

## PENGARUH VARIASI KAMPUH LAS V, V GANDA, DAN U TERHADAP KETANGGUHAN IMPAK DAN STRUKTUR MAKRO PADA SAMBUNGAN BAJA SS400 HASIL PENGELASAN SMAW

Andrian Susanto<sup>1)</sup>, Xander Salahudin<sup>2)</sup>, Nurhadi<sup>3)</sup>

<sup>1,2,3</sup>Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Tidar

Jalan Kapten Suparman 39 Potrobangsari, Magelang Utara, Magelang, Jawa Tengah 56196

Email: <sup>1</sup>andriansusanto230598@gmail.com, <sup>2</sup>xandersalahudin@untidar.ac.id,

<sup>3</sup>nurhadi@untidar.ac.id.

### ABSTRAK

Las *Shield Metal Arc welding* (SMAW) menjadi alternatif utama dalam pengerjaan konstruksi baja. Penerapan las SMAW meliputi konstruksi jembatan, transportasi, rangka atap, bahkan di perkapalan sebagai pembuatan lambung kapal. Salah satu baja yang sering digunakan pada konstruksi adalah baja SS400 yang dikenal memiliki sifat mekanik sangat baik. Penelitian ini bertujuan mengetahui pengaruh variasi kampuh las raw material, V, V ganda, dan U terhadap ketangguhan impak dan struktur patahan makro yang terjadi pada sambungan baja SS. Metodologi penelitian menggunakan pengelasan SMAW dengan arus las sebesar 110 A dan kawat las tipe E6013. Variasi kampuh las yang digunakan yaitu kampuh las V, V ganda, dan U. Adapun pengujian impak dengan metode *charpy* dan struktur makro. Hasil penelitian memberikan nilai ketangguhan impak raw material sebesar 1,06 J/mm<sup>2</sup>, pada variasi kampuh V sebesar 0,35 J/mm<sup>2</sup>, kampuh V ganda sebesar 0,24 J/mm<sup>2</sup>, dan kampuh U sebesar 0,54 J/mm<sup>2</sup>. Jenis patahan dengan kampuh las V, U dan raw material menghasilkan sambungan dengan patahan ulet, sedangkan sambungan dengan kampuh las V ganda patahannya getas.

**Kata kunci :** baja SS400, *charpy*, SMAW

### ABSTRACT

Welding Shield Metal Arc welding (SMAW) is the main alternative in steel construction work. The application of SMAW welding includes bridge construction, transportation, roof trusses, even in shipping as the manufacture of ship hulls. One of the steels that is often used in construction is SS400 steel which is known to have excellent mechanical properties. This study aims to determine the effect of variations in raw material weld seam, V, double V, and U on impact toughness and macro-fracture structures that occur in SS steel joints. The research methodology uses SMAW welding with a welding current of 110 A and type E6013 welding wire. Welding seam variations used are V, double V, and U weld seams. The impact testing is done by *charpy* method and macro structure. The results of the study gave the impact toughness of the raw material at 1.06 J/mm<sup>2</sup>, in the variation of the V joint of 0.35 J/mm<sup>2</sup>, the double V joint of 0.24 J/mm<sup>2</sup>, and the U seam of 0.54 J/mm<sup>2</sup>. The type of fracture with V, U welded seams and raw material produces a joint with ductile fracture, while the joint with double V welded seam has brittle fracture.

**Keyword:** *charpy*, SMAW, SS400 steel

## PENDAHULUAN

Baja SS400 merupakan baja struktural (*structural steel*) yang tergolong dalam baja karbon rendah dengan kadar kandungan kurang dari 0,3% C dan kekuatan tarik 400 MPa. Baja SS400 sering diaplikasikan pada konstruksi perkapalan, jembatan, transportasi, dan rangka atap. Sifat mekanik dari baja SS400 diantaranya yaitu sifat mampu mesin, keuletan, dan ketangguhan yang baik. Komposisi kimia dari baja SS400 dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Komposisi kimia baja SS400

Steel	C	Mn	P	S	Si	Al	N
SS400	0.134	0.89	0.02	0.0066	0.29	0.044	0.0053

Sumber : Luo (2013)

Metode penyambungan yang sering digunakan pada konstruksi baja adalah teknik pengelasan. Salah satunya yaitu pengelasan busur listrik (*Shield Metal Arc Welding*). Las busur listrik merupakan metode pengelasan yang paling canggih untuk jenis baja struktural (Salmon, 1990). Las jenis ini juga memiliki keunggulan sifat sambungan yang tidak mudah korosi (Maulana, 2017).

Menurut Wiryosumarto dalam penelitian Santoso (2016), salah satu faktor yang mempengaruhi pada proses pengelasan yaitu jenis kampuh las yang digunakan. Kampuh las merupakan kubungan dari logam induk yang akan diisikan dengan logam las (Jusman, 2020). Alip dalam penelitian Arham (2016), menyatakan pemilihan kampuh las yang tepat dapat memperpanjang usia sambungan pada konstruksi. Beberapa jenis kampuh las yaitu kampuh V, V ganda, I, K, J, U, Y dan lain-lain.

