



PENGARUH ARUS DAN JARAK KAMPUH PENGELASAN TERHADAP DISTORSI SAMBUNGAN PELAT BAJA KARBON RENDAH DENGAN MENGGUNAKAN SMAW

Amir Arifin, M Hendrianto

¹Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya, Indonesia

*Email Penulis: amir@unsri.ac.id

INFORMASI ARTIKEL

Naskah Diterima 25/04/2018
Naskah Direvisi 29/04/2018
Naskah Disetujui 29/04/2018
Naskah Online 29/04/2018

ABSTRAK

Proses pengelasan sambungan pelat baja karbon rendah menggunakan SMAW menggunakan kampuh V dengan variasi arus dan jarak sering muncul distorsi pada hasil pengelasan. Penelitian ini bertujuan untuk menginvestigasi pengaruh arus dan jarak kampuh pengelasan terhadap distorsi, yang terjadi pada hasil las. Pada penelitian ini digunakan tebal pelat 6 mm dan arus pengelasan (50, 7, 100 dan 125 A) serta jarak kampuh (2, 3, 4 dan 5 mm). Pengukuran distorsi dengan menggunakan dial indicator. Hasil pengujian menunjukkan bahwa terdapat hubungan linear antara peningkatan arus dan pertambahan jarak kampuh terhadap distorsi yang dihasilkan. Selain itu pengujian kekerasan menunjukkan bahwa kekerasan relative lebih rendah pada pengelasan yang menggunakan arus 50 A.

Kata kunci: Pengelasan SMAW Kampuh V, Sudut Distorsi,

1. PENDAHULUAN

Seiring perkembangan zaman yang cepat diiringi pula dengan meningkatnya pembangunan dibidang konstruksi dan transportasi. Perkembangan ini juga tidak terlepas dari pembangun struktur-struktru yang berasal dari material logam. Pengelasan (welding) merupakan salah satu teknik penyambungan logam yang telah sangat umum dipakai. Welding didefinisikan sebagai "proses penggabungan bahan dengan cara memanaskannya sampai suhu pengelasan, dengan atau tanpa penerapan tekanan dan dengan atau tanpa penggunaan logam pengisi (Jeffus, 2016). Proses penyambungan dengan metode pengelasan dilakukan pemanasan pada satu titik dimana laju pemanasan dan pendinginan berlangsung relative cepat. Hal ini berakibat terjadinya perubahan struktur mikro dan dimensi yang berlangsung tidak seragam dari logam yang dilas (Papazoglou & Masubuchi, 1978). Sambungan las biasanya mengalami pelengkungan atau menjadi bergelombang sehingga menyebabkan

perubahan bentuk tidak sesuai dengan apa yang diinginkan.

Dalam proses pengelasan banyak parameter-parameter yang memberi dampak signifikan terhadap kontribusi hasil pengelasan selain dari pada jenis material yang akan dilas (Akella, Kumar, & Krishnaiah, 2013; Karadeniz, Ozsarac, & Yildiz, 2007; Kchaou, Haddar, Hénaff, Pelosin, & Elleuch, 2014; Vashishtha, Taiwade, Sharma, & Patil, 2017). Salah satu isu klasik dalam pengelasan yaitu masalah distorsi atau penyusutan. Perubahan dari bentuk atau kontur yang diinginkan didefinisikan sebagai distorsi. Distorsi yang terjadi pada hasil lasan biasanya berupa bentuk yang sangat rumit. Pada tahap distorsi ini tidak diketahui apakah pemilihan persiapan penyambungan menimbulkan efek besar terhadap distorsi pengelasan. Suatu kontraksi sambungan melintang dan longitudinal dalam bidang, sudut diantara komponen-komponen cenderung berkurang kearah sisi dimana sumber panas berasal (angular distortion). Secara umum, semua jenis

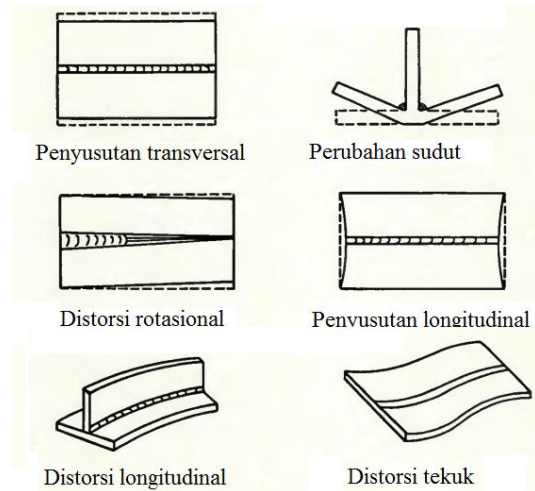
distorsi meningkat dengan volume logam yang ditekan.

