

PENGARUH ARUS SMAW TERHADAP KEKUATAN TARIK DAN IMPAK BAJA KONSTRUKSI IWF JIS G3101 SS400

Huda Kholif Rahman¹, Sunyoto²

¹Program Studi Pendidikan Teknik Mesin FT UNNES; ²Program Studi Pendidikan Teknik Mesin FT UNNES
Email: hudakholidrahman@gmail.com

ABSTRACT

There are many defects encountered in weldments of JIS G3101 SS400 IWF construction steel. This defect affects the tensile and impact strength of welded joints. One cause of weld defect is the incorrect setting of the electric current. This study examined the effect of electric current variation in SMAW welding on the tensile and impact strength of the IWF construction steel. The research uses experimental methods. The variation of electric current being investigated was 150 A, 170 A, and 190 A. The weldments used 60° V-seam angle, E7018 electrode, straight motion, underhand position, reversed polarity DC SMAW welding machine, and open ventilation. The results showed that the variation in the current strength of 150 A, 170 A, and 190 A affects the tensile strength but had no effect on the welded joints' impact strength.

Keywords: SMAW, electric current, construction steel, tensile strength, impact strength

ABSTRAK

Sambungan las baja konstruksi IWF JIS G3101 SS400 sering dijumpai hasil las yang kurang baik/cacat las yang akan mempengaruhi kekuatan sambungan seperti kekuatan tarik dan kekuatan impak. Hasil las yang kurang baik disebabkan salah satunya karena tidak tepatnya pengaturan kuat arus. Penelitian ini bertujuan untuk menguji pengaruh variasi kuat arus las SMAW terhadap kekuatan tarik dan kekuatan impak sambungan las baja konstruksi IWF standar JIS G3101 SS400. Metode penelitian menggunakan metode eksperimen. Variasi kuat arus yang diteliti 150 A, 170 A, dan 190 A dengan kampuh V sudut 60°, elektroda E7018, gerakan lurus, posisi bawah tangan, mesin las SMAW DC polaritas terbalik, dan pendinginan udara terbuka. Hasil penelitian menunjukkan bahwa variasi kuat arus 150 A, 170 A, 190 A berpengaruh terhadap kekuatan tarik tetapi tidak berpengaruh terhadap kekuatan impak sambungan las bahan baja konstruksi IWF JIS G3101 SS400.

Kata kunci: arus SMAW, baja konstruksi, kekuatan tarik, kekuatan impak

PENDAHULUAN

Teknik pengelasan memegang peran penting dalam perkembangan teknologi di bidang konstruksi baja, karena teknik pengelasan banyak digunakan secara luas pada penyambungan baja konstruksi. Banyaknya penggunaan teknik pengelasan disebabkan karena dalam penyambungan baja konstruksi melalui teknik las memiliki keunggulan yaitu proses yang lebih sederhana, lebih murah, dan mudah diaplikasikan dalam berbagai posisi sambungan (Bakhori, 2017: 14). Salah satu baja yang paling sering digunakan dalam konstruksi

baja yaitu baja konstruksi standar JIS G3101 SS400 yang telah dibentuk profil-profil standar yang sering disebut sebagai baja IWF. Wibowo, dkk (2018: 81) mengatakan bahwa baja JIS G3101 SS400 dikenal sebagai baja konstruksi yang sering diaplikasikan dalam pembuatan kolom dan balok konstruksi, rangka atap konstruksi, maupun rangka jembatan. Salah satu konstruksi baja yang tidak dapat lepas dari teknik pengelasan yaitu pembuatan kolom dan balok konstruksi.

Berdasarkan hasil observasi yang telah dilakukan, dalam pembuatan kolom dan balok konstruksi memerlukan penyambungan-

penyambungan batang-batang baja konstruksi IWF standar JIS G3101 SS400 ukuran IWF 350 menggunakan teknik pengelasan. Proses pembuatan kolom dan balok konstruksi dikatakan memiliki kualitas sambungan yang baik ditandai dengan memiliki kekuatan sambungan yang tinggi. Kekuatan yang diperlukan dalam penyambungan baja konstruksi IWF pada pembuatan kolom dan balok konstruksi yaitu kekuatan tarik dan kekuatan impact.

Baja konstruksi IWF yang dilas dalam pembuatan kolom dan balok konstruksi memerlukan kekuatan tarik yang tinggi karena kolom dan balok pada konstruksi baja nantinya akan menerima beban yang besar apabila telah dibangun menjadi sebuah bangunan. Apabila baja konstruksi yang digunakan memiliki kekuatan tarik yang tinggi maka beban maksimum yang dapat diterima pada bahan suatu konstruksi baja juga tinggi. Tingginya nilai beban maksimum yang dapat diterima baja konstruksi tersebut tentunya akan membuat keamanannya lebih terjamin. Maka dari itu baja konstruksi yang memerlukan penyambungan dengan las diharuskan memiliki nilai kekuatan tarik yang tinggi. Penjelasan tersebut sesuai dengan penjelasan Nugroho dan Setiawan (2018: 135) yang menyatakan bahwa kekuatan sambungan las SMAW pada baja konstruksi memerlukan kekuatan optimal dari sambungan las untuk menahan beban yang di berikan.

