

Analisa kekuatan sambungan kampuh V pada pengelasan *carbon steel* dengan *stainless steel* menggunakan elektroda E 309 terhadap kekuatan *impact*

Rizam Alfahmi, Saifuddin, Mawardi
Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Lhokseumawe
Jl. Banda Aceh – Medan Km.280 Buketrata
Email: rizamalfahmi@gmail.com

Abstrak

Kekuatan sambungan las sangat penting pada proses hasil pengelasan. Sehingga semua parameter las harus benar-benar diperhatikan termasuk jenis kampuh dan elektroda yang digunakan. Proses las SMAW banyak digunakan di industri karena proses ini menghasilkan kualitas las yang baik, penyetulan mesin yang mudah dan berbiaya relative murah. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kekuatan sambungan kampuh V pada pengelasan material yang berbeda yaitu *carbon steel* dengan *stainless steel* menggunakan elektroda E 309 terhadap kekuatan *impact* dengan melakukan variasi arus 80A dan 95A. Material yang digunakan adalah baja karbon AISI 1050 dengan baja tahan karat SUS 304. Metode yang digunakan adalah dengan melakukan pengelasan pada kedua material tersebut menggunakan arus 80 A dan 95 A, jenis elektroda yang digunakan adalah E309. Setelah pengelasan dilakukan pengujian impact untuk mengetahui kekuatan atau ketangguhan sambungan hasil pengelasan. Hasil pengujian menunjukkan material tanpa pengelasan atau material dasar diperoleh nilai *impact* 3,2 J/mm². Spesimen pengelasan arus 80 A, diperoleh nilai rata-rata uji *impact* 3,44 J/mm² dan pada spesimen pengelasan arus 95 A, diperoleh nilai rata-rata *impact* 3,54 J/mm². Adanya perbedaan laju pada garis grafik berdasarkan perlakuan pengelasan diakibatkan besaran arus las yang berbeda akan berdampak terhadap ketahanan pukulan dan serapan energi pada material yang telah dilas dengan arus berbeda.

Kata kunci : Baja karbon AISI 1050, Stainless steel SUS 304, SMAW, E 309, *Impact*

Analysis of the strength of the V seam connection on welding carbon steel with stainless steel using the E 309 electrode on the impact strength

Abstract

The strength of the welded joint is very important in the welding process. So that all welding parameters must be considered, including the type of seam and the electrode used. SMAW welding process is widely used in industry because this process produces good weld quality, easy machine setup and relatively low cost. The purpose of this study was to determine the strength of the V seam connection on welding different materials, namely carbon steel with stainless steel using an E 309 electrode on the impact strength by varying the current 80A and 95A. The material used is AISI 1050 carbon steel with SUS 304 stainless steel. The method used is to weld the two materials using a current of 80 A and 95 A, the type of electrode used is E309. After welding, impact testing is carried out to determine the strength or toughness of the welded joints. The test results show that the material without welding or the base material has an impact value of 3.2 J/mm². For welding specimens with a current of 80 A, the average value of the impact test was 3.44 J/mm² and on the specimens for welding with a current of 95 A, the average value of the impact was 3.54 J/mm². The difference in the rate on the graph line based on the welding treatment due to the different magnitudes of the welding current will have an impact on the impact resistance and energy absorption of the material that has been welded with different currents.

Key words : Carbon steel AISI 1050, Stainless steel SUS 304, SMAW, E309, *Impact*

1 Pendahuluan

Dalam perkembangan industri saat ini teknologi pengelasan cukup berkembang pesat seiring dengan kebutuhan dunia industri untuk menghasilkan produk yang cukup baik dalam proses produksinya, karena teknologi pengelasan sangatlah membantu dalam pekerjaan pembuatan konstruksi baik yang sederhana

maupun konstruksi yang mempunyai tingkat kesulitan dan persyaratan tinggi. Pengelasan merupakan bidang yang sangat dibutuhkan oleh dunia Industri utamanya untuk industri manufaktur dan rekayasa umum serta bidang-bidang lain yang berhubungan dengan penyambungan konstruksi, dimana pengelasan adalah faktor utamanya dan untuk mendapatkan mutu

sambungan las yang baik bahwa dalam perancangan pengelasan konstruksi harus direncanakan tentang cara pengelasan, cara pemeriksaan, bahan las, jenis las dan kampuh las yang akan di gunakan[1].