Pengelasan Shielded Metal Arc Welding (SMAW) adalah pengelasan dengan menggunakan busur nyala listrik sebagai sumber panas untuk mencairkan elektroda las. Pengelasan ini menggunakan elektroda yang terbungkus dengan fluks. Saat proses pengelasan fluks akan membungkus cairan logam sebagai mekanisme pelindung logam cair terhadap oksidasi (Wirjosumarto & Okumura, 2010). Selain metode pengelasan yang baik, faktor suksesnya penyambungan adalah suatu material memiliki kemampuan derajat kesukaran yang rendah terhadap sambungan las serta memungkinkan konstruksi dibuat dengan jalan pengelasan sesuai tujuan, dimana hal tersebut dinamakan mampu las. Pada pengelasan SMAW bahan fluks dan jenis listrik merupakan hal yang penting. Fluks memegang peranan untuk memantapkan nyala busur dan pemindahan butir - butir cairan logam stabil. Sehingga, bahan penyusun fluks memiliki kemampuan deoksidasi, pembentuk terak, penghasil gas, penambah unsur paduan, dan penstabilan busur. Pengelasan SMAW dapat dilakukan dengan tangan, atau pun secara otomatis dengan memasang elektroda pada pemegang yang terikat pada peluncur. Mesin las sendiri mampu menghasilkan busur yang timbul dari listrik arus bolak balik (AC) dan listrik arus searah (DC). Kemudian, Dalam logam las dapat terjadi cacat las seperti, pemisahan, lubang halus, serta pembekuan, dimana cacat las tersebut dipengaruhi oleh kecepatan pembekuan (Wirjosumarto & Okumura, 2010)

Faktor-faktor yang sangat mempengaruhi mampu las dari baja karbon rendah adalah kekuatan takik dan kepekaan terhadap retak las. Kekuatan takik pada baja karbon rendah dapat dipertinggi dengan menurunkan kadar karbon (C) dan menaikkan kadar mangan (Mn). Baja karbon rendah mempunyai kepekaan retak las yang rendah bila dibandingkan dengan baja karbon lainnya. Tetapi retak las pada baja karbon rendah dapat terjadi dengan mudah pada pengelasan pelat tebal atau bila didalam baja tersebut terdapat belerang yang cukup tinggi. Retak las yang mungkin terjadi pada pengelasan pelat tebal dapat dihindari dengan pemanasan mula atau dengan menggunakan elektroda hydrogen.

Distorsi didefinisikan sebagai setiap perubahan dari bentuk atau kontur yang diinginkan. Distorsi yang terjadi pada hasil lasan biasanya berupa bentuk yang sangat rumit. Pada sambungan fillet dan tumpul, secara kasar masih dapat dibedakan menjadi enam macam distorsi las. Namun secara prinsip, sebenarnya terjadi berbagai macam distorsi tersebut dapat dibedakan hanya atas: transverse shrinkage, longitudinal shrinkage, anguler. Adanya proses penyusutan, pembekuan dan kontraksi termal dari logam las selama proses pengelasan, benda akan mempunyai kecenderungan untuk menyimpang yang menyebabkan

distorsi. Gambar 1 menggambarkan beberapa macam jenis distorsi akibat pengelasan.

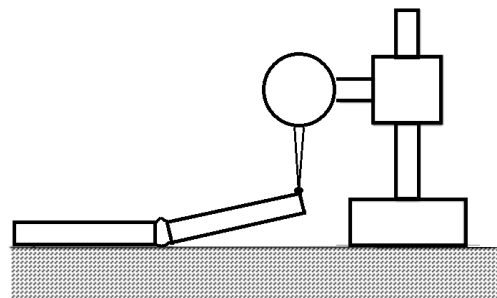


Gambar 1 Variasi distorsi akibat pengelasan [2]

