

Pengaruh Variasi Tipe Sambungan Las SMAW pada Baja Karbon Rendah terhadap Uji Tarik dan Uji Impact

Rafidan Azimansyah¹, Nely Ana Mufarida^{2*}, Mokh. Hairul Bahri³
^{1,2,3} Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jember
Email: nelyana@unmuhjember.ac.id

ABSTRACT

This study was conducted to examine the effect various fusing joint types over the tensile force and impact toughness of low carbon metal SS400 utilise Shielded Metal Arc Welding (SMAW) method. Three joint types were tested double Bevel groove, double V groove, double U groove, using 100A current and E6013 electrode with a diameter of 2,6 mm. The test were conducted at the state polytechnic of Malang. The tensile test results showed that the double Bevel joint had the highest tensil strength, with a maximum value of 11.626 Mpa. Meanwhile, the umpact test revealed the highest energy absorption at 127.468 Joules or 2.12 Joules/mm² for the same joint type. The study concludes that the double Bevel groove joint provides the best mechanical performance for SS400 steel, making it the most recommended option for applications requiring high resistance to tensil and impact loads.

Keywords: SMAW Welding, SS400 Steel, Tensil Test, Impact Test

PENDAHULUAN

Proses pengelasan merupakan salah satu metode penyambungan logam yang umum digunakan dalam dunia industri, khususnya di sektor konstruksi dan manufaktur (Teknologi & Mikro, 2024). Menurut penelitian (Utomo & Yunus, 2021) pengelasan berdasarkan kelompok metode kerja dibedakan menjadi tiga kelompok yaitu cair, tekan, dan pematrian. Diantara berbagai metode pengelasan yang tersedia, Shielded Metal Arc Welding (SMAW) menjadi salah satu pilihan utama karena memiliki keunggulan dari segi biaya, fleksibilitas aplikasi serta kemudahan operasional di berbagai kondisi lapangan (Mabrullah et al., 2024). SMAW juga dikenal dengan istilah MMAW (*Manual Metal Arc Welding*) atau las elektroda terbungkus adalah suatu penyambungan dua keping logam atau lebih, menjadi suatu sambungan yang tetap dengan menggunakan sumber panas listrik dan bahan tambah atau pengisi berupa elektroda terbungkus fluks (Purwanto et al., 2023). Fluks pada elektroda yang dijadikan sebagai pelindung berfungsi untuk stabilizer dalam pelaksanaan pengelasan (Chairul et al., 2022). Namun demikian kualitas sambungan yang di hasilkan sangat dipengaruhi oleh sejumlah faktor, salah satunya adalah tipe sambungan las yang digunakan.

Penyambungan las harus mempunyai kekuatan sambung yang kuat, ini dikarenakan konstruksi las biasanya diandalkan untuk menahan beban, baik arah tegak lurus maupun sejajar arus las (Salahudin et al., 2021). pemilihan tipe sambungan las yang tepat memiliki peran penting dalam menentukan kekuatan mekanis sambungan (Salahudin et al., 2021). Variasi desain kampuh seperti double bevel groove, double U groove, double V groove memiliki karakteristik penetrasi dan distribusi tegangan yang berbeda, sehingga dapat memengaruhi performa mekanik sambungan, termasuk kekuatan tarik dan ketangguhan terhadap beban kejut.

Kekuatan tarik adalah tegangan maksimum yang bisa ditahan oleh sebuah benda ketika benda tersebut ditarik atau diberi beban. Beban tarik merupakan beban yang dipindahkan ke suatu benda dengan menerapkan gaya tarik dalam arah yang berlawanan ke salah satu ujung benda (Posisi et al., 2021). Hasil pengujian tarik adalah kekuatan dan keuletan yang ditunjukkan dengan adanya persentase perpanjangan dan kontraksi penampang. Tidak hanya itu, untuk mengetahui kualitas hasil pengelasan diperlukan uji impact untuk mengetahui ketahanan pada beban kejut (Dikwan et al., 2019). Uji impact merupakan suatu pengujian yang mengukur ketangguhan material terhadap beban yang diberikan secara tiba-tiba. Uji impact merupakan sebuah metode yang sangat baik untuk mengukur ketangguhan takik suatu material secara sederhana (Surahman et al., 2023).