Penelitian ini tujuannya untuk mengetahui sifat mekanik seperti ketangguhan impact dan struktur patahan makro pada sambungan baja SS400 hasil pengelasan dengan metode las SMAW. Pengaplikasiannya pada bagian lambung kapal yang diharapkan memiliki sambungan yang ulet, sehingga dapat memperpanjang usia sambungan.

Sambungan yang ulet tentunya memiliki nilai ketangguhan impact yang tinggi dan sifat sambungan yang lunak.

## METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan yang digunakan:

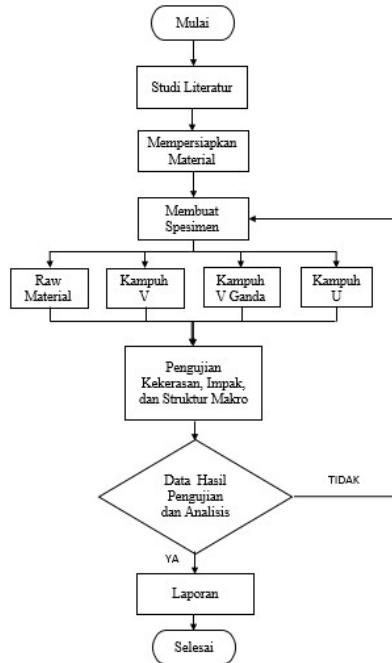
- Mesin las SMAW
- Gergaji tangan
- Mesin gerinda
- Mistar dan jangka sorong
- Alat uji impact *charpy*
- *Safety welding*
- Palu kerak dan tang penjepit
- Baja SS400
- Elektroda E6013

Penelitian yang dilakukan menggunakan material baja SS400 dengan ketebalan 5 mm. Proses preparasi spesimen diawali dengan pemotongan baja SS400 dengan dimensi ukuran 60x10x5 mm sebanyak 12. Selanjutnya masing-masing spesimen dipotong menjadi dua bagian untuk dibentuk profil kampuh las V, V ganda, dan U dengan sudut kampuh 60°. Lalu dilakukan proses pengelasan dengan las busur listrik menggunakan arus las sebesar 110 A. Elektroda yang digunakan yaitu E6013 dengan diameter 3,2 mm. Setelah dilakukan pengelasan, spesimen dipreparasi dengan cara dikikir bagian lasan agar rata. Selanjutnya pembuatan takik pada spesimen dengan ukuran 2 mm.

Pengujian impact menggunakan metode *charpy* dengan mengacu pada standar ASTM A23. Pengujian impact menggunakan alat uji impact *charpy* model JB 300B Serial DP-CN-1907006 *Max Impact Energi*: 300 Joule.

Proses pembuatan spesimen dan pengelasan dilakukan di Bengkel Teknik Mesin Universitas Tidar. Pengujian impact *charpy* dilakukan di Laboratorium Manufaktur Universitas Sanata Dharma Yogyakarta.

Diagram alir penelitian disajikan pada gambar 1.



Gambar 1. Diagram alir penelitian

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Uji Impak

Data energi serap hasil pengujian impact disajikan dalam Tabel 2.

Tabel 2. Data energi serap

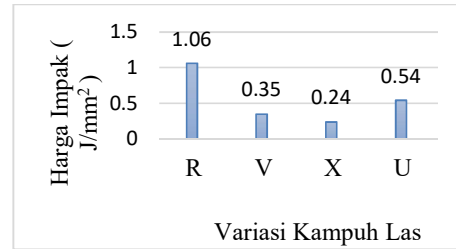
Benda Uji	$E_{\text{serap}}$ (Joule)
R <sub>1</sub>	43
R <sub>2</sub>	41
R <sub>3</sub>	43
V <sub>1</sub>	14
V <sub>2</sub>	13
V <sub>3</sub>	16
X <sub>1</sub>	9
X <sub>2</sub>	10
X <sub>3</sub>	11
U <sub>1</sub>	24
U <sub>2</sub>	19
U <sub>3</sub>	23

Data energi serap pada Tabel 2 selanjutnya dianalisis menggunakan persamaan berikut.

$$\text{Ketangguhan Impak} = \frac{E_{\text{serap}}}{h \times b} \quad (\text{J/mm}^2)$$

Dimana : h : tebal spesimen uji (mm)

b : lebar spesimen uji (mm)



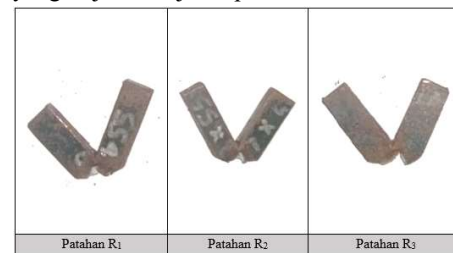
Ket: R (raw material); V (kampuh V); X (kampuh V ganda); U (kampuh U)