Konstruksi baja terutama bagian kolom dan balok konstruksi juga harus memiliki kekuatan impact yang tinggi karena suatu balok dan kolom konstruksi harus bersifat tidak mudah patah apabila tertimpa beban besar secara mendadak. Ada kalanya konstruksi rangka bangunan tertimpa beban berat secara tiba-tiba misalnya tertimpa reruntuhan beton dari atas manakala terjadi goncangan gempa. Konstruksi baja bagian balok yang tertimpa beton tidak boleh mengalami patah. Menurut Sahlan (2015: 118) patah material pada konstruksi baja akibat kerusakan mekanis harus dapat dicegah dengan dilakukan pengujian dan analisis yang seteliti dan seakurat mungkin.

Oleh karena itu, apabila pada konstruksi baja terdapat sambungan las, maka sambungan las tersebut juga diharuskan memiliki sifat tidak mudah patah yang ditandai dengan memiliki kekuatan impact yang tinggi.

Berdasarkan kondisi di lapangan, hasil sambungan las baja konstruksi IWF pada pembuatan balok dan kolom dijumpai beberapa sambungan yang memiliki kualitas hasil las yang kurang baik atau terdapat cacat pengelasan seperti pengisian yang kurang sempurna. Selain itu banyak pula sambungan las yang dilakukan pengulangan pengelasan. Adanya cacat pengelasan akan mempengaruhi kekuatan sambungan las sehingga perlu diatasi. Sopiyan dan Susetyo (2017: 99) menyatakan bahwa hasil pengelasan yang kurang baik seperti cacat-cacat las menghasilkan kekuatan sambungan yang kurang baik. Sedangkan menurut Daryanto (2013: 6) terjadinya cacat las disebabkan oleh teknik pengelasan dan penentuan parameter pengelasan yang kurang tepat seperti penentuan kuat arus, kampuh, elektroda, dan sebagainya.

Salah satu parameter las yang perlu diperhatikan agar tidak terjadi cacat sambungan yaitu penentuan besar kuat arus, karena kuat arus merupakan salah satu parameter pengelasan SMAW yang mana besar kecilnya mempengaruhi kualitas hasil lasan dan dikhawatirkan akan mempengaruhi kekuatan sambungannya. Menurut Azwinur, dkk (2020: 2) arus las merupakan parameter las yang langsung mempengaruhi penembusan dan kecepatan pencairan logam induk sehingga akan mempengaruhi hasil las.

Acuan dalam menentukan kisaran besarnya arus tergantung pada ukuran diameter elektroda yang digunakan. Adapun dalam menentukan ukuran diameter elektroda las berdasarkan ukuran ketebalan bahan yang disambung. Baja konstruksi IWF standar JIS G3101 SS400 yang disambung memiliki ketebalan 7 mm. Adapun ukuran diameter elektroda las SMAW pada pengelasan pelat dengan tebal antara 6 sampai 10 mm dapat menggunakan elektroda berdiameter 4 mm dan

arus sebesar 150 A sampai 190 A sehingga penelitian ini akan menganalisis pengaruh variasi kuat arus las yaitu arus 150 A, 170 A, dan 190 A pada pengelasan baja konstruksi IWF standar JIS G3101 SS400.

Berdasarkan hasil penelitian Asibeluo dan Emifoniye (2015: 29) pengelasan SMAW baja konstruksi ASTM A36 menggunakan variasi arus 70 A sampai 120 A menunjukkan bahwa semakin tinggi arus las maka akan menurunkan nilai kekuatan impaknya, yaitu pengelasan dengan arus 70 A memiliki nilai kekuatan impak tertinggi sebesar 52 Joule, sedangkan pengelasan dengan arus 120 A memiliki kekuatan impak terendah yaitu sebesar 11 Joule.

Penelitian yang dilakukan oleh Syaripuddin, dkk (2014: 94) menyatakan bahwa pengelasan SMAW pada baja konstruksi Bj.44 dengan menggunakan variasi arus 100 A, 110 A, 120 A, dan 130 A menunjukkan hasil yaitu semakin tinggi arus las maka akan meningkatkan kekuatan tariknya, yaitu kekuatan tarik tertinggi didapat pada pengelasan dengan arus 130 A yang memiliki kekuatan tarik sebesar 547 N/mm².

Pengelasan SMAW yaitu proses pengelasan dimana logam induk mengalami pencairan akibat pemanasan dari busur listrik yang timbul antara ujung elektroda dan permukaan benda kerja. Sambungan las terjadi karena melelehnya logam pengisi/bahan tambah berupa elektroda dengan logam induknya. Kualitas hasil las SMAW dipengaruhi oleh beberapa faktor, salah satunya yaitu kuat arus. Amin (2017: 64) menyatakan bahwa penggunaan arus listrik akan berhubungan dengan masukan panas. Masukan panas yang cukup diperlukan untuk membentuk struktur yang baik sehingga diperoleh kekuatan sambungan las yang maksimal.

Baja konstruksi profil IWF termasuk kedalam golongan baja lunak yang dibentuk dari hasil pengerolan. Baja lunak yang digunakan untuk baja konstruksi memiliki standar G3101 yang artinya kode baja rol untuk konstruksi umum atau *rolled steels for general*

structure berdasarkan standar JIS. Salah satu jenis baja JIS G3101 yaitu baja SS400 yang artinya baja tersebut termasuk kedalam *structural steel* yang berkekuatan tarik paling rendah 40 kg/mm² atau 400 MPa sehingga biasa disebut sebagai baja SS400.

