

Pengaruh Geometri Kampuh V-GROOVE Pada Sambungan Las SMAW Terhadap Kekuatan Bending Baja St-41

Muhammad Ferry Rodzak^{1*}, Asroful Abidin², Rohimatush Shofiyah³

1. Universitas Muhammadiyah Jember ; ferryrodzak@gmail.com
2. Universitas Muhammadiyah Jember ; asrofulabidin@unmuhjember.ac.id
3. Universitas Muhammadiyah Jember ; rshofiyah@unmuhjember.ac.id

*** Penulis : Muhammad Ferry Rodzak**

Abstract: Welding is a process of joining two metallic materials using heat energy to produce a permanent joint. One of the welding methods widely used in industry is Shielded Metal Arc Welding (SMAW) because it has a simple process, relatively low cost, and can be applied to various types of materials. The quality of a welded joint is influenced by several factors, one of which is the groove angle variation that can affect weld penetration and joint strength. This study aims to determine the effect of V-Groove angle variations of 65°, 75°, and 85° on the bending strength of SMAW welded ST-41 steel. The research method used was an experimental method with a one-factor-at-a-time (OFAT) approach. The material used was ST-41 steel with E6013 electrodes and a welding current of 110 A. The testing carried out in this study was limited to bending tests to determine the ability of the welded joint to withstand bending loads. The findings indicated that the groove angle variation determined the bending resistance of the welded joint. The highest bending strength value was obtained at the 85° groove angle with a value of 58.156 MPa, while the lowest value was obtained at the 65° groove angle. The larger the groove angle, the better the welding penetration produced, resulting in increased bending strength of the SMAW welded joint on ST-41 steel.

Keywords: V-Groove, ST-41 Steel, Bending Test, Flexural Strength, SMAW.

Abstrak: Pengelasan merupakan proses penyambungan dua material logam dengan menggunakan energi panas sehingga menghasilkan sambungan yang permanen. Salah satu metode pengelasan yang banyak digunakan dalam dunia industri adalah Shielded Metal Arc Welding (SMAW) karena memiliki proses yang sederhana, biaya relatif ekonomis, dan mampu diaplikasikan pada berbagai jenis material. Kualitas sambungan las dipengaruhi oleh beberapa faktor, salah satunya adalah variasi sudut kampuh yang dapat mempengaruhi penetrasi las dan kekuatan sambungan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi sudut kampuh V-Groove 65°, 75°, dan 85° terhadap kekuatan bending hasil las SMAW berbahan baja ST-41. Cara penelitian menerapkan metode eksperimen dengan pendekatan one-factor-at-a-time (OFAT). Material yang digunakan berupa baja ST-41 dengan elektroda E6013 dan arus pengelasan sebesar 110 A. Pengujian yang dilakukan hanya berupa uji bending untuk mengetahui kemampuan sambungan las dalam menerima pembebanan lentur. Hasil penelitian menunjukkan bahwa variasi sudut kampuh berpengaruh terhadap kekuatan bending sambungan las. Nilai kekuatan bending tertinggi diperoleh pada sudut kampuh 85° sebesar 58,156 MPa, sedangkan nilai terendah diperoleh pada sudut kampuh 65°. Semakin besar sudut kampuh, maka penetrasi pengelasan yang dihasilkan semakin baik sehingga meningkatkan kekuatan bending hasil las pada baja ST-41..

Kata kunci: V-Groove, Baja ST-41, Uji Bending, Kekuatan Lentur, SMAW.

Diterima: May 18, 2026
Direvisi: May 26, 2026
Diterima: May 29, 2026
Diterbitkan: July 2, 2026
Versi sekarang: July 12, 2026



Hak cipta: © 2026 oleh penulis.
Diserahkan untuk kemungkinan publikasi akses terbuka berdasarkan syarat dan ketentuan lisensi Creative Commons Attribution (CC BY SA) (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>)

1. Pendahuluan

Pengelasan merupakan proses penyambungan logam yang banyak digunakan dalam dunia industri, proses pengelasan dilakukan dengan cara mencairkan sebagian logam induk dan logam pengisi menggunakan energi panas sehingga menghasilkan sambungan yang permanen. Salah satu metode pengelasan yang paling umum digunakan adalah *Shielded Metal Arc Welding (SMAW)*[1]. Metode *SMAW* banyak digunakan karena memiliki proses yang sederhana, biaya

operasional relatif murah, serta dapat digunakan pada berbagai posisi pengelasan dan jenis material logam[2].

