Pengaruh Variasi Arus Las SMAW terhadap Kekuatan Tarik Baja ASTM A36

Moh. Diky Setiawan[1], Ibrahim Aji[2], Agus Setiyo Umartono[3]
Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Gresik[1,2,3]
E-mail: Moh.Dikysetiawan96@gmail.com, Ibrahimaji711@gmail.com

ABSTRACT

*In welding, determining how big or small the current will be used is enough to have an i*MPa*ct on the welding results produced. Not all metals have good weldability. Materials that have good weldability include low alloy steels such as ASTM A36, these steels can be welded by covered arc welding. The purpose of this study was to be able to determine the effect of varying currents of 100 A, 120 A, and 130 A on the tensile strength of ASTM A36 steel material in order to obtain optimal welding results. From the results of the research and discussion that has been carried out, it can be concluded that the heat input value has increased along with the amount of welding current used, because the electric arc generated during welding is due to the large welding voltage, welding current, and welding speed. Where the highest average tensile strength value of the material is in the results of welding using a current of 100* Aes *with a value of 471.46* MPa *while the lowest average tensile strength value is in the results of welding using a current of 130* Aes *with a value of 421.30* MPa *and all fracture test specimen in the base metal area. Based on these results indicate that SMAW welding on ASTM A36 material should use a current of 100* Aes *because an optimal tensile strength result of 471.46* MPa *will be obtained.*

Keywords: *ASTM A36, tensile strength, welding, SMAW, current variation.*

ABSTRAK

Dalam pengelasan menentukan besar atau kecilnya arus yang akan dipakai cukup berdaMPak pada hasil pengelasan yang dihasilkan. Tidak semua logam mempunyai sifat mampu las yang baik, Bahan yang mempunyai sifat mampu las yang baik diantaranya adalah baja paduan rendah seperti ASTM A36, Baja ini dapat dilas dengan las busur elektroda terbungkus. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk dapat mengetahui pengaruh variasi arus 100 A, 120 A, dan 130 A terhadap kekuatan tarik material baja ASTM A36 agar mendapatkan hasil pengelasan yang optimal. Dari hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa nilai *heat input* mengalami kenaikan seiring dengan besarnya arus pengelasan yang digunakan, karena busur listrik yang dihasilkan pada saat pengelasan disebabkan besar tegangan las, arus las, dan kecepatan las. Dimana nilai kekuatan tarik material rata-rata tertinggi ada pada hasil pengelasan dengan menggunakan arus 100 A dengan nilai 471,46 MPa sedangkan nilai kekuatan tarik material rata-rata terendah ada pada hasil pengelasan dengan menggunakan arus 130 A dengan nilai 421,30 MPa dan semua spesimen uji patah diarea base metal. Berdasarkan hasil tersebut menunjukkan bahwa pengelasan SMAW pada material ASTM A36 sebaiknya menggunakan arus 100 A karena akan didapatkan hasil kekuatan tarik yang optimal sebesar 471,46 MPa.

Kata kunci: *ASTM A36, kekuatan tarik, pengelasan, SMAW, variasi arus.*

PENDAHULUAN

Pengelasan merupakan salah satu proses penting dan telah banyak dipergunakan secara intensif dalam dunia industri fabrikasi baja dan untuk perbaikan sambungan yang rusak [1]. Karena teknik pengelasan mempunyai banyak keuntungan seperti hemat biaya, variasi bentuk struktur las, dan akurasi ukuran. Disamping keuntungan tersebut, teknik pengelasan juga menimbulkan efek merugikan, seperti perubahan struktur mikro, kekuatan dan ketangguhan bahan menurun, distorsi dan tegangan sisa [2]. Dalam proses pengelasan pemilihan besar atau kecilnya arus cukup berpengaruh terhadap hasil pengelasan yang dihasilkan, hasil pengelasan yang diinginkan tidak hanya bentuk kampuh lasnya saja yang baik, akan tetapi juga kekuatan dari sambungan las yang diperoleh harus kuat dan baik. Perbandingan besar atau kecilnya arus akan tergantung dari jenis kawat las yang digunakan, posisi pengelasan, serta tebal material yang hendak diproses las. Besarnya arus las, besarnya jarak serta penembusan las, kecepatan las, dan polaritas listrik cukup berpengaruh terhadap kekuatan dari hasil las serta efisiensi dalam proses pekerjaan pengelasan [3]. Terdapat beberapa logam atau material yang memiliki sifat mampu las yang baik, salah satu material yang memiliki sifat mampu las yang cukup baik adalah baja paduan rendah seperti ASTM A36. Baja tersebut mampu dilas dengan menggunakan las busur elektroda terbungkus [4].

