

---

## KAJIAN KEKUATAN IMPAK KAMPUH LAS PADA BAJA KARBON RENDAH

Irwan Wunarlan<sup>1</sup>, Hendra Uloli<sup>2</sup>, \*Monica Pratiwi<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Prodi PWK-Fakultas Teknik Universitas Negeri Gorontalo

<sup>2</sup>Prodi Teknik Mesin-Fakultas Teknik Universitas Negeri Gorontalo

<sup>3</sup>Prodi S1 Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Gorontalo

\*e-mail: [pratiwimonica011@gmail.com](mailto:pratiwimonica011@gmail.com)

### Abstrak

Baja lunak (750 Hollow Steel dengan standar AISI 1118) banyak digunakan untuk konstruksi dan manufaktur baja karena memiliki kemampuan las dan kemampuan bentuk. Baja lunak mudah dilas. Busur cahaya listrik tanpa pemanasan awal sering digunakan untuk mengelas baja lunak. Hasil pengelasan pada baja lunak dapat dievaluasi dengan uji impak. Berdasarkan perhitungan uji impak, rata-rata kekuatan impak (E1) adalah 0,66013 (Joule/mm<sup>2</sup>). Terkena dampak pengelasan panas dan zona takik tidak signifikan dalam pengujian ini. Dalam hal ini, energi yang menurun dan kekuatan pengelasan sangat sedikit, rata-rata dampak alur las tipe Y lebih tinggi daripada rata-rata alur las tipe U dan itu sama dengan uji impak. Dalam uji statistik, dijelaskan hasil yang sama bahwa, tidak ada perbedaan rata-rata dampak yang signifikan antara sampel logam utama dan sampel perawatan. Zona fraktur umum dalam uji sampel adalah Zona Terkena Panas di luar. karena pada daerah Heat Affected Zone terjadi pertukaran struktur yang dipengaruhi oleh paduan dalam unsur, seperti Mn yang berasal dari elektroda las dan daerah fraktur pada daerah logam induk yang berstruktur ferit.

**Kata kunci:** Baja lunak, benturan, pengujian, tarik

---

Diterima : 15-10-2024

Disetujui : 21-10-2024

Dipublikasi : 30-11-2024

©2024 Irwan, dkk

---

### PENDAHULUAN

Pemakaian logam ferrous baik baja maupun besi cor dengan karakteristik dan sifat yang berbeda membutuhkan adanya suatu penanganan yang tepat hingga implementasi dari penggunaan logam tersebut dapat sesuai dengan kebutuhan yang ada, khususnya baja. Penggunaan baja karbon rendah banyak digunakan lebih disebabkan karena baja karbon rendah memiliki keuletan tinggi dan mudah dimachining, tetapi kekerasannya rendah dan tidak tahan aus. Baja ini tidak dapat dikeraskan dengan cara konvensional karena kadar karbonnya yang rendah, sehingga dilakukan proses Carburising. Proses Carburising sendiri didefinisikan sebagai suatu proses penambahan kandungan unsur karbon (C) pada permukaan baja. Proses Carburising yang tepat akan menambah kekerasan permukaan sedang pada bagian inti tetap liat. Selain dari pada itu ada hal yang perlu diperhatikan sebelum memulai proses pengarbonan (Carburising), yaitu komposisi kimia khususnya perubahan unsur karbon (C) akan dapat mengakibatkan perubahan sifat-sifat mekanik baja tersebut. Baja merupakan paduan yang terdiri dari unsur utama besi (Fe) dan karbon (C), serta unsur-unsur lain, seperti : Mn, Si, Ni, Cr, V dan lain sebagainya yang tersusun dalam

prosentase yang sangat kecil. Dan unsur unsur tersebut akan berpengaruh terhadap mutu dari baja tersebut (Masyrukan, 2006).

Proses penyambungan logam menggunakan metoda welding sangat banyak dimanfaatkan dalam industri. Salah satu jenis pengelasan adalah MIG (Metal Inert Gas), dimana proses penyambungan dua material logam atau lebih menjadi satu melalui proses pencairan setempat dengan menggunakan elektroda gulungan (filler) berupa kawat yang sama dengan logam dasar yang disambung (base metal) dan menggunakan gas pelindung (inert gas) (Marthiana, dkk, 2020).

