

# PENGARUH *WELDING REPAIR* TERHADAP KEKUATAN TARIK *DISSIMILAR METAL* PADA PENGELASAN KOMBINASI GTAW-SMAW

Adi Saputra Ismy<sup>1\*</sup>, Azwinur<sup>2</sup>, Usman<sup>3</sup>, Saifuddin<sup>4</sup>

Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Lhokseumawe  
Jln. B.Aceh Medan Km.280 Buketrata 24301 INDONESIA

\*adisaputraismy@pnl.ac.id

**Abstrak**—Permasalahan pada proses pengelasan adalah selalu ada resiko terjadinya cacat las (*welding defect*) seperti *crack*, *porosity*, *incomplete fusion*, *undercut* dan lain sebagainya sehingga diperlukan perbaikan atau *repair*, apabila kegagalan pengelasan dilakukan berulang kali maka perlu dilakukan metode pengelasan perbaikan berulang (*multiple repair welding*). *Multiple repair welding* yang dilakukan membuat material terkena panas yang berulang-ulang sehingga menyebabkan terjadinya deformasi atau perubahan bentuk/lengkung, perubahan metalurgi, tegangan thermal, dan perubahan struktur. Akibat terjadinya perubahan struktur maka sifat mekanik material akan berubah. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh *multiple repair welding* terhadap sifat mekanik *dissimilar metal stainless steel SA.240 Tp.304* dengan *carbon steel SA.36* pada pengelasan kombinasi GTAW-SMAW. Metode penelitian yang dilakukan adalah tahap awal dengan melakukan pengelasan material, setelah proses pengelasan, maka akan dilakukan *repair* pada benda uji. Benda uji yang akan dilas dengan 4 variasi yaitu sambungan las tanpa *repair*, *repair 1x*, *repair 2x*, dan *repair 3x*. Setelah proses *repair welding* dilakukan pengujian sifat mekanik yaitu uji tarik. Berdasarkan hasil pengujian tarik di dapat hasil bahwa *repair* pada sambungan las mempengaruhi kekuatan tarik material sehingga bisa menurunkan kekuatan sambungan pengelasan dengan nilai kekuatan tarik tertinggi sebesar 46,21 kgf pada sambungan las tanpa *repair* sedangkan nilai kekuatan tarik terendah sebesar 41,11 kgf pada sambungan las *repair 3x*.

**Kata kunci**— *Stainless steel SA.240 Tp.304*, *carbon steel SA.36*, *dissimilar metal*, kekuatan tarik, *welding repair*.

**Abstract**— The problem in the welding process is that there is always a risk of welding defects such as cracks, porosity, incomplete fusion, undercuts and so on so that repairs or repairs are needed. ). *Multiple repair welding* that is carried out makes the material exposed to heat repeatedly, causing deformation or changes in shape/curving, metallurgical changes, thermal stresses, and structural changes. As a result of structural changes, the mechanical properties of the material will change. The purpose of this study was to determine the effect of *multiple repair welding* on the mechanical properties of *dissimilar metal stainless steel SA.240 Tp.304* with *carbon steel SA.36* in GTAW-SMAW combination welding. The research method used is the initial stage by welding the material, after the welding process, repairs will be made on the test object. The test object to be welded is with 4 variations, namely welded joints without *repair*, *1x repair*, *2x repair*, and *3x repair*. After the *repair welding* process, the mechanical properties were tested, namely the tensile test. Based on the results of the tensile test, it can be seen that the *repair* of the welded joint affects the tensile strength of the material so that it can reduce the strength of the welding joint with the highest tensile strength value of 46.21 kgf in welded joints without *repair* while the lowest tensile strength value of 41.11 kgf is at the joint welding *repair 3x*.

**Keywords**— *Stainless steel SA.240 Tp.304*, *carbon steel SA.36*, *dissimilar metal*, tensile strength, *welding repair*.

## I. PENDAHULUAN

Pengelasan material tak sejenis merupakan suatu proses pengelasan logam yang mempunyai perbedaan sifat fisik, mekanik, termal, dan metalurgi sehingga karakteristik hasil sambungan las antara kedua material tersebut perlu diteliti. Salah satu kasus adalah pengelasan antara material *stainless steel* dan baja karbon karena kedua jenis material tersebut mempunyai perbedaan sifat mekanik pada daerah sambungannya. Permasalahan pada proses pengelasan adalah selalu ada resiko terjadinya cacat las seperti *crack*, *porosity*, *incomplete fusion*, *undercut* dan lain sebagainya sehingga diperlukan perbaikan atau *repair*, apabila kegagalan pengelasan dilakukan berulang kali maka perlu dilakukan metode pengelasan perbaikan berulang (*multiple repair welding*). *Multiple repair welding* yang dilakukan akan membuat material terkena panas yang berulang-ulang dan akan menyebabkan terjadinya deformasi atau perubahan bentuk/ lengkung, perubahan metalurgi, tegangan thermal, dan perubahan struktur. Akibat terjadinya perubahan struktur maka sifat mekanik material akan berubah[1].

