

Pengaruh Temperatur terhadap Kekuatan Impak Sambungan Las Listrik pada Material Besi Plat ST 42

Mildayati Nurdin⁽¹⁾, Muhsin Z.⁽²⁾ dan Badaruddin Anwar⁽³⁾
⁽¹⁾⁽²⁾⁽³⁾ Pendidikan Teknik Mesin Fakultas Teknik Unviersitas Negeri Makassar

e-mail : milda.ptm15@gmail.com

Abstrak

Setiap material memiliki jenis ketangguhan yang berbeda, seperti pada jenis material besi plat ST 42. Dalam penggunaannya, material bisa mengalami kerusakan. Salah satu faktor yang dapat mengakibatkan kerusakan yaitu temperatur. Untuk mengetahui bagaimana pengaruh temperatur terhadap material, dilakukan salah satu pengujian material yaitu pengujian impak dengan metode charpy. Pengujian impak ini dilakukan pada material yang telah di las menggunakan las listrik. Terdapat 8 spesimen uji yang digunakan, 4 spesimen yang diberi perlakuan temperatur tinggi dengan menggunakan brander dan 4 spesimen yang diberi perlakuan temperatur rendah dengan menggunakan nitrogen cair. Hasilnya, pada temperatur tinggi rata-rata nilai kekuatan impak sebesar $0,3902 \text{ J/mm}^2$ dan pada temperatur rendah rata-rata sebesar $0,0106 \text{ J/mm}^2$. Jenis kerusakan dan permukaan patahan yang ditimbulkan juga berbeda. Pada spesimen uji yang diberikan perlakuan temperatur tinggi terjadi perpatahan ulet dengan jenis permukaan patahan berserat, terlihat memiliki benang-benang serabut, dan buram. Sedangkan pada spesimen uji yang diberikan perlakuan temperatur rendah terjadi perpatahan getas dengan permukaan patahan jenis granular / kristalin yang datar dan mengkilap.

Kata Kunci : Uji Impak, Metode Charpy, Besi Plat ST42, Temperatur.

A. PENDAHULUAN

Peningkatan konstruksi pada bidang pemesinan mengakibatkan kebutuhan akan pengetahuan oleh sumber daya manusia juga berkembang. Pembangunan konstruksi dengan logam di era sekarang ini tentu tidak terlepas dari unsur pengelasan. Penggunaan teknik pengelasan dalam konstruksi meliputi lingkup perkapalan, jembatan, sarana transportasi, dan lain sebagainya. Namun, jenis pengelasan yang paling sering dijumpai ialah jenis SMAW (*Shield Metal Arc Welding*) dan GTAW (*Gas Tungsten Arc Welding*).

Jenis material yang biasa dijadikan bahan pada saat melakukan pengelasan,

yaitu baja. Berdasarkan jumlah persentase komposisi kimia karbon dalam baja, baja karbon dapat diklasifikasikan menjadi baja karbon rendah, baja karbon sedang, dan baja karbon tinggi. Salah satu jenis dalam baja karbon rendah yaitu baja ST 42. Pada perkembangannya, material yang digunakan terkadang memiliki kekurangan, sehingga mengakibatkan terjadinya kegagalan pada penggunaannya (Zuhaimi, 2016). Pengujian impak dapat dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui karakteristik dalam analisa kerusakan material. Salah satu metode yang dapat digunakan dalam pengujian impak yaitu

metode *charpy* atau biasa disebut *Impact Charpy*.

Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui pengaruh temperatur terhadap kekuatan impak sambungan las listrik pada material besi plat ST 42.

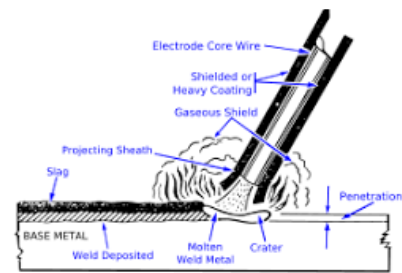
Adapun hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat seperti, menambah khasanah pengetahuan bagi pembaca mengenai kekuatan impak pada material besi plat ST 42, memberi ilmu yang baru terkait pengaruh suatu temperatur terhadap kekuatan impak sambungan las listrik, serta dijadikan referensi untuk penelitian selanjutnya dalam mengembangkan teori.

