

Analisa Pengaruh Proses GTAW Dan SMAW Terhadap Ketangguhan Sambungan Pengelasan Material AISI 1050

Herizal, Hasrin, Hanif

Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Lhokseumawe

Jl. Banda Aceh-Medan Km.280 Buketrata

Email : herizalridan1110@gmail.com

Abstrak

Pengelasan adalah proses penyambungan antara dua bagian logam atau lebih dengan menggunakan energi panas dan menggunakan bahan tambah atau elektroda yang dipanaskan sehingga mempunyai kekuatan. Dalam penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sejauh mana pengaruh hasil pengelasan yang berbeda yaitu pengelasan GTAW (gas tungsten arc welding) dan pengelasan SMAW (shield metal arc welding) pada pelat baja AISI 1050 terhadap kekuatan *IMPACT*, Plat baja AISI 1050 merupakan baja yang memiliki kadar karbon 0.50% sehingga tergolong dalam baja karbon sedang. Baja ini banyak digunakan di pasaran karena memiliki banyak keunggulan salah satunya adalah mempunyai sifat mampu las yang baik (*machinability*), *wear resistance*-nya (keausan) baik dan sifat mekaniknya yang baik juga. proses pengelasan yang dilakukan menggunakan pengelasan manual. Pada hasil pengujian *IMPACT* hasil pengelasan GTAW lebih tinggi dibandingkan pengelasan SMAW dengan selisih harga *impact* rata-rata sebesar 0,27 J/mm² dibandingkan pengelasan SMAW, kekerasan pengelasan GTAW tidak terlalu jauh dengan hasil pengelasan.

Kata kunci: pengelasan GTAW dan SMAW, Non desrukctive testing, penetran, desrukctive testing, *impact charpy*

1 Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Salah satu ilmu yang di pelajari pada Teknik mesin adalah Teknik pengelasan logam. Seiring dengan perkembangan jaman, teknologi pengelasan telah mengalami perkembangan yang sangat pesat. Di temukanya berbagai jenis pengelasan seperti GTAW, SMAW dan beberapa jenis pengelasan lainnya. Dalam penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sejauh mana pengaruh hasil pengelasan yang berbeda yaitu pengelasan GTAW (*gas tungsten arc welding*) dan pengelasan SMAW (*shield metal arc welding*) pada pelat baja AISI 1050 tebal 10 mm terhadap kekuatan *impack*.

Pengelasan merupakan bagian tak terpisahkan dari pertumbuhan peningkatan industri karena memegang peranan utama dalam rekayasa dan reparasi produksi logam. Hampir tidak mungkin pembangunan suatu pabrik tanpa melibatkan unsur pengelasan. Pada penelitian ini pengelasan yang digunakan las GTAW (*Gas tungsten arc welding*) dan SMAW (*Shield Metal Arc Welding*). Hal ini sangat erat hubungannya

dengan ketangguhan, cacat las, serta retak yang pada umumnya mempunyai pengaruh yang fatal terhadap keamanan dari konstruksi yang dilas. Dilapangan sering kita jumpai bahwa kontruksi baja AISI 1050 dalam penggunaan nya sering terjadi pengikisan atau aus yang di sebabkan baja yang di gunakan tidak mempunyai kekerasan yang sesuai. Dari sisi lain seperti peralatan pertanian, jembatan, kontruksi kapal, poros (as) kendaraan bermotor mengalami kegagalan yang menunjukkan retak atau pun patah, baik patah di daerah yang ada sambungan las nya maupun patah atau retak di daerah lainnya. Maka dari itu untuk mengusahakan terhadap hasil pengelasan yang baik dan berkualitas maka perlu memperhatikan sifat-sifat bahan yang akan dilas.