Urgensi dari penelitian ini adalah karena banyak nya pengelasan yang mengalami *repair* sehingga diperlukan data penelitian untuk aplikasi di industri yang konstruksinya berhubungan dengan pengelasan seperti industri minyak dan gas dan juga industri lainnya baik otomotif maupun

manufaktur[2]–[4]. Akibat proses *repair* akan memberikan dampak terhadap nilai kekerasan material dan kekuatan material. Maka dari penelitian ini diharapkan industri mendapat informasi mengenai pengaruh *repair* untuk proses pengelasan *dissimilar metal stainless steel SA.240 Tp.304* dengan *carbon steel* terhadap nilai kekuatan tariknya. Sehingga nantinya dapat menjadi tolak ukur, material tersebut harus diganti atau hanya sekedar di *repair*.

Pengelasan *dissimilar metal* merupakan penelitian yang sekarang paling banyak dilakukan oleh para peneliti internasional dalam menemukan data parameter pengelasan yang sesuai untuk kedua jenis material yang di las dengan perbedaan sifat mekanik materail yang sangat jauh sehingga ini merupakan tantangan besar dalam proses pengelasan di industri[5]–[8].

Berdasarkan permasalahan tersebut perlu dilakukan kajian untuk mengetahui jumlah *repair welding* yang sesuai sehingga tidak terjadi penurunan kekuatan sambungan pengelasan akibat dari dilakukannya jumlah *repair welding* yang berlebihan. Tujuan khusus dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh *multiple repair welding* terhadap sifat mekanik *dissimilar metal stainless steel SA.240 Tp.304* dengan *carbon steel SA.36* pada pengelasan kombinasi GTAW-SMAW. Sifat mekanik yang akan diteliti adalah nilai kekuatan tarik material hasil sambungan las.

II. METODOLOGI PENELITIAN

Proses penelitian diawali dengan proses pengelasan menggunakan las GTAW untuk *root pass* dan SMAW untuk *fill* dan *capping*. Las SMAW adalah sebuah proses penyambungan logam yang menggunakan energi panas untuk mencairkan benda kerja dan elektroda (bahan pengisi). Energi panas pada proses pengelasan SMAW dihasilkan karena adanya lonjakan ion (katoda dan anoda) listrik yang terjadi pada ujung elektroda dan permukaan material. SMAW menggabungkan beberapa jenis aliran *input* dan *output*[9]. Pengelasan GTAW (*Gas tungsten arc welding*) merupakan pengelasan yang digunakan untuk material yang berkualitas berkualitas tinggi, di samping itu juga mempunyai kelebihan yang lain yaitu biaya yang murah dan parameter-parameternya mudah dikontrol karena stabilitas busur yang tinggi[10]. Pada pengelasan GTAW digunakan *tungsten electrode* diameter 2,4 mm jenis EWTH-2, *Filler rod*: ER 309 diameter: 2,4 mm, *shielding gas*: Argon, *Gas flow*: 10 l/min. Sedangkan pengelasan SMAW menggunakan kawat las *stainless steel* E309 diameter 3,2 mm, polaritas DCEN.

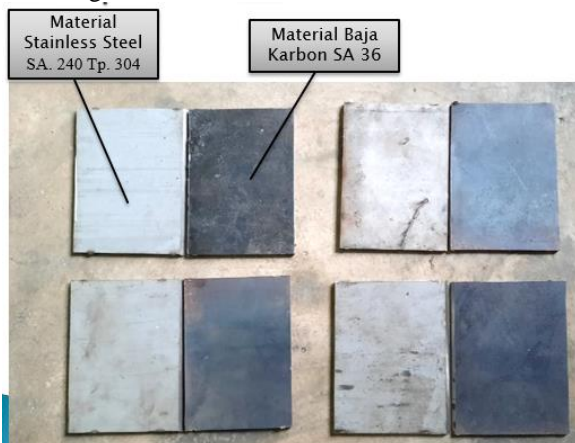
Material yang digunakan pada penelitian ini adalah baja karbon SA.36 dan *Stainless Steel* SA. 240 Tp. 304. Pelat baja SA.36 merupakan material yang sangat kuat dan liat dengan struktur butir yang halus, dan dapat dilakukan pengerjaan dalam keadaan panas maupun pengerjaan dingin. Baja SA.36 ini termasuk dalam golongan *low carbon steel* dengan komposisi kimia sebagai berikut[11]:

Tabel 1. Komposisi *Stainless Steel* SA. 240 Tp. 304

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Cu
0,14	0,19	1,06	0,0024	0,0160	0,20	0,005	0,006
%							

Karena kadar karbon yang sangat rendah maka baja ini lunak dan tentu saja tidak dapat dikeraskan, dapat ditempa, dituang, mudah dilas dan dapat dikeraskan permukaannya (*case hardening*). Baja SA.36 juga termasuk ke dalam jenis material yang sensitif terhadap laju regangan, dimana tegangan luluh material meningkat dengan naiknya laju regangan pada material[12].