B. TINJAUAN PUSTAKA

Baja juga merupakan jenis material logam yang memiliki kandungan utama Fe (*Ferrous*) dan C (*Carbon*) (Shonmetz, Alois Ing. dkk, 2013). Baja karbon rendah (*Low Carbon Steel*) merupakan baja dengan kandungan unsur karbon dalam struktur baja kurang dari 0,3% C. Baja karbon rendah dapat dilas dengan semua cara pengelasan yang ada di dalam praktek dan hasilnya akan baik bila persiapannya sempurna dan persyaratan dipenuhi. Salah satu jenis dalam baja karbon rendah yaitu baja ST 42. ST 42 adalah baja konstruksi dengan kekuatan tarik minimal 42 kg/mm² dengan komposisi kimia ST 42 : C 0,21%, Mn 1,50%, P 0,045%, S 0,045%, N 0,009%.

Menurut *American Welding Society* (AWS) pengelasan adalah proses penyambungan logam atau non logam yang dilakukan dengan memanaskan material yang akan disambung hingga temperatur las yang dilakukan dengan cara atau tanpa menggunakan tekanan, hanya dengan tekanan, dan dengan atau tanpa menggunakan logam pengisi (Prasojo, 2017). Pengelasan SMAW (*Shielded Metal Arc Welding*) dikenal juga dengan istilah MMAW (*Manual Metal Arc Welding*) umumnya juga disebut las listrik

merupakan suatu proses pengelasan yang menggunakan panas untuk mencairkan material dasar dan elektroda, panas tersebut ditimbulkan oleh lonjakan ion listrik yang terjadi di antara katoda dan anoda (ujung elektroda dan permukaan plat yang akan dilas) dengan menggunakan bahan tambah/pengisi berupa elektroda terbungkus.

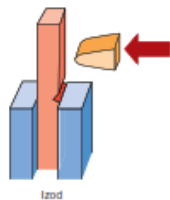


Gambar 1. Skema Proses Pengelasan SMAW (sumber: pengelasan.com)

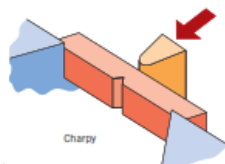
Uji impak adalah pengujian dengan menggunakan pembebanan yang cepat (*rapid loading*). Pada pembebanan cepat atau disebut juga beban impak, terjadi proses penyerapan energi yang besar dari energi kinetik suatu beban yang menumbuk ke spesimen. Proses penyerapan energi ini akan diubah dalam berbagai respon pada material seperti deformasi plastis, gesekan dan efek inersia. Dalam situasi seperti ini, perlu diketahui karakteristik pada material sehingga tidak terjadi kerusakan atau kegagalan. Material yang digunakan tentu memiliki sifat mekanik tersendiri. Sifat mekanik material salah satunya berupa ketahanan terhadap pembebanan impak (*impact*). Sifat mekanik ini dapat diamati dengan melakukan pengujian impak (*impact test*) (Samnur, 2006:3).

Ada dua jenis standar pengujian impak yang didesain dan masih digunakan sampai sekarang untuk mengukur energi impak yang biasa disebut dengan ketangguhan akibat takikan (*notch toughness*) yakni cara *Charpy* dan cara *Izod* (Samnur, 2006). Pada cara *Izod*, banyak digunakan di Eropa terutama Inggris dan merupakan cara

dimana spesimen berada pada posisi vertikal pada tumpuan dengan salah satu ujungnya dicekam dengan arah takikan pada arah gaya tumbukan. Tumbukan pada spesimen dilakukan tidak tepat pada pusat takikan melainkan pada posisi agak diatas dari takikan. Pada metode ini banyak digunakan di Amerika Serikat dan merupakan cara pengujian dimana spesimen dipasang secara horizontal dengan kedua ujungnya berada pada tumpuan, sedangkan takikan pada spesimen diletakkan di tengah-tengah dengan arah pembebanan tepat diatas takikan.



Gambar 2. Metode *Izod*



Gambar 3. Metode *Charpy*

(sumber: fdokumen.com)

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode *charpy* dengan menggunakan benda uji standar. Pada pengujian pukul takik (*impact test*) digunakan batang uji yang bertakik (*notch*).



Gambar 4. Alat Pengujian Impak *Charpy*
(sumber: alatuji.com)

Pada uji impak, energi yang diserap untuk mematahkan benda uji harus diukur. Setelah bandul dilepas maka benda uji akan patah, setelah itu bandul akan berayun kembali, semakin besar energi yang terserap, semakin rendah ayunan kembali dari bandul. Energi terserap biasanya dapat dibaca langsung pada skala penunjuk yang telah dikalibrasi yang terdapat pada mesin pengujian.