Untuk itu penelitian tentang pengelasan sangat mendukung dalam rangka memperoleh hasil pengelasan yang baik. Terwujudnya standar-standar yang teknik pengelasannya akan membantu memperluas lingkup pemakaian sambungan las dan memperbesar ukuran bangunan konstruksi yang akan dilas. Untuk

dapat mengetahui pengaruh hasil pengelasan las GTAW dan SMAW pada pelat baja AISI 1050 terhadap uji impact dari pengelasan maka perlu dilakukan pengujian terhadap benda uji hasil dari pengelasan

2. Tinjauan Pustaka

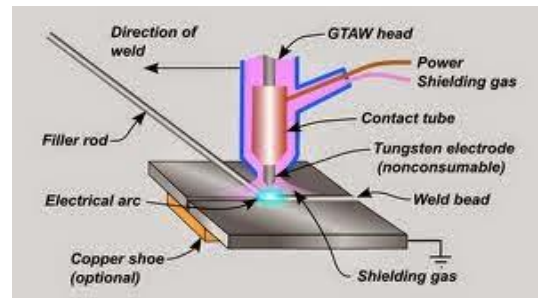
2.1. Pengelasan GTAW

Gas Tungsten Arc Welding (GTAW) atau sering juga disebut *Tungsten Inert Gas (TIG)* merupakan salah satu dari bentuk las busur listrik (*Arc Welding*) yang menggunakan inert gas sebagai pelindung dengan *tungsten* atau *wolfram* sebagai penghantar arus listrik untuk menghasilkan las. Skema dari GTAW dapat dilihat dalam Gambar 2.1. Proses pengelasan GTAW yang menggunakan tungsten elektroda tidak terumpan (*non consumable*) untuk menghasilkan las. Daerah las dilindungi Gas pelindung yang biasa digunakan pada GTAW adalah gas mulia Argon (Ar) dan Helium (He), atau campuran keduanya. fungsi utama dari gas pelindung adalah melindungi logam las dari kontaminasi udara luar, disamping itu juga sebagai fluida pendingin *elektrode tungsten*.

Argon adalah gas mulia yang stabil, sulit bereaksi dengan unsur lainnya. Argon sebagai gas pelindung membuat busur lebih stabil dan percikan berkurang. Argon lebih mudah mengion atau terionisasi dibandingkan dengan Helium, sehingga Argon dapat dianggap sebagai konduktor listrik. Konduktivitas panas Argon rendah, menyebabkan pengaliran panas melalui busur lambat. oleh sebab itu flow rate yang digunakan untuk pengelasan GTAW 7-16 L/min. Helium merupakan gas mulia yang tidak mudah bereaksi dengan unsur lainnya. Konduktivitas panas Helium lebih tinggi dari Argon, sehingga pemindahan panas melalui busur lebih besar, akibatnya Helium lebih cocok untuk proses pengelasan logam yang lebih tipis, dan logam yang mempunyai konduktivitas panas yang tinggi seperti aluminium, tembaga, magnesium, dll. Tegangan busur lebih tinggi jika menggunakan Helium dan banyak terjadi percikan serta penetrasi yang dihasilkan dangkal. flow rate yang digunakan pada pengelasan GTAW 14-24 L/min. GTAW mampu menghasilkan lasan berkualitas tinggi pada hampir semua jenis logam mampu las.

Hal ini disebabkan pengelasan menggunakan las GTAW banyak sekali dibutuhkan tidak hanya untuk pengelasan baja

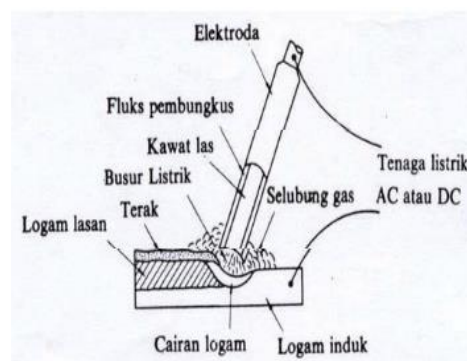
karbon saja melainkan juga digunakan untuk pengelasan *stainless steel* maupun *aluminium*.



Gambar 1 Skema Pengelasan GTAW (Gas tungsten arc welding)

2.2. Pengelasan SMAW

Las SMAW (*shielded metal arc welding*) las busur listrik nyala terlindung adalah pengelasan dengan menggunakan busur nyala listrik sebagai sumber panas pencairan logam. Logam induk dalam pengelasan ini mengalami pencairan akibat pencairan yang timbul antara ujung elektroda dan permukaan benda kerja. Busur listrik dibangkitkan dari suatu busur las. Elektroda yang digunakan berupa kawat yang dibungkus pelindung berupa fluks. Elektroda ini selama pengelasan mengalami pencairan bersamaan dengan logam induk dan embeku bersama, menjadi kumpuh las. Proses perpindahan logam elektroda terjadi saat ujung elektroda mencair dan membentuk butir-butir yang terbawa arus busur listrik yang terjadi. Bila digunakan arus listrik besar maka butiran logam cair yang terbawa menjadi halus dan sebaliknya bila arus kecil maka butirannya menjadi besar