Beberapa peneliti telah melakukan banyak kajian dalam mengatasi masalah distorsi pada pengelasan dengan berbagai metode seperti melakukan pemanasan, membuat pencekam (clamping) sewaktu proses pengelasan dijalankan serta rekayasa parameter-parameter pengelasan (Akella et al., 2013; Kozak & Kowalski, 2015; Papazoglou & Masubuchi, 1978). Tujuan dari penelitian ini adalah menganalisa pengaruh jarak kampuh las serta arus terhadap distorsi pengelasan hasil pengelasan pada baja karbon rendah.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen prosedur penelitian adalah sebagai berikut : Pengelasan dilakukan terhadap sambungan dua keping pelat baja karbon rendah dengan metode pengelasan SMAW dengan bentuk kampuh V. Parameter pengelasan yang digunakan adalah dengan tegangan 50 , 75 , 100 dan 125 A serta jarak Jarak Kampuh antara dua keping baja karbon rendah yang di las adalah 2, 3, 4 dan 5 mm. Untuk mencari sudut distorsi yang maksimum maka dilakukan pengukuran sudut sambungan las menggunakan dial indicator seperti ditunjukkan pada Gambar 2 .



Gambar 1 Pengukuran distorsi hasil pengelasan menggunakan dial

indicator

Pengujian kekerasan juga dilakukan terhadap sambungan lasan untuk mengamati distribusi kekerasan. Elektroda yang digunakan pada proses pengelasan ini adalah Elektroda E7018, Berdasarkan American Welding Society (AWS) elektroda jenis ini bahan lasnya mempunyai sifat mekanik yang baik dan hasil las-lasannya bila diuji dengan radiografi mempunyai grade 2 dalam klasifikasi AWS. Analisa mikrostruktur dilakukan untuk mengetahui perubahan-perubahan yang terjadi akibat dari proses pengelasan. Pengetsaan spesimen dengan menggunakan Nital (HNO₃) 2% selama 4 - 6 detik.

Proses pengujian kekerasan dengan metoda Vickers dilakukan dengan menekan sebuah bola yang berbentuk piramida atau kerucut kepermukaan logam yang akan di uji dengan memberikan beban yang dibutuhkan, kemudian hasil pengujian bisa dilihat dari diameter di indenter Besar sudut antara permukaan-permukaan piramida yang berhadapan adalah sebesar 136°. Setiap pengujian, indenter berlian yang sangat kecil memiliki geometri membentuk piramida yang ditekan pada permukaan benda yang akan diuji. Beban yang diterapkan Vickers juga lebih kecil dibandingkan dengan Rockwell dan Brinell yaitu antara 1-1000gr (Callister & Rethwisch, 2013).

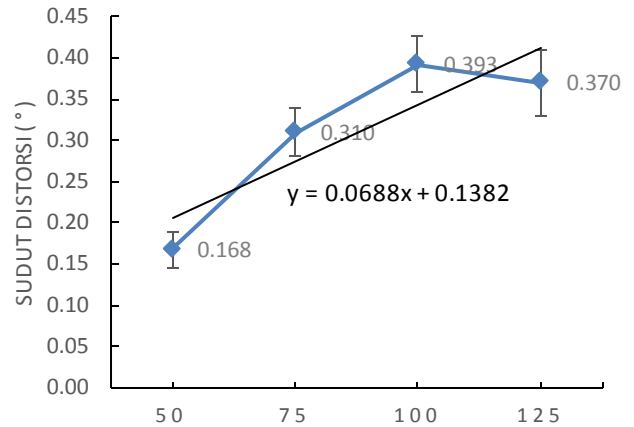
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam penelitian ini peneliti melakukan pengujian yaitu sudut distorsi, kekerasan dan struktur mikro, dimana akan dilakukan perbandingan sudut distorsi, kekerasan dan struktur mikro pada baja karbon rendah. Pada proses pengelasan SMAW dengan variasi arus dan jarak menggunakan kampuh V dilakukan pengujian metalografi (Struktur mikro) pada daerah logam induk, daerah HAZ dan daerah lasan. Pada pengujian metalografi (Struktur mikro) ini dipilih satu spesimen uji kekerasan untuk dilakukan pemotretan spesimen dengan Scanning Electron Microscop (SEM) dibagian daerah logam induk, daerah HAZ dan daerah lasan. Pengujian sudut distorsi, pengujian kekerasan, serta pengujian metalografi (Struktur mikro).