Ada beberapa penelitian sebelumnya yang telah dilakukan mengenai arus pengelasan agar diperoleh hasil kekuatan las yang optimal [5], [6], [7]. Dari uraian sebelumnya maka penulis mencoba menganalisa lebih lanjut pengaruh variasi arus menggunakan material yang berbeda, dengan tujuan untuk mengetahui pengaruh variasi arus 100 A, 120 A, dan 130 A terhadap kekuatan tarik material baja ASTM A36 agar mendapatkan hasil pengelasan yang optimal.

TINJAUAN PUSTAKA

Pengelasan

Pengelasan merupakan proses menyambungkan dua bagian logam atau lebih saMPai dengan inti rekristalisasi logam, baik dengan bahan tambahan ataupun tidak serta memakai energi panas untuk mencairkan bahan yang akan dilas. Pengelasan dapat juga diartikan sebagai sambungan tetap dari logam atau benda yang dipanaskan [8].

Shield Metal Arc Welding (SMAW)

Shield metal arc welding juga disebut dengan proses las elektroda terbungkus yang saat ini banyak dijuMPai, karena cukup sederhana dan mudah cara penggunaannya. Teknik pengelasan SMAW juga di golongkan dalam teknik atau metode pengelasan dengan busur gas serta fluk. Berdasarkan metode pengelasan SMAW bahan ataupun material penyambung (elektroda) berbentuk logam yang dilapisi fluks. Lapisan tersebut berfungsi untuk melindungi material logam terhadap gas oksidasi dari luar. Pada pengelasan logam dengan teknik pengelasan SMAW tegangan arus listrik yang dipakai untuk proses menyambungkan logam adalah parameter penting yang harus di perhatikan, dikarenakan tegangan arus listrik cukup berpenggaruh terhadap besar panas yang akan di hasilkan oleh busur listrik untuk nyala di ujung elektroda yang dipakai [9], [5].

Masukan Panas (*Heat Input*)

Masukan panas atau *heat input* yang digunakan untuk melakukan sambungan las berawal dari busur listrik dan dirubah ke energi panas. Energi panas dihasilkan dari tiga parameter yang meliputi tegangan las, arus las, dan kecepatan pengelasan. Sehingga energi panas pengelasan sangat berpengaruh terhadap hasil las [10]. Hubungan tiga parameter tersebut dituliskan dalam persamaan berikut :

$$\mathrm{HI} = \frac{\text{Tegangan Las (V) x Arus Las (I)}}{\text{Kecepatan Las (v)}} \ldots\ldots (1)$$

Pengujian Tarik (*Tensile Test*)

Pengujian tarik merupakan uji mekanik *stress strain* yang berguna untuk melihat kekuatan material atau bahan atas gaya tarik yang diberikan dan memberikan gambaran mengenai kualitas dari kekuatan las. Dimana benda uji ditarik hingga patah atau putus sehingga dapat diketahui seperti apa benda uji bereaksi atas gaya tarik yang diberikan serta melihat saMPai dimana benda uji tersebut bertambah panjang. Gaya tarik yang diberikan pada beban akan berakibat pada perubahan bentuk atau deformasi pada material. Terjadinya perubahan bentuk pada material merupakan proses perpindahan butiran kristal logam yang di akibatkan oleh menurunnya gaya elektro magnetik masing-masing atom logam sehingga lepas dari ikatannya akibat penarikan gaya yang maksimum [11]. Rumus untuk mendapatkan nilai tegangan dan regangan ada dibawah ini :

$$\text{Kuat Tarik (Su)} = \frac{\text{Beban Maksimum (Pmaks)}}{\text{Luas PenaMPang Awal (Ao)}} \ldots\ldots (2)$$