Temperatur merupakan faktor yang sangat berpengaruh pada ketangguhan suatu material dimana semakin rendah temperatur material maka semakin rendah pula ketangguhannya mulai dari rapuh yaitu temperatur yang sangat rendah dimana butir-butir material akan sangat rapat sehingga tidak ada ruang untuk terdeformasi elastis dan penyerapan energi sangat kecil (Firman, Muhammad, dkk. 2016). Tidak semua logam menunjukkan kondisi transisi dari ulet ke getas. Material ini memiliki struktur kristal FCC (termasuk paduan berbasis aluminium dan tembaga) tetap ulet meskipun pada temperatur yang sangat rendah (Samnur, 2006:29). Namun, paduan dengan struktur kristal BCC dan HCP mengalami transisi ini.

Pada penelitian ini dapat dirumuskan hipotesis sebagai berikut:

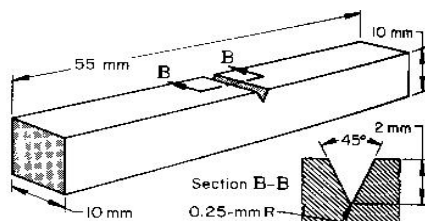
h_0 : tidak ada pengaruh antara temperatur dan kekuatan impak sambungan las listrik pada material besi plat ST 42.

h1 : ada pengaruh antara temperatur dan kekuatan impak sambungan las listrik pada material besi plat ST 42.

C. METODE PENELITIAN

Penelitian ini adalah penelitian kuantitatif dengan metode eksperimen semu (kuasi). Metode penelitian eksperimen dapat diartikan sebagai metode penelitian yang digunakan untuk mencari pengaruh perlakuan tertentu terhadap yang lain dalam kondisi yang terkendali. Pada penelitian ini akan menggunakan data-data berupa angka dari hasil perhitungan nilai impak pada setiap spesimen uji sesuai temperatur yang ditentukan.

Beberapa variabel dalam penelitian ini terdiri dari variabel X (*independent variable*) sebagai variabel bebas dan variabel Y (*dependent variable*) sebagai variabel terikat. Variabel bebas adalah perlakuan variasi temperatur terhadap spesimen setelah dilakukan pengelasan dengan las listrik, dimana spesimen yang digunakan ada 8 potong, yaitu temperatur tinggi untuk 4 spesimen uji dan temperatur rendah untuk 4 spesimen uji. Sedangkan untuk variabel terikat adalah hasil ketangguhan impak las dimana akan diamati perubahan yang terjadi akibat perlakuan variasi temperatur pada spesimen. Nilai impak yang digunakan sebagai variabel terikat akan ditunjukkan pada alat pengujian impak.



Gambar 5. Bentuk Spesimen ASTM E23

Alat yang digunakan dalam penelitian adalah peralatan las SMAW, mesin gerinda tangan, alat uji Impak, mistar, alat bantu pengelasan, tabung

nitrogen cair, wadah aluminium, brander, tabung gas portabel, serta termometer ifra merah. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu plat baja karbon rendah (baja ST42), elektroda yang digunakan adalah E7016 LB52U, nitrogen cair, serta aluminium foil.

Teknik analisis data dilakukan setelah proses pengumpulan data selesai. Adapun teknik analisis data yang digunakan pada penelitian ini, yaitu:

1. Metode *charpy* dilakukan pengujian tumbuk dengan meletakkan posisi spesimen uji pada tumpuan dengan posisi horizontal/mendatar dan arah pembebanan berlawanan dengan arah takikan.
2. Uji prasyarat analisis yang terdiri dari uji normalitas dan uji homogenitas. Uji normalitas digunakan untuk mengetahui apakah data yang diperoleh berdistribusi normal atau tidak. Rumus yang digunakan adalah chi-kuadrat seperti $X^2 = \frac{(f_o - f_e)^2}{f_e}$.

Keterangan :

X^2 : chi-kuadrat

f_e : Frekuensi teoritis

f_o : Hasil pengamatan

Sedangkan pada uji homogenitas, dilakukan untuk mengetahui apakah data dalam variabel X dan Y bersifat homogen atau tidak (Hidayat, Anwar. 2013).

3. Analisis Independen T-Test

Setelah dilakukan uji persyaratan analisis, maka untuk menguji hipotesis yaitu membedakan ketangguhan impak temperatur tinggi pada spesimen uji dan temperatur rendah pada spesimen uji, maka digunakan rumus uji T (independen T-Test). Independent T-Test adalah uji komparatif atau uji beda untuk mengetahui adakah perbedaan mean atau rata-rata yang bermakna antara 2 kelompok bebas yang berskala data interval/rasio. Dua kelompok yang

bebas disini adalah dua kelompok yang tidak berpasangan artinya sumber data berasal dari subjek yang berbeda. Pengujiannya dapat dicari dengan menggunakan persamaan $t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{s \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}}$