Gambar 2. Prinsip Kerja SMAW

2.3 Pengujian penetrasi (NDT)

Non Destructive Test (NDT) adalah tes fisik suatu material atau benda uji untuk mencari cacat pada benda dengan tidak merusak atau menghancurkan benda uji tersebut. Tujuan dari pengujian NDT adalah untuk mendeteksi cacat dengan suatu prosedur tertentu pada suatu benda oleh seorang operator. Hasil dari pengujian ini akan menentukan suatu part akan diganti atau tidak tergantung dari jumlah cacat yang ada yang merujuk pada suatu standar. Non destructive Test (NDT) mempunyai banyak metode untuk proses pengujiannya, dan diantara metode tersebut tidak ada yang paling bagus karena dari sekian banyak metode tersebut mempunyai keunggulan masing-masing yang tidak dimiliki oleh metode yang lainnya. Berikut ini beberapa metode yang paling banyak digunakan, diantaranya adalah:

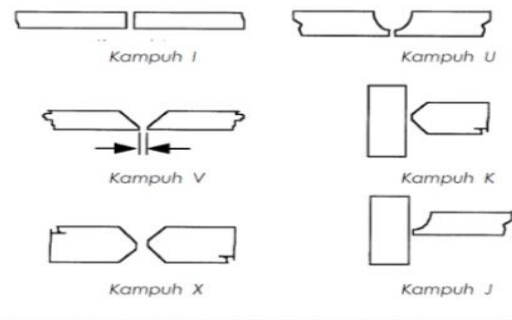
1. Uji NDT dengan metode visual inspection
2. Uji NDT dengan metode liquid penetrant
3. Uji NDT dengan metode magnetik partikel
4. Uji NDT dengan metode ultrasonic
5. Uji NDT dengan metode Eddy Current
6. Uji NDT dengan metode Radiography

2.4 Bentuk - bentuk kampuh las

Kampuh las adalah bentuk persiapan pada suatu sambungan. Umumnya hanya ada pada sambungan tumpul, namun ada juga pada beberapa bentuk sambungan sudut tertentu yaitu untuk memenuhi persyaratan kekuatan suatu sambungan sudut.

Bentuk kampuh las yang banyak di gunakan pada pekerjaan las dan fabrikasi logam adalah :

1. Kampuh I (open square butt)
2. Kampuh V (single Vee butt)
3. Kampuh X (double Vee butt)
4. Kampuh U (single U butt)
5. Kampuh K/ sambungan T dengan penguatan pada kedua sisi (reinforcement on T-butt weld)
6. Kampuh J/ sambungan T dengan penguatan satu sisi (single J-butt weld)



Gambar 3. macam – macam kampuh las

2.5 Pengujian Impak Pada Charpy Test

Pengujian impak merupakan salah satu uji mekanik yang dapat dipakai untuk menganalisis karakteristik bahan seperti kemampuan bahan terhadap benturan dan karakteristik keuletan bahan terhadap perubahan suhu. Alat uji impak merupakan salah satu alat uji yang sering digunakan dalam pengembangan bahan struktur material dalam mengukur kemampuan beban kejut. Pengujian impak merupakan salah suatu upaya untuk mensimulasikan kondisi operasi material yang sering ditemui dalam perlengkapan transportasi atau konstruksi dimana beban tidak selamanya terjadi secara perlahan-lahan melainkan secara tiba-tiba. Pada pengujian impak banyaknya energi yang diserap oleh bahan untuk terjadinya perpatahan merupakan ukuran ketahanan impak atau ketangguhan bahan tersebut. Material yang ulet akan menunjukan harga impak yang besar dengan menyerap energi potensial dari pendulum beban yang berayun dari suatu ketinggian tentu akan menumbuk benda uji sehingga benda uji mengalami perubahan bentuk.

2.6 Baja AISI 1050

Plat baja AISI 1050 merupakan baja yang memiliki kadar karbon 0.50% sehingga tergolong dalam baja karbon sedang. Baja ini banyak digunakan di pasaran karena memiliki banyak keunggulan salah satunya adalah mempunyai sifat mampu las yang baik (machinability), *wear resistance*-nya (keausan) baik dan sifat mekaniknya yang baik juga.

