pengelasan 1G memiliki tegangan tekuk sebesar 569,41 MPa. Baja SS 400 dengan jenis kampuh V posisi pengelasan 2G memiliki tegangan tekuk sebesar 541,68 MPa. Baja SS 400 dengan jenis kampuh U posisi pengelasan 1G memiliki rata-rata kekuatan tarik sebesar 377 MPa, rata-rata regangan sebesar 39,33%, dan rata-rata modulus elastisitas sebesar 6,45 GPa (Maulid, R., & Tuparjono, T 2022).

Penelitian terdahulu lainnya membahas sambungan T-Joint pada baja SS 400 (mild steel) dengan metode pengelasan FCAW (Flux-Cored Arc Welding) menggunakan variasi posisi pengelasan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kekuatan tekan tertinggi sebesar 436,36 MPa diperoleh pada posisi 3F. Selain itu, pengujian visual memperlihatkan adanya perbedaan pada kedalaman penetrasi serta luas kampuh las yang terbentuk (Nurdiansyah, A. D., & Sakti, A. M. 2019).

Berdasarkan uraian latar belakang, penelitian ini difokuskan pada kajian hasil uji tekuk, serta analisis mikrofografi pada baja SS 400 setelah dilakukan pengelasan FCAW dengan kampuh single V butt-joint dan posisi Vertical Up 3G. Batasan penelitian ditetapkan pada penggunaan baja SS 400 dengan ketebalan pelat 10 mm, metode pengelasan FCAW, sambungan single V-Butt joint 60° Vertical Up 3G, elektroda AWS A5.20 E71-T, serta gas pelindung CO₂. Pengujian tarik dilakukan sesuai standar ASTM E8, sedangkan pengujian tekuk mengikuti ASTM E190-14, dengan total tiga spesimen yang diuji di laboratorium Teknik Mesin

Universitas Muria Kudus. Penelitian ini tidak melibatkan analisis perangkat lunak, melainkan hanya pengujian langsung. Hasil yang diharapkan adalah diperolehnya parameter ampere dan voltase yang optimal pada proses FCAW untuk baja SS 400, sehingga menghasilkan sambungan las yang tangguh dengan kualitas visual yang baik.

METODE PENELITIAN

1. Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data yang dilakukan dapat diambil dari buku-buku referensi, modul, artikel, dan observasi lapangan secara langsung. Objek yang diteliti pada penelitian ini adalah Baja SS 400, dimana jenis baja ini merupakan jenis baja karbon rendah yang sering digunakan untuk rangka konstruksi, termasuk rangka konstruksi dalam bangunan kapal seperti konstruksi lambung kapal



Gambar 1. Plat Baja SS 400

2. Variabel Penelitian

Ada beberapa Variabel dalam penelitian yang dilakukan oleh penulis. Beberapa Variabel dalam penelitian ini terdiri dari variable bebas, variable tetap, dan variable control.

a. Variabel Bebas

Variable bebas adalah *variable* yang sengaja dipelajari pengaruhnya terhadap variable terikat. Dalam hal ini variable bebasnya adalah variasi penerapan parameter ampere dan voltase pada proses pengelasan FCAW, yaitu :

1. Ampere 120, Voltase 20.0
2. Ampere 140, Voltase 21.5
3. Ampere 160, Voltase 23.0

b. Variabel Kontrol

Variabel kontrol adalah semua faktor yang mempengaruhi Karakteristik benda kerja yang dikenai perlakuan tetapi diabaikan. Faktor-faktor yang dimaksud adalah

1. Pengelasan yang akan digunakan yakni Fluks Cored Arc Welding (FCAW).
2. Posisi pengelasan yang akan diterapkan yakni 3G Vertical UP.
3. Wire Elektroda yang akan digunakan yakni E 71T-1 dengan diameter 1,2mm.
4. Gas pelindung busur las yang akan digunakan yakni Karbon dioksida (CO₂).

c. Variabel Terikat

Variabel terikat adalah suatu variable yang ditentukan atau dipengaruhi oleh variable bebas. Dalam penelitian ini variable terikatnya adalah pengujian tekuk.

