VARIASI JENIS KAMPUH LAS DAN KUAT ARUS PADA PENGELASAN LOGAM TIDAK SEJENIS MATERIAL *STAINLESS STEEL* 304L DAN BAJA AISI 1040 DENGAN *GAS TUNGSTEN ARC WELDING*

Eriek Wahyu Restu Widodo[1], Vuri Ayu Setyowati[2], Suheni[3], dan Ilham Qiromi[4]

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya[1,2,3,4]
Jl. Arief Rachman Hakim 100 Surabaya 60117
e-mail: eriek@itats.ac.id

ABSTRACT

Joints or welding of dissimilar metals is the one of important needs of industries. Joints of dissimilar metals combinations are employed in different applications requiring certain special combination of properties as well as to save cost of materials. This research was conducted to obtain the joint which have a good tensile strength with grooves and currents that used. The dissimilar welding of 304L stainless steel and AISI 1040 carbon steel, was conducted by Gas Tungsten Arc Welding (GTAW) with 1G flat position and ER 308L electrode, the joint was tested by tensile strength and was observed by macrostructure. The tensile strength of dissimilar welding was obtained the highest tensile strength of 468 MPa in 30º V groove joint and 120 A current, while the lowest is 45º V joint with 80 A current of 385.84 MPa tensile strength. According to the tensile test, it can be concluded that the narrower of groove and higher of current would be increasing tensile strength because of distribution of heat and uniform cooling rate.

Keywordsi: *carbon steel, dissimilar welding, stainless steel*

ABSTRAK

Sambungan logam atau pengelasan yang tidak sejenis atau *dissimilar welding* merupakan salah satu kebutuhan yang penting bagi industri. Sambungan hasil pengelasan ini digunakan pada beberapa aplikasi yang memerlukan sifat sambungan khusus yang baik untuk menghemat biaya material. Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan sambungan yang mempunyai kekuatan yang baik dengan variasi jenis kampuh las dan kuat arus yang digunakan. Pengelasan logam yang tak sejenis, *Stainless Steel* 304L dengan Baja Karbon AISI 1040, dilakukan dengan *Gas Tungsten Arc Welding* (GTAW) dengan posisi datar 1G dan elektroda ER 308L, sambungan diuji dengan pengujian tarik dan diamati dengan foto strukturmakro. Pengujian tarik sambungan logam tak sejenis diperoleh kekuatan tarik paling tinggi 468 MPa pada sambungan dengan kampuh V sudut 30º dan kuat arus 120 A, sedangkan paling rendah adalah sambungan dengan kampuh V sudut 45º dengan kuat arus 120 A dengan kekuatan tarik 385.84 MPa. Berdasarkan pengujian tarik tersebut dapat disimpulkan bahwa semakin sempit sudut kampuh yang digunakan dan semakin tinggi kuat arus yang diberikan akan semakin meningkatkan kekuatan tariknya karena distribusi panas yang merata dan kecepatan pendinginan yang seragam.

Kata kunci: baja karbon, pengelasan tidak sejenis, *stainless steel*

PENDAHULUAN

Austenitic Stainless Steel (ASS) 304L digunakan secara luas pada bidang pertahanan dan pengetahuan nuklir karena ketahanan korosinya yang sangat baik di lingkungan air laut [1]. Sifat-sifat ASS 304L ini dikarenakan adanya molibdenum, yang mana mencegah korosi klorida. *Stainless steel* ini juga mempunyai kadar karbon yang rendah karena sifat pemakain dan gesekan dikembangkan dan korosi antar butir yang lebih rendah [2]. Oleh sebab itu, baja ini biasanya berguna pada reaktor nuklir. Temperatur reaktor biasanya sangat tinggi. Oleh sebab itu, baja ini

menjadi sangat penting untuk mempelajari perilaku dan sifat materialnya untuk meningkatkan temperatur [3].