3 Metodologi

3.1 Waktu dan Tempat

Waktu penelitian ini dilakukan di Laboratorium *pengelasan* selama waktu lebih kurang 6 minggu. Tempat proses pembentukan

spesimen pengelasan dengan pengujian *impact* dilakukan di Laboratorium Pengelasan dan laboratorium pengujian bahan Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Lhokseumawe.

3.2 Alat dan Bahan

Bahan dan alat untuk penelitian ini dapat di lihat pada table 1

Tabel 1 Alat dan Bahan

No	Alat	No	Bahan
1	Transformator Las SMAW dan GTAW	1	Plat Baja AISI 1050
2	Gerinda	2	Elektroda Las GTAW
3	Jangka sorong	3	Elektroda Las SMAW
4	Mistar baja	4	Logam Isi pengelasan GTAW
5	Cairan kliner/ remover		
6	Cairan penetran		
7	Cairan		
8	developer Mesin pengujian impact charpy		

3.3 Proses Produksi

3.3.1 Langkah-langkah Pembuatan Spesimen Pengelasan

Persiapan spesimen uji merupakan langkah awal dari penelitian ini. Ada dua tahap dalam melakukan persiapan spesimen uji yakni pemilihan material yang akan digunakan dan pembuatan kampuh las.

1. Pemilihan Material Spesimen Uji

Material yang digunakan pada penelitian ini adalah baja AISI 1050 dengan ketebalan 10 mm.

2. Pemilihan Elektroda

Elektroda yang digunakan pada penelitian ini adalah untuk elektroda pengelasan GTAW di gunakan elektroda jenis EWTh-2 dengan diameter 2 mm. dan untuk elektroda pengelasan SMAW yg di gunakan adalah elektroda jenis AWS E7016 dengan diameter 2,6.

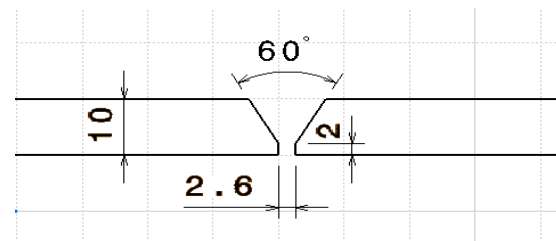
3. Pemilihan arus dan kecepatan pengelasan

Untuk pengelasan GTAW Jenis polaritas listrik yang digunakan pada penelitian ini yaitu polaritas lurus atau DCEN (*Direct Current*

Elektrode Negative). Pada pengelasan dengan menggunakan polaritas lurus menghasilkan 1/2 panas pada elektroda dan 2/3 panas sisanya pada benda kerja. Polaritas lurus ini menghasilkan penetrasi yang dalam, sehingga baik digunakan untuk pengelasan material tebal. arus yang digunakan yaitu 120 *ampere* dengan kecepatan pengelasan 1 mm/s. untuk pengelasan SMAW jenis polaritas yang di gunakan DCSP (*Direct Current Straight Polarity*) atau Las Polaritas Lurus. Apabila material dasar atau material yang akan dilas disambungkan dengan kutup positif (+) dan elektrodanya disambungkan dengan kutup negatif (-). arus yang di gunakan yaitu 100 *ampere* dengan kecepatan pengelasan 8-12 mm/s

4. Pembuatan Kampuh Las

Jenis kampuh las yang digunakan dalam penelitian ini adalah sambungan las tumpul alur V tunggal, seperti pada gambar dibawah ini:



Gambar 4 Dimensi sambungan las tumpul dengan alur V tunggal

3.3.2 Proses Pengelasan

Pengelasan *gas tungsten arc welding* (GTAW) dengan arus 120 *ampere* dan diameter tungsten 2 mm. Pengelasan *Shield Metal Arc Welding* (SMAW) dengan arus 100 *ampere* dan diameter elektroda 2,6 mm. Untuk tipe serta diameter logam pengisi (*filler metal*) pada pengelasan *gas tungsten arc welding* (GTAW) digunakan logam pengisi tipe TG-S50 dengan diameter 2,4 mm.

