

Pengaruh variasi sudut kampuh *bevel groove* terhadap kekuatan tarik material Stainless Steel 304

Husnul Fata, Muhammad Razi, Syukran
Politeknik Negeri Lhokseumawe
Jl. Banda Aceh-Medan Km.280 Buketrata
Email : husnulfata17@gmail.com

Abstrak

Gas Tungsten Arc Welding (GTAW) adalah suatu proses pengelasan dengan menggunakan gas mulia sebagai pelindung. Untuk menghasilkan busur listrik, digunakan elektroda yang tidak terkonsumsi terbuat dari logam tungsten atau paduannya yang memiliki titik lebur tinggi. Baja tahan karat austenite 304 atau yang sering disebut stainless steel 304 merupakan baja paduan dengan kandungan Cr 18-20%, dan Ni 8-10,5%. Baja jenis ini biasa digunakan sebagai bahan konstruksi utama dalam beberapa industri seperti nuklir, kimia, dan makanan. Baja ini memiliki ketahanan terhadap korosi yang baik karena terdapat lapisan kromium oksida pada permukaannya. SS304 merupakan baja yang memiliki tingkat kekerasan rendah sekitar 123 HB dan kekuatan tarik sebesar 505 N/mm². Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kekuatan tarik hasil pengelasan GTAW pada baja tahan karat SS304 dengan variasi sudut kampuh bevel. Dari pengujian yang telah dilakukan, diketahui bahwa kekuatan tarik tertinggi terdapat pada material tanpa penyambungan dengan nilai rata-rata kekuatan tarik 63.84 kgf/mm², sedangkan pada material yang dilas kekuatan tertinggi terdapat pada kampuh bevel dengan sudut 40° dengan nilai rata-rata 55.30 kgf/mm², sedangkan kekuatan tarik terendah terdapat pada kampuh bevel dengan sudut 35° dengan rata-rata kekuatan tarik 50.68 kgf/mm².

Kata kunci : Pengelasan GTAW, stainless steel 304, kekuatan tarik, elektroda EWTH-2, kampuh.

Effect of groove variations on the tensile strength of the material Stainless Steel 304

Abstract

Gas Tungsten Arc Welding (GTAW) is a welding process using argon gas as a shield. To produce electric arcs, non-consumed electrodes made of tungsten metal or alloys that have a high melting point. Stainless steel 304 is an alloy steel with 18-20% Cr content, and Ni 8-10.5%. This type of steel is commonly used as the main construction material in several industries such as nuclear, chemical, and food. This steel has good corrosion resistance because there is a layer of chromium oxide on its surface. SS304 is a steel that has a low hardness level of about 123 HB and tensile strength of 505 N / mm². This study aims to determine the tensile strength of GTAW welding results in SS304 stainless steel with a variation of the groove angle. From the tests that have been carried out, it is known that the highest tensile strength is in the material without connection with an average tensile strength value of 63.84 kgf / mm², while in the material welded the highest strength is in the bevel groove with an angle of 40 ° with an average value of 55.30 kgf / mm², while the lowest tensile strength is in the bevel groove with an angle of 35 ° with an average tensile strength of 50.68 kgf / mm².

Keywords: GTAW welding, stainless steel 304, tensile strength, EWTH-2 electrodes, groove.

1. Pendahuluan

Ilmu dan teknologi pengelasan dinilai penting bagi pengembangan industri manufaktur di Indonesia, karena sebagian besar proses produksi di industri permesinan dan struktur menggunakan teknik pengelasan. Teknik pengelasan logam ialah salah satu proses manufaktur yang banyak digunakan di berbagai industri.

Industri Manufaktur adalah industri yang kegiatan utamanya adalah mengubah bahan baku komponen

atau bagian lainnya menjadi barang yang memenuhi standar spesifikasi. Industri manufaktur pada umumnya mampu memproduksi dalam skala besar. Setiap industri yang menggunakan logam sebagai salah satu bahan dasar produksi harus memperhitungkan beberapa sifat dan jenis logam. Dalam proses produksi jenis logam dan sifat logam sangat berpengaruh terhadap jenis produk apa yang akan dihasilkan dan kegunaan produk yang dihasilkan sehingga produk yang dihasilkan dapat memenuhi target pemakaian

yang efektif dan efisien. Uji tarik yang merupakan salah satu dari beberapa jenis pengujian logam.

Agar sambungan antara dua bagian logam memiliki mutu yang baik diperlukan suatu pengelasan yang tepat dan sambungan serta bentuk kampuh las yang sesuai dengan kegunaan dari hasil las tersebut. Sambungan tumpul adalah jenis sambungan yang paling efisien.