Dimensi benda kerja adalah panjang 250 mm, lebar 150 mm dengan tebal 8 mm.



Gambar 1. Material spesimen untuk penelitian

Metode penelitian yang dilakukan adalah pada tahap awal melakukan pembentukan kampuh untuk pengelasan.

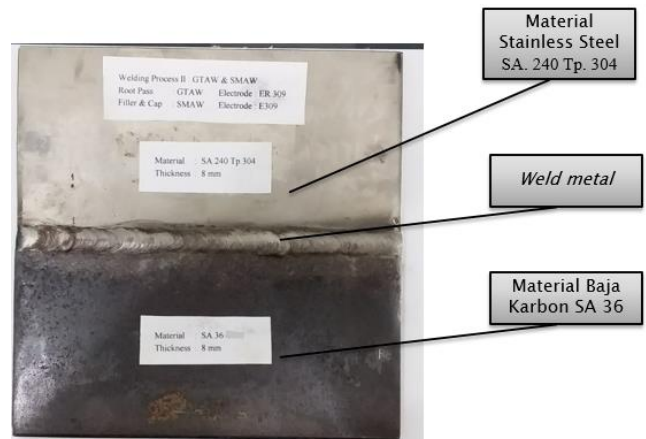


Gambar 2. Pembentukan kampuh V tunggal

Selanjutnya pengelasan material dengan posisi 1G. Setelah itu dilakukan *repair* pada benda uji dengan 4 variasi *repair*.

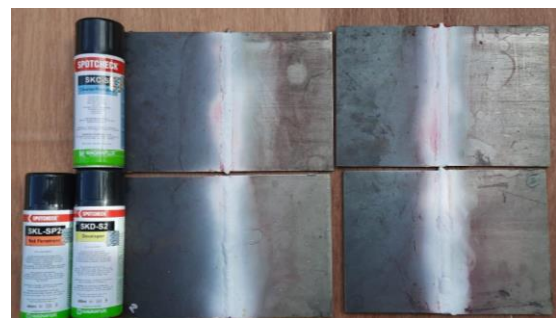
1. Tanpa *repair*
2. *Repair* 1x
3. *Repair* 2x
4. *Repair* 3x

Proses *repair* menggunakan gerinda tangan sampai dengan kedalaman *root pass* pada area *weld metal*, selanjutnya dilakukan pengelasan ulang pada semua sambungan las sampai selesai.



Gambar 3. Hasil pengelasan

Setelah itu dilakukan uji visual dan penetrant untuk melihat potensi terjadinya cacat las permukaan, hasil uji penetrant menunjukkan tidak ditemukannya cacat las pada permukaan hasil pengelasan. Setelah itu benda kerja dipotong untuk pembuatan spesimen uji tarik..



Gambar 4. Hasil uji penetrant

Jumlah benda uji tarik sebanyak 8 spesimen dari 4 variasi pengelasan. Pengujian tarik dilaksanakan untuk mengukur ketahanan suatu material terhadap gaya statis yang diberikan secara lambat. Pembuatan spesimen uji tarik mengacu pada standar ASME IX.

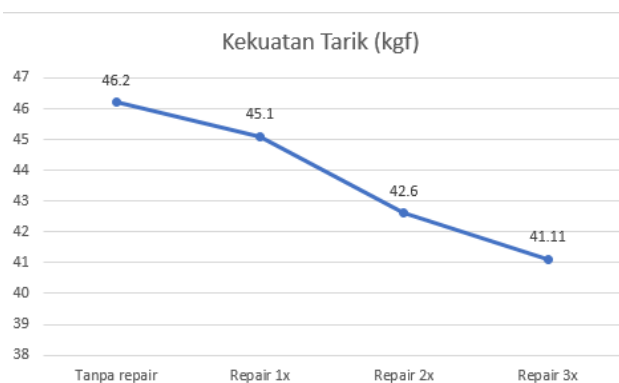
### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil pengujian tarik, semua hasil lasan putusanya bukan pada area pengelasan atau *weld metal* sehingga bisa disimpulkan bahwa proses prosedur pengelasan sudah sesuai standar dan pemilihan jenis elektroda terhadap jenis material juga sudah sesuai, sehingga nilai uji tarik menjadi data penurunan atau peningkatan kekuatan sambungan pengelasan.