Berdasarkan uraian di atas maka penelitian ini bertujuan untuk menguji pengaruh variasi kuat arus 150 A, 170 A, dan 190 A pengelasan SMAW terhadap kekuatan tarik sambungan las baja konstruksi IWF standar JIS G3101 SS400 dan menguji pengaruh variasi kuat arus 150 A, 170 A, dan 190 A pengelasan SMAW terhadap kekuatan impak sambungan las baja konstruksi IWF standar JIS G3101 SS400.

Keterbaruan penelitian ini yaitu penelitian ini menggunakan bahan baja konstruksi yang benar-benar diaplikasikan pada pembuatan kolom dan balok suatu konstruksi baja yaitu menggunakan baja konstruksi IWF standar JIS G3101 SS400. Selain itu pengujian impak masih jarang dianalisis dalam penelitian sebelumnya. Disamping itu, hasil penelitian ini akan diperoleh berapa besar kuat arus yang memiliki nilai kekuatan tarik dan kekuatan impak tertinggi pada bahan yang dilas sehingga penyambungan las pada baja konstruksi IWF dapat diterapkan dengan aman yang mana nantinya dapat digunakan sebagai acuan dalam menentukan arus pengelasan yang tepat.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode penelitian eksperimen. Metode eksperimen digunakan untuk mencari pengaruh perlakuan tertentu terhadap yang lain dalam kondisi terkendali. Adapun desain penelitian yang digunakan yaitu menggunakan desain penelitian *One Shot Case Study* yang mana desain ini terdapat suatu kelompok yang diberi perlakuan/*threatment* yang mana ditetapkan sebagai variabel bebas dan selanjutnya analisis hasilnya yang mana ditetapkan sebagai variabel terikat. Selengkapnya bisa dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Desain Penelitian

Kelompok eksperimen	Perlakuan	Hasil
E	X	Y1 Y2

Kelompok eksperimen (E) pada Tabel 1 yaitu berupa baja konstruksi IWF standar JIS G3101 SS400 yang dipotong menjadi pelat yang kemudian diberi perlakuan/*threatment* (X) yaitu berupa variasi arus pengelasan SMAW sebesar 150 A, 170 A, dan 190 A. Selanjutnya dilakukan pengujian berupa pengujian kekuatan tarik dan kekuatan impact untuk memperoleh hasil (Y1 dan Y2) dimana Y1 merupakan nilai kekuatan tarik dan Y2 merupakan nilai kekuatan impact.

Penelitian ini terdapat suatu kontrol (C) yang nantinya digunakan sebagai pembanding dari kelompok eksperimen di atas. Kelompok kontrol penelitian yaitu berupa baja konstruksi IWF standar JIS G3101 SS400 yang tanpa diberi perlakuan dan langsung dilakukan pengujian kekuatan tarik (Y3) dan kekuatan impact (Y4) untuk mendapatkan hasil. Selengkapnya bisa dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Kontrol Penelitian

Kelompok Kontrol	Perlakuan	Hasil
C	-	Y3 Y4

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Mesin las SMAW DAESUNG Arc-250 DC *Inverter* untuk proses pengelasan bahan.
- Mesin frais *Turret Milling Machine* tipe X6325 untuk proses pembuatan kampuh las dan pembuatan spesimen.
- Mesin uji tarik UTM Servo ToronTech TT-HW2-600S untuk proses pengujian kekuatan tarik spesimen.
- Mesin uji impact Hung Ta HT-8041 untuk proses pengujian kekuatan impact spesimen.
- Mesin uji komposisi Spectrotest TXC03 untuk proses pengujian komposisi bahan.
- Mesin gergaji Everising S-12H untuk proses pemotongan bahan.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu:

- Baja konstruksi bentuk profil IWF 350 standar JIS G3101 SS400 yang telah dipotong menjadi pelat ukuran 170 mm x 150 mm x 7 mm dan 70 mm x 100 mm x 7 mm seperti terlihat pada gambar 1.
- Elektroda jenis E7018 dengan diameter 4 mm seperti terlihat pada gambar 2.



Gambar 1. Baja Konstruksi IWF Standar JIS G3101 SS400

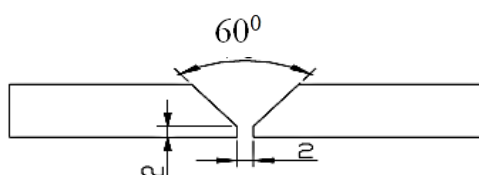


Gambar 2. Elektroda E7018

Parameter penelitian yang digunakan dalam penelitian ini yaitu:

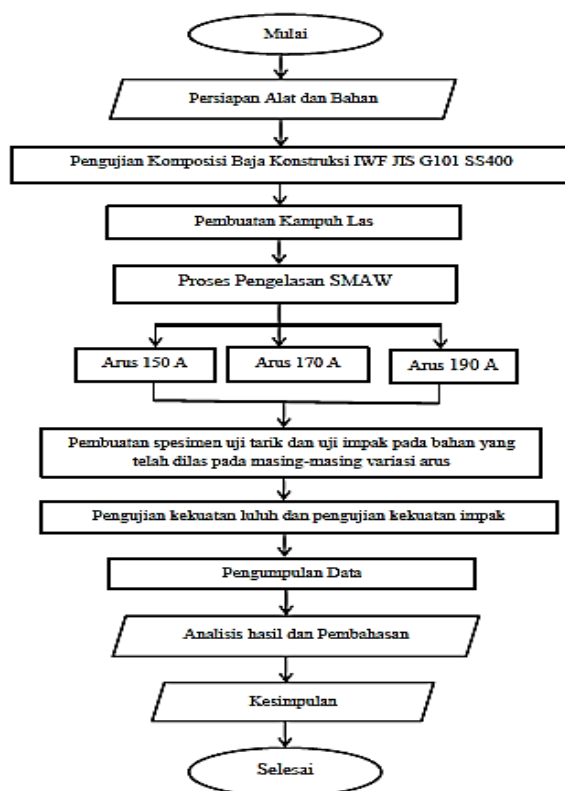
- Variabel bebas: variasi kuat arus las SMAW sebesar 150 A, 170 A, dan 190 A.
- Variabel terikat: kekuatan tarik dan kekuatan impact sambungan las baja konstruksi IWF standar JIS G3101 SS400.
- Variabel kontrol: menggunakan jenis arus las DC dengan polaritas terbalik, elektroda E7018 diameter 4 mm, posisi pengelasan bawah tangan/1G, bentuk kampuh V sudut

60° dengan *root opening* dan *root face* selebar 2 mm (seperti terlihat pada gambar 3), gerakan lurus yang diakhiri dengan gerakan zigzag pada layer terakhir, dan pendinginan dengan udara terbuka.



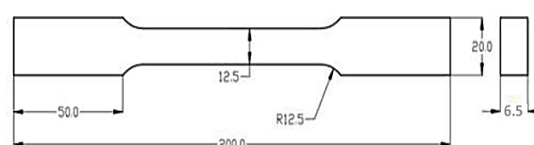
Gambar 3. Kampuh V Sudut 60° *Root Opening* dan *Root Face* 2 mm

Penelitian ini dilakukan dengan urutan proses sesuai dengan diagram alir seperti terlihat pada gambar 4.

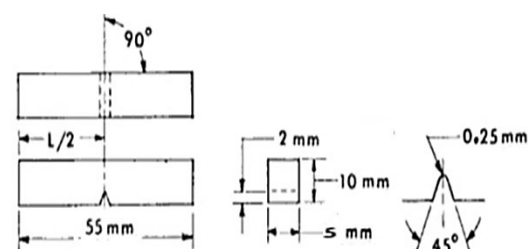


Gambar 4. Diagram Alir Proses Penelitian

Sebelum dilakukan proses pengujian, bahan uji harus dibuat suatu spesimen dengan standar uji. Standar uji menggunakan standar ASTM E8 untuk spesimen uji kekuatan tarik dan standar ASTM E23 untuk spesimen uji kekuatan impak seperti terlihat pada gambar 5 dan gambar 6.



Gambar 5. Dimensi Uji Tarik Standar ASTM E8 (American Association State, 2008)



Gambar 6. Dimensi Uji Impak Standar ASTM E23 (American National Standard, 2007)

Teknik pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Dokumentasi

Peneliti mencatat hal-hal penting pada tiap tahap-tahap penelitian dan mendokumentasikan dalam bentuk foto. Dokumen-dokumen yang terkumpul diperlukan untuk mendukung hasil yang didapat dari uji laboratorium.

2. Uji Laboratorium

Setelah semua persiapan mulai dari persiapan alat bahan, pemberian perlakuan berupa variasi arus pengelasan, dan pembuatan spesimen, selanjutnya agar diperoleh data dilakukan pengumpulan data melalui uji laboratorium. Pengujian laboratorium dilakukan melalui pengujian kekuatan tarik dan pengujian kekuatan impak dari bahan baja konstruksi IWF standar JIS G3101 SS400 yang dilas. Bahan tersebut kemudian dibuat spesimen dengan standar yang ditentukan. Data yang diperoleh dari hasil pengujian kemudian dimasukkan ke dalam tabel untuk dianalisis.

Analisis data menggunakan analisis data statistik untuk menguji pengaruh variasi kuat arus 150 A, 170 A, dan 190 A terhadap kekuatan tarik dan kekuatan impak sambungan las. Analisis data dilakukan dengan bantuan SPSS 16.0.

Adapun tahapan dari analisis data yaitu sebagai berikut:

1. Uji Normalitas *Kolmogorov-Smirnov*

Uji normalitas digunakan untuk mengetahui suatu data dari hasil penelitian apakah berasal dari populasi yang berdistribusi normal atau tidak. Taraf signifikansi yang digunakan sebesar 0,05 dengan kriteria untuk uji normalitas menurut Basuki (2016: 10) sebagai berikut:

- 1) Jika nilai Sig. > 0,05, maka data berdistribusi normal
- 2) Jika nilai Sig. < 0,05, maka data tidak berdistribusi normal

2. Uji Homogenitas *Lavene Statistic*

Uji homogenitas digunakan untuk mengetahui data variabel apakah memiliki data yang sama atau tidak. Melalui uji homogenitas, data hasil penelitian dapat diketahui sifatnya yaitu homogen atau tidak. Taraf signifikansi yang digunakan adalah 0,05 dengan kriteria untuk uji homogenitas menurut Basuki (2016: 7) sebagai berikut:

- 1) Jika nilai Sig. > 0,05, maka data memiliki varians yang sama (homogen).
- 2) Jika nilai Sig. < 0,05, maka data tidak memiliki varians yang sama (homogen).