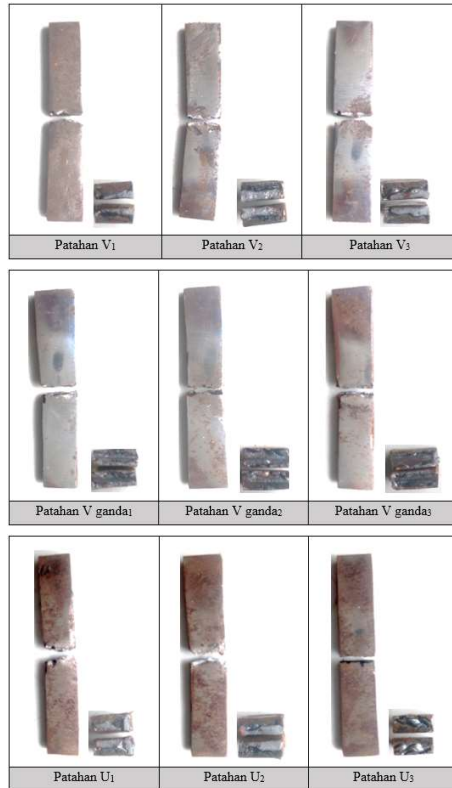
Gambar 2. Diagram variasi kampuh las terhadap nilai ketangguhan impact

Berdasarkan Gambar 2, dapat diketahui bahwa raw material memiliki nilai ketangguhan impact paling tinggi sebesar 1,06 J/mm<sup>2</sup>. Penggunaan kampuh las U memberikan nilai ketangguhan impact yang tinggi dibandingkan dengan kampuh las V maupun V ganda dengan nilai ketangguhan impact 0,54 J/mm<sup>2</sup>. Hal ini dikarenakan kondisi permukaan kampuh U yang lebih luas dibandingkan kampuh yang lainnya menyebabkan panas las yang diterima lebih baik dan proses laju pendinginan yang cenderung lambat. Oleh karena itu, kampuh las U memiliki sifat sambungan yang lunak dan ulet. Penggunaan kampuh V ganda memberikan nilai ketangguhan impact paling rendah sebesar 0,24 J/mm<sup>2</sup>. Pengelasan dua sisi pada spesimen kampuh V ganda menyebabkan terjadinya panas las yang tinggi dan berdampak pada sifat lasan yang keras dan getas.

### Struktur Makro

Spesimen hasil pengujian impact mengalami patahan dengan jenis patahan yang berbeda-beda. Berikut struktur makro patahan impact yang terjadi disajikan pada Gambar 3.





Gambar 3. Struktur makro spesimen raw material, kampuh V, V ganda, dan U

Berdasarkan gambar 3, dapat diketahui bahwa spesimen raw material, kampuh V, dan U mengalami patah ulet. Hal ini dapat disimpulkan dari sisi patahan yang terdapat serat-serat halus. Kampuh V ganda mengalami patah getas, terlihat dari bekas patahan yang bersifat kasar dan tidak ditemukan serat halus.

#### KESIMPULAN

1. Nilai ketangguhan impak tertinggi diperoleh dari spesimen raw material dengan nilai impak sebesar 1,06 J/mm.
2. Nilai kekerasan tertinggi terjadi pada spesimen dengan kampuh las V ganda sebesar 216,9 VHN. Hal ini disebabkan pada proses pengelasan dua sisi terjadi panas las yang tinggi dan menjadikan lasan bersifat keras dan getas.
3. Patahan makro yang terjadi pada raw material, kampuh V, dan kampuh U yaitu

patah ulet. Hal ini dapat diamati dari permukaan bekas patahan yang terdapat serat-serat halus.

4. Penggunaan kampuh V ganda menghasilkan jenis patahan getas, pengelasan dua sisi menyebabkan terjadinya panas las yang tinggi sehingga sifat sambungan keras dan getas.

#### SARAN

1. Sebaiknya saat melakukan pengelasan spesimen dijepit supaya tidak terjadi lengkungan pada lasan.
2. Sebaiknya proses preparasi dan manufaktur spesimen dilakukan dengan maksimal supaya data hasil pengujian valid.
3. Sebaiknya jumlah sampel setiap variabel minimal 5, agar memudahkan pengambilan data rata-ratanya.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Arham, Y. (2016). Pengaruh Jenis kampuh V dan X terhadap Struktur Mikro dan Kekuatan Impak pada Pengelasan Baja Karbon. *ENTHALPY*, 1(2).
- Jusman, J., Sudarsono, S., & Sudia, B. Analisa Kekerasan dan Struktur Mikro Sambungan Las Kampuh V Tunggal dan Kampuh V Ganda Pada Baja Karbon Rendah. *ENTHALPY*, 5(4).
- Luo, S. J., Su, Y. H. F., Lu, M. J., & Kuo, J. C. (2013). EBSD Analysis of Magnesium Addition on Inclusion Formation in SS400 Structural Steel. *Materials characterization*, 82, 103-112.
- Santoso, T. B., Solichin, S., & Trihutomo, P. (2016). Pengaruh kuat arus listrik pengelasan terhadap kekuatan tarik dan struktur mikro las SMAW dengan elektroda E7016. *Jurnal Teknik Mesin*, 23(1).
- Wiryosumarto, H. dan Okumura, T. *Teknologi Pengelasan Logam*. Jakarta: PT. Pradya Paramita. 2000.