Kualitas hasil pengelasan dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti arus pengelasan, jenis elektroda, kecepatan pengelasan, posisi pengelasan, serta bentuk dan sudut kampuh[3]. Kampuh merupakan celah atau bentuk sambungan yang dibuat pada material sebelum dilakukan proses pengelasan, penggunaan kampuh bertujuan untuk memperoleh penetrasi pengelasan yang baik sehingga menghasilkan kekuatan sambungan yang optimal[4]. Salah satu kampuh sering dipakai adalah jenis *V-Groove*, variasi kampuh *V-Groove* dapat mempengaruhi distribusi panas, kedalaman penetrasi, serta kualitas ikatan antar logam pada sambungan las[5].

Pada penelitian ini menggunakan variasi pada sudut kampuh *V-Groove* sebesar 65°, 75°, dan 85° pada proses pengelasan *SMAW* menggunakan elektroda E6013 dengan arus pengelasan 110 A, pengujian yang dilakukan difokuskan pada uji bending untuk mengetahui Variasi sudut kampuh mempengaruhi kekuatan bending yang dihasilkan pada sambungan las baja ST-41[6]. Dari penelitian ini diharapkan dapat diketahui sudut kampuh yang menghasilkan kekuatan bending terbaik sehingga dapat menjadi referensi dalam proses fabrikasi dan pengelasan di bidang industri[7].

Secara lebih luas, hasil penelitian ini diharapkan tidak hanya memberikan kontribusi dalam pengembangan ilmu pengetahuan di bidang material dan teknologi pengelasan, memiliki manfaat praktis dalam dunia industri. Di industri manufaktur, konstruksi, dan fabrikasi, informasi tentang pengaruh variasi sudut kampuh *V-Groove* terhadap kekuatan bending sambungan las dapat dijadikan referensi dalam menentukan desain sambungan pengelasan yang lebih optimal[8]. Penerapan sudut kampuh yang tepat pada proses pengelasan *SMAW* diharapkan mampu meningkatkan kualitas sambungan las, memperbaiki kekuatan mekanik struktur, mengurangi potensi cacat pengelasan, serta meningkatkan efisiensi dan keamanan pada proses produksi maupun konstruksi secara berkelanjutan[9].

2. Tinjauan Literatur

2.1 Fabrikasi Las

Fabrikasi las merupakan proses penyatuan dua atau lebih material logam melalui pemberian energi panas hingga menghasilkan sambungan yang bersifat permanen. Proses ini banyak diterapkan dalam berbagai bidang industri seperti konstruksi, manufaktur, perkapalan, dan fabrikasi karena mampu menghasilkan sambungan yang kuat dan efisien. Kualitas hasil pengelasan dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti arus pengelasan, jenis elektroda, posisi pengelasan, serta bentuk dan sudut kampuh

2.2 Shielded Metal Arc Welding (SMAW)

Shielded Metal Arc Welding (SMAW) adalah metode pengelasan busur listrik yang menggunakan elektroda terbungkus *flukes* [10]. Panas dihasilkan listrik sehingga terjadi peleburan pada logam induk dan elektroda yang membentuk sambungan las. *SMAW* merupakan metode yang paling banyak digunakan karena prosesnya sederhana, biaya murah, dapat digunakan pada berbagai posisi mengelas, pada *SMAW* pemilihan parameter pengelasan sangat mempengaruhi kualitas sambungan las. Parameter tersebut meliputi arus pengelasan, jenis elektroda, kecepatan pengelasan, serta bentuk kampuh yang digunakan[11].