3. Uji Hipotesis *One Way Anova*

Uji anava satu jalan (*one way anova*) digunakan dikarenakan penelitian ini akan menganalisis variasi-variasi yang ada karena adanya beberapa perlakuan atau *threatment* untuk menyimpulkan ada tidaknya perbedaan rata-rata pada tiap kelompok variasi. Taraf signifikansi yang digunakan sebesar 0,05 dengan kriteria untuk uji hipotesis menurut Basuki (2016: 7) sebagai berikut:

- 1) Jika nilai Sig > 0,05, maka H_0 diterima dan H_1 ditolak atau tidak ada pengaruh pada tiap-tiap variasi.
- 2) Jika nilai Sig < 0,05, maka H_1 diterima dan H_0 ditolak atau ada pengaruh pada tiap-tiap variasi.

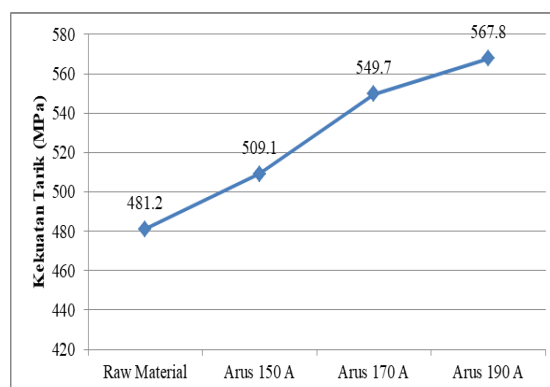
HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengujian kekuatan tarik ditunjukkan oleh Tabel 3.

Tabel 3. Data Uji Kekuatan Tarik

Kelompok	Kekuatan Tarik (σ_m)	Rata-rata Kekuatan Tarik (σ_m)
Arus 150 A	494,8 MPa	509,1 MPa
	486,1 MPa	
	546,4 MPa	
Arus 170 A	550,1 MPa	549,7 MPa
	564,9 MPa	
	534,1 MPa	
Arus 190 A	569,9 MPa	567,8 MPa
	571,1 MPa	
	562,5 MPa	
Raw Material	481,2 MPa	481,2 MPa

Berdasarkan data rata-rata hasil uji kekuatan tarik di atas, maka dapat dibuat suatu grafik/diagram garis. Gambar 7 menunjukkan grafik data rata-rata hasil uji kekuatan tarik.



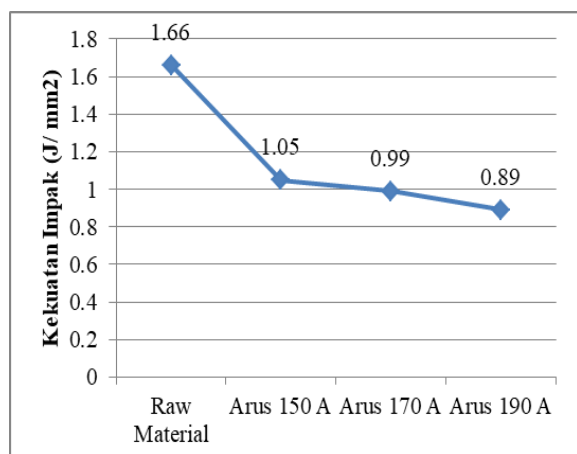
Gambar 7. Grafik Hasil Uji Kekuatan Tarik

Hasil pengujian kekuatan impact ditunjukkan oleh Tabel 4.

Tabel 4. Data Uji Kekuatan Impact

Kelompok	Kekuatan Impact (K)	Rata-rata Kekuatan Impact (K)
Arus 150 A	1,15 J/ mm ²	1,05 J/ mm ²
	0,96 J/ mm ²	
	1,05 J/ mm ²	
Arus 170 A	0,86 J/ mm ²	0,99 J/ mm ²
	0,96 J/ mm ²	
	1,15 J/ mm ²	
Arus 190 A	0,86 J/ mm ²	0,89 J/ mm ²
	0,96 J/ mm ²	
	0,86 J/ mm ²	
Raw Material	1,66 J/mm ²	1,66 J/mm ²

Berdasarkan data rata-rata hasil uji kekuatan impact di atas, maka dapat dibuat suatu grafik/diagram garis. Gambar 8 menunjukkan grafik data rata-rata hasil uji kekuatan impact.



Gambar 8. Grafik Hasil Uji Kekuatan Impact

Adapun hasil analisis data statistik menggunakan SPSS 16.00 diperoleh hasil sebagai berikut:

1. Uji normalitas data kekuatan tarik didapatkan nilai *Kolmogorov Smirnov Z* sebesar 0,657 dan nilai *Asymp. Sig. (2-tailed)* sebesar 0,780 yang mana nilai tersebut lebih besar dari 0,05. Maka dapat disimpulkan bahwa data hasil pengujian kekuatan tarik terdistribusi normal.
2. Uji homogenitas data kekuatan tarik didapatkan nilai *Levene Statistic* sebesar 5,001 dan pada Sig. diperoleh nilai sebesar 0,053 yang mana nilai Sig. tersebut lebih besar dari 0,05. Maka dapat disimpulkan bahwa data hasil pengujian kekuatan tarik memiliki varians yang sama (homogen).
3. Uji hipotesis *one way anova* data kekuatan tarik didapatkan nilai *F* sebesar 6,160 dan diperoleh nilai Sig. sebesar 0,035 yang mana nilai Sig tersebut kurang dari 0,05. Berdasarkan hasil tersebut maka dapat diputuskan bahwa H_1 diterima dan H_0 ditolak yang artinya terdapat pengaruh variasi kuat arus 150 A, 170 A, dan 190 A terhadap kekuatan tarik sambungan las baja konstruksi IWF standar JIS G3101 SS400.
4. Uji normalitas data kekuatan impact didapatkan nilai *Kolmogorov Smirnov Z* sebesar 0,695 dan nilai *Asymp. Sig. (2-tailed)* sebesar

0,720 yang mana nilai tersebut lebih besar dari 0,05. Maka dapat disimpulkan bahwa data hasil pengujian kekuatan impact terdistribusi normal.