3. Persiapan Penelitian

Beberapa alat dan material yang akan digunakan pada penelitian ini adalah :

- a. Alat dan material untuk proses pengelasan
 1. Mesin las tipe MIG/MAG support FCAW dan perlengkapan pendukung lainnya meliputi holder gun, tang massa, consumable part, dll.
 2. Meja Kerja Pengelasan berikut dengan pencekam media kerja.
 3. Gas Karbon dioksida (CO₂)
 4. Wire Elektrode tipe E 71T-1 dia.1,2mm (support gas),
 5. Material Baja Karbon SS400
 6. Backing ceramic dengan ukuran 10mm
- b. Alat untuk mempersiapkan specimen uji
 1. Jangka sorong dan mistar
 2. Laser cutting
 3. Mesin Skrap
 4. Mesin gerinda

4. Persiapan Pengujian

Langkah – langkah dalam menyiapkan spesimen pengujian pengelasan adalah sebagai berikut:.

1. Memakai APD lengkap.
2. Membersihkan material dari kotoran sisa cutting, karat, gemuk sebelum di joint.
3. Joint tack weld total 24 material plat menjadi 12 specimen pengelasan dengan atau tanpa jig pembantu dan di beri celah gap untuk penetrasi 4-5mm
4. Memasang backing ceramic pada bagian belakang celah gap untuk menahan penetrasi
5. Setelah semua material di joint tack weld, di lanjut mempersiapkan mesin las yang akan di pakai, memastikan regulator gas terbuka dengan settingan flow 12 L/mnt
6. Mencekam material pada meja kerja sesuai dengan posisi pengelasan yang telah di tentukan.
7. Mulai pengelasan specimen pertama, di awali dengan settingan parameter variable terkecil yang telah di tentukan yakni Ampere/Voltase 130/20.0
8. Di lanjut pada specimen kedua dan ketiga dengan variable settingan parameter yang telah di tentukan.
9. Memberi tanda pada setiap spesimen sebagai acuan saat pengujian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Hasil Uji Komposisi Bahan

Uji komposisi bahan sangat penting dilakukan sebagai validasi untuk menentukan tingkat kesesuaian jenis bahan yang digunakan pada penelitian ini. Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah Baja karbon rendah SS 400. Hasil yang didapatkan dari proses pengujian adalah sebagai berikut :

Tabel 1. Hasil Uji Komposisi

NO	Unsur	Kandungan %
1	Fe Ferrum	98,98
2	C Carbon	0,20
3	Si Silikon	0,09
4	Mn Mangan	0,53
5	P Phosporus	0,10
6	Si Sulfur	0,04
7	Cr Chromium	0,03

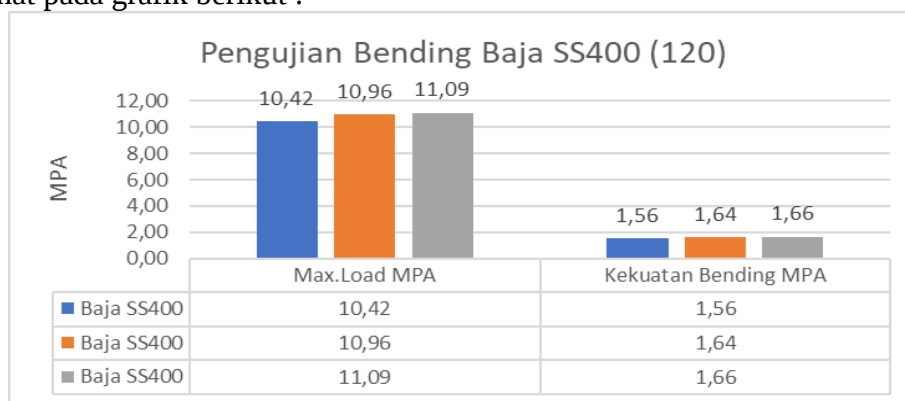
8 Ni Nickel

0,03

Dari hasil pengujian komposisi kimia pada spesimen tersebut mengandung unsur penyusun utama besi (Fe) = 98,98%, mangan (Mn) = 0,53% yang berguna untuk meningkatkan kekerasan dan kekuatan, silisium (Si) = 0,09% yang berpengaruh meningkatkan kemampuan keseluruhan, tahan aus, ketahanan terhadap panas dan karat. Sedangkan unsur-unsur lain yang didapatkan yaitu : karbon (C) = 0,200%, fosfor (P) = 0,100%, nikel (Ni) = 0,030%, sulphur (S) = 0,040%, khrom (Cr) = 0,030%. Dapat disimpulkan bahwa material yang digunakan dalam penelitian tugas akhir ini sudah sesuai dengan kriteria baja SS 400 (*Low Carbon Steel*)