2.3 Kampuh *V-Groove*

Kampuh merupakan bentuk celah sambungan yang dibuat sebelum proses pengelasan dilakukan, salah satu jenis kampuh yang umum digunakan adalah kampuh *V-Groove*, kampuh *V-Groove* digunakan untuk mempermudah penetrasi logam las pada sambungan pelat sehingga menghasilkan ikatan yang lebih baik[12]. Sudut kampuh memiliki pengaruh terhadap kualitas sambungan las, semakin besar sudut kampuh maka ruang penetrasi logam las menjadi lebih luas sehingga proses penyambungan dapat berlangsung lebih optimal, namun sudut kampuh yang terlalu besar juga dapat meningkatkan penggunaan logam pengisi dan panas pengelasan[13].

2.4 Baja ST-41

Baja ST-41 merupakan material baja berbasis karbon rendah yang tidak sedikit diaplikasikan pada sektor fabrikasi karena karakteristik *mechanical properties* yang baik, tingkat

weldability tinggi, serta mampu menahan pembebanan kerja dengan proses manufaktur yang relatif mudah, baja ST-41 memiliki kemampuan mampu las yang baik sehingga cocok digunakan dalam penelitian pengelasan *SMAW*[14].

2.5 Uji Bending

Uji bending salah satu pengujian mekanik yang digunakan mengetahui kemampuan material atau sambungan las dalam menerima pembebanan lentur, pengujian bending dilakukan dengan memberikan gaya tekan pada spesimen hingga terjadi pembengkokan pada sambungan las, uji bending digunakan untuk mengetahui kualitas hasil pengelasan serta kekuatan sambungan terhadap pembebanan lentur, nilai kekuatan bending dipengaruhi oleh kualitas penetrasi las, distribusi panas, dan bentuk sambungan las yang dihasilkan[15].

2.6 Pengaruh Sudut Kampuh

Variasi sudut kampuh *V-Groove* mempengaruhi kualitas penetrasi dan kekuatan sambungan hasil pengelasan[16]. Sudut kampuh yang lebih besar memungkinkan logam pengisi masuk lebih optimal ke dalam daerah sambungan sehingga meningkatkan kekuatan bending sambungan las, berdasarkan hasil penelitian, variasi sudut kampuh 85° menghasilkan nilai kekuatan bending tertinggi dibandingkan sudut 65° dan 75°, hal ini menunjukkan bahwa sudut kampuh yang lebih besar mampu menghasilkan penetrasi pengelasan yang lebih baik sehingga sambungan las memiliki kemampuan lebih tinggi dalam menerima pembebanan lentur[17].

3. Metodologi

3.1 Prosedur

Penelitian ini menganalisis secara menyeluruh efek pada variasi sudut kampuh *V-Groove* pada proses pengelasan *Shielded Metal Arc Welding (SMAW)* terhadap kekuatan bending sambungan baja ST-41, dengan menerapkan variasi sudut kampuh sebesar 65°, 75°, dan 85° sebagai parameter utama penelitian. Proses pengelasan dilakukan menggunakan elektroda E6013 dengan arus pengelasan 110 A untuk menghasilkan sambungan las yang kemudian dilakukan pengujian bending guna mengetahui kemampuan sambungan dalam menerima pembebanan lentur. Penelitian ini menganalisis efek sudut kampuh pada kualitas fabrikasi las berdasarkan nilai kekuatan bending yang dihasilkan, dimana peningkatan sudut kampuh diharapkan mampu menghasilkan penetrasi pengelasan yang lebih baik sehingga meningkatkan kekuatan mekanis sambungan las pada baja ST-41.

3.2 Alat dan Bahan

- Alat :
- Mesin Las *SMAW*
 - Mesin uji bending
 - Gerinda
 - Meteran / mistar ukur
 - Busur derajat
 - Ragum penjepit
 - Mesin pemotong material
 - Palu las
 - Sikat kawat
 - Klem massa las
 - Tang penjepit elektroda
 - Alat pelindung diri

- Bahan :
- Baja ST-41
 - Elektroda E6013
 - Ampelas

3.3 Tahapan Penelitian

3.3.1 Material Baja ST-41

- a. Menyiapkan material baja ST-41 sesuai ukuran spesimen untuk proses pengelasan dan pengujian bending.
- b. Membersihkan permukaan baja ST-41 dari kotoran, karat, minyak, dan debu menggunakan gerinda atau amplas agar proses pengelasan menghasilkan sambungan yang baik.
- c. Melakukan pengukuran dan penandaan pada material sesuai dimensi yang telah ditentukan.
- d. Memotong material baja ST-41 menggunakan mesin pemotong sesuai ukuran spesimen penelitian.
- e. Membuat kampuh *V-Groove* pada masing-masing spesimen dengan variasi sudut 65°, 75°, dan 85° menggunakan gerinda dan busur derajat.
- f. Memastikan setiap spesimen memiliki bentuk dan ukuran kampuh yang seragam untuk memperoleh hasil pengujian yang akurat.