5. Uji homogenitas data kekuatan impact didapatkan nilai *Levene Statistic* sebesar 5,001 dan pada Sig. diperoleh nilai sebesar 0,053 yang mana nilai Sig. tersebut lebih besar dari 0,05. Maka dapat disimpulkan bahwa data hasil pengujian kekuatan tarik memiliki varians yang sama (homogen).

6. Uji hipotesis *one way anova* data kekuatan impact didapatkan nilai *F* sebesar 6,160 dan diperoleh nilai Sig. sebesar 0,035 yang mana nilai Sig tersebut kurang dari 0,05. Berdasarkan hasil tersebut maka dapat diputuskan bahwa H_1 diterima dan H_0 ditolak yang artinya terdapat pengaruh variasi kuat arus 150 A, 170 A, dan 190 A terhadap kekuatan tarik sambungan las baja konstruksi IWF standar JIS G3101 SS400

Berdasarkan data hasil pengujian tarik terlihat bahwa masing-masing kelompok spesimen yang memperoleh perlakuan kuat arus 150 A, 170 A, dan 190 A terjadi perbedaan nilai rata-rata kekuatannya. Perbedaan yang terjadi yaitu semakin besar kuat arus yang diberikan maka akan meningkatkan nilai rata-rata kekuatan tariknya.

Adanya peningkatan nilai kekuatan tarik seiring dengan peningkatan kuat arus disebabkan karena apabila kuat arus yang diberikan ditingkatkan maka akan meningkatkan masukan panas yang diterima oleh elektroda dan benda kerja. Masukan panas yang tinggi menyebabkan elektroda dan benda kerja akan lebih mudah mencair saat prose pengelasan berlangsung. Apabila pencairan elektroda dan benda kerja tinggi, maka akan memperdalam dan memperlebar penetrasi logam las sehingga daerah logam las/campuran lelehan elektroda dan benda kerja semakin dalam.

Apabila penetrasi logam las semakin dalam, maka kekuatan sambungan las akan semakin besar. Penjelasan diatas sejalan dengan penjelasan yang diungkapkan oleh Awali, dkk (2014: 108) yang menyatakan bahwa kuat arus langsung berpengaruh pada penetrasi logam las, bentuk manik, perubahan struktur mikro akibat

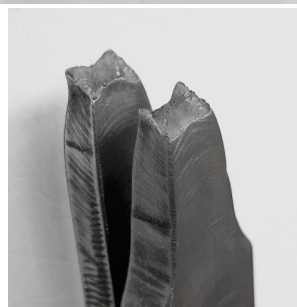
pengaruh panas dan lebar HAZ. Jika semakin besar arus las dapat memperdalam penetrasi logam lasan dan juga memperlebar HAZ, demikian sebaliknya. Adapun Barsoum dan Khurshid (2017: 1401) mengungkapkan bahwa sambungan dengan penetrasi penuh dengan *filler* dan material yang sama akan menghasilkan keuletan dan kekuatan maksimal yang lebih tinggi.



Gambar 9. Patahan Spesimen Uji Tarik Arus 150 A



Gambar 10. Patahan Spesimen Uji Tarik Arus 170 A



Gambar 11. Patahan Spesimen Uji Tarik Arus 190 A



Gambar 12. Patahan Spesimen Uji Tarik *Raw Material*

Gambar 9, 10, 11, dan 12 menunjukkan patahan spesimen uji tarik. Mengacu pada gambar tersebut dapat dikatakan bahwa sambungan las baja JIS G3101 SS400 yang dilas dengan variasi arus 150 A, 170 A, dan 190 A termasuk dalam patahan ulet dikarenakan terjadi reduksi penampang yang cukup besar serta ujung patahannya memiliki permukaan tidak rata/berserabut.

Berdasarkan letak dari patahannya, spesimen baja JIS G3101 SS400 yang dilas dengan variasi arus 150 A, 170 A, dan 190 A letak patahnya berada diluar bagian logam las/sambungan. Perbandingan nilai kekuatan tarik juga didapatkan nilai kelompok variasi arus 150 A, 170 A, dan 190 A memiliki

kekuatan tarik yang lebih tinggi dibandingkan kekuatan tarik *raw material*. Hal tersebut menandakan bahwa arus 150 A, 170 A, dan 190 A sudah cukup untuk menghasilkan sambungan yang kuat dan melebihi kekuatan *raw materialnya*. Hal tersebut sesuai dengan pendapat Aditia dkk (2019: 3) yang menyatakan bahwa penyetelan kuat arus pengelasan yang tepat akan mempengaruhi kekuatan hasil las. Kekuatan tarik dimaksudkan yaitu apakah kekuatan las mempunyai nilai yang sama, lebih rendah atau lebih tinggi dari kelompok *raw material*.