Pada era industri modern sekarang ini dibutuhkan inovasi terbaru mengenai pengelasan baik metode maupun material. Hal umum yang di lakukan adalah 2 penyambungan material sejenis namun beda seri material. Penyambungan ini sudah cukup umum di lakukan. Hal yang jarang di lakukan adalah penyambungan dengan berbeda material atau *dissimilar metal*[2], [3]. Pada penelitian ini akan dilakukan pengelasan menggunakan elektroda E309 pada pengelasan berbeda material jenis baja karbon AISI 1050 dengan stainless steel SUS 304. E309 adalah elektroda stainless steel yang umumnya dipakai untuk pengelasan SMAW. Pengelasan menggunakan elektroda stainless harus memperhatikan spesifikasi dari material yang akan dilas. Akibat dari pemilihan elektroda yang tidak tepat tentu akan menimbulkan kerugian yang cukup besar; *crack, porosity*, lasan tidak menyatu dan kerugian lainnya, termasuk kekuatan las yang rendah.[4], [5] Dibutuhkan perencanaan yang matang dan tepat untuk menentukan strategi pengelasan agar menghasilkan pengelasan yang baik[6].

Prosedur pengelasan kelihatannya sangat sederhana, tetapi sebenarnya banyak masalah-masalah yang harus diatasi, dimana pemecahannya memerlukan pengetahuan. Pengetahuan pengelasan harus turut serta mendampingi praktek secara lebih terperinci dalam perancangan kontruksi bangunan dan mesin dengan sambungan las, harus direncanakan pula tentang cara pengelasan, cara pemeriksaan, bahan las atau jenis las yang akan digunakan, berdasarkan fungsi dari bagian-bagian bangunan atau mesin yang di rancang.

Beberapa penelitian tentang kekuatan sambungan las jenis sambungan kampuh V[7], [8] yang berhubungan dengan jenis material yang berbeda dengan variasi arus[9], [10] pengelasan sudah dilakukan oleh beberapa peneliti untuk mendapatkan parameter yang sesuai dengan jenis material yang digunakan.

Berdasarkan latar belakang diatas, maka perlu dikaji dan diuji pengelasan jenis SMAW dengan menggabungkan (join material) baja karbon dengan stainless steel menggunakan elektroda E309 dengan menguji kekuatan hasil sambungannya[11]. Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh variasi arus pengelasan 80 A, 95 A, terhadap hasil uji impak pada sambungan plat *carbon steel* dengan *stainless steel* terhadap hasil uji impak pada sambungan jenis kampuh V.

2 Metode Penelitian

Adapun bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah AISI 1050 dan SUS 304 dengan ketebalan 10 mm. Langkah awal penelitian adalah dilakukan proses pengelasan SMAW dengan menggunakan arus 80A dan 95A. kemudian material hasil pengelasan tersebut dilakukan pengujian impak untuk mengetahui kekuatan dan ketangguhan material. Sebelum pengujian impak terlebih dahulu dilakukan pengujian penetrant untuk mendeteksi cacat las yang terjadi saat proses pengelasan.

2.1. Proses Pengelasan

Langkah-langkah yang dilakukan dalam proses pengelasan adalah sebagai berikut:

1. Permukaan benda kerja dibersihkan dengan cara di amplas, yang berguna untuk menghilangkan sisa-sisa hasil pemotongan plat AISI 1050 dan SUS 304.
2. Mempersiapkan semua peralatan yang akan digunakan, termasuk elektroda yang akan digunakan yaitu E 309
3. Kemudian setelah semua bahan dan alat sudah disiapkan, letakkan bahan material ke meja kerja dan posisikan benda kerja dengan posisi sambungan dengan kampuh pengelasan V. Kemudian menyalakan mesin pengelasan SMAW (*shield Metal Arch Welding*).
4. Pada waktu akan dilakukan pengelasan dengan masing-masing arus sebesar 80 dan 95 Ampere.
5. Mengulangi tahap 1-4 sesuai dengan variable arus dan polaritas yang ditentukan dalam penelitian.