Proses pengelasan dalam aplikasinya menjadi pilihan pada reparasi hasil coran, sambungan bagian-bagian yang patah, dan sebagainya. Baja karbon rendah (baja 750 Hollow dengan standar AISI 1118) banyak dipakai untuk konstruksi baja dan bahan manufaktur karena mempunyai sifat mampu las dan mampu bentuk yang baik.

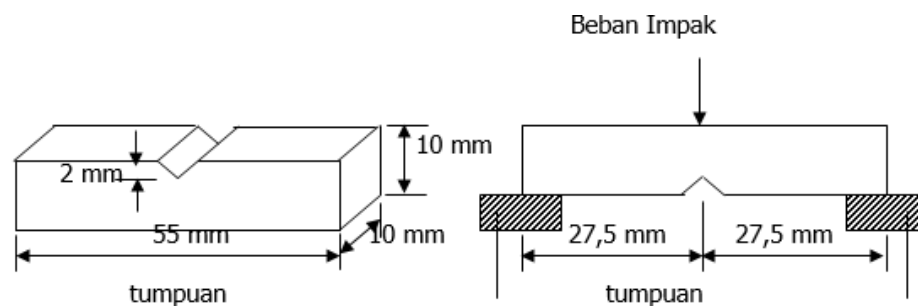
Penelitian ini akan menganalisis kekuatan kampu las tipe Y dan tipe U pada baja karbon rendah, dengan cara membandingkan impak dari logam induk yang tidak mengalami proses pengelasan dengan logam yang mengalami proses pengelasan. Tujuan penelitian yang ingin dicapai yakni mengetahui kekuatan kampu las tipe Y dan tipe U dengan sudut bukaan 45<sup>o</sup> pada baja karbon rendah serta kelayakan baja karbon rendah yang telah mengalami proses pengelasan untuk digunakan pada suatu konstruksi.

Teknologi las telah banyak digunakan dalam penyambungan batang-batang pada konstruksi bangunan baja dan konstruksi komponen-komponen mesin. Menggunakan sambungan las menjadi lebih ringan dan proses pembuatannya sederhana, sehingga biaya keseluruhan menjadi lebih murah (Priyo, Mudjijana dan Himarosa, 2017). SMAW merupakan las busur listrik dengan elektroda terbungkus dimana panas dihasilkan dari busur listrik antara ujung elektroda dengan logam yang dilas (Pratiwi, Utami dan Kelana, 2020). Jenis las SMAW sangat umum digunakan dan proses pengerjaannya sangat sederhana serta dari segi ekonomi tergolong murah. SMAW atau las nyala busur listrik terlindung adalah pengelasan dengan mempergunakan nyala busur listrik sebagai sumber panas pencair logam. Jenis las ini yang lazim dipakai di mana-mana untuk hampir semua keperluan pengelasan. Untuk keselamatan kerja, maka tegangan yang dipakai hanya 23-45 volt saja, sedang untuk pencairan pengelasan dipakai arus listrik antara 80-200 ampere.

Baja karbon rendah adalah baja karbon dengan kandungan unsur karbon kurang dari 0,25% dari berat keseluruhan baja paduan. Perlakuan panas sangat sulit untuk dilakukan pada baja karbon rendah karena tidak terjadi pembentukan martensit. Baja karbon rendah memiliki keuletan dan ketangguhan yang tinggi. Secara mikrotik,