Sambungan pada kombinasi logam yang berbeda digunakan pada beberapa aplikasi yang memerlukan sifat sambungan khusus sebaik mungkin untuk menghemat biaya pada material yang mahal dan jarang digunakan [4]. Sambungan pada baja karbon ke baja tahan karat dapat menggabungkan kelebihan dari kedua logam tersebut dan sangat menjanjikan pada banyak bidang. Bagaimanapun, sangat susah untuk mendapatkan sambungan logam yang berbeda antara baja karbon dan baja tahan karat karena komposisi kimia keduanya yang berbeda dan sifat fisik termal [5]. Sambungan dengan temperatur yang tinggi terhadap sambungan baja karbon dan baja tahan karat dapat mengakibatkan daerah dekarburasi, yang mana dapat menurunkan sifat mekanik dari sambungan [5].

Penelitian ini mempelajari bagaimana pengaruh variasi jenis kampuh las dan kuat arus yang digunakan dalam sambungan logam tak sejenis antara baja karbon AISI 1040 dan baja tahan karat SS 304L dengan menggunakan *Gas Tungsten Arc Welding* atau yang dikenal juga dengan las *Tungsten Inert Gas*. Parameter pengelasan yang digunakan adalah jenis kampuh las dan kuat arus pada masukan panas las. Penelitian dilakukan dengan pengujian sifat mekanik material dengan pengujian tarik dan didkung oleh pengamatan strukturmikro yang diamati dengan mikroskop optik.

TINJAUAN PUSTAKA

Stainless Steel (SS) adalah baja paduan dengan kandungan kromium minimal 10.5% dengan atau tanpa elemen lain untuk menghasilkan tipe *austenitic, ferritic, duplex (ferritic – austenitic), martensitic*. *Stainless steel* 304L mempunyai komposisi penyusun 70.780% Fe, 0.025% C, 1.140% Mn, 0.360% Mo, 0.210% Co, 18.40% Cr, 0.180% Cu, 8.190% Ni, dan 0.305% unsur lain. Baja karbon medium merupakan material yang paling banyak digunakan untuk fabrikasi pada komponen teknik, pertambangan, kontruksi, dan pertanian karena kekuatan yang lebih baik dan lebih keras. Kebanyakan material geser sangat tidak tahan pakai, sehingga material yang mempunyai ketahanan bagus slalu menjadi topik terbaik untuk penelitian-penelitian selanjutnya [6]. Sedangkan baja karbon AISI 1040 tersusun dari 99.10% Fe, 0.37 – 0.44% C, 0.6 – 0.90% Mn, 0.040% P, 0.050% S. SS tipe *austenitic* mempunyai koefisien thermal ekspansi yang tingi dan konduktivitas termal yang lebih rendah dari karbon dan paduan baja sehingga dapat menyababkan sedikit terjadi penyusutan dan terjadi distorsi [7]. Seperti halnya metode pengelasan yang lainnya, GTAW juga memiliki kelebihan dan kekurangan. Adapun kelebihannya adalah GTAW merupakan cara pengelasan yang paling bersih dan rapi, mampu mengelas material baik bentuknya kecil maupun besar. Sedangkan kekurangannya adalah hanya sedikit informasi yang dapat diketahui tentang korosi pada SS setelah dilakukuan pengelasan GTAW [8].

METODE

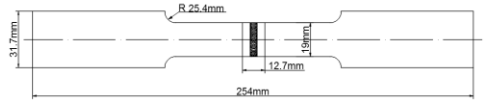
Dissimilar welding material *Stainless Steel* 304L dengan baja karbon AISI 1040 dilakukan dengan *Gas Tungsten Arc Welding* (GTAW) dengan variasi kuat arus yang digunakan sebesar 80 A, 100 A, dan 120 A. Material *stainless steel* 304L dan baja karbon AISI 1040 yang digunakan berupa pelat dengan dimensi 100 x 60 x 12 mm. Penyambungan *stainless steel* dan baja karbon tersebut digunakan sudut kampuh las sebesar 30^o dan 45^o untuk jenis kampuh V, sedangkan untuk jenis kampuh *double* V atau disebut juga X, digunakan sudut kampuh sebesar 30^o. Elektroda las yang digunakan dalam proses pengelasan ini adalah elektroda tipe ER 308L dan posisi pengelasan digunakan posisi datar 1G.