2. Hasil Pengujian Tekuk 120 Ampere

Data pengujian di bawah ini di dapatkan dari hasil pengujian bending dengan parameter yang di terapkan pada specimen adalah 120 *ampere* dan 3 kali percobaan pada sampel yang sama. Nilai kekuatan bending pada parameter 120 *ampere* dapat dilihat pada grafik berikut :



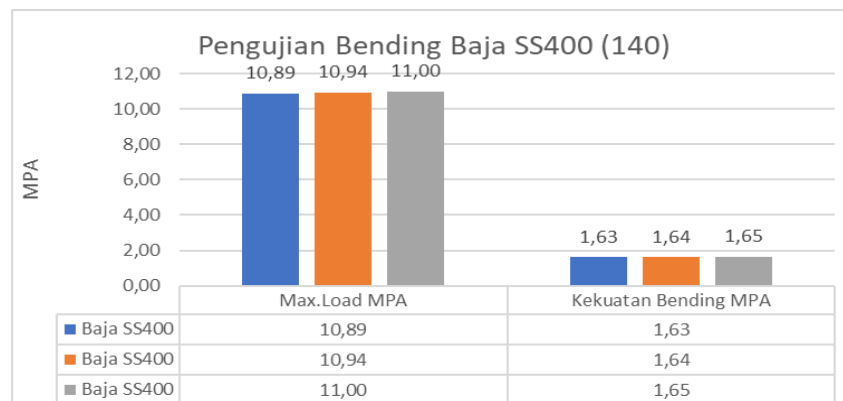
Gambar 2. Hasil Pengujian tekuk 120 Ampere

Hasil uji tekuk menunjukkan bahwa sampel 1 dengan warna biru memiliki ketahanan lentur, dengan Max. Load terendah yaitu sebesar 10.42 Mpa, sampel 2 dengan warna orange. Memiliki ketahanan yang cukup baik, dengan Max. Load kedua tertinggi 10.96 Mpa, sedangkan untuk sampel 3 dengan warna silver memiliki nilai Max. load tertinggi dengan nilai sebesar 11.09 Mpa.

Pengujian tekuk dengan 120 *Ampere* Ini memiliki elastisitas yang cukup kurang baik. Sementara itu, sampel 1 memiliki ketahanan lentur terendah, dengan kekuatan bending sebesar 1.56 Mpa, hal ini menunjukkan bahwa material tersebut lebih mudah mengalami kegagalan dibandingkan yang lain. Semakin tinggi suhu perlakuan panas, cenderung terjadi penurunan kekuatan lentur, yang dapat mempengaruhi sifat mekanik material secara keseluruhan.

3. Hasil Pengujian Tekuk 140 Ampere

Data pengujian di bawah ini di dapatkan dari hasil pengujian bending dengan parameter yang di terapkan pada specimen adalah 140 *ampere* dan 3 kali percobaan pada sampel yang sama. Nilai kekuatan bending pada parameter 140 *ampere* dapat dilihat pada grafik berikut :



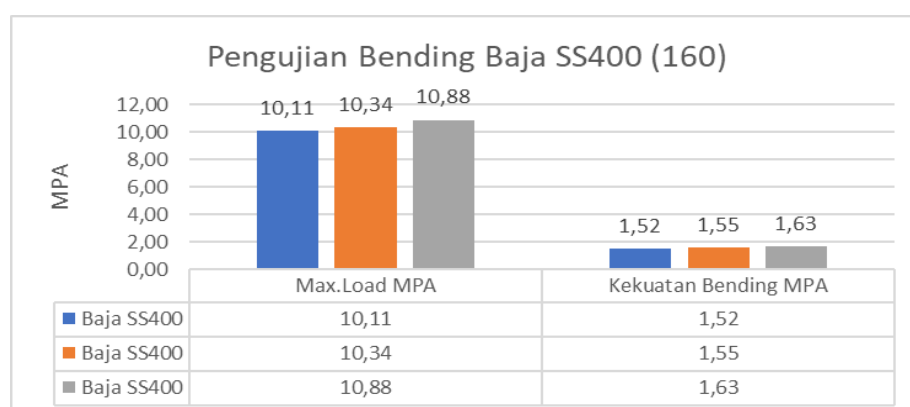
Gambar 3. Hasil Pengujian Bending 140 Ampere