3.3.2 Persiapan Proses Pengelasan SMAW

- a. Menyiapkan mesin las SMAW beserta perlengkapannya seperti *welding cable*, *electrode holder*, dan *ground clamp*.
- b. Jenis elektroda E6013 yang digunakan sebagai logam pengisi pada proses pengelasan.
- c. Mengatur arus pengelasan sebesar 110 A sesuai parameter penelitian.
- d. Menempatkan dan menjepit spesimen pada meja kerja agar posisi material tetap stabil selama proses pengelasan.
- e. Melakukan proses pengelasan SMAW pada spesimen dengan variasi sudut kampuh 65°, 75°, dan 85°.
- f. Membersihkan terak hasil pengelasan menggunakan palu las dan sikat kawat setelah proses pengelasan selesai dilakukan.
- g. Membiarkan spesimen hasil pengelasan berada pada suhu ruang sebelum dilakukan pengujian bending.

3.3.3 Pembuatan Spesimen Uji Bending

- a. Menyiapkan spesimen hasil pengelasan yang telah selesai dilakukan pendinginan.
- b. Meratakan permukaan sambungan las menggunakan gerinda apabila terdapat bagian las yang berlebih agar spesimen sesuai standar pengujian bending.
- c. Melakukan pengukuran ulang dimensi spesimen untuk memastikan ukuran sesuai dengan kebutuhan pengujian.
- d. Memberikan kode pada setiap spesimen berdasarkan variasi sudut kampuh untuk mempermudah identifikasi saat pengujian bending.

3.3.4 Prosedur Pengujian Bending

- a. Menyiapkan mesin uji bending dan memastikan alat dalam kondisi baik sebelum digunakan.
- b. Meletakkan spesimen padaudukan mesin uji bending dengan posisi sambungan las berada di tengah daerah pembebanan.
- c. Memberikan pembebanan secara perlahan hingga spesimen mengalami pembengkokan sesuai prosedur pengujian.
- d. Mencatat nilai beban maksimum dan kondisi sambungan las setelah pengujian selesai dilakukan. Melakukan pengujian pada seluruh spesimen dengan variasi sudut kampuh 65°, 75°, dan 85°.
- e. Menganalisis hasil pengujian bending untuk mengetahui hasil variasi sudut pada kekuatan bending hasil las SMAW pada baja ST-41.

4. Hasil dan Pembahasan

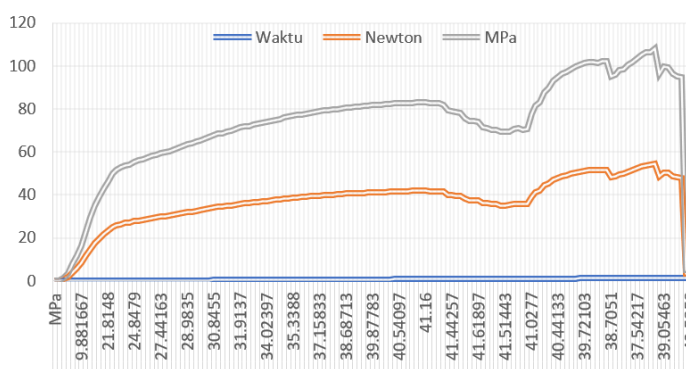
Pengujian bending dilakukan guna mengetahui kemampuan hasil las dalam menerima pembebanan lentur setelah dilakukan proses las *SMAW* terhadap baja ST-41 menggunakan variasi sudut kampuh *V-Groove* 65°, 75°, dan 85°. Pengujian ini bertujuan untuk menganalisis efek sudut kampuh pada kekuatan mekanis hasil las berdasarkan nilai kekuatan bending yang dihasilkan. Sebelum pengujian dilakukan, spesimen hasil pengelasan dipersiapkan sesuai ukuran standar pengujian dan ditempatkan pada mesin uji bending. Pembebanan diberikan secara bertahap hingga spesimen mengalami pembengkokan. Data hasil pengujian bending dari setiap variasi sudut kampuh disajikan pada Tabel 1.