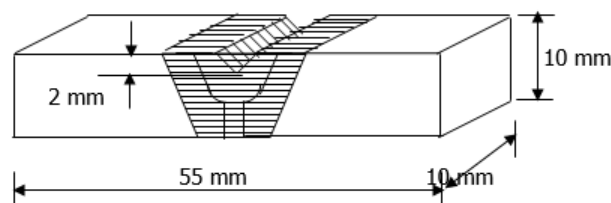
baja karbon rendah terdiri dari ferit dan sedikit perlit. Baja karbon rendah merupakan bahan pembuatan peralatan permesinan dan pengelasan. Syarat penggunaan baja karbon rendah ialah kekuatan dan syarat pekerjaan teknis yang tidak terlalu besar. Batas kekuatan tekanan yang mampu diterima oleh baja karbon rendah adalah kurang dari 100.000 psi (690 MPa). Selain itu, pengerasan tidak dapat terjadi pada mesin berukuran besar serta sangat mudah mengalami oksidasi dan korosi (Manurung, dkk 2020). Dalam pengelasan SMAW variabel yang menentukan kualitas hasil pengelasan adalah pemilihan bahan tambah, pemilihan arus yang digunakan untuk mencairkan bahan tambah (elektroda) menjadi sempurna, kecepatan pengelasan dan penentuan sudut elektroda. Pemilihan variabel ini tergantung pada keterampilan operator yang melaksanakannya sehingga penentuan variabel-variabel tersebut sering berubah terutama pada sudut elektroda. (Yohanes dan Harahap, 2018).

Berbagai jenis pengujian impak bertakik telah digunakan untuk menentukan kecenderungan sifat getas suatu bahan. Para peneliti kepatahan getas logam telah menggunakan berbagai bentuk benda uji untuk pengujian impak bertakik. Secara umum benda uji dikelompokkan ke dalam dua golongan standar. Batang uji Charpy yang banyak digunakan di Amerika Serikat, dan benda uji Izod yang lazim digunakan di Inggris (Sriaty, 1987). Pada penelitian ini digunakan benda uji Charpy dan dimensi benda uji ini dapat dilihat pada gambar 2.



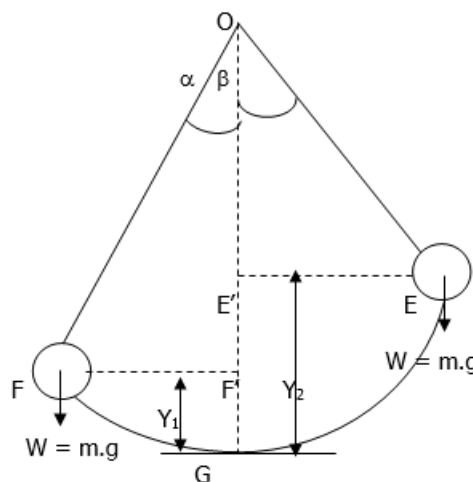
Gambar 2. Benda Uji dan patahan dari uji Charpy

Benda uji impak yang telah mengalami proses pengelasan diperlihatkan pada gambar 3. Dimensi kampuhnya sama dengan kampuh pada pengujian tarik E.7 diatas.



Gambar 3. Benda uji impak yang mengalami proses pengelasan (SNI, 1996)

Benda uji diletakkan pada tumpuan dalam posisi mendatar dan bagian yang bertakik diberi beban impak dengan ayunan bandul. Gambar 4 memperlihatkan posisi bandul pada saat sebelum dan sesudah memukul benda uji.



Gambar 4. Posisi bandul pada saat sebelum dan setelah memukul benda uji (Harmer, Troxell dan Hauck, 1982)

Dalam gambar 4 bandul dengan dengan berat  $W$  mula-mula dalam kedudukan dengan simpangan sudut  $\alpha$ , dan tinggi  $Y_1$  dilepaskan sampai memukul benda uji yang terletak di titik  $G$  sampai patah dan berayun dengan tinggi maksimal  $Y_2$  dititik  $F'$  membuat sudut  $\beta$  dengan garis vertikal  $OG$  (Harmer, Troxell dan Hauck, 1982).

Usaha yang dilakukan untuk mematahkan benda uji diturunkan dari persamaan berikut ini :

Usaha yang dilakukan untuk mematahkan benda uji diturunkan dari persamaan berikut ini :

$$E = m.g.\Delta h \text{ (joule)}$$

dimana :

$$E = \text{usaha (joule)}$$

$$m = \text{massa bandul (kg)}$$

$$\Delta h = \text{selisih ketinggian (m)}$$

$$g = \text{percepatan gravitasi (m/s}^2\text{)}$$

Selisih ketinggian ( $\Delta h$ ) dapat ditentukan dengan persamaan :

$$OE' = r \cos \alpha$$

Sehingga :

$$Y_2 = r - OE'$$

Pada segitiga  $F'OF$  dengan sudut  $\beta$ , maka panjang sisi  $F'O$  adalah :