Hasil uji tekuk menunjukkan bahwa sampel 1 dengan warna biru memiliki ketahanan lentur, dengan Max. Load terendah yaitu sebesar 10.89 Mpa, sampel 2 dengan warna orenge. Memiliki ketahanan yang cukup baik, dengan Max. Load kedua tertinggi 10.94 Mpa, sedangkan untuk sampel 3 dengan warna silver memiliki nilai Max. load tertinggi dengan nilai sebesar 11.00 Mpa.

Pengujian tekuk dengan 140 Ampere Ini lebih kaku dibandingkan 120 Ampere, tetapi masih memiliki elastisitas yang cukup baik. Sementara itu, sampel 1 memiliki ketahanan lentur terendah, dengan kekuatan tekuk sebesar 1.63, hal ini menunjukkan bahwa material tersebut lebih mudah mengalami kegagalan dibandingkan yang lain. Semakin tinggi suhu perlakuan panas, cenderung terjadi penurunan kekuatan lentur, yang dapat mempengaruhi sifat mekanik material secara keseluruhan.

4. Hasil Uji Tekuk 160 Ampere

Data pengujian di bawah ini di dapatkan dari hasil pengujian bending dengan parameter yang di terapkan pada specimen adalah 160 ampere dan 3 kali percobaan pada sampel yang sama. Nilai kekuatan bending pada parameter 160 ampere dapat dilihat pada grafik berikut.

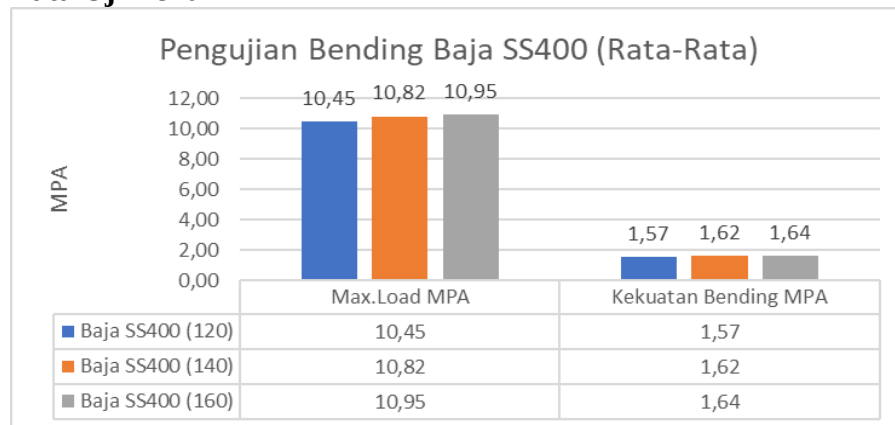


Gambar 4. Hasil Pengujian tekuk 160 Ampere

Hasil uji tekuk menunjukkan bahwa sampel 1 dengan warna biru memiliki ketahanan lentur, dengan Max. Load terendah yaitu sebesar 10.11 Mpa, sampel 2 dengan warna orenge. Memiliki ketahanan yang cukup baik, dengan Max. Load kedua tertinggi 10.34 Mpa, sedangkan untuk sampel 3 dengan warna silver memiliki nilai Max. load tertinggi dengan nilai sebesar 10.88 Mpa.

Pengujian tekuk dengan 160 *Ampere* Ini lebih kaku dibandingkan Bending 140 *Ampere*, Sementara itu, sampel 1 memiliki ketahanan lentur terendah, dengan kekuatan bending sebesar 1.52 Mpa, hal ini menunjukkan bahwa material tersebut lebih mudah mengalami kegagalan dibandingkan yang lain. Semakin tinggi suhu perlakuan panas, cenderung terjadi penurunan kekuatan lentur, yang dapat mempengaruhi.