Hasil pengujian tarik yang telah dilakukan maka diperoleh data kekuatan tarik dari tiap hasil 4 variasi *repair* yaitu:

1. Tanpa repair
2. Repair 1x
3. Repair 2x
4. Repair 3x

Spesimen pengujian tarik menggunakan standard ASME IX. Hasil pengujian tarik ditunjukkan pada gambar 5 berikut ini.



Gambar 5. Hasil uji tarik

Berdasarkan grafik diatas, specimen pengelasan tanpa repair menghasilkan kekuatan tarik sambungan las sebesar 46,2 kgf, Ketika dilakukan repair 1x maka nilai kekuatan Tarik turun menjadi 45,1 kgf. Kemudian dilakukan repair 2x maka nilai kekuatan Tarik turun lagi menjadi 42,6 kgf dan terakhir dilakukan repair 4x maka nilai kekuatan Tarik turun menjadi 41,11 kgf. Oleh karena itu data menunjukkan bahwa semakin banyak repai maka nilai kekuatan Tarik semakin menurun sehingga bisa mengakibatkan menurunnya kekuatan sambungan pengelasan sehingga bisa membahayakan konstruksi pengelasan. Hal ini disebabkan semakin banyak repair maka semakin banyak material mengalami pemanasan berulang sehingga sifat mekanik kekuatan tarik material menjadi menurun.

### IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa repair pada hasil pengelasan sangat mempengaruhi kekuatan Tarik sambungan las dimana dari hasil pengujian tarik didapat bahwa nilai kekuatan tarik logam lasan yang di repair semakin menurun dibandingkan dengan hasil pengelasan tanpa repair. Nilai kekuatan tarik tertinggi sebesar 46,2 kgf diperoleh pada pengelasan tanpa repair sedangkan nilai kekuatan Tarik terendah pada pengelasan repair 3x.

### REFERENSI

- [1] M. N. Juanda and H. Oktadinata, "Pengaruh Welding Repair Terhadap Sifat Mekanik Pada Pengelasan Gtaw Baja Duplex Uns S32760," *J. Ilm. Tek. MESIN*, vol. 7, no. 2, pp. 87–93, 2019.
- [2] L. Zhou *et al.*, "New technique of self-refilling friction stir welding to repair keyhole," *Sci. Technol. Weld. Join.*, vol. 17, no. 8, pp. 649–655, 2012.
- [3] M. Fisk and A. Lundbäck, "Simulation and validation of repair welding and heat treatment of an alloy 718 plate," *Finite Elem. Anal. Des.*, vol. 58, pp. 66–73, 2012.
- [4] I. AghaAli, M. Farzam, M. A. Golozar, and I. Danaee, "The effect of repeated repair welding on mechanical and corrosion properties of stainless steel 316L," *Mater. Des.*, vol. 54, pp. 331–341, 2014.
- [5] A. Kourdani and R. Derakhshandeh-Haghighi, "Evaluating the properties of dissimilar metal welding between Inconel 625 and 316L stainless steel by applying different welding methods and consumables," *Metall. Mater. Trans. A*, vol. 49, no. 4, pp. 1231–1243, 2018.
- [6] P. W. Bimantoro, "Pengaruh Multiple Repair Welding Pada Pengelasan Gtaw Dan Smaw Terhadap Struktur Mikro, Ferrite Number, Sifat Mekanik Dan Laju Korosi Pada Material Pipa Sa 312 Type 3041." Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, 2016.
- [7] S. Kumar, P. K. Singh, K. N. Karn, and V. Bhasin, "Experimental investigation of local tensile and fracture resistance behaviour of dissimilar metal weld joint: SA508 Gr. 3 Cl. 1 and SA312 Type 304LN," *Fatigue Fract. Eng. Mater. Struct.*, vol. 40, no. 2, pp. 190–206, 2017.
- [8] D. W. Rathod, S. Pandey, P. K. Singh, and R. Prasad, "Experimental analysis of dissimilar metal weld joint: ferritic to austenitic stainless steel," *Mater. Sci. Eng. A*, vol. 639, pp. 259–268, 2015.
- [9] I. Alkahla and S. Pervaiz, "Sustainability assessment of shielded metal arc welding (SMAW) process," in *IOP conference series: materials science and engineering*, 2017, vol. 244, no. 1, p. 12001.
- [10] Dadang, *Teknik Las GTAW*. Jakarta: Direktorat Jendral Peningkatan Mutu Pendidik dan Tenaga Kependidikan, 2013.
- [11] ASTM, *Annual Book of ASTM Standards*, Vol. 3. West Conshohocken, United States: American Society for Testing and Material, 2012.
- [12] 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.