Setelah dilakukan proses penyambungan terhadap *stainless steel* 304L dengan baja karbon AISI 1040, dilakukan pengujian spesimen hasil pengelasan *dissimilar welding* dengan

menggunakan pengujian tarik yang bertujuan untuk mengetahui kekeuatan tarik hasil lasan. Pengujian tarik dalam penelitian ini dilakukan satu kali untuk setiap spesimen. Selain pengujian tarik, dilakukan pula karakterisasi struktur makro dengan pengamatan hasil sambungan menggunakan kamera yang bertujuan untuk mengetahui perbedaan daerah sambungan lasan, daerah HAZ (*Heat Affected Zone*), serta daerah logam induk. Karakterisasi struktur makro dilakukan pada hasil lasan diawali dengan proses etsa menggunakan metode etsa larutan kimia, dimana untuk baja karbon AISI 1040 dilakukan proses etsa menggunakan larutan nital sedangkan untuk stainless steel 304L dilakuak dengan menggunakan larutan aqua regia yaitu larutan yang diperoleh dengan pencampuran HNO_3, HCl, dan alkohol.

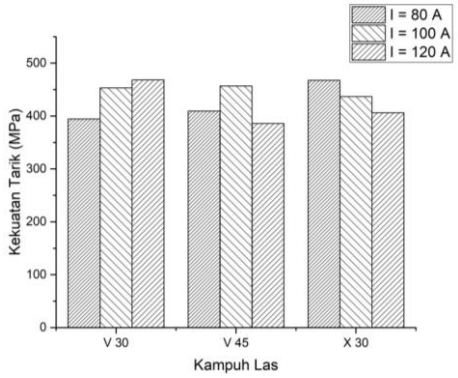
HASIL DAN PEMBAHASAN

Kekuatan material hasil lasan diuji dengan pengujian tarik, standar pengujian tarik yang digunakan adalah ASME IX. Spesimen pengujian tarik yang dilakukan seperti terlihat pada Gambar 1. Berdasarkan pengujian tarik yang telah dilakukan didapatkan hasil kekuatan tarik spesimen hasil pengelasan *dissimilar welding* untuk *stainless steel* 304L yang disambung dengan baja karbon AISI 1040 dimana kekuatan tarik paling tinggi dihasilkan oleh spesimen lasan kampuh V sudut 30º dengan kuat arus 120 A yaitu sebesar 468 MPa.



Gambar 1. Spesimen uji tarik sesuai standar ASME IX

Berdasarkan pengujian kekuatan tarik diperoleh bahwa semakin tinggi arus listrik yang diberikan dalam proses pengelasan *Gas Tungsten Arc Welding* (GTAW) untuk pengelasan *dissmilar welding* material *stainless steel* 304L dengan baja karbon AISI 1040 maka kekuatan tarik material cenderung menurun seiring dengan semakin besar sudut kampuh yang digunakan. Hal ini diakibatkan oleh tidak meratanya panas yang diberikan dan kecepatan pendinginan yang tidak merata pada kampuh las bentuk V dan sudutnya 45º. Sambungan *dissimilar welding* pada kampuh jenis V dengan sudut 30º dihasilkan kekuatan tarik yang lebih tinggi dibanding pengelasan dengan kampuh V dan X dengan sudut kampuh 45º dan 30º secara berurutan.