Pengujian Sudut Distorsi (Angular Distortion)

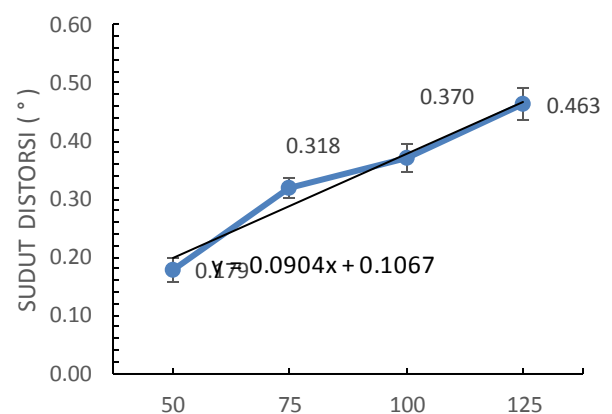
Pengujian sudut distorsi yang dilakukan pada penelitian ini menggunakan alat ukur dial indicator. Pengujian ini bertujuan untuk mencari perubahan bentuk sudut distorsi maksimum pada baja karbon rendah sesudah pengelasan. Masing-masing specimen di uji menggunakan dial indicator dengan tebal pelat 6 mm

dan arus yang bervariasi 50A, 75A, 100A dan 125A dengan Jarak Kampuh/jarak yang bervariasi 2, 3, 4 dan 5 mm, kampuh yang digunakan yaitu kampuh V. Untuk mendapatkan hasil pengujian yang akurat pada sudut distorsi, maka dilakukan pengujian distorsi menggunakan dial indicator. Hasil pengukuran sudut distorsi terhadap variasi arus ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 2 Perubahan sudut distorsi vs arus yang digunakan dengan jarak kampuh 2 mm

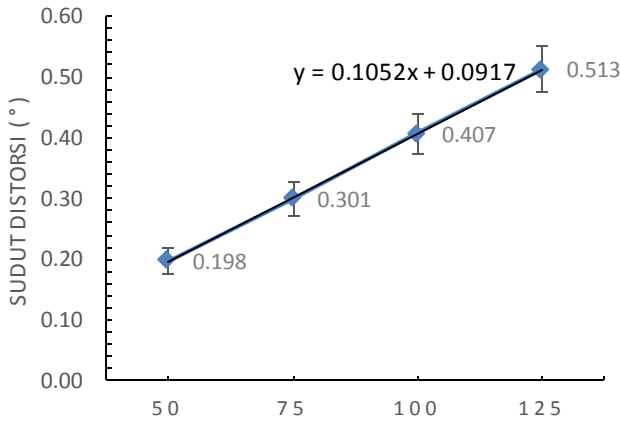
Dari hasil pengujian sudut distorsi yang ditunjukkan pada Gambar 2 besarnya variasi arus, jarak kampuh sangat berpengaruh hasil sudut distorsi. Terlihat pada arus 100A memiliki nilai sudut paling besar 0.393° dan sudut distorsi paling kecil pada arus 50A dengan nilai 0.168°. Pada Jarak Kampuh 2mm sudut distorsi meningkat secara proposional sampai pada arus 100 A dan turun pada arus 125 A.



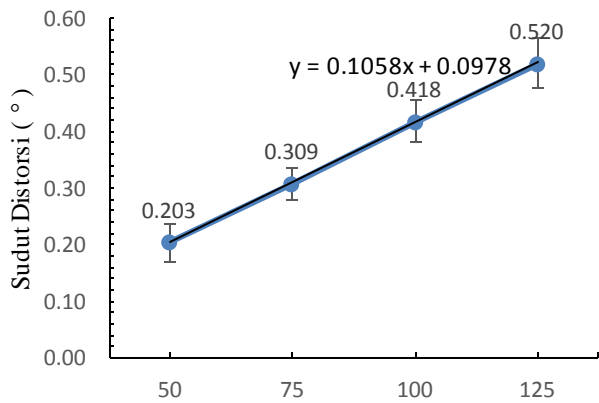
Gambar 3 Perubahan sudut distorsi vs arus yang digunakan dengan jarak kampuh 3 mm.

Dari hasil pengujian sudut distorsi yang ditunjukkan pada Gambar 3 besarnya variasi arus, Jarak Kampuh sangat berpengaruh hasil sudut distorsi, terlihat arus 125A memiliki nilai rata-rata paling tinggi 0.463°

dan sudut distorsi arus 75A yang memiliki nilai rata-rata paling kecil 0.179°.