Regangan (persentase perpanjangan) dapat dihitung dengan membagi panjang spesimen setelah patah (ΔL) dengan panjang awal spesimen (Lo) [10].

$$\varepsilon = \frac{\Delta \mathrm{L}}{\mathrm{Lo}} \text{ x } 100\% = \frac{\mathrm{L} - \mathrm{Lo}}{\mathrm{Lo}} \text{ x } 100\% \ldots\ldots (3)$$

METODE

Material yang digunakan dalam penelitian ini adalah baja karbon rendah ASTM A36 dengan panjang 300 mm, lebar 150 mm dan tebal 10 mm. Tahap awal pembentukan kampuh V memakai mesin frais, dimana

ISSN 2775-5630

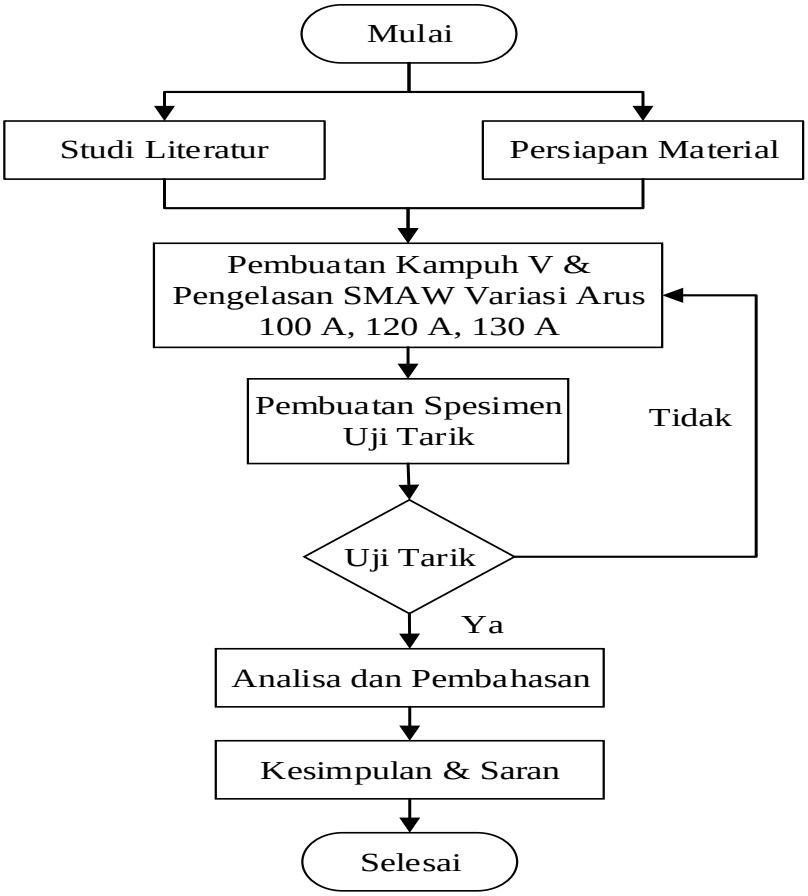
material setelah disiapkan lalu ditaruh kedudukan sembari mengatur mesin frais dengan sudut 30^0 dari bagian ujung material yang sudah disiapkan, kemudian ujung material di potong dengan mesin frais memakai kemiringan sudut 30^0 dan material setelah di bentuk kampuh kemudian digerinda untuk ketumpulan material 2 mm. Lalu material dipotong menjadi dua untuk panjang 300 mm, lebar 32 mm.