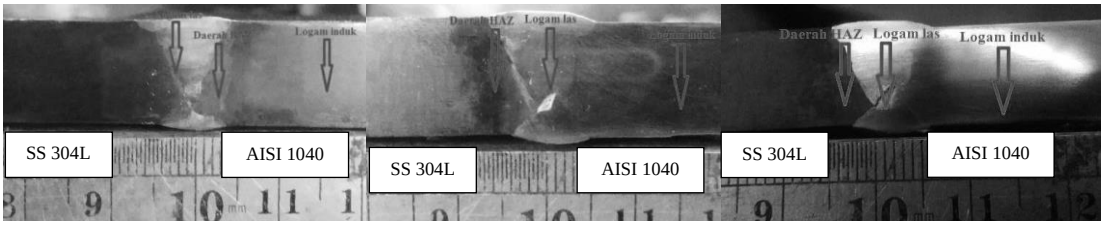


Gambar 2. Hasil pengujian tarik spesimen dissimilar welding stainless steel 304L dengan baja karbon AISI 1040

Hasil pengujian kekuatan tarik material ditunjukkan oleh Gambar 2. Secara umum, sudut kampuh las 30º yang digunakan pada kedua kampuh las (kampuh V maupun X) diperoleh kekuatan tarik yang cukup tinggi. Hal ini dikarenakan sudut yang kecil dapat diperoleh pemanasan yang merata dan pendinginan yang relatif seragam sehingga menaikkan kekuatan

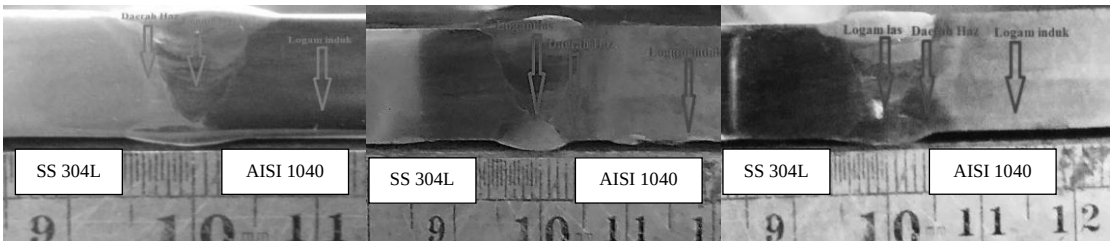
sambungan *dissimilar welding* tersebut. Pengujian kekuatan tarik pada sambungan dengan kampuh jenis X dan sudut 30º diperoleh nilai kekuatan tarik yang semakin menurun seiring kenaikan kuat arus yang dibrikan, hal ini disebabkan oleh input panas yang diberikan terlalu besar menghasilkan daerah logam as dan HAZ yang semakin lebar sehingga menurunkan kekuatan tarik sambungan. Sedangkan pada sambungan dengan kampuh V dan sudut 45º diperoleh kekuatan tarik yang meningkat dari kuat arus 80 A ke 100 A, tetapi mengalami penurunan kekuatan tarik yang cukup signifikan ketika arus yang diberikan sebesar 120 A. Hal ini kemungkinan besar disebabkan oleh ketidak merataan input panas pada sudut kampuh las yang lebar dan tidak seragamnya kecepatan pendinginan karena semakin lebarnya sudut kampuh tersebut.

Pengamatan strukturmakro dilakukan untuk mengetahui perbedaan tiga daerah pada spesimen hasil pengeasan, yaitu daerah logam induk, daerah *Heat Affected Zone* (HAZ), dan daerah logam lasan. Spesimen-spesimen tersebut terlebih dahulu diberi perlakuan etsa dengan menggunakan larutan nital untuk baja karbon dan larutan *aqua regia* untuk *stainless steel*. Strukturmakro hasil lasan dapat dilihat di Gambar 3, 4, dan 5. Nampak pada gambar tersebut perbedaan daerah lasan hasil pengelasan dengan variasi jenis dan sudut kampuh las, serta input panas yaitu kuat arus yang diberikan.