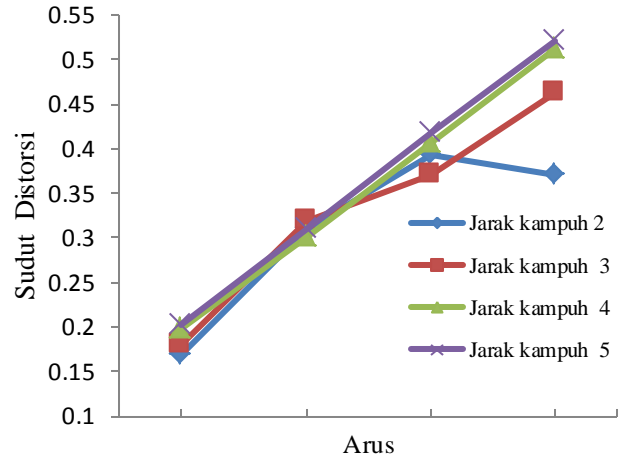


Gambar 4 Perubahan sudut distorsi vs arus yang digunakan dengan jarak kampuh 4 mm.



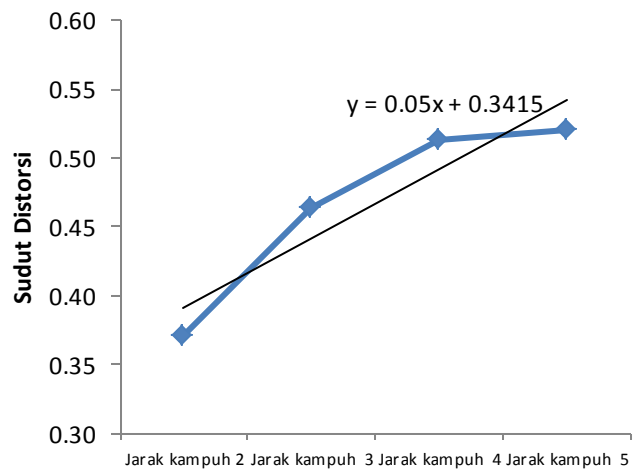
Gambar 5 Perubahan sudut distorsi vs arus yang digunakan dengan jarak kampuh 5 mm.

Secara umum yang ditunjukkan pada Gambar 4 dan Gambar 5 terjadi peningkatan besar sudut secara linear seiring dengan pertambahan besar arus yang digunakan. Hal ini berlaku pada kedua jarak kampuh 5 dan 6 mm. Hal ini terjadi karena semakin tinggi arus yang digunakan maka akan berkaitan dengan peningkatan temperatur semasa proses pengelasan berlangsung sehingga terjadi perbedaan temperature yang signifikan antara logam induk dengan daerah pengelasan. Hal ini berakibat pula dengan besarnya tegangan sisa (residual stress) yang dihasilkan akibat pengelasan.



Gambar 6 Perbandingan sudut distorsi arus 50A, 75A, 100A dan arus 125A dengan jarak kampuh 2, 3, 4 dan 5 mm.

Gambar 6 menunjukkan perbandingan sudut distorsi yang dihasilkan oleh perbedaan jarak kampuh 2, 3, 4 dan 5 mm. Secara umum keempat jenis kampuh mempunyai trend yang sama terhadap peningkatan Arus yang digunakan. Hal ini dipercaya karena terjadi ekspansi termal yang tidak homogen pada material sehingga memicu berlakunya tegangan sisa (residual stress) pada sambungan las.

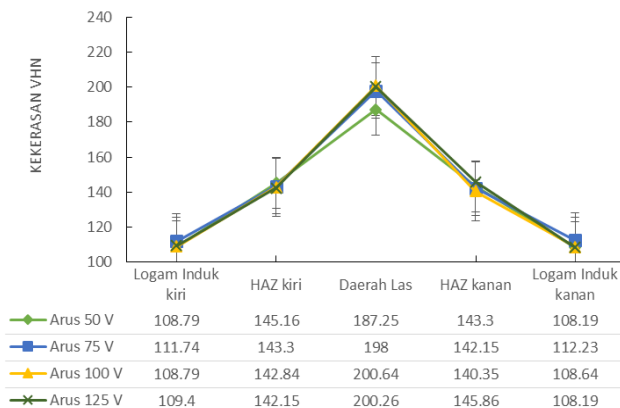


Gambar 7 Pengaruh jarak kampuh terhadap sudut distorsi pada arus 125 A

Gambar 7 menunjukkan pengaruh jarak kampuh dengan arus yang digunakan yaitu 125 A terhadap distorsi yang terjadi pada sambungan las. Bertambahnya jarak kampuh berarti bertambah banyaknya filler yang harus masuk untuk mengisi kampuh yang berarti terjadi peningkatan jumlah panas (heat input) yang menyertai filler. Peningkatan panas ini juga mengakibatkan peningkatan efek residual stress yang membuat sudut distorsi semakin membesar (Guo, Yin, Liang, & Ma, 2016).