Bentuk alur sambungan tumpul sangat mempengaruhi efisiensi pengerjaan sambungan dan jaminan sambungan. Pemilihan besar sudut pada alur sangat penting, pada dasarnya pemilihan sudut alur pada bentuk sambungan harus menuju kepada penurunan masukan panas dan penurunan logam las sampai kepada harga terendah yang tidak menurunkan mutu sambungan. Besar sudut sambungan akan mempengaruhi masukan panas yang selanjutnya berpengaruh pada siklus ternal panas.[1]

Pengujian tarik merupakan salah satu pengujian material yang paling banyak dilakukan di dunia industri. Karena pengujian ini terbilang yang paling mudah dan banyak data yang bisa diambil dari pengujian ini. Di antara nya adalah kekuatan tarik (*Ultimate Tensile Strenght*), Elastisitas (*Elasticity*), dan pengurangan luas penampang (*Reduction of Area*).[2]

Definisi pengelasan menurut adalah ikatan metalurgi pada sambungan logam atau logam paduan yang dilaksanakan dalam keadaan lumer atau cair. Dengan kata lain, las merupakan sambungan setempat dari beberapa batang logam dengan menggunakan energy panas[3].

1.1 Gas Tungsten Arc Welding

Gas Tungsten Arc Welding (GTAW) adalah suatu proses pengelasan dengan menggunakan busur nyala yang dihasilkan oleh elektroda tetap yang terbuat dari tungsten. Elektroda ini digunakan hanya untuk menghasilkan busur nyala listrik, sedangkan bahan penambah terbuat dari bahan yang sama atau sejenis dengan bahan yang akan dilas dan terpisah dari pistol las. Bahan penambah pad alas GTAW, berupa batang las (*rod*) yang dicairkan oleh busur nyala tersebut dan mengisi kampuh bahan induk. Gas pelindung yang digunakan dalam pengelasan biasanya berupa gas kekal (99% argon)[3].

1.2 Kampuh

Untuk memperoleh kekuatan hasil pengelasan yang dapat dijamin kualitasnya, pengelasan sebaiknya menggunakan berbagai bentuk alur yang sudah dikembangkan. Pengerjaan kampuh las terdiri dari 4 jenis yaitu, sambungan kampuh sisi, sambungan berimpit, sambungan sudut dan sambungan T.[4][5].

Untuk mendapatkan sambungan yang berkualitas hendaknya kedua ujung/bidang atau bagan yang akan dilas perlu diberikan suatu bentuk kampuh las tertentu. Pengerjaan kampuh las terdiri dari 4 jenis yaitu sambungan kampuh sisi, sambungan berimpit,

sambungan sudut, dan sambungan T. Penggunaan kampuh V dipergunakan untuk menyambung logam atau plat yang tebalnya antara 6 - 16mm, dimana sambungan ini terdiri dari kampuh V terbuka dan tertutup. Kampuh V terbuka digunakan untuk penyambungan logam atau plat yang tebalnya 6 - 16mm dengan sudut kampuh 50°-70° dan jarak kisar 1-2 mm serta tinggi dasar sudut kampuh 1 - 2 mm[5].

1.3 Stainless Steel

Stainless steel adalah baja paduan yang memiliki sifat ketahanan korosi (karat), sehingga secara luas digunakan dalam industri kimia, makanan dan minuman, insdustri yang berhubungan dengan air laut dan semua industry yang memerlukan ketahanan korosi[6][1]

Baja tahan karat austentik tipe 304 merupakan baja paduan dengan kandungan Cr 18-20%, dan Ni 8-10,5%. Baja jenis ini biasa digunakan sebagai bahan kontruksi utama dalam beberapa industri seperti nuklir, kimia, dan makanan. Baja ini memiliki ketahanan terhadap korosi yang baik karena terdapat lapisan kromium oksida pada permukaannya[7]. SS304 merupakan baja yang memiliki tingkat kekerasan rendah sekitar 123 HB dan kekuatan tarik sebesar 505 N/mm². Komposisi kimia stainless steel 304 dapat dilihat pada table 1 dibawah ini.

Table 1. Komposisi Kmia SS304

Unsur	Fe	C	Si	Mn	Cr	Mo	Ni	S	P
Kadar (%)	72,07	0,0423	0,57	1,1973	17,289	0,0241	8,4	0,0008	0,04

1.4 Pengujian NDT Penetrant

Metode liquid penetrant test merupakan metode NDT yang paling sederhana. Metode ini digunakan untuk menemukan cacat (discontinuity) di permukaan (*open surface*) terbuka dari komponen solid, baik logam maupun logam, seperti keramik dan plastic fiber. Melalui metode ini cacat pada material akan terlihat lebih jelas. Cara nya ialah dengan memberikan cairan berwarna terang pada permukaan yang di inspeksi. Cairan ini harus memiliki daya penetrasi yang baik dan viskositas yang rendah agar dapat masuk pada cacat dipermukaan material [8][9].

Ada beberapa penelitian yang dilakukan tentang material *stainless steel* dan metode variasi kampuh untuk mendapatkan jenis kampuh yang sesuai[1][4][10][11][12] seperti yang dilakukan oleh Siddiq dimana hasil penelitiannya menunjukkan bahwa hasil dari pengujian impak metode charpy menunjukkan bahwa spesimen kampuh V tunggal, tirus tunggal, dan tirus Ganda memiliki nilai energi yang diserap bervariasi. Kampuh V tunggal mempunyai nilai energi yang diserap tertinggi dengan nilai rata-ratanya sebesar 256 Joule dan 3,21 Joule/mm², dibandingkan dengan kampuh tirus tunggal dan tirus ganda. Jenis perpatahan yang didapat

juga berbeda, untuk spesimen kampuh V dan tirus tunggal terjadi patah ulet sedangkan kampuh tirus ganda terjadi patah getas[5].