Tabel 4.1 Hasil Data Pengujian Bending

NO	VARIASI	WAKTU	MPa
1	Kampuh V 65°	1.36	53.3267
2	Kampuh V 75°	1.9	54.9388
3	Kampuh V 85°	1.77	58.15647

Berdasarkan data hasil pengujian bending menunjukkan bahwa variasi sudut kampuh *V-Groove* memberikan pengaruh pada uji mekanis hasil las *SMAW* material baja ST-41. Nilai tes bending tertinggi diperoleh variasi sudut kampuh 85° sebesar 58,156 MPa, sedangkan nilai terendah terjadi pada sudut kampuh 65° sebesar 52,341 MPa. Adapun variasi sudut kampuh 75° menghasilkan nilai kekuatan bending sebesar 55,284 MPa. Hasil tersebut menunjukkan adanya peningkatan kekuatan bending seiring bertambahnya sudut yang digunakan pada proses penyambungan. Kondisi ini dipengaruhi oleh semakin luasnya area penetrasi logam las sehingga proses fusi antara logam induk dan logam pengisi berlangsung lebih optimal. Penetrasi pengelasan yang baik menghasilkan ikatan metalurgi yang lebih kuat dan mampu meningkatkan kemampuan sambungan dalam menerima pembebanan lentur. Pada variasi sudut kampuh 65°, area penetrasi relatif terbatas sehingga distribusi logam pengisi kurang merata dan menyebabkan kekuatan sambungan lebih rendah dibandingkan variasi lainnya. Sebaliknya, sudut kampuh 85° menghasilkan kedalaman penetrasi yang lebih maksimal serta penyebaran logam las yang lebih homogen sehingga menghasilkan kekuatan bending tertinggi. Selain itu, peningkatan sudut kampuh turut mempengaruhi distribusi panas selama proses pengelasan berlangsung. Distribusi panas yang lebih stabil memungkinkan proses peleburan material terjadi secara lebih sempurna sehingga dapat meminimalkan potensi cacat las seperti lack of fusion dan incomplete penetration. Dengan demikian, variasi sudut kampuh *V-Groove* memiliki pengaruh signifikan terhadap kualitas sambungan.

Grafik hasil pengujian bending menunjukkan adanya peningkatan nilai kekuatan bending



Gambar 4.1 Grafik Hasil Uji Bending

seiring bertambahnya sudut kampuh *V-Groove* dari 65° hingga 85°. Variasi sudut kampuh 85° menghasilkan nilai kekuatan bending tertinggi sebesar 58,156 MPa. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan sudut kampuh yang lebih besar mampu meningkatkan kualitas penetrasi pengelasan dan kekuatan sambungan las terhadap pembebanan lentur. Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa sudut kampuh *V-Groove* berpengaruh terhadap kekuatan bending sambungan las *SMAW* pada baja ST-41, dimana sudut kampuh 85° menjadi variasi

terbaik dalam penelitian ini karena menghasilkan kekuatan bending paling tinggi dibandingkan variasi sudut kampuh lainnya.

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa variasi sudut kampuh *V-Groove* pada proses pengelasan *SMAW* memberikan pengaruh terhadap kekuatan bending sambungan las baja ST-41. Hasil pengujian menunjukkan bahwa nilai kekuatan bending mengalami peningkatan seiring bertambahnya sudut kampuh yang digunakan. Variasi sudut kampuh 85° menghasilkan nilai kekuatan bending tertinggi sebesar 58,156 MPa dibandingkan variasi sudut 65° dan 75°. Hal ini menunjukkan bahwa sudut kampuh yang lebih besar mampu menghasilkan penetrasi pengelasan yang lebih optimal sehingga kualitas ikatan sambungan menjadi lebih baik dan lebih kuat dalam menerima pembebanan lentur. Dari hasil tersebut dapat diketahui bahwa pemilihan sudut kampuh yang tepat sangat berpengaruh terhadap kualitas sambungan las dan dapat dijadikan acuan dalam proses fabrikasi maupun konstruksi yang menggunakan metode pengelasan *SMAW*.