Keterangan :

- t = harga t (nilai pembeda)
- \bar{x}_1 = rata - rata sampel pertama
- \bar{x}_2 = rata - rata sampel kedua
- S = simpangan baku
- S^2_1 = varians sampel pertama
- S^2_2 = varians sampel kedua
- n_1 = jumlah anggota sampel pertama
- n_2 = jumlah anggota sampel kedua

D. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, diperoleh nilai energi impak dari 9 spesimen secara keseluruhan sebagai berikut:

Tabel 1. Nilai Energi Impak pada Spesimen Uji dengan Variasi Temperatur

Baja ST42		
No.	Temperatur	Nilai Energi Impak (Joule)
1	78 °C	207,5
2	78 °C	210
3	78 °C	210
4	79 °C	231
5	30 °C	205
6	-4 °C	8
7	-7 °C	5
8	-8 °C	3
9	-8 °C	7,5

Selain itu, juga ditemukan nilai kekuatan impak yang berbeda dari perlakuan variasi temperatur, seperti:

Tabel 2. Nilai Kekuatan Impak pada Hasil Pengujian Impak Temperatur Tinggi

Baja ST42		
No.	Temperatur	Nilai kekuatan impak (joule/mm ²)
1	78 °C	0,3772
2	78 °C	0,3818
3	78 °C	0,3818
4	79 °C	0,42
Jumlah		1,5608
Rata-rata		0,3902

Tabel 3. Nilai Kekuatan Impak pada Hasil Pengujian Impak Temperatur rendah

Baja ST42		
No.	Temperatur	Nilai kekuatan impak (joule/mm ²)
1	-4 °C	0,0145
2	-7 °C	0,0090
3	-8 °C	0,0054
4	-8 °C	0,0136
Jumlah		0,0425
Rata-rata		0,0106

Dari kedua tabel diatas, terlihat bahwa nilai kekuatan impak yang dihasilkan dari perlakuan temperatur yang berbeda sebelum melakukan pengujian impak yaitu rata-rata 0,3902 J/mm² pada temperatur tinggi. Sedangkan, nilai kekuatan impak pada perlakuan temperatur rendah sebesar 0,0106 J/mm².

Pada tabel berikut akan ditampilkan hasil uji normalitas dengan menggunakan aplikasi SPSS.

Tabel 4. Hasil Uji Normalitas melalui SPSS

	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Temperatur Tinggi	.413	4	-	.722	4	.020
Temperatur Rendah	.259	4	-	.916	4	.513

Nilai signifikansi variabel kekuatan dampak temperatur tinggi pada uji Shapiro-Wilk adalah 0.020 yang lebih kecil dari α yaitu 0.05, sehingga dapat disimpulkan bahwa data tidak berdistribusi normal. Sedangkan, nilai signifikansi variabel kekuatan dampak temperatur rendah pada uji Shapiro-Wilk adalah 0.513 yang lebih besar dari α yaitu 0.05, sehingga dapat disimpulkan bahwa data berdistribusi normal.

Uji homogenitas pada analisis data berikut untuk membuktikan adanya kesamaan varians kelompok-kelompok sampel yang telah diteliti.

Tabel 5. Hasil Uji homogenitas melalui SPSS

Test of Homogeneity of Variances			
Kekuatan dampak			
Levene Statistic	df1	df2	Sig.
4.984	1	6	.067

Berdasarkan tabel diatas, dapat diketahui nilai signifikansi (sig.) variabel kekuatan dampak pada temperature tinggi dan rendah adalah sebesar 0.067. Sebab nilai sig. $0.067 > \alpha$ yaitu 0.05, maka dapat disimpulkan bahwa varians data kekuatan dampak pada temperatur tinggi dan temperatur rendah adalah homogen.

Setelah dilakukan uji prasyarat analisis, diketahui terdapat data yang tidak berdistribusi normal, maka dilakukan uji beda non parametric yaitu uji Mann-Whitney. Uji Mann-Whitney juga merupakan alternatif dari uji beda-t pada pendekatan parametrik (Ruktiari, Ruma. 2018).

Tabel 6. Hasil Analisis Independent T-Test melalui SPSS

Ranks				
	Temperatur	N	Mean	Sum of
			Rank	Ranks
Dampak	Tinggi	4	6.50	26.00
	Rendah	4	2.50	10.00
	Total	8		

Tabel diatas menunjukkan Mean Rank atau rata-rata peringkat tiap kelompok, yaitu pada kelompok suhu tinggi rerata kekuatan dampak 6,50 lebih tinggi dari pada rerata kekuatan dampak kelompok suhu rendah yaitu 2,50.