5. Rata-rata Uji Tekuk



Gambar 5. Hasil rata rata pengujian tekuk

Berdasarkan data tabel diatas pada material yang diuji bending dengan variasi (120, 140, dan 160 *Ampere*). Uji tekuk (160 *Ampere*) memiliki Max load tertinggi sebesar 10.95 MPa, diikuti oleh uji tekuk (140 *Ampere*) sebesar 10.82MPa, dan yang terendah adalah uji Tekuk (120 *Ampere*) sebesar 10.45 MPa. Hal ini menunjukkan bahwa material pada kondisi uji tekuk (160 *Ampere*) memiliki ketahanan awal terhadap deformasi yang paling tinggi.

Tegangan maksimum tertinggi terdapat pada uji tekuk (160 *Ampere*) dengan kekuatan bending sebesar 1.64 MPa, disusul uji tekuk (140 *Ampere*) dengan 1.62 MPa, dan yang terendah pada Uji bending (120 *Ampere*) sebesar 1.57 MPa. Ini mengindikasikan bahwa material pada Uji bending (160 *Ampere*) juga mampu menahan beban tertinggi sebelum patah dibandingkan dengan 2 spesimen lainnya.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian mengenai Pengaruh Setting Parameter Ampere Dan Foltase Pada Proses Pengelasan FCAW Dengan Material Baja SS400, dapat disimpulkan bahwa :

1. Penggunaan variasi arus 120 ampere, 140 ampere, dan 160 ampere terbukti memberikan pengaruh nyata terhadap mutu hasil pengelasan. Semakin tinggi arus yang digunakan, semakin dalam pula penetrasi las yang dihasilkan
2. Hasil uii tekuk menunjukkan bahwa sambungan las dengan arus 160 ampere memiliki ketangguhan terbaik dibanding dengan variasi lainnya, ini menunjukkan keseimbangan antara kekuatan dan fleksibilitas material setelah proses pengelasan.
3. Hasil pengamatan struktur mikro menunjukkan bahwa pada arus 160 ampere, butiran logam las tampak lebih rapat dan halus. Sebaliknya, pada arus 120 ampere terlihat adanya rongga serta tekstur yang kurang padat dan cenderung kasar.

DAFTAR PUSTAKA

- Johan, C., Pineng, M., & Pakiding, M. (2023). Analisis Kekuatan Bending Hasil Pengelasan SMAW Pada Baja ST 42 Menggunakan Pendingin Oli SAE 20W-50 Dengan Memvariasi Kuat Arus. *Jurnal Teknik Industri: Jurnal Hasil Penelitian dan Karya Ilmiah dalam Bidang Teknik Industri*, 9(2), 390-394.
- Maulid, R., & Tuparjono, T. (2022). Analisis Uji Bending Pada Pengelasan Baja St 37 Menggunakan Las Smaw (Shield Metal Arc Welding) Dengan Posisi Pengelasan 1G. In *Prosiding Seminar Nasional Inovasi Teknologi Terapan* (Vol. 2, No. 01, pp. 342-348).
- Nata, O. D., Hidayat, M., & Rohman, S. A. (2021). Analisis Kekuatan Uji Bending Pengelasan Shielded Metal Arc Welding (Smaw) Material Ss400 Menggunakan Kawat Las E6013 Berbagai Variasi Arus Listrik. *Hexagon*, 2(1), 12-15.
- Nurdiansyah, A. D., & Sakti, A. M. (2019). Analisis Kerusakan Uji Bending Pada Proses Pelapisan Nikel Dengan Variasi Densitas Arus Dan Lama Pencelupan Baja St 41. *Jurnal Teknik Mesin*, 7(1).
- Sembiring, B. I., Budiarto, U., & Manik, P. (2024). Analisis Pengaruh Variasi Kuat Arus Listrik dan Posisi Pengelasan Shielded Metal Arc Welding (SMAW) Terhadap Kekuatan Material Baja Karbon Sedang. *Jurnal Teknik Perkapalan*, 12(2).
- Metallography and Microstructure. 2004. *ASM Metals Handbook*, Vol 9.
- ASTM E8/E8M-09. 2009. *Standard Specification for Aluminum and Aluminum Alloy Sheet and Plate*. USA.
- ASTM E190-14. 2014. *Standard Test Method for Guided Bend Test for Ductility of Welds*