Langkah-langkah dalam proses pengelasan adalah menyiapkan mesin las SMAW, menyiapkan benda kerja yang akan di las dimana terdapat 3 pasang material yang akan dilakukan pengelasan dengan arus 100A, 120A, dan 130A, sebelum dilakukan proses pengelasan benda kerja dibersihkan dulu menggunakan gerinda tangan dan sikat baja agar kotorannya hilang, mengatur Ae untuk proses las, kemudian material dilas memakai elektroda E7018 diameter 3,2 mm dengan posisi las 1G, kemudian terak atau kotoran hasil las dibersihkan mengunakan palu terak dan sikat baja.

Pembentukan spesimen uji mengikuti standart ASME section IX untuk uji kekuatan tarik material atau bahan, selesai pengelasan kemudian proses pembuatan spesimen uji mengikuti ASME IX yang hendak dilakukan uji tarik dengan langkah sebagai berikut, meratakan hasil las memakai mesin frais dan gerindan tangan, lalu material dipotong untuk panjang 300 mm, lebar 32 mm, menghaluskan potongan permukaan serta diberi tanda uji tarik.

Uji tarik dilakukan dimana material uji dijepit pada sebuah ragum dimana material tersebut sudah diketahui panjang awalnya, penaMPangnya serta ketebalannya. Dengan cara mempersiapkan kertas milimeter *block* serta meneMPatkannya pada *plotter*, material uji mulai memperoleh beban atau gaya tarik dengan tenaga hidrolik dimulai dari 0 kg saMPai material uji patah hingga beban maksimum yang mampu diterima material uji, material uji yang telah patah atau putus lalu diukur berapa penaMPang serta panjangnya setelah patah atau putus, dimana beban maksimum yang mampu diterima ditandai dengan putusnya material uji yang hasilnya dapat dilihat pada layar digital, hasil diagram dapat dilihat pada kertas milimeter *block* pada meja *plotter*, terakhir menghitung kekuatan tarik kekuatan luluh perpanjangan reduksi penaMPang dari data yang telah didapatkan.

Analisa dan pembahasan adalah menganalisa data yang diperoleh dari pengujian dan memasukkannya dalam persamaan-persamaan yang sudah ada, dari hasil analisa dan pembahasan tersebut nantinya dapat diketahui variasi arus yang sesuai untuk pengelasan SMAW pada material ASTM A36. Secara sistematis, tahapan penelitian dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. *Flowchart* metode penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Las

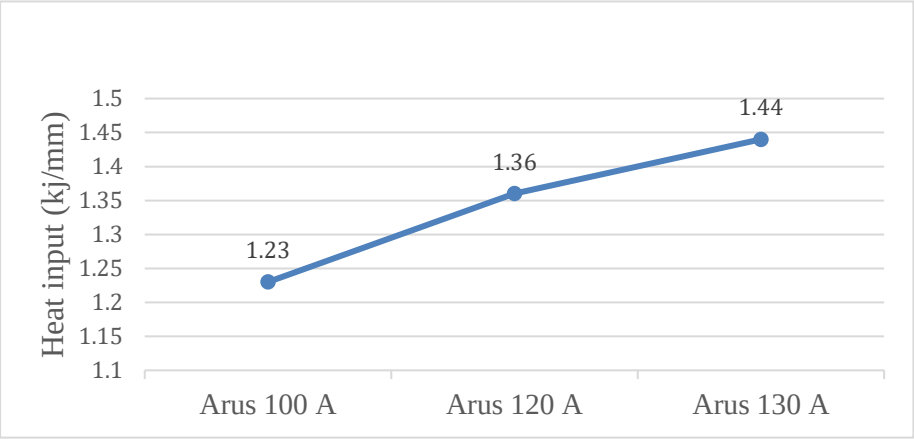
Pengelasan *Shield metal arc welding* pada material baja paduan rendah ASTM A36 dengan menggunakan variasi arus 100 A, 120 A, dan 130 A. Untuk hasil pengelasannya dapat dilihat pada gambar 2.