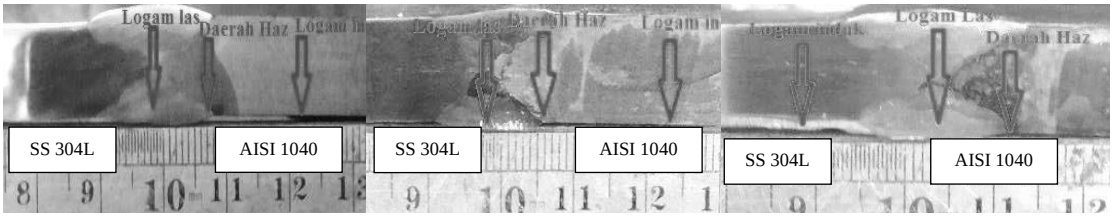
(a) (b) (c)

Gambar 3. Strukturmakro untuk *dissimilar welding Stainless Steel* 304L dengan Baja Karbon AISI 1040 untuk Kampuh V Sudut 30º dan Kuat Arus (a) 80 A, (b) 100 A, dan (c) 120 A



(a) (b) (c)

Gambar 4. Strukturmakro untuk *dissimilar welding Stainless Steel* 304L dengan Baja Karbon AISI 1040 untuk Kampuh V Sudut 45º dan Kuat Arus (a) 80 A, (b) 100 A, dan (c) 120 A



(a) (b) (c)

Gambar 3. Strukturmakro untuk *dissimilar welding Stainless Steel* 304L dengan Baja Karbon AISI 1040 untuk Kampuh X Sudut 30º dan Kuat Arus (a) 80 A, (b) 100 A, dan (c) 120 A

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat diambil kesimpulan bahwa jenis kampuh sambungan dan kuat arus mempunyai pengaruh yang penting terhadap hasil lasan. Hal ini dapat dilihat dari hasil penelitian bahwa semakin besar sudut kampuh jenis V, semakin rendah nilai kekuatan tarik hasil lasan. Begitu pula kuat arus juga berpengaruh pada kekuatan tarik hasil lasan, dimana semakin tinggi arus listrik yang diberikan pada jenis kampuh V dengan sudut 30^o diperoleh nilai kekuatan tarik yang tinggi tetapi tidak berlaku bagi sudut kampuh 45^o dan jenis kampuh X yang semakin turun.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada RISTEKDIKTI atas hibah Penelitian Dosen Pemula (PDP) yang diberikan sehingga dapat dilaksanakan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

[1] A. K. Gupta, H. N. Krishnamurthy, Y. Singh, K. M. Prasad, and S. K. Singh, "Development of constitutive models for dynamic strain aging regime in Austenitic stainless steel 304," *Materials & Design,* vol. 45, pp. 616-627, 2013.

[2] X. Y. Wang and D. Y. Li, "Mechanical, electrochemical and tribological properties of nano-crystalline surface of 304 stainless steel," *Wear,* vol. 255, pp. 836-845, 2003/08/01/ 2003.

[3] R. K. Desu, H. Nitin Krishnamurthy, A. Balu, A. K. Gupta, and S. K. Singh, "Mechanical properties of Austenitic Stainless Steel 304L and 316L at elevated temperatures," *Journal of Materials Research and Technology,* vol. 5, pp. 13-20, 2016.

[4] J. A. James and R. Sudhish, "Study on Effect of Interlayer in Friction Welding for Dissimilar Steels: SS 304 and AISI 1040," *Procedia Technology,* vol. 25, pp. 1191-1198, 2016.

[5] H. Ma, G. Qin, P. Geng, F. Li, B. Fu, and X. Meng, "Microstructure characterization and properties of carbon steel to stainless steel dissimilar metal joint made by friction welding," *Materials & Design,* vol. 86, pp. 587-597, 2015.

[6] S. N and M. R. P. R, "Microstructure, surface topography and sliding wear behaviour of titanium based coating on AISI 1040 steel by magnetron sputtering," *Archives of Civil and Mechanical Engineering,* vol. 17, pp. 281-292, 2017.

[7] K.-H. Tseng and C.-Y. Hsu, "Performance of activated TIG process in austenitic stainless steel welds," *Journal of Materials Processing Technology,* vol. 211, pp. 503-512, 2011/03/01/ 2011.

[8] A. Gholipour, M. Shamanian, and F. Ashrafizadeh, "Microstructure and wear behavior of stellite 6 cladding on 17-4 PH stainless steel," *Journal of Alloys and Compounds,* vol. 509, pp. 4905-4909, 2011/04/07/ 2011.

Halaman ini sengaja dikosongkan