2.2. Proses Pengujian

2.2.1. Pengujian Penetran

Penetrant testing adalah pengujian yang dilakukan tanpa merusak material atau specimen yang akan diuji[12], [13]. Standar yang digunakan adalah ASME Sec. V. *article* 6. Metode pengujian ini hanya digunakan untuk mendeteksi cacat di permukaan, pada material *non-porous* pada *SUS 304* dan *AISI 1050*. Adapun langkah-langkah pengujian dengan *penetrant testing* adalah sebagai berikut:

1. Sebelum melakukan pengujian, permukaan benda yang akan diuji harus bebas dari semua kotoran, *grease, oli, pasir, loose, rust, scale*, atau material lainnya yang akan mengganggu pada saat pengujian.
2. *Precleaning*: membersihkan bagian permukaan benda uji dengan cairan *cleaner* yang mudah menguap, dan tunggu selama sekurang-kurangnya 1 menit.
3. Pengaplikasian cairan penetrant dengan cara dikuas pada bagian lasan (pengujian lasan), sekurang-kurangnya 1 inci dari kedua sisi lasan harus tertutup oleh cairan penetrant. Diamkan selama 10-30 menit

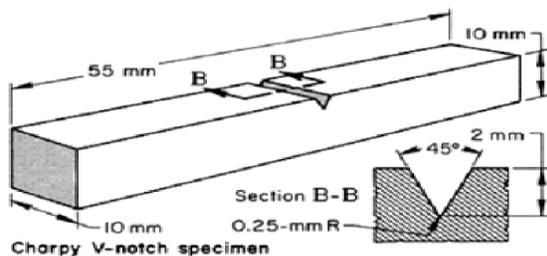
(*dwell time penetrant*) sampai cairan penetrant benar-benar masuk kedalam bagian yang dicurigai sebagai cacat.

4. *Remove Excess Penetrant*: menghilangkan sisa cairan penetrant dengan cara mengusap kelebihan penetrant dengan lap kering kemudian dengan lap yang telah dibasahi dengan cairan solvent dan terakhir dilap kembali dengan kain kering sampai bersih, kemudian diamkan selama 5 menit.
5. Pengaplikasian *developer*: semprotkan cairan developer secara merata ke permukaan bagian lasan yang akan diuji, lalu diamkan selama 10 menit sampai cairan *developer* berhasil mengangkat penetrant keluar (*blotting*) dan memunculkan indikasi cacat.
6. *Interpretasi*: amati setiap indikasi cacat yang muncul, dan interpretasikan apakah indikasi tersebut relevan atau non relevan.
7. Evaluasi: hanya indikasi relevan saja yang akan dievaluasi untuk menentukan cacat yang muncul diterima atau *direct*.

2.2.2. Pengujian Impact Metode Charpy

Proses pengujian impact dilakukan pada semua spesimen, 1 spesimen tidak adanya perlakuan pengelasan sedangkan 8 spesimen yang telah dilakukan proses pengelasan. Adapun langkah-langkah pengujian impact metode charpy sebagai berikut:

1. Dengan menggunakan jangka sorong lakukan pengukuran luas area dibawah takik dari spesimen uji. Catat hasil pengukuran didalam lembar data. Adapun bentuk dan ukuran spesimen pengujian impact mengikuti standar ASTM E-23, Sebagaimana terlihat pada Gambar 1