Gambar 2. Hasil pengelasan dengan arus 100 A, 120 A, dan 130 A

Hasil Heat Input

Dari hasil pengelasan didapatkan data yang kemudian diolah dan dihitung dengan persamaan untuk memperoleh nilai masukan panas (HI) yang disajikan pada gambar 3.

ISSN 2775-5630



Gambar 3. Grafik heat input

Dari grafik yang ditampilkan diatas dapat dilihat bahwa nilai *heat input* mengalami kenaikan seiring dengan besarnya arus pengelasan yang digunakan, karena busur listrik yang dihasilkan pada saat pengelasan disebabkan besar tegangan las, arus las, dan kecepatan las. Tegangan las tidak memberikan daMPak besar pada heat input, hanya mempengaruhi manik las. Sedangkan arus las memberikan pengaruh besar terhadap kecepatan atau laju pencairan logam induk serta ujung elektroda beserta bentuk butirannya, yang menyebabkan transformasi struktur mikro pada daerah *heat affected zone* (HAZ).

Hasil Pengujian Tarik

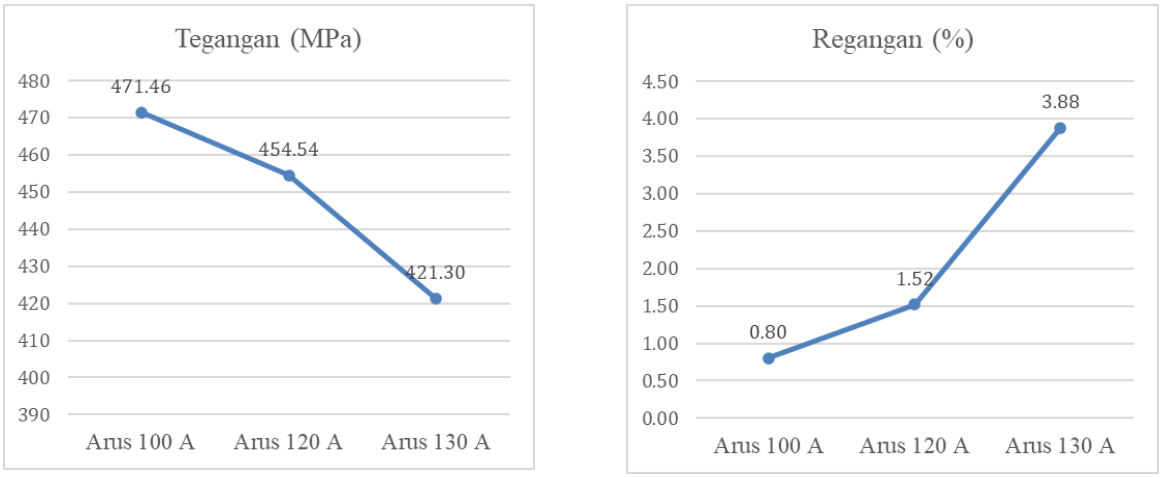
Uji tarik digunakan agar dapat memperoleh informasi terhadap sifat mekanik dari spesimen baja karbon rendah ASTM A36 yang menjadi bahan uji pada penelitian ini. Untuk hasil uji tarik kebanyakan keuletan atau kekuatan dapat ditunjukkan melalui adanya persentase reduksi penaMPang dan perpanjangan. Uji tarik pada penelitian ini memakai mesin *hydrolic servo pulser*. Untuk spesimen pengujian hanya dilakukan uji tarik agar dapat mengetahui serta melihat kualitas kekuatan tarik material ASTM A36 hasil proses pengelasan SMAW dengan menggunakan arus pengelasan yang berbeda. Bentuk spesimen uji tarik sebelum dilakukan pengujian dan spesimen uji tarik setelah dilakukan pengujian dapat dilihat pada gambar 4 dan 5 berikut.