Material baja SS400, sebagai baja karbon rendah yang banyak digunakan dalam konstruksi ringan hingga menengah, memiliki sifat mekanik yang baik dan mudah dilas (Famoesa et al., 2020). Oleh karena itu, penelitian mengenai pengaruh tipe sambungan las terhadap kekuatan tarik dan uji

impak pada baja SS400 menjadi relevan untuk menjawab kebutuhan industri dalam menghasilkan sambungan yang kuat dan andal (Mahendra et al., 2022).

Tujuan dari analisis ini adalah untuk meneliti dampak perbedaan tipe sambungan las terkait ketahanan tarik dan nilai impact pada baja SS400 yang dilas menggunakan metode SMAW. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi terhadap pengembangan teknik pengelasan yang lebih optimal serta menjadi referensi bagi praktisi dan akademisi dalam pemilihan desain sambungan las yang efektif.

METODE PENELITIAN

Material

Penelitian ini menggunakan bahan utama berupa pelat baja SS400 dengan ketebalan 10mm. Baja SS400 dipilih karena termasuk baja karbon rendah yang umum digunakan dalam industri konstruksi dan manufaktur serta memiliki karakteristik mudah dilas. Elektroda yang digunakan adalah jenis E6013 berdiameter 2,6 mm, dengan arus pengelasan sebesar 100A. Untuk komposisi baja karbon ini dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 1. Komposisi baja karbon SS400

Kode	C%	Si%	Mn%	Mo%	P%	S%
SS400	0,050-0,23	0,40	1,40	0,025	0,050	0,050

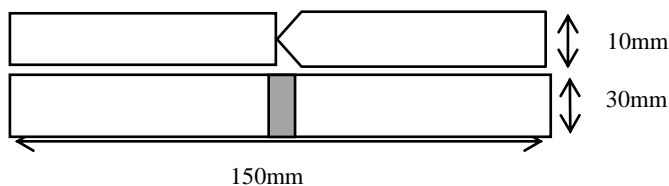
Alat

Adapun alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah Mesin las Shielded Metal Arc Welding (SMAW) tipe Lakoni, elektroda las tipe E6013 diameter 2,6 mm, clamping tool, penggaris dan alat ukur, mesin gerinda, mesin uji tarik, mesin uji impact, mikrometer, alat pelindung diri (APD).

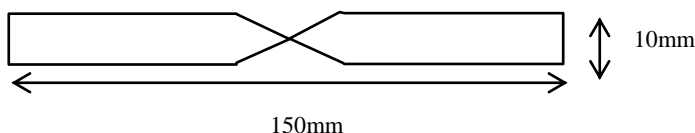
Pembuatan spesimen

Pembuatan spesimen dilakukan di laboratorium Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Jember. Pada tahap ini spesimen harus diukur dengan dimensi sesuai standar pengelasan sebagai berikut:

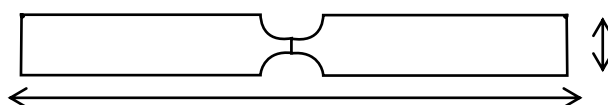
1. Posisi pengelasan 1G
2. Menggunakan elektroda E6013 dengan diameter 2,6 mm
3. Menggunakan arus ampere 100A
4. Sambungan kampuh yang di gunakan double bevel, double V, double U seperti pada gambar dibawah:



Gambar 1. Kampuh Double Bevel

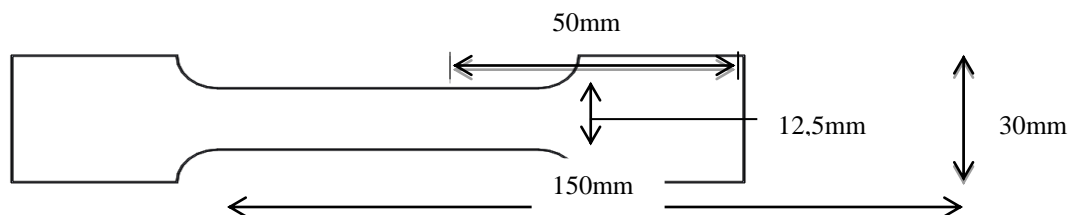


Gambar 2. Kampuh Double V Groove



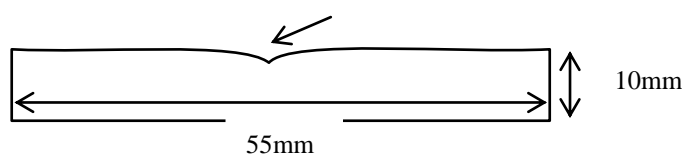
Gambar 3. Kampuh double U groove

Setelah proses pengelasan dengan variasi kampuh bahan baja SS400 dibentuk dengan ukuran sesuai standar dengan panjang akhir spesimen 150 mm, tebal 10 mm, lebar 10 mm dan di potong untuk luas penampang 12,5 mm dan panjang 50 mm



Gambar 4. Spesimen uji tarik

Adapun spesimen uji impact dibentuk dengan ukuran standar ASTM E8 dengan panjang 55 mm, lebar 10 mm, tebal 10 mm dan kedalaman takik 2 mm. Contoh seperti gambar dibawah:



Gambar 5. Spesimen uji impact

Pengujian Sampel

Analisa sampel dilaksanakan di Laboraturium Teknik Mesin Politeknik Negeri Malang. Dalam pross ini, penulis menjalankan sejumlah analisis pada bahan uji diantaranya:

1. Uji Tarik

Uji tarik uniaksial untuk bahan logam telah di standarisasi untuk waktu yang lama dan banyak pedoman nasional yang dikembangkan seperti ASTM E8/E8M-16a (Las et al., 2022). Pada pengujian tarik spesimen akan diberi gaya secara perlahan untuk mengkur kekuatan dan ketahanan tariknya (Agustus et al., 2019). Sampel nantinya menerima tegangan dan regangan hingga terjadinya kepatahan sampel. Adapun rumus dasar pengujian tarik sebagai berikut:

$$\sigma = \frac{A}{F} \quad (1)$$

σ = Tegangan tarik (MPa atau N/mm²)

F = Gaya tarik maksimum (N)

A = Luas penampang awal benda uji (mm²)

2. Uji Impact

Pengujian ini dilakukan untuk menentukan ketangguhan material untuk menyerap energi sebelum mengalami patah atau retak akibat beban kejut atau benturan. Teknik yang digunakan pada pengujian ini menggunakan impak Charpy (Suwasono et al., 2023). Uji ini dilakukan dengan memukul spesimen yang sesuai dengan palu pada lengan bandul sementara spesimen dipegang erat di setiap ujungnya. Palu memukul berlawanan dengan takik. Rumus dasar pengujian impak sebagai berikut:

$$E = m \cdot g \cdot (h_1 - h_2) \quad (2)$$

Keterangan:

E : Energi impact yang diserap material (Joule,).

m : Massa pendulum (kg).

g : Percepatan gravitasi (9.81 m/s²).

h1 : Tinggi awal pendulum sebelum pengujian (meter).

h2 : Tinggi akhir pendulum setelah memukul spesimen (meter).

Untuk menghitung harga impact pada setiap spesimen, bisa di dapatkan dari besarnya energi serap yang terjadi dibagi dengan luas penampang setiap spesimen(Hendaryati & Mamungkas, 2021). Rumus untuk menghitung harga impact bisa menggunakan cara sebagai berikut:

$$HI = Es / A \quad (3)$$

Keterangan:HI = harga impact (J/mm²)

Es = energi serap (J)

A = luasan penampang spesimen (mm²)**Variabel Penelitian**

a. Variabel terikat

Merupakan variabel yang dipengaruhi oleh variabel bebas. Variabel terikat pada penelitian ini adalah pengaruh variasi kampuh double Bevel, double U, Double V.

b. riabel tetap

Adalah variabel yang dikendalikan agar tetap sama di semua perlakuan. Variabel tetap pada penelitian ini berupa Material baja SS400 dengan ketebalan 10 mm.