Gambar 1. Bentuk spesimen pengujian impact

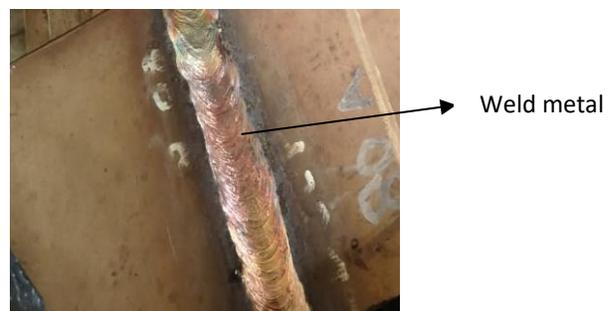
2. Menghidupkan kompresor dan tunggu tekanan sampai 6 bar.
3. Membuka *safety guard* mesin, siapkan mesin uji, pasang spesimen pada pemegangnya dan Angkat hammer dengan tangan dan pasang kunci.
4. Memastikan jarum penunjuk ke posisi 300 joule.
5. Meletakkan spesimen yang akan diuji pada tempat dudukan spesimen, atur posisi spesimen dan Tutup pengaman mesin (*safety guards*).
6. Menekan tombol yang terletak *disafety guards*, lalu pendulum memukul spesimen uji.

7. Setelah itu bawa pendulum dengan hati-hati keposisi semula dengan menarik pendulum break secara perlahan.
8. Membaca posisi jarum dan baca skala dial, catat hasil pembacaan.
9. Mengambil benda uji dan amatilah permukaan patahannya didalam lembar data.
10. Mengulangi pengujian untuk spesimen-spesimen lainnya.

3 Hasil dan Pembahasan

3.1. Hasil Pengelasan

Proses perpaduan material yang disambung (join material) antara baja AISI 1050 dan SUS304 dengan parameter kampuh V dimensi objek pengelasan seperti ditampilkan pada Gambar 2



Gambar 2. Hasil pengelasan

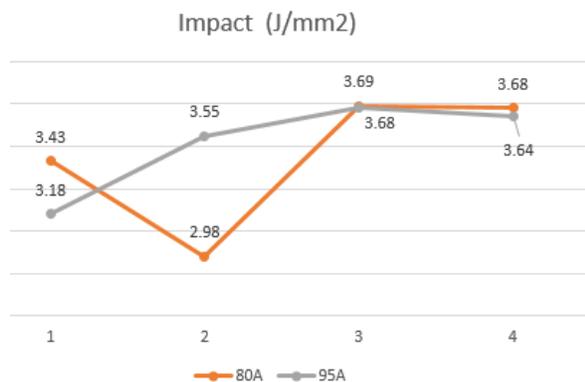
3.2. Hasil Pengujian

Pengelasan yang telah dipersiapkan pada penelitian ini adalah metode 1G dengan join material berbeda menggunakan kampuh V, ketebalan material 10 mm. hasil pengelasan setelah diuji penetrasi dengan metode penetrasi, diketahui teknik pengelasan dinilai baik tanpa adanya cacat las. Selanjutnya pengujian impact bertujuan untuk mengetahui kondisi patahan (amatan makro) dari sambungan pada material yang berbeda (baja karbon AISI 1050 dan baja tahan karat SUS304) dengan ketahanan benda uji terhadap beban dinamis. Kondisi patahan dapat diketahui dan disesuaikan dengan nilai harga impact yang telah dihitung. Seperti hasil pengujian impact di atas, diketahui jika spesimen dengan perlakuan pengelasan sambungan pada arus 95 A menghasilkan ketahanan impact yang lebih baik dibandingkan dengan pengelasan pada arus las 80 A dan bahkan lebih baik kekuatannya dibandingkan pada material dasar tanpa perlakuan pengelasan.

Hasil pengamatan makro pada patahan yang terjadi, diketahui jika patahan pada spesimen arus las 80 A terdapat porositas pada bagian dalam lasan, sehingga patahan yang terjadi adalah patahan getas pada bagian lasan. Namun hasil amatan patahan getas tersebut dapat diketahui jika perbedaan arus las berpengaruh terhadap kualitas sambungan yang disebabkan paduan filler

elektroda yang tidak menyatu dengan kuat pada sambungan berbeda material ini. Pengelasan dengan arus 95 A pada join sambungan hasil pengamatan patahan diperoleh struktur yang lebih rapat dan kuat, hal ini disebabkan panas filler elektroda yang lebih baik masuk dalam sambungan lasan.