Maka :

$$Y_1 = r \cos \beta$$

Jadi selisih ketinggian ( $\Delta h$ ) =  $Y_2 - Y_1$  (m)

Besarnya kekuatan impak dari benda uji ditentukan dengan persamaan :

$$E_1 = \frac{E}{A} \quad (\text{joule/mm}^2)$$

dimana :

$E_1$  = kekuatan impak (joule/mm<sup>2</sup>)

E = usaha (joule)

A = luas penampang takik (mm<sup>2</sup>)

## METODE

Jenis baja yang digunakan dalam penelitian yakni baja 750 Hollow dan jenis kawat las E7016/E 480-16 (hidrogen rendah) Adapun Jenis-jenis alat yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari mesin gergaji, mesin sekrap, mesin frais, mistar geser, mesin las jenis Fro BM 320, dan alat uji tarik jenis tester MT 3016.

Jenis penelitian ini adalah penelitian eksperimental sehingga dalam pengumpulan data menggunakan teknik Rancangan Acak Lengkap (RAL). Untuk mengetahui adanya perbedaan diantara perlakuan maka dilakukan analisis varians (analysis of variance) atau ANOVA untuk menentukan perbedaan yang nyata antara masing-masing sampel atas perlakuan model kampuh dan arah pengelasan yang diberikan.

Adapun hipotesis yang dapat dikemukakan disini adalah :

$H_0 : a = 0$  artinya tidak ada perbedaan kekuatan impak rata-rata antara sampel yang mengalami perlakuan dengan sampel logam induk.

$H_1 : a \neq 0$  artinya ada perbedaan kekuatan impak rata-rata antara sampel yang mengalami perlakuan dengan sampel logam induk.

Pengujian impak pada penelitian ini dilakukan dengan 15 sampel. Dari hasil pengamatan terhadap benda uji impak diperoleh data pengujian. Data tersebut dicatat dan dimasukkan ke dalam tabel yang telah disiapkan.

Tabel 1. Sudut Alfa dan Sudut Beta Rataan dari benda Uji Impak

No.	Jenis Benda Uji	Sudut	
		Alfa	Beta
1.	Logam Induk	160	7.13
2.	Kampuh Las Tipe U	160	22.78
3.	Kampuh Las Tipe Y	160	20.76

Sumber: Hasil analisis, 2023

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### HASIL

Metode pendekatan analitik dengan persamaan-persamaan yang telah tersedia dipakai untuk mengolah data hasil pengamatan. Pada pengujian logam induk dan pengujian benda perlakuan, maka dilakukan cara yang sama dapat dihitung kekuatan impact logam induk, kampuh las tipe Y dan kampuh las tipe U dengan sudut bukaan 45<sup>o</sup>. Hasil perhitungan kekuatan impact tersebut dapat ditabelkan seperti terlihat pada tabel 2.

Tabel 2. Hasil Perhitungan Kekuatan Impact Logam Induk, Kampuh Las Tipe Y dan U

No.	Logam Induk		Kampuh Las Tipe Y		Kampuh Las Tipe U	
	Usaha (Joule)	Kekuatan Impact (Joule/mm <sup>2</sup> )	Usaha (Joule)	Kekuatan Impact (Joule/mm <sup>2</sup> )	Usaha (Joule)	Kekuatan Impact (Joule/mm <sup>2</sup> )
1.	16,20673	0,67528	15,73813	0,65576	15,64742	0,65197
2.	16,20519	0,67522	15,71738	0,65489	15,65293	0,65221
3.	16,20673	0,67528	15,73813	0,65576	15,64742	0,65197
4.	16,20320	0,67513	15,70149	0,65423	15,64742	0,65197
5.	16,20320	0,67513	15,69112	0,65379	15,51387	0,86249
6.	16,20673	0,67528	15,73813	0,65576	15,65293	0,65221
7.	16,20519	0,67522	15,74321	0,65597	15,58517	0,64938
8.	16,20122	0,67505	15,74321	0,65597	15,65293	0,65221
9.	16,20673	0,67528	15,72268	0,65511	15,51409	0,86249
10.	16,20320	0,67513	15,69619	0,65401	15,58517	0,64938
11.	16,20673	0,67528	15,72776	0,65533	15,63086	0,65128
12.	16,19746	0,67489	15,73813	0,65533	15,63637	0,65152
13.	16,20756	0,67688	15,75565	0,66098	15,65993	0,70211
14.	16,19908	0,677655	15,75816	0,67036	15,65744	0,65883
15.	16,20955	0,678028	15,68559	0,66099	15,67786	0,68043