c. Variabel bebas

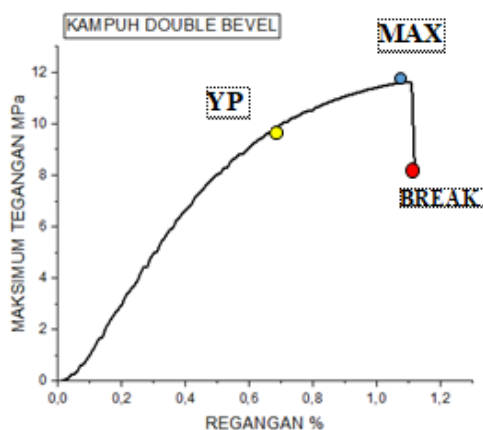
Merupakan variabel yang berfungsi sebagai penyebab perubahan dalam eksperimen. Penelitian ini menggunakan Uji Tarik dan Uji Impact sebagai variabel bebas.

Prosedur Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan melalui tahapan ; Studi literature, Persiapan specimen uji dan pemilihan material baja SS400, Pengelasan SMAW, Membuat variasi kampuh las double bevel, Proses double Vgroove, double U groove, Pengelasan plat baja SS400 menggunakan elektroda pola U dengan arus 100A, Pengujian specimen, Pengujian tarik, Pengujian impact, analisis data,

HASIL DAN PEMBAHASAN**Data Uji Tarik**

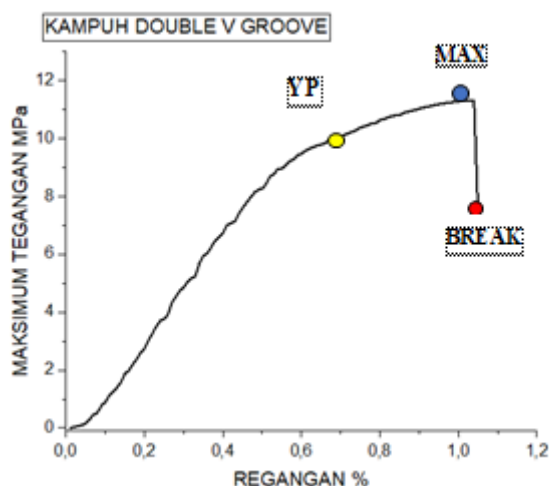
Penilaian tarik pada baja SS400 dilakukan untuk mengetahui kekuatan tarik maksimal setiap tipe sambungan. Hasil rata-rata pengujian dapat dilihat sebagai berikut:



Gambar 6. Grafik rata-rata pengujian spesimen kampuh double Bevel

Tabel 2. Rata-rata pengujian spesimen kampu double Bevel

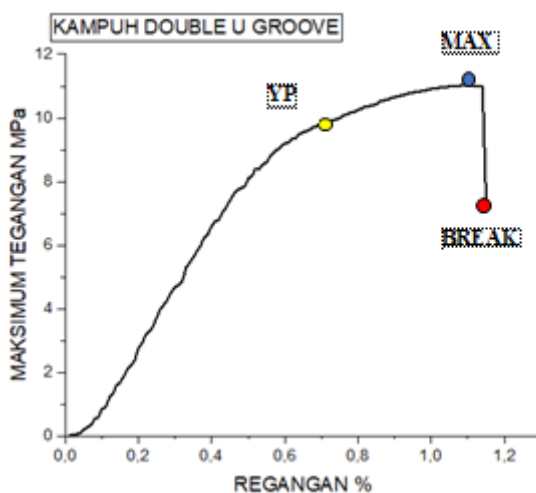
Variasi kampu double Bevel	Rata-rata MPa	Regangan
(YP)	8,815 MPa	0,58
(MAX)	11,626 MPa	1,1
(BREAK)	7,972 MPa	1,12



Gambar 7. Grafik rata-rata pengujian spesimen kampu double V groove

Tabel 3. Rata-rata pengujian spesimen kampu double V groove

Variasi kampu double V groove	Rata-rata Mpa	Regangan
(YP)	9,940 Mpa	0,69
(MAX)	11,307 Mpa	1,04
(BREAK)	7,571 Mpa	1,1