Hasil dari penelitian ini relevan dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Syahrani (2013: 401) yang meneliti tentang pengaruh variasi kuat arus SMAW terhadap kekuatan tarik baja karbon rendah yang mana hasil penelitiannya menunjukkan bahwa dengan meningkatnya kuat arus yang diberikan maka akan meningkatkan nilai kekuatan tariknya. Berdasarkan penelitiannya, alasan yang menyebabkan hasilnya demikian yaitu karena arus yang rendah akan menyebabkan penyalaan busur las yang kurang stabil. Arus rendah akan menghasilkan masukan panas yang tidak cukup untuk melelehkan elektroda dan *raw material* serta penembusan yang kurang dalam saat proses pengelasan berlangsung. Kondisi tersebut yang menyebabkan kekuatan tariknya menjadi rendah apabila menggunakan arus yang rendah demikian sebaliknya.

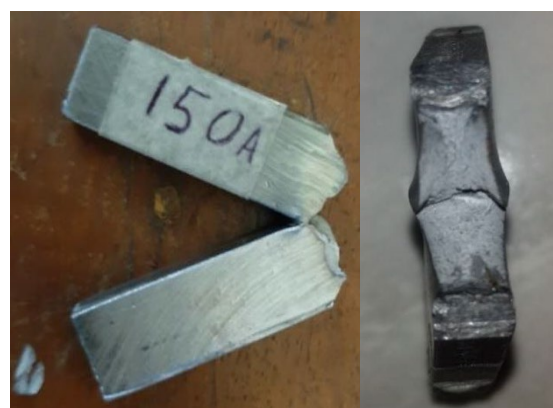
Adapun data hasil pengujian impact terlihat bahwa masing-masing kelompok spesimen yang memperoleh perlakuan kuat arus 150 A, 170 A, dan 190 A terjadi perbedaan besarnya nilai rata-rata kekuatan impactnya meski perbedaannya tidak signifikan. Perbedaan yang terjadi yaitu semakin besar kuat arus yang diberikan maka akan menurunkan nilai rata-rata kekuatan impactnya.

Adanya penurunan rata-rata nilai kekuatan impact seiring dengan meningkatnya kuat arus yang diberikan yaitu karena besarnya arus akan berbanding lurus dengan masukan panas yang diterima oleh elektroda dan *raw material* saat proses pengelasan berlangsung.

Masukan panas yang lebih tinggi tersebut akan menghasilkan sifat getas yang lebih tinggi dibanding bahan yang dilas dengan arus 150 A. Sifat getas yang lebih tinggi inilah yang akan menurunkan kekuatan impactnya.

Hasil dari penelitian ini relevan dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Wahyudi (2019: 68) yang meneliti tentang pengaruh variasi kuat arus SMAW terhadap kekuatan impact baja karbon rendah yang mana hasil penelitiannya menunjukkan bahwa dengan meningkatnya kuat arus yang diberikan maka akan menurunkan nilai kekuatan impactnya. Berdasarkan penelitiannya, alasan yang menyebabkan hasilnya demikian yaitu karena masukan panas yang terlalu tinggi akibat dari kuat arus yang tinggi menyebabkan laju pendinginannya menjadi lambat sehingga mengakibatkan penggetasan. Penggetasan itulah yang menyebabkan menurunnya nilai kekuatan impact. Hal sebaliknya didapat apabila menggunakan kuat arus yang lebih rendah. Arus yang lebih rendah akan mengurangi penggetasan logam las sehingga kekuatan impactnya menjadi lebih tinggi.

Setelah dilakukan pengujian kekuatan impact, maka spesimen akan mengalami patah dan dapat dianalisis jenis patahannya termasuk patahan ulet atau getas. Gambar 13, 14, 15, dan 16 menunjukkan penampang patahan spesimen setelah dilakukan pengujian impact.



Gambar 13. Patahan Spesimen Uji Impact Arus 190 A



Gambar 14. Patahan Spesimen Uji Impak Arus 170 A



Gambar 15. Patahan Spesimen Uji Impak Arus 190 A



Gambar 16. Patahan Spesimen Uji Impak Raw Material

Berdasarkan gambar 13, 14, 15, dan 16, maka dapat diidentifikasi bahwasanya jenis patahan dari tiap-tiap perlakuan variasi arus termasuk kedalam patahan ulet. Hasil patahan dapat dikatakan patah ulet apabila terdapat ciri-

ciri ujung patahannya tidak rata/berserabut, permukaan patahan kasar, dan berwarna kelabu.

Hasil tersebut relevan dengan penelitian yang dilakukan oleh Saifudin (2017: 62) yang meneliti tentang pengaruh variasi arus las SMAW terhadap kekuatan impact baja karbon rendah. Berdasarkan hasil penelitiannya diperoleh hasil yaitu adanya peningkatan kuat arus akan menurunkan nilai kekuatan impactnya. Isi penelitiannya juga disebutkan bahwa jenis patahan yang terjadi pada tiap-tiap spesimen dengan perlakuan variasi arus termasuk kedalam patahan ulet. Patahan ulet ini menandakan bahwa adanya penyerapan energi yang cukup besar pada area yang mendapat beban kejut dan ditandai dengan deformasi yang cukup besar di bagian penampang patahan, permukaan patahan nampak kasar dan berserabut, serta berwarna kelabu.