Sumber: Hasil analisis, 2023

### PEMBAHASAN

Kekuatan impact rata-rata antara benda uji kampuh las tipe Y dan benda uji kampuh las tipe U dengan sudut bukaan 45<sup>o</sup> yang tegak lurus arah pengelasan, maka kekuatan impact rata-rata benda uji kampuh las tipe Y sedikit lebih tinggi daripada benda uji kampuh las tipe U. Terjadi sedikit penurunan nilai kekuatan maksimum rata-rata logam las dibandingkan dengan logam induk. Hal ini diperkirakan karena adanya pengaruh panas akibat pengelasan pada daerah pengaruh panas atau daerah HAZ (Heat Affected Zone). Tetapi nilai kekuatan tersebut masih dalam daerah batas kekuatan baja karbon rendah.

Biasanya pada daerah pengaruh panas terjadi perubahan struktur karena adanya tambahan unsur paduan seperti Mn berasal dari fluks kawat las yang turut larut dalam proses pengelasan, sedang bagian lain logam induk benda uji tetap strukturnya yaitu ferit. Daerah pengaruh panas yang telah mengalami perubahan struktur mempunyai kekuatan dan kekerasan lebih besar dari ferit. Untuk benda uji dengan las

tegak lurus arah tarikan, perpatahan terjadi diluar daerah pengaruh panas atau tidak dibagian tengah benda uji seperti yang ditunjukkan pula oleh data tabel 2. Ini juga berarti hasil pengelasannya bagus.

Pada hasil pengujian impact, harga kekuatan impact dari logam induk lebih besar daripada kekuatan impact logam hasil pengelasan, dimana logam induk mempunyai kekuatan impact rata-rata ( $E$ ) = 0,67518 Joule/mm<sup>2</sup>, sedangkan logam hasil pengelasan kampuh las tipe Y mempunyai harga kekuatan impact rata-rata ( $E$ ) = 0,65519 Joule/mm<sup>2</sup> dan benda uji engan kampuh las tipe U mempunyai harga kekuatan impact rata-rata ( $E$ ) = 0,65057 Joule/mm<sup>2</sup>.

Dalam hal ini, tidak ada pengaruh kampuh maupun bentuk takikan terhadap kekuatan impact, namun pada proses pengelasan terjadi penurunan kekuatan impact logam sedikit sekali. Hal ini disebabkan adanya pengaruh panas pengelasan. Dari hasil pengamatan untuk semua bentuk benda uji, baik benda uji logam induk, kampuh las tipe Y, maupun kampuh las tipe U mengalami patah ulet.

## **KESIMPULAN**

Dari analisis data dan pembahasan, maka dapat diambil beberapa simpulan: Ternyata material baja karbon rendah yang telah mengalami proses penyambungan las dengan menggunakan jenis kawat las E7016/E480-16 mempunyai hasil yang baik, ini dapat dilihat dari kekuatan impact rata-rata kampuh las tipe Y dan kampuh las tipe U baik yang searah pengelasan maupun tegak lurus arah pengelasan masih berkisar diantara 32 kg/mm<sup>2</sup> sampai dengan 55 kg/mm<sup>2</sup> yang secara teoritis masih merupakan tegangan baja karbon rendah. Pengaruh panas pengelasan tidak terlihat nyata pada pengujian ini. Penurunan kekuatan las juga sedikit, kekuatan impact rata-rata dari benda uji kampuh las Y lebih sedikit besar daripada kekuatan impact rata-rata kampuh las tipe U untuk penarikan searah pengelasan dan tegak lurus pengelasan. Sedang pengaruh panas pengelasan pada uji impact tidak terlihat nyata, karena penurunan energi yang diserap pada uji impact juga sangat kecil. Hasil yang sama juga diperlihatkan pada uji statistika, bahwa tidak terlihat perbedaan yang nyata antara kekuatan rata-rata sampel logam induk dibandingkan dengan sampel yang mengalami perlakuan.