Pengujian Kekerasan

Pengujian kekerasan yang dilakukan pada penelitian ini menggunakan metode Vickers. Dilakukan pengujian ini bertujuan untuk menganalisa profil kekerasan pada setiap sambungan lasan yang di las dengan arus yang berbeda-beda. Hasil pengujian kekerasan sambungan las ditunjukkan pada Gambar 8. Pada daerah lasan kekerasan relative rendah pada sambungan lasan yang menggunakan arus terendah 50 A. Hal ini berkaitan erat dengan gradien pendinginan yang terjadi. Semakin tinggi temperatur maka akan mendorong laju pendinginan yang cepat sehingga akan mendorong pembentakan fasa austenite dan juga penghalusan butir.



Gambar 8 Profil nilai kekerasan sambungan las dengan variasi arus yang digunakan.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan pengukuran yang dilakukan terhadap sudut distorsi hasil pengelasan; Terjadi hubungan yang linear antara peningkatan distorsi sudut pengelasan dengan peningkatan arus (A) dan jarak kampuh yang digunakan. Peningkatan besar sudut distorsi seiring dengan peningkatan arus yang digunakan. Nilai distorsi terbesar yaitu $0,363^\circ$ sedangkan untuk nilai minimum $0,146^\circ$. Selain itu besarnya jarak kampuh juga memberikan pengaruh terhadap distorsi sambungan, nilai distorsi terbesar pada pengujian ini dicapai pada jarak kampuh 5 mm. Hasil pengujian kekerasan juga memperlihatkan bahwa nilai terendah kekerasan dicapai pada kondisi arus 50A.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Akella, S., Kumar, B. R., & Krishnaiah, Y. (2013). Optimisation of welding process parameters for distortion control with Taguchi approach. *International Journal of Precision Technology*, 3(2), 206. doi: 10.1504/ijptech.2013.053305
- Callister, W. D., & Rethwisch, D. G. (2013). *Materials Science and Engineering: An Introduction*, 9th Edition: Ninth Edition: John Wiley and Sons, Incorporated.
- Guo, N., Yin, X. Q., Liang, J., & Ma, N. (2016). Effects of heat input on welding buckling distortion by experimental measurement

- method. *Science and Technology of Welding and Joining*, 22(5), 381-388. doi: 10.1080/13621718.2016.1251079
- Jeffus, L. (2016). *Welding: Principles and Applications*: Cengage Learning.
- Karadeniz, E., Ozsarac, U., & Yildiz, C. (2007). The effect of process parameters on penetration in gas metal arc welding processes. *Materials & Design*, 28(2), 649-656. doi: 10.1016/j.matdes.2005.07.014
- Kchaou, Y., Haddar, N., Hénaff, G., Pelosin, V., & Elleuch, K. (2014). Microstructural, compositional and mechanical investigation of Shielded Metal Arc Welding (SMAW) welded superaustenitic UNS N08028 (Alloy 28) stainless steel. *Materials & Design*, 63, 278-285. doi: 10.1016/j.matdes.2014.06.014
- Kozak, J., & Kowalski, J. (2015). The Influence of Manufacturing Oversizing on Post-Welding Distortions of The Fillet Welded Joint. *Polish Maritime Research*, 22, 59-63.
- Papazoglou, V. J., & Masubuchi, K. (1978). Analysis and Control of Distortion in Welded Aluminum Structures. *Welding Research*, September, 251-262.
- Vashishtha, H., Taiwade, R. V., Sharma, S., & Patil, A. P. (2017). Effect of welding processes on microstructural and mechanical properties of dissimilar weldments between conventional austenitic and high nitrogen austenitic stainless steels. *Journal of Manufacturing Processes*, 25, 49-59. doi: 10.1016/j.jmapro.2016.10.008
- Wiryo Sumarto, H., & Okumura, T. (2010). *Teknologi Pengelasan Logam*: Pradnya Paramita.