3.3.3 Uji Penetrant

Uji penetrat di lakukan untuk memastikan tidak terjadi cacat pada area pengelasan sebelum di uji impac pengujian penetran mengacu standar ASME Section VIII Division 4 mandatory appendix 8 tentang metode pengujian liquid penetrant menyatakan bahwa kriteria standar untuk *discontinuity* yang terdapat pada hasil pengelasan harus bebas dari *linear indication*, *rounded indication* yang lebih besar dari 5 mm dan terdapat 4 atau lebih *rounded indication* dengan jarak 1.5 mm

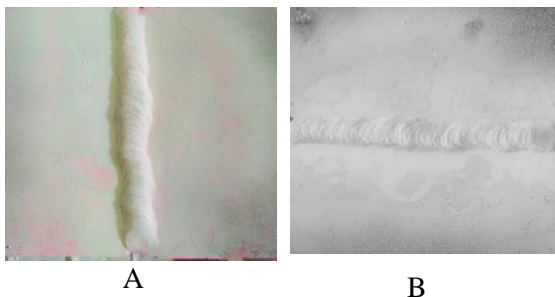
3.3.4 Pembuatan Spesimen Uji impact

Setelah proses pengelasan selesai dilakukan tahap selanjutnya adalah pembuatan spesimen uji impact yang sesuai dengan standar. Standar yang digunakan untuk pengujian impact ini adalah ASTM E 23 yang mempunyai luas penampang melintang berupa bujursangkar (10 x 10 mm) dan memiliki notch V-45°, dengan jari-jari dasar 0.25 mm dan kedalaman 2 mm, seperti yang tampak pada gambar berikut ini.

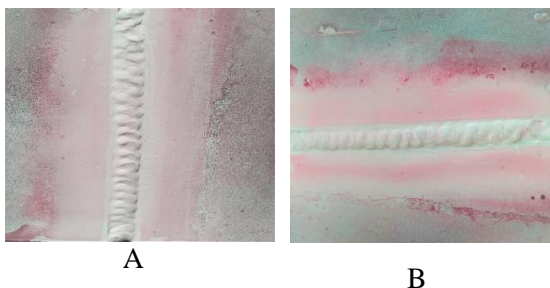
4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Hasil pengujian penetrasi

Setelah melakukan pengelasan menggunakan mesin las *GTAW* dan *SMAW* maka selanjutnya dilakukan pengujian penetrasi untuk mengetahui hasil pengelasan bebas dari cacat pengelasan. Berikut hasil data pengujian penetrasi sebagai berikut:



Gambar 5. Hasil pengujian penetrasi las SMAW



Gambar 6. Hasil pengujian penetrasi las GTAW

Berdasarkan gambar 5 dan 6 diatas, menurut standar ASME Section VIII Division 4 mandatory appendix 8 tentang metode pengujian liquid penetrant menyatakan bahwa kriteria standar untuk *discontinuity* yang terdapat pada hasil pengelasan harus bebas dari *linear indication*, *rounded indication* yang lebih besar dari 5 mm dan terdapat 4 atau lebih *rounded indication* dengan jarak 1.5 mm. Maka

berdasarkan data yang ada maka pada spesimen pengelasan SMAW dan GTAW ini tidak terjadi indikasi cacat pada permukaan

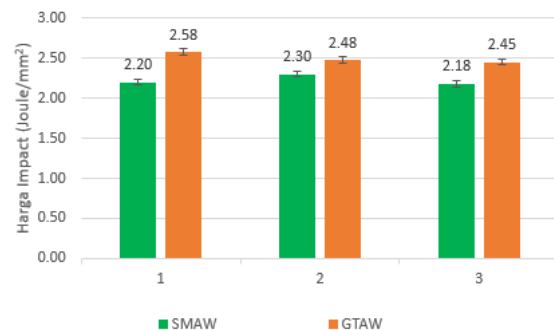
4.2 Hasil Pengujian Impact

Setelah melakukan pengelasan dan pengujian penetrasi maka selanjutnya dilakukan pengujian impact untuk mengetahui nilai ketangguhan dari material yang telah di las. Berikut hasil data pengujian impact di sajikan dalam bentuk tabel sebagai berikut :