Agar mutu sambungan las yang dihasilkan pada pengelasan baja karbon rendah lebih baik, maka disarankan untuk memperlihatkan faktor-faktor yang mempengaruhinya diantaranya besar sudut kampuh yang digunakan ditentukan sesuai dengan standar (diambil sudut terkecil) dengan maksud untuk membatasi endapan logam las, panjang lintas, urutan pengelasan dengan tujuan untuk mengurangi

pengaruh panas akibat pengelasan yang dapat menyebabkan terjadinya retak las. Juga kondisi lingkungan diusahakan dalam keadaan bersih.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

- Alexander, W.O. 1991. Dasar Metalurgi Rekayasa. Diterjemahkan oleh E.J. Bradbury
- Broto, Sukendro S. dan Suparjo 2013. Analisis Pengaruh Tebal Dan Arus Terhadap Distorsi Arah Transversal Pada Hasil Las. Jurnal IPTEK. 17(2):144.
- Davis, E. Harmer, Troxell E. George dan Hauck F. George. 1982. The Testing of Engineering Material, fourth edition. Mc.Grow-Hill Book Company. New York.
- George, D.E. dan Djaprie Sriaty., 1987. Metalurgi Mekanik. Edisi Ketiga. Erlangga. Jakarta.
- Manurung, V.A.T, Wibowo, Y.T.J, dan Baskoro, S.Y., 2020. Panduan Metalografi. LP2M Politeknik Manufaktur Astra. Jakarta. Diakses tanggal 2021-02-28.
- Masyrukan., 2006. Penelitian Sifat Fisis Dan Mekanis Baja Karbon Rendah Akibat Pengaruh Proses Pengarbonan Dari Arang Kayu Jati. Media Mesin, Vol. 7. No. 1. pp. 40-46.
- Marthiana, W, Yovial M, Duskiardi , Afri R., 2020. Analisa Pengaruh Variasi Arus Listrik Pengelasan Terhadap Kekuatan Sambungan Pengelasan MIG Pada Material ST 37. Jurnal Kajian Teknik Mesin Vol.5 No.2 pp: 140-144
- Sonawan, H. 2004. Pengantar Untuk Memahami Proses Pengelasan Logam. Bandung: CV Alfabeta.
- Susetyo, F.B, Ja'far A, Very Y., 2013. Studi Karakteristik Pengelasan Smaw pada Baja Karbon Rendah St 42 dengan Elektroda E 7018. Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta.
- Standar Nasional Indonesia. 1995. Cara Uji Keretakan Las Galur Y. Dewan Standardisasi Nasional. Jakarta.
- Standar Nasional Indonesia. 1995. Cara Uji Keretakan Las Galur U. Dewan Standardisasi Nasional. Jakarta.
- Standar Nasional Indonesia. 1996. Cara Uji Tarik dan Pukul Deposit Logam Tumpul. Dewan Standardisasi Nasional. Jakarta.
- Sriwidharto. 1987. Petunjuk Kerja Las. Edisi Pertama. Pradnya Paramitha. Jakarta.
- Walpole E. Ronald. 1995. Pengantar Statistika. Edisi ketiga. Erlangga. Jakarta.
- Wibowo, D.S., 2011. Parameter Pengelasan SMAW. Kompas ://www.Kompasiana.com





Wirosumartono, H. Dan Okumura, Toshie. 2003. Teknologi Pengelasan Logam. Edisi Keenam. Pradnya Paramitha. Jakarta.

Wiryo Sumarto, H. 2000. Teknologi Pengelasan Logam, Cetakan ke delapan, PT. Pradnya Paramita: Jakarta.

Yohanes and Harahap, M. A. 2018. Effects of Electrode Velocity Variations and Selection of Electric Current Against Quality Welding Results Mild Steel on SMAW Welding. Journal of Ocean, Mechanical and Aerospace Vol.57