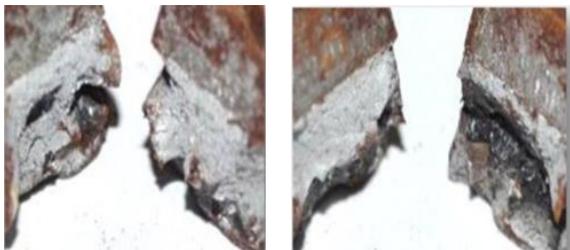
Pengujian impact bertujuan untuk mengetahui kondisi patahan (amatan makro) dan ketahanan benda uji terhadap beban dinamis. Kondisi patahan dapat diketahui dan disesuaikan dengan nilai harga impact yang telah dihitung. Seperti ulasan hasil di atas, diketahui jika spesimen A (Pengelasan arus 80 A) menghasilkan ketahanan impact yang rendah. Patahan yang terjadi adalah patahan getas pada bagian lasan. Namun hasil amatan patahan getas yang terjadi dapat diketahui jika perbedaan arus las yang sangat jauh berpengaruh terhadap kualitas sambungan dan paduan filler elektroda yang tidak menyatu dengan kuat.



Gambar 3. Data pengujian *impact*

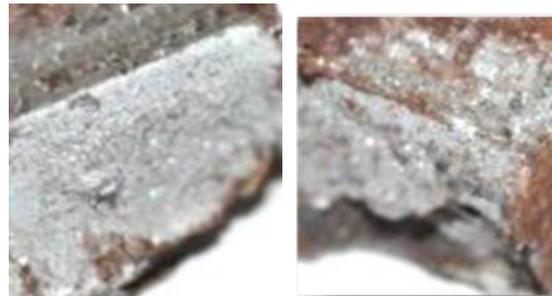
Pengaruh perbedaan arus las berakibat struktur mikro dan makro khususnya di daerah lasan akan berbeda daripada pada kondisi semula tanpa pengelasan. Panas las akan berdampak terhadap kegetasan dan sifat fisik baja karbon menengah ini. Dimana jika material ini sedikit lebih ulet atau liat pada patahannya, maka perubahan signifikan yang terjadi perpatahan saat uji impact berbentuk patahan getas.

Pada Gambar 3 ditunjukkan kondisi amatan patahan getas yang terjadi pada bagian lasan spesimen A.



Gambar 4. Bentuk spesimen arus 80A setelah pengujian impact

Selanjutnya amatan perpatahan impact dilakukan pada spesimen B (arus las 95 A). hasil yang diperoleh pada hitungan ketahanan impact diketahui nilai rata-rata harga impact 3,54 J/mm², tidak begitu berbeda dengan nilai rata-rata impact pada spesimen A yaitu 3,44 J/mm². Perpatahan yang terjadi adalah patahan getas pada bagian lasan dengan kondisi filler elektroda yang belum panas sempurna. Perbedaan arus las yang jauh menyebabkan sambungan pengelasan tidak menyatu dengan baik antaran dua material yang berbeda. Pada Gambar 4 ditampilkan kondisi patahan getas yang terjadi pada bidang lasan dan kondisi filler elektroda tidak tertutup sempurna.



Gambar 5. Bentuk spesimen arus las 95 A setelah pengujian impact

4 Kesimpulan

Berdasarkan sistematika penelitian yang telah dilakukan dengan menganalisa kekuatan sambungan kampuh V pengelasan (join material) carbon steel dengan stainless steel menggunakan elektroda E309 terhadap kekuatan impact, dapat disimpulkan bahwa hasil pengamatan makro pada patahan yang terjadi, diketahui jika patahan pada spesimen arus las 80 A terdapat porositas pada bagian dalam lasan, sehingga patahan yang terjadi adalah patahan getas pada bagian lasan. Namun hasil amatan patahan getas tersebut dapat diketahui jika perbedaan arus las berpengaruh terhadap kualitas sambungan yang disebabkan paduan filler elektroda yang tidak menyatu dengan kuat pada sambungan berbeda material ini. Kekuatan menahan tumbukan (impact) dengan nilai impact rata-rata 3,54 J/mm² pada sambungan las menggunakan arus 95 A dan rata-rata nilai impact 3,44 J/mm² pada arus las 80 A.