Tabel 2. Uji Impact

BAHAN UJI Materials	SAMPSEL Specimen	a (mm)	b (mm)	A (mm ²)	E (Joule)	HI	Harga impact rata rata (Joule/mm ²)
						(Joule/mm ²)	
AISI 1050 PENGELASAN SMAW	A1	8	10	80	176,0	2,20	2,23
	A2	8	10	80	184,0	2,30	
	A3	8	10	80	174,0	2,18	
AISI 1050 PENGELASAN GTAW	B1	8	10	80	206,0	2,58	2,50
	B2	8	10	80	198,0	2,48	
	B3	8	10	80	196,0	2,45	
RAW MATERIAL AISI 1050	D	8	10	80	30,0	0,38	0,38

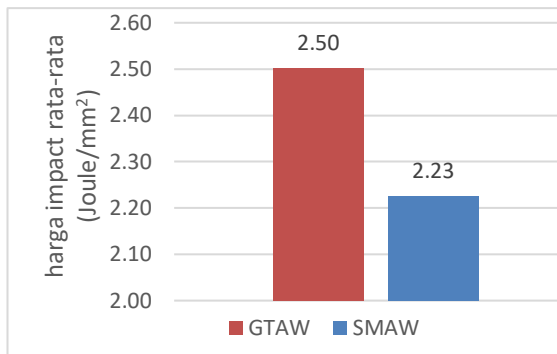
Dari uraian data diatas agar lebih tergambar, dibuat dalam bentuk grafik *histogram* yang menggambarkan perbandingan harga impact pengelasan *GTAW* dan *SMAW* sebagai berikut :



Gambar 7. Grafik perbandingan harga impact las GTAW dan SMAW.

Dari data di atas harga impact yang di hasilkan pada pengelasan SMAW sebesar 2,20 (Joule/mm²), 2,30 (Joule/mm²), dan 2,18 (Joule/mm²), dan pada pengelasan GTAW sebesar 2,58 (Joule/mm²), 2,48 (Joule/mm²), dan 2,45 (Joule/mm²), dari data ini dapat di simpulkan harga *IMPACT* terbesar terjadi pada pengelasan GTAW sebesar 2.58 (Joule/mm²).

Dari data di atas dapat di simpulkan bahwa harga impact masing-masing pengelasan cenderung konstan tidak berbeda jauh.



Gambar 8. Grafik perbandingan harga impact rata-rata las GTAW dan SMAW

Dari data di atas harga impact rata-rata terbesar terjadi pada pengelasan GTAW yaitu sebesar 2,50 (Joule/mm²) sedangkan untuk pengelasan SMAW harga impact rata-rata lebih rendah yaitu sebesar 2,23 (Joule/mm²), harga impact rata pengelasan GTAW dan SMAW sangat berbeda jauh dengan harga impact raw material nya sendiri bahkan memiliki perbedaan harga impact hingga enam kali lipat. Harga impact dari raw material yaitu sebesar 0,38 (Joule/mm²) menurut analisis perbedaan harga impact ini di sebabkan 4 hal yaitu jenis las yg berbeda, komposisi kimia logam pengisi yang berbeda, arus pengelasan kedua yg berbeda, dan area HAZ yang terkena perlakuan panas akibat pengelasan.

4.3 Hasil Perpatahan

Dari gambar 9 dan 10 di bawah dapat di simpulkan terjadinya patahan campuran, dimana gabungan patahan getas dan liat, permukaan agak kusam dan sedikit berserat, tampak kasar berwarna kelabu adanya pengecilan specimen pada permukaan patahan .



Gambar 9 Hasil perpatahan pengelasan SMAW



Gambar 10. Hasil perpatahan pengelasan GTAW

Pada pengujian ini terjadi di daerah lasan, maksud di lakukan pengujian ini di titik beratkan pada kekuatan pengelasan pada material AISI 1015 terhadap ketangguhan impact.

5. Kesimpulan

Setelah dilakukan penelitian maka dapat disimpulkan bahwa hasil pengelasan GTAW dan SMAW yang di lakukan pengujian penetran berdasarkan data yang ada maka pada spesimen pengelasan SMAW dan GTAW ini tidak terjadi indikasi cacat pada permukaan. Hasil pengujian kekuatan impact pengelasan SMAW menunjukan harga impact sebesar sebesar 2,20 (Joule/mm²), 2,30 (Joule/mm²), dan 2.18 (Joule/mm²), dengan harga impact rata-rata sebesar 2,23 (Joule/mm²). Hasil pengujian kekuatan impact pengelasan GTAW menunjukan harga impact sebesar sebesar 2,58 (Joule/mm²), 2,48 (Joule/mm²), dan 2.45 (Joule/mm²), dengan harga impact rata-rata sebesar 2,50 (Joule/mm²). Karakteristik hasil pengelasan las GTAW dan SMAW pada plat baja AISI 1050 adalah campuran, di lihat dari hasil perpatahan yaitu kombinasi dari ulet ke getas.