Gambar 8. Grafik rata-rata pengujian spesimen kampu double U groove

Tabel 4. Rata-rata pengujian spesimen kampu double U groove

Variasi kampu double U groove	Rata-rata MPa	Regangan
(YP)	9,730 Mpa	0,71
(MAX)	11,022 Mpa	1,11
(BREAK)	7,420 MPa	1,15

Hasil nilai dari variasi kampu di atas, kampu double Bevel menunjukkan nilai tertinggi dengan nilai (YP) point 8,815 Mpa, dengan tegangan maksimum (MAX) point 11,626 Mpa, dan

mengalami titik putus (BREAK) point 7,972 Mpa. Hal ini mengindikasikan penetrasi dan distribusi tegangan yang lebih merata pada kampuh tersebut.

Data Uji Impact

Pengujian impact pada baja SS400 dilakukan menggunakan metode Charpy untuk menilai ketangguhan material terhadap beban kejut. Hasil rata-rata dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 5. Nilai uji impact

Tipe kampuh	Energi terserap (Joule)	Harga impact (Joule/mm ²)
Double Bevel	127,46	2,12
Double V groove	123,87	2,06
Double U groove	116,05	1,93

Dari hasil pengujian variasi kampuh pada baja SS400 dapat dilihat pada tabel di atas, variasi kampuh double bevel mendapatkan nilai tertinggi dengan energi serapan di 127,46 Joule dan nilai harga impact mencapai 2,12 Joule/mm². Ketahanan terhadap beban kejut yang tinggi penting dalam aplikasi struktural dinamis.

KESIMPULAN


Penelitian terhadap material baja SS400 telah dilakukan menggunakan proses pengelasan SMAW dengan kawat las E6013 berdiameter 2,6 mm. Berdasarkan data uji tarik pengelasan SMAW menggunakan posisi 1G dengan arus 100A pada kampuh double Bevel memiliki nilai uji tarik yang paling tinggi dengan nilai YP point 8,815 Mpa, MAX point 11,626 Mpa, BREAK point 7,972 Mpa. Dari hasil uji impact terhadap baja SS400 dengan variasi jenis kampuh double Bevel, double V, dan double U di peroleh bahwa kampuh tipe double Bevel menunjukkan tingkat kekuatan tertinggi dengan nilai serapan energi 12,468 Joule, dan harga impact mencapai 2,12 Joule/mm².

SARAN

Merujuk pada hasil pembahasan dalam penelitian ini, beberapa rekomendasi yang relevan untuk peneliti selanjutnya di harapkan dapat membandingkan variasi elektroda terhadap ketebalan bahan, dengan metode pengujian kekuatan tekan dan struktur mikro pada material. Dan saat memilih material, pastikan material sudah memiliki sertifikat untuk mengetahui spesifikasi serta keaslian material.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Agustus, V. N., Yaqin, M. A., & Mufarida, N. A. (2019). *J-Proteksion PENGARUH VARIASI ARUS PENGELASAN SHIELD METAL ARC WELDING (SMAW) TERHADAP KEKUATAN TARIK PADA MATERIAL STAINLESS STEEL 304L The Effect of The Variation of Welding Current of Shield Metal Arc Welding (SMAW) on The Tensile Strength of Stain.* 4(1), 8–10.
- [2] Chairul, N., Irzal, I., Mulianti, M., & Nurdin, H. (2022). Pengaruh Variasi Kuat Arus Terhadap Kekuatan Tarik Hasil Pengelasan Smaw Pada Baja Karbon Rendah Dengan Elektroda E-7018. *Jurnal Vokasi Mekanika (VoMek)*, 4(4), 167–172. <https://doi.org/10.24036/vomek.v4i4.470>
- [3] Dikwan, M., Jokosisworo, S., & Zakki, A. F. (2019). JURNAL TEKNIK PERKAPALAN Pengaruh Normalizing Terhadap Kekuatan Tarik, Impak, dan Mikrografi Pada Sambungan Las Baja A36 Akibat Pengelasan Shielded-Metal Arc Welding (SMAW) dengan Variasi 2 waktu Pemanasan. *Jurnal Teknik Perkapalan*, 7(4), 440–448. <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/naval>
- [4] Famoesa, M. A. P., S, P. I., & Pranatal, E. (2020). Pengaruh variasi sudut kampuh v pada sambungan las fcaw dari material baja ss 400. *E-Journal ITATS*, 2(1), 85–93.
- [5] Hendaryati, H., & Mamungkas, M. I. (2021). Pengaruh Tipe Saluran Pengecoran Terhadap Sifat Mekanik Dan Struktur Mikro Aluminium Al 6061 Dengan Metode Sand Casting. *Rotor*, 14(2), 43. <https://doi.org/10.19184/rotor.v14i2.22086>