Gambar 4. Spesimen uji tarik sebelum pengujian

ISSN 2775-5630

Gambar 5. Spesimen uji tarik setelah pengujian

Untuk hasil uji tarik pada setiap variasi arus pengelasan didapatkan nilai rata-rata tegangan dan regangan yang dapat dilihat pada gambar 6, dimana setiap arus pengelasan dilakukan pengujian sebanyak 2 pcs.



Gambar 6. Grafik hasil uji tarik

Pada *spesimen* uji pengelasan dengan menggunakan arus 100 A, didapatkan nilai rata-rata kekuatan tarik 471,46 MPa. Pada *spesimen* uji pengelasan dengan menggunakan arus 120 A, didapatkan nilai rata-rata kekuatan tarik 454,54 MPa. Sedangkan pada *spesimen* uji pengelasan dengan menggunakan arus 130 A, didapatkan nilai rata-rata kekuatan tarik 421,30 MPa. Dari tiga sampel pengelasan dengan menggunakan variasi arus yang berbeda terhadap kekuatan tarik material tersebut menurun. Dimana nilai kekuatan tarik material rata-rata tertinggi ada pada hasil pengelasan dengan menggunakan arus 100 A dengan nilai 471,46 MPa sedangkan nilai kekuatan tarik material rata-rata terendah ada pada hasil pengelasan dengan menggunakan arus 130 A dengan nilai 421,30 MPa dan semua spesimen uji patah diarea base metal. Ini menunjukkan bahwa besar atau kuat arus las yang semakin tinggi tidak selalu sejalan dengan naiknya nilai kekuatan tarik proses pengelasan SMAW pada material ASTM A36. Pada nilai regangan rata-rata tertinggi ada pada proses pengelasan dengan menggunakan arus 130 A dengan nilai 3,88 % sedangkan nilai regangan rata-rata terendah ada pada pengelasan dengan menggunakan arus 100 A sebesar 0,80 %.

Menurunnya nilai tegangan tarik disebabkan oleh panas yang ditimbulkan pada saat proses pencairan logam sambungan las dan logam induk yang berbenggaruh terhadap struktur mikro logam, sementara itu struktur dan peralihan ukuran butir yang tercipta pada struktur mikro menyebabkan nilai kekuatan tarik menjadi berbeda. Menurunnya nilai dari tegangan tarik tidak hanya disebabkan oleh struktur mikro logam saja, akan tetapi juga disebabkan oleh komposisi karbon serta silikon yang terdapat di material ASTM A36. Sifat karbon dan silikon pada material sebenarnya berguna menambah keuletan dan kekerasan material, semakin banyak unsur karbon dan silikon membuat material lebih keras dan ulet, tetapi efek dari panas berlebih yang terdapat dikandungan karbon serta silicon membuat sifat kekerasan material menjadi meningkat dan menurunkan keuletan material tersebut, sehingga material menjadi lebih getas dan mudah patah [12].

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil dari penelitian serta pembahasan yang sudah dilakukan sehingga dapat disimpulkan bahwa nilai *heat input* mengalami kenaikan seiring dengan besarnya arus pengelasan yang digunakan, karena busur listrik yang dihasilkan pada saat pengelasan disebabkan besar tegangan las, arus las, dan kecepatan las. Dimana nilai kekuatan tarik material rata-rata tertinggi ada pada hasil pengelasan dengan menggunakan arus 100 A dengan nilai 471,46 MPa sedangkan nilai kekuatan tarik material rata-rata terendah ada pada hasil pengelasan dengan menggunakan arus 130 A dengan nilai 421,30 MPa dan semua spesimen uji patah diarea base metal. Berdasarkan hasil tersebut menunjukkan bahwa pengelasan SMAW pada material ASTM A36 sebaiknya menggunakan arus 100 A karena akan didapatkan hasil kekuatan tarik yang optimal sebesar 471,46 MPa.