Kontribusi Penulis: Penulis berikan kontribusi pada bidang teknologi pengelasan dan manufaktur melalui penelitian mengenai efek variasi sudut *V-Groove* terhadap pada tes bending hasil las *SMAW* baja ST-41. Kontribusi utama penelitian ini terletak pada pengujian secara sistematis terhadap variasi sudut kampuh 65°, 75°, dan 85° untuk mengetahui pengaruhnya terhadap kemampuan sambungan las dalam menerima pembebanan lentur. Penulis berhasil menunjukkan bahwa sudut kampuh 85° menghasilkan nilai kekuatan bending tertinggi sebesar 58,156 MPa, yang menunjukkan bahwa peningkatan sudut kampuh mampu memberikan penetrasi pengelasan yang lebih optimal dan menghasilkan kualitas sambungan yang lebih baik. Temuan ini memberikan tambahan referensi ilmiah dalam kajian pengelasan *SMAW* sekaligus menawarkan rekomendasi praktis bagi industri konstruksi dan fabrikasi dalam menentukan sudut kampuh yang tepat guna meningkatkan kualitas sambungan las, kekuatan mekanis, serta efisiensi proses pengelasan pada material baja ST-41.

Pendanaan: Studi eksperimental ini dilakukan tidak adanya dukungan dana dari pihak luar maupun lembaga tertentu. Seluruh kebutuhan penelitian, mulai dari pengadaan material baja ST-41, proses pengelasan *SMAW*, hingga pelaksanaan pengujian bending, dibiayai secara mandiri oleh peneliti. Selain itu, tidak terdapat konflik kepentingan dalam bentuk apa pun yang dapat memengaruhi proses penelitian, hasil pengujian, maupun interpretasi data yang diperoleh selama penelitian berlangsung.

Pernyataan Ketersediaan Data: Pada data hasil penelitian yang ada pada studi ini tersedia disimpan penulis dalam bentuk dokumentasi hasil eksperimen serta pengujian laboratorium. Data tersebut dapat digunakan untuk keperluan akademik, validasi penelitian, maupun pengembangan penelitian selanjutnya sesuai dengan kebutuhan dan permintaan yang relevan..

Ucapan Terima Kasih: Penulis menyampaikan apresiasi kepada Laboratorium Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Jember serta Politeknik Negeri Malang yang telah memberikan dukungan berupa fasilitas penelitian, akses pelaksanaan pengujian, dan arahan teknis selama proses penelitian berlangsung. Ucapan terima kasih juga ditujukan kepada para dosen, teknisi laboratorium, serta rekan-rekan yang telah memberikan bantuan, dukungan, dan berbagai saran konstruktif sehingga penelitian ini dapat terlaksana dengan baik.

Konflik Kepentingan: Penulis menegaskan bahwa penelitian ini dilakukan tanpa adanya benturan kepentingan dalam bentuk apa pun yang berpotensi memengaruhi validitas maupun objektivitas hasil penelitian yang dipublikasikan. Seluruh proses penelitian, mulai dari pelaksanaan hingga penyusunan laporan, dilakukan secara independen dan tidak dipengaruhi oleh hubungan keuangan, profesional, ataupun kepentingan pribadi dengan pihak tertentu yang dapat menimbulkan unsur keberpihakan.