SIMPULAN

Hasil analisis pengaruh variasi kuat arus las SMAW sebesar 150 A, 170 A, dan 190 A terhadap kekuatan tarik diperoleh hasil yaitu terdapat adanya pengaruh dari ketiga variasi kuat arus 150 A, 170 A, dan 190 A terhadap kekuatan tarik baja konstruksi IWF standar JIS G3101 SS400. Berdasarkan penelitian ini maka kuat arus yang terbaik untuk memperoleh kekuatan tarik tertinggi yaitu dengan menggunakan kuat arus 190 A yang memiliki kekuatan tarik sebesar 567,8 MPa.

Hasil analisis pengaruh variasi kuat arus las SMAW sebesar 150 A, 170 A, dan 190 A terhadap kekuatan impact diperoleh hasil yaitu tidak terdapat pengaruh dari ketiga variasi kuat arus 150 A, 170 A, dan 190 A terhadap kekuatan impact baja konstruksi IWF standar JIS G3101 SS400. Berdasarkan penelitian ini maka ketiga arus yaitu 150 A, 170 A, dan 190 A dapat digunakan pada proses pengelasan baja konstruksi IWF standar JIS G3101 SS400 dengan tebal 7 mm karena menghasilkan nilai kekuatan impact yang perbedaannya tidak signifikan.

DAFTAR RUJUKAN

- Aditia, Nurdin, A.S. Isnay. 2019. Analisa Kekuatan Sambungan Material AISI 1050 dengan ASTM A36 dengan Variasi Arus pada Proses Pengelasan SMAW. *Journal of Welding Technology 1(1): 1-4.*
- American Association State. 2008. *Standard Test Methods for Tension Testing of Metallic Materials Designation E8/E8M-08.* Texas: University of Texas.
- American National Standard. 2007. *Standard Test Methods for Notched Bar Impact Testing of Metallic Materials Designation E23-07a.* Sao Paulo: Universidade de Sao Paulo.
- Amin, A. 2017. Pengaruh Variasi Arus Listrik Terhadap Kekuatan Tarik dan Struktur Mikro Sambungan Las Titik (*Spot Welding*) logam *Stainless Steel* dan Baja Karbon Rendah. *Jurnal Teknik Mesin 2(2): 63-67.*
- Asibeluo, I.S., dan E. Emifoniye. 2015. *Effect of Arc Welding Current in the Mechanical Properties of A36 Carbon Steel Weld Joints.* *International Journal of Mechanical Engineering 2(9):79-87.*
- Awali, J., Y.S. Irawan, M.A. Chiron. 2014. Pengaruh Kuat Arus Pengelasan Dua Layer dengan Metode GTAW dan SMAW Terhadap Kekuatan Tarik pada Plat ASTM A36. *Jurnal Rekayasa Mesin 5(2): 107-112.*
- Azwinur, A.S. Isnay, R. Nanda, Ferdiansyah. 2020. Pengaruh Arus Pengelasan SMAW Terhadap Kekuatan Sambungan Las *Double Lap Joint* pada Material AISI 1050. *Journal of Welding Technology 2(1): 1-7.*
- Bakhori, A. 2017. Perbaikan Metode Pengelasan SMAW (*Shield Metal Arc Welding*) pada Industri Kecil di Kota Medan. *Buletin Utama Teknik 13(1): 14-21.*
- Barsoum, Z., M. Khurshid. 2017. *Ultimate Strength Capacity of Welded Joints in High Strength Steels.* *International Conference on Structural Integrity.* ICSI. Madeira. 1401-1408.
- Basuki, A.T. 2016. *Analisis of Varians.* Yogyakarta: Universitas Muhammadiyah Yoyakarta
- Daryanto. 2012. Teknik Las. Bandung: Alfabeta
- Nugroho, A., dan E. Setiawan. 2018. Pengaruh Variasi Kuat Arus Pengelasan Terhadap Kekuatan Tarik dan Kekerasan Sambungan Las *Plate Carbon Steel ASTM A36.* *Jurnal Rekayasa Sistem Industri 3(2): 134-142.*
- Sahlan. 2015. Kegagalan Patah Material pada Konstruksi Baja Akibat Kondisi Kerja yang Buruk. *Jurnal Energi dan Kelistrikan 7(2): 118-121.*
- Saifuddin., A. Jalil., T. Rahayu. 2017. Analisa Kekuatan Impak Pada Penyambungan Pengelasan SMAW Material ASSAB 705 Dengan Variasi Arus Pengelasan. *Jurnal Polimesin 15(2): 58-63.*
- Sopiyan, dan F.B. Susetyo. 2017. Pengaruh Besar Sudut Kampuh Terhadap Kekuatan Tarik Hasil Pengelasan GMAW. *Jurnal Kajian Teknik Mesin 2(2): 99-105.*
- Syaripuddin, I. Basori, Y.M. Mandala. 2014. Pengaruh Jenis Kampuh Las Terhadap Kekuatan Tarik Baja Paduan Rendah (ASTM A36) Menggunakan Las SMAW. *Jurnal Konversi Energi dan Manufaktur 2(1): 94-97.*
- Syahrani, A., A. Sam, Chairulnas. 2013. Variasi Arus Terhadap Kekuatan Tarik dan Bending Pada Hasil Pengelasan SM490. *Jurnal Mekanikal 4(2): 393-402.*
- Wahyudi, E. 2019. Penurunan Kekuatan Impak Baja ST37 Akibat Pengelasan SMAW. *Jurnal Otopro 14(2): 64-79.*