- ◆ 
- [6] Las, S., Pada, T. I. G., & Alloy, A. (2022). *Indra Eka Prasetya 1) , Kosjoko 2) , Nely Ana Mufarida 3)*. 9(1), 1–10. <http://je.politala.ac.id>
- [7] Mabrullah, R. A., Kosjoko, & Shofiyah, R. (2024). Pengaruh Variasi Arus pada Pengelasan SMAW terhadap Uji Kekuatan Bending dan Struktur Mikro Baja ST 42. *Journal of Engineering Science and Technology* , 2(2), 53–61.
- [8] Mahendra, Y., Lesmanah, U., & Basjir, M. (2022). Pengelasan SMAW dan GMAW Pada Baja SS400. *Jurnal Unisma*, 22–26.
- [9] Posisi, P., Terhadap, D. A. N., & Tarik, K. (2021). *SAMBUNGAN LAS SMAW DENGAN MODEL KAMPUH V DAN KAMPUH X*. 16(April), 14–17.
- [10] Purwanto, A., Wijoyo, W., & Fajar Riyadin, A. (2023). Pengaruh Polaritas Mesin Las pada Pengelasan SMAW (Shielded Metal Arc Welding) Terhadap Sifat Fisik dan Mekanik Baja Karbon Rendah. *Jurnal Teknik Indonesia*, 2(4), 150–158. <https://doi.org/10.58860/jti.v2i4.238>
- [11] Salahudin, X., Ihza, Y., Pramono, C., & Widodo, S. (2021). Analisis Kekuatan Tarik Baja Karbon Rendah Hasil Pengelasan Smaw Dengan Variasi Bentuk Kampuh Las. *Journal of Mechanical Engineering*, 5(1), 8–14. <https://doi.org/10.31002/jom.v5i1.3941>
- [12] Surahman, A., Mufarida, N. A., & ... (2023). Pengaruh Variasi Arus Las SMAW Terhadap Uji Tarik dan Uji Kekerasan Serta Struktur Mikro Pada Bahan ST 37. *Journal of Engineering ...*, 1(3), 129–137. <https://jesty.pubmedia.id/index.php/jesty/article/view/21%0Ahttps://jesty.pubmedia.id/index.php/jesty/article/download/21/18>
- [13] Suwasono, B., Farizal, M., Nugroho, N. Y., & Hardianto, D. (2023). Identifikasi Kekuatan Butt Joint dan Lap Joint pada Pengelasan Konstruksi Kapal. *Rekayasa*, 16(2), 243–249. <https://doi.org/10.21107/rekayasa.v16i2.19914>
- [14] Teknologi, J. S., & Mikro, S. (2024). *Pengaruh Variasi Jumlah Layer Las Smaw Material Aisi 1045 Terhadap Kekuatan Tarik dan Struktur Mikro The Effect of Variation in Number of Smaw Weld Layers of Aisi 1045 Material on Tensile Strength and Micro Structures*. 6(1), 108–120.
- [15] Utomo, C. W., & Yunus, Y. (2021). Pengaruh posisi pengelasan terhadap kekuatan tarik dan tekuk pada sambungan Las Baja ST 41. *Jurnal Teknik Mesin UNESA*, 9(2), 1–4. <https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/jtm-unesa/article/view/39923>