Referensi

- [1] T. Endramawan, E. Haris, F. Dionisius, dan Y. Prika, "APLIKASI NON DESTRUCTIVE TEST PENETRANT TESTING (NDT-PT) UNTUK ANALISIS HASIL PENGELASAN SMAW 3G BUTT JOINT," vol. 3, no. September, hal. 44–48, 2017.
- [2] A. R. Fachrudin, F. Andika, F. Astuti, M. E. Martawati, A. Hanif, dan I. N. Malang, "KELURAHAN TEMAS KECAMATAN BATU KOTA BATU," vol. 02, no. 01, hal. 14–19, 2021.
- [3] S. A. Jalil dan T. Rahayu, "ANALISA KEKUATAN IMPAK PADA PENYAMBUNGAN PENGELASAN SMAW MATERIAL ASSAB 705 DENGAN VARIASI ARUS PENGELASAN," vol. 15, hal. 58–63, 2017.
- [4] T. Laju dan K. Baja, "Analisis Pengaruh Salinitas dan Suhu Air Laut," vol. 1, hal. 75–77, 2012.

- [5] “2 , 2 2 .,” hal. 19–25.
- [6] A. Hamid, “Deutsche Industrie Norman),” hal. 26–36.
- [7] R. Y. Pratama dan M. Basuki, “Pengaruh variasi arus pengelasan smaw untuk posisi pengelasan 1g pada material baja kapal ss 400 terhadap cacat pengelasan,” hal. 203–209, 2012.
- [8] P. Smaw dan B. Astm, “Baja adalah logam paduan dengan besi sebagai unsur dasar dan karbon sebagai unsur paduan utamanya . Kandungan karbon dalam baja berkisar antara 0 , 2 % hingga karbon dalam baja adalah sebagai unsur pengeras dengan mencegah dislokasi,” vol. 13, no. 1, hal. 27–31, 2017.
- [9] A. S. Ritonga dan E. S. Purwaningsih, “PENERAPAN METODE SUPPORT VECTOR MACHINE (SVM) DALAM KLASIFIKASI KUALITAS PENGELASAN SMAW (SHIELD METAL ARC WELDING),” vol. 5, no. 1, hal. 17–25, 2018.
- [10] S. A. Jalil, A. Husna, J. Teknik, M. Politeknik, dan N. Lhokseumawe, “Pengaruh variasi arus pengelasan terhadap sifat mekanik pada proses pengelasan smaw,” vol. 15, hal. 36–41, 2017.
- [11] T. A. Candra, I. K. A. Widi, dan T. A. Sutrisno, “PENGARUH VARIASI SUDUT KAMPUH ‘ V ’ 60 ° , 75 ° , 90 ° SAMBUNGAN PENGELASAN SHIELDED METAL ARC WELDING (SMAW) TERHADAP KEKUATAN MEKANIS PADA BAJA ST 42,” vol. 12, no. 1, 2023.
- [12] A. Faza dan A. Faridzi, “KETAHANAN BAJA ASTM A36 TERHADAP PENGUJIAN SMAW DAN METALOGRAFI,” vol. 2, no. 2, 2024.
- [13] M. H. Asri, “Analisis Pengaruh Variasi Bentuk Sambungan Terhadap Karakteristik Mekanis Baja Karbon Rendah Hasil Pengelasan SMAW Dan GTAW,” vol. 4, hal. 12201–12219, 2024.
- [14] O. D. Nata *et al.*, “ANALISIS KEKUATAN UJI BENDING PENGELASAN SHIELDED METAL ARC WELDING (SMAW) MATERIAL SS400 MENGGUNAKAN KAWAT LAS E6013 BERBAGAI VARIASI ARUS LISTRIK,” vol. 2, hal. 12–15, 2021.
- [15] A. Rahmatika, E. Sutarto, dan A. C. Arifin, “Pengujian Merusak Pada Kualifikasi Prosedur Las Plat Baja Karbon SA-36 dengan Proses Pengelasan SMAW Berdasarkan Standar ASME Section IX Pendahuluan Tinjauan Pustaka,” vol. 3, no. 1, hal. 24–30, 2021.
- [16] S. D. Anggraeni, H. Pratikno, dan S. Hadiwidodo, “Studi Perbandingan Proses Pengelasan Smaw Pada Lingkungan Darat dan Bawah Air Terhadap Ketahanan Uji Bending Weld Joint Material A36,” vol. 5, no. 2, 2016.
- [17] C. Johan, M. Pineng, dan M. Pakiding, “Pendahuluan Metode Penelitian Hasil Dan Pembahasan,” vol. 9, no. 2, hal. 390–394, 2023.