Referensi

- [1] A. Ginting, A. Hamsi, and H. Sibarani, "Pengaruh Variasi Sudut Kampuh V Tunggal dan Kuat Arus pada Sambungan Logam Aluminium-Mg 5083 terhadap Kekuatan Tarik Hasil Pengelasan TIG," 2008.
- [2] W. Chuaiphan, S. Chandra-Ambhorn, S. Niltawach, and B. Sornil, "Dissimilar welding between AISI 304 stainless steel and AISI 1020 carbon steel plates," in *Applied Mechanics and Materials*, 2013, vol. 268, no. PART 1, pp. 283–290, doi: 10.4028/www.scientific.net/AMM.268-270.283.
- [3] A. Q. M Yogi Nasrul L., Heru Suryanto, "PENGARUH VARIASI ARUS LAS SMAW TERHADAP KEKERASAN DAN KEKUATAN TARIK SAMBUNGAN DISSIMILAR STAINLESS STEEL 304 DAN ST 37," *J. Tek. Mesin*, vol. 24, no. 01, pp. 1–12, 2016, [Online]. Available: <http://journal2.um.ac.id/index.php/jurnal-teknik-mesin/article/view/511>.
- [4] T. Triana, M. Kamil, and Y. M. Zulaida, "Pengaruh Variasi Elektroda dan Arus Listrik Pengelasan Terhadap Cacat Las dan Sifat Mekanik Pelat Baja Aplikasi Lambung Kapal," *FLYWHEEL J. Tek. Mesin Untirta*, vol. 2, no. 1, pp. 50–55, 2018.
- [5] J. L. F. Freire, R. D. Vieira, P. M. Fontes, A. C. Benjamin, L. S. Murillo C, and A. C. Miranda, "The critical path method for assessment of pipelines with metal loss defects," in *International Pipeline Conference*, 2012, vol. 45134, pp. 661–671.
- [6] J. Awali, Y. S. Irawan, and M. A. Choiron, "Pengaruh kuat arus pengelasan dua layer dengan metode GTAW dan SMAW terhadap kekuatan tarik pada plat ASTM A 36," *Rekayasa Mesin*, vol. 5, no. 2, pp. 107–112, 2014.
- [7] V. A. Setyowati and S. Suheni, "VARIASI ARUS DAN SUDUT PENGELASAN PADA MATERIAL AUSTENITIC STAINLESS STEEL 304 TERHADAP KEKUATAN TARIK DAN STRUKTURMAKRO," *J. IPTEK*, vol. 20, no. 2, p. 29, Dec. 2016, doi: 10.31284/j.ipitek.2016.v20i2.40.
- [8] I. Arif Rahman Hakim, "Analisa pengaruh variasi kampuh terhadap hasil pengelasan SMAW pada stainless steel 304 menggunakan pengujian ultrasonic dan kekuatan tarik.," *J. POLIMESIN*, vol. 18, no. 1, pp. 30–38, 2020, doi: <http://dx.doi.org/10.30811/jpl.v18i1.1057>.
- [9] A. Azwinur and M. Muhazir, "Pengaruh jenis elektroda pengelasan SMAW terhadap sifat mekanik material SS400," *J. POLIMESIN*, vol. 17, no. 1, pp. 19–25, Feb. 2019, doi: 10.30811/JPL.V17I1.870.
- [10] F. D. Wicaksono, "Pengaruh Variasi Arus Listrik 90 dan 110 Ampere terhadap Sifat Mekanik Material SA 36 yang disambung dengan Metode Pengelasan SMAW." Institut Teknologi Sepuluh Nopember, 2016.
- [11] H. WIRYOSUMARTO, *Teknologi Pengelasan Logam*. Pradnya paramita, 1996.
- [12] T. Endramawan, E. Haris, F. Dionisius, and Y. Prinka, "Aplikasi Non Destructive Test Penetrant Testing (Ndt-Pt) Untuk Analisis Hasil Pengelasan Smaw 3g Butt Joint," *JTT (Jurnal Teknol. Ter.*, vol. 3, no. 2, pp. 44–48, 2017.
- [13] ASME, *ASME Code Section V Article 6*. New york, 2013.