Untuk mengetahui apakah perbedaan rerata kekuatan dampak kedua kelompok diatas bermakna secara statistik atau yang disebut dengan Signifikan dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 7. Hasil Statistik Data melalui SPSS

Test Statistics ^a	
	VAR00001
Mann-Whitney U	.000
Wilcoxon W	10.000
Z	-2.323
Asymp. Sig. (2-tailed)	.020
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.029

Nilai Sig atau P Value sebesar 0,020 $< 0,05$. Apabila nilai p value $<$ batas kritis 0,05 maka terdapat perbedaan yang signifikan antara dua kelompok atau yang berarti H_1 diterima.

Setelah melakukan pengujian dampak pada spesimen yang diberi perlakuan temperatur yang berbeda, ditemukan hasil patahan yang juga berbeda. Pada perlakuan temperatur tinggi, hasil pengujian dampak mengakibatkan spesimen menjadi patah ulet. Sedangkan, pada perlakuan temperatur rendah hasil pengujian dampak

mengakibatkan spesimen menjadi patah getas.

Adapun permukaan patahan yang dihasilkan juga terlihat berbeda. Pada spesimen uji yang diberikan perlakuan temperatur tinggi menunjukkan jenis permukaan patahan berserat, memiliki benang serabut (*fibrous*) dan buram. Sedangkan pada spesimen uji yang diberikan temperatur rendah menunjukkan jenis permukaan patahan granular / kristalin dengan permukaan yang datar dan mengkilap.

E. KESIMPULAN

E.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, didapatkan nilai kekuatan impak dari material besi plat ST 42 yaitu rata-rata sebesar $0,3902 \text{ J/mm}^2$ pada perlakuan temperatur tinggi, sedangkan nilai kekuatan impak pada perlakuan temperatur rendah sebesar $0,0106 \text{ J/mm}^2$. Selain itu, juga ditemukan bahwa semakin tinggi temperatur pada besi maka akan mengakibatkan perpatahan yang ulet dan dapat memberi sinyal informasi untuk segera memperbaiki kerusakan sebelum terjadi perpatahan yang lebih besar. Sedangkan, sebaliknya akan terjadi jika semakin rendah temperatur pada besi maka akan mengakibatkan perpatahan yang getas dan tidak dapat dilakukan antisipasi karena patahan terjadi dengan cepat. Adapun permukaan patahan yang dihasilkan yaitu pada spesimen uji yang diberikan perlakuan temperatur tinggi menunjukkan jenis permukaan patahan berserat, terlihat memiliki benang-benang serabut (*fibrous*) dan buram. Sedangkan pada spesimen uji yang diberikan perlakuan temperatur rendah, menunjukkan jenis permukaan patahan granular/kristalin dengan permukaan patahan yang datar dan mengkilap.

E.2. Saran

Beberapa saran dalam penelitian yang telah dilakukan, sebaiknya jika ingin melakukan penelitian selanjutnya yang relevan agar lebih gesit dan mempersiapkan alat dengan baik karena perubahan temperatur dari spesimen yang cepat berubah dengan adanya temperatur ruangan. Selain itu, specimen yang digunakan sebaiknya lebih banyak agar data yang dihasilkan dapat dengan mudah diolah.

DAFTAR PUSTAKA

- Firman, Muhammad. 2016. *Analisa Kekerasan Baja St 42 Dengan Perlakuan panas Menggunakan Metode Taguchi*. Jurnal teknik Mesin UNISKA, Vol.01 No.02.
- Prasojo, Ajie. 2017. *Makalah Teori Pengelasan*.
<https://www.academia.edu>. Diakses pada 16 Oktober 2019.
- Ruktiari, Ruma. 2017, Contoh Kasus Uji Beda Mann-Whitney Menggunakan SPSS. [Http://swanstatistics.com/Uji-Beda-Mann-Whitney/](http://swanstatistics.com/Uji-Beda-Mann-Whitney/). Diakses pada 12 Maret 2020.
- Samnur. 2006. *Pengujian dan Pemeriksaan bahan*. Makassar. Badan Penerbit Universitas Negeri Makassar.
- Schobmetz, Alois Ing, dkk. 2013. *Pengetahuan Bahan dalam Pengerjaan Logam*. Bandung: Penerbit Angkasa Bandung. Supranto. 2000. *Tatistik Edisi Keenam*. Jakarta: Erlangga.
- Zuhaimi. 2016. *Kekuatan impak Baja ST 60 Di Bawah Temperatur Ekstrim*. Jurnal Polimesin, 14, 33. <http://e-jurnal.pnl.ac.id>. Diakses pada 16 Oktober 2019.