Referensi

- [1] Baskoro, A. S., . T., . E., & . W. (2013). Peningkatan Penetrasi Pengelasan pada Las TIG (Tungsten Inert Gas) Menggunakan Pengaruh Medan Elektromagnetik. *Jurnal Teknik Mesin*, 14(1), 7–13. <https://doi.org/10.9744/jtm.14.1.7-13>
- [2] Budiyan, Z., Wibowo, A., & L, N. F. P. (n.d.). Analisis Kekerasan Daerah HAZ Hasil Annealing Pengelasan Dengan Variasi Wire Feed Speed.
- [3] Endramawan, T., Haris, E., Dionisius, F., & Prinka, Y. (2017). Aplikasi Non Destructive Test Penetrant Testing (Ndt-Pt) Untuk Analisis Hasil Pengelasan Smaw 3G Butt Joint. *JTT (Jurnal Teknologi Terapan)*, 3(2), 44–48. <https://doi.org/10.31884/jtt.v3i2.61>
- [4] Baskoro, A. S., . T., . E., & . W. (2013). Peningkatan Penetrasi Pengelasan pada Las TIG (Tungsten Inert Gas) Menggunakan Pengaruh Medan Elektromagnetik. *Jurnal Teknik Mesin*, 14(1), 7–13. <https://doi.org/10.9744/jtm.14.1.7-13>
- [5] Budiyan, Z., Wibowo, A., & L, N. F. P. (n.d.). Analisis Kekerasan Daerah HAZ Hasil Annealing Pengelasan Dengan Variasi Wire Feed Speed.

- [6] Endramawan, T., Haris, E., Dionisius, F., & Prinka, Y. (2017). Aplikasi Non Destructive Test Penetrant Testing (Ndt-Pt) Untuk Analisis Hasil Pengelasan Smaw 3G Butt Joint. *JTT (Jurnal Teknologi Terapan)*, 3(2), 44–48. <https://doi.org/10.31884/jtt.v3i2.61>
- [7] Muhammad Saiful Amin , Suryo Widodo, M. M. I. (2018). *KABUPATEN NGANJUK Oleh : Dibimbing oleh : SURAT PERNYATAAN ARTIKEL SKRIPSI TAHUN 2018*. 02(07), 0–8.
- [8] Plate Carbon steel A36/ ST37-2 DIN/ A283 Grade D/ S275JO EN/ BS 43A/ AISI1018/ SS400 JIS/ AS3678-250 | PT.MEGA KURNIA STEEL. (2013).
- [9] R. Bagus Suryasa Majanasastra. (2013). ANALISIS SIMULASI UJI IMPAK BAJA KARBON SEDANG (AISI 1045) dan BAJA KARBON TINGGI (AISI D2) HASIL PERLAKUAN PANAS. *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin Unisma “45” Bekasi*, 1(2), 61–66.
- [10] S, G. R. F., Firman, M., & P, M. A. S. (2016). Analisa Uji Kekerasan Pada Poros Baja St 60 Dengan Media Pendingin Yang Berbeda. *Uniska*, 01(02), 21–26.
- [11] Sanjaya, A., & Sutowo, C. (2007). Pengaruh Hasil Pengelasan Gtaw Dan Smaw Pada Pelat Baja Sa 516 Dengan Kampuh V Tunggal. *Jurnal Teknik*, 1, 10–16.
- [12] Shadaq, M. M. A., Hamdani, & Fathier2, A. (2018). PENGARUH VARIASI KAMPUH TERHADAP SIFAT MEKANIS. *JURNAL MESIN SAINS TERAPAN*, 1(2), 13–18.
- [13] Surya, T. (2019). *Pengaruh Variasi Kuat Arus Las Listrik Pada Pengelasan Baja C45 Dengan Sudut Kampu V Ganda Terhadap Uji Tarik*. 13–17.