DAFTAR PUSTAKA

[1] A. Aloraier, A. Albannai, A. Alaskari, and M. Alawadhi, "TBW technique by varying weld polarities in SMAW as an alternative to PWHT," *Int. J. Press. Vessel. Pip.*, vol. 194, no. PA, p. 104505, 2021, doi: 10.1016/j.ijpvp.2021.104505.

[2] H. Wibowo, M. N. Ilman, and P. tri Iswanto, "Analisa Heat Input Pengelasan Terhadap Distorsi, Struktur Mikro dan Kekuatan Mekanis Baja A36," *J. Rekayasa Mesin*, vol. 7, no. 1, pp. 5–12, 2016.

[3] W. A. Almuzikri, Usman, and Bukhari, "Analisis pengaruh variasi arus terhadap kekuatan tarik dan kekerasan pada pengelasan material SM 400 B," *J. Weld. Technol.*, vol. 3, no. 2, pp. 40–46, 2021.

[4] I. Saefuloh, I. Setiawan, H. Istiqlaliyah, Wijoyo, and A. B. Ulum, "Analisa pengaruh pola gerak elektroda dan kuat arus terhadap kekuatan tarik, kekerasan, dan struktur mikro baja SS400," *Tek. J. SAINS DAN Teknol.*, vol. 15, no. 02, pp. 143–148, 2019, [Online]. Available: http://dx.doi.org/10.36055/tjst.v15i2.6972.

[5] D. Probowati and M. Tri Budi Yuliana, "Pengaruh Kuat Arus Terhadap Kekuatan Tarik pada Proses Pengelasan Baja SM 400 B Menggunakan Proses Pengelasan SMAW di PT. BARATA INDONESIA (Persero) Divisi Sumber Daya Air – Tegal," *J. Metall. Eng. Process. Technol.*, vol. 2, no. February, pp. 39–46, 2022.

[6] I. N. Gusniar, A. Juhri, and V. Noubnome, "Pengaruh Variasi Arus Dan Posisi Pengelasan Smaw Terhadap Sifat Mekanik Sambungan Las Pada Baja ST 37," *J. Tek. Mesin*, vol. 14, no. 2, pp. 134–139, 2021, [Online]. Available: http://ejournal2.pnp.ac.id/index.php/jtm.

[7] Azwinur, S. A. Jalil, and A. Husna, "Pengaruh variasi arus pengelasan terhadap sifat mekanik pada proses pengelasan SMAW," *J. Polimesin*, vol. 15, no. 2, pp. 36–41, 2017.

[8] R. Wahyudi, Nurdin, and Saifuddin, "Analisa pengaruh jenis elektroda pada pengelasan SMAW penyambungan baja karbon rendah dengan baja karbon sedang terhadap tensile strenght," *J. Weld. Technol.*, vol. 1, no. 2, pp. 43–47, 2019.

[9] N. Kurniawati, H. Pangestu, and T. Surawan, "Pengaruh Variasi Elekroda Pengelasan SMAW Baja A36 Terhadap Kekuatan Sambungan Las," *Semin. Nas. TREnD (Technology Renew. Energy Dev.*, vol. 1, pp. 1–10, 2021.

[10] N. Lestari, B. W. Sidharta, and A. Purnomo, "Pengaruh Arus Pengelasan SS 304 Menggunakan Shielded Metal Arc Welding (SMAW) Terhadap Kekuatan Mekanisnya," *Otopro*, vol. 16, no. 1, pp. 23–28, 2020, doi: 10.26740/otopro.v16n1.p23-28.

[11] A. Nugroho and E. Setiawan, "Pengaruh Variasi Kuat Arus Pengelasan Terhadap Kekuatan Tarik dan Kekerasan Sambungan Las *Plate Carbon Steel* ASTM 36," *J. Rekayasa Sist. Ind.*, vol. 3, no. 2, pp. 134–142, 2018.

[12] H. Wiryosumarto and T. Okumura, *TEKNOLOGI PENGELASAN LOGAM*. 2000.