Berdasarkan uraian diatas maka tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kekuatan tarik hasil pengelasan GTAW pada baja tahan karat SS304 dengan variasi sudut kampuh bevel.

2 Metode Penelitian

Metodologi penelitian merupakan sebuah cara untuk mengetahui hasil dari sebuah permasalahan yang spesifik, dimana permasalahan tersebut juga dengan permasalahan penelitian. Penelitian ini dilakukan di beberapa tempat yaitu : Pengelasan sampel uji dan penetrant test dilakukan di Laboratorium *welding technology* dan fabrikasi logam Politeknik Negeri Lhokseumawe, pengujian tarik dilakukan di Laboratorium uji material Teknik Mesin Politeknik Negeri Lhokseumawe.

Adapun bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah material Stainless Steel 304, *filler rod* yang digunakan ER 308 dengan elektroda jenis Ewth-2.

Dalam tahap awal penelitian ini di lakukan beberapa proses antara lain adalah proses pemotongan specimen uji, proses pembuatan kampuh, persiapan proses pengelasan, proses pengelasan, dan pembentukan specimen uji tarik, dan proses NDT penetrant pada area pengelasan.

Material yang digunakan pada penelitian ini adalah Stainless steel 304 dengan dimensi material panjang 250mm, lebar 80mm, dan ketebalan 6mm sebanyak 3 pelat.

Material tersebut masing – masing di potong menjadi 2 bagian sehingga berjumlah 6 lembar plai, kemudian di lakukan pembuatan kampuh, dalam penelitian ini kampuh yang digunakan adalah bevel *Groove* dengan sampel sudut yang berbeda yaitu 30°, 35°, dan 40°. Persiapan proses pengelasan meliputi persiapan mesin las GTAW, kemudian elektroda yang di pakai adalah TG-S308 / SFA-5.9 ER308 dengan diameter 2,0 mm, kemudian elektroda tungsten yang digunakan adalah Ewth-2 dengan diameter 1,6 mm. arus yang digunakan pada pengelasan ini adalah arus DCEN (*Direct Current Electrode Negative*) dengan amper meter sebesar 90 amper. Kampuh yang akan digunakan pada penelitian ini ialah kampuh bevel *Groove* dengan sampel sudut yang berbeda yaitu 30°, 35°, dan 40°. Ketentuan lainnya dalam proses pengelasan ini adalah posisi pengelasan 1G atau dibawah tangan (*Down Hand*).

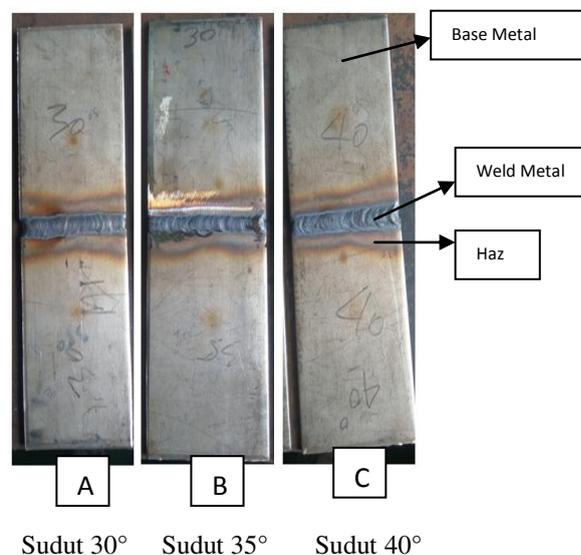
Proses pengelasan adalah proses menyambung material yang telah di potong menjadi 6 bagian, 6 bagian tersebut akan di lakukan pengelasan GTAW hingga menjadi 3 bagian material yang telah dilas dengan kampuh bevel *Groove* dengan sudut 30°, 35°, 40°.

Setelah pengelasan dilakukan proses penetrant pada area las sebelum dibentuk specimen uji tarik untuk melihat cacat yang terjadi pada permukaan lasan. Tahap akhir dalam penelitian ini adalah melakukan pengujian tarik untuk mengetahui kekuatan sambungan las dengan membuat specimen sesuai standar[13].

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Hasil Pengelasan

Setelah proses pembuatan kampuh bevel groove dengan sudut 30°, 35° dan 40° selesai selanjutnya dilakukan proses pengelasan pada arus 90 amper dengan polaritas DCEN (*direct current elektroda negative*). Hasil pengelasan dapat dilihat pada gambar berikut ini :



Gambar 1. Hasil Pengelasan

Hasil dari proses NDT liquid penetrant ini dapat dilihat pada gambar 2 dibawah ini:



(a) Hasil Pengujian Sudut 30°



(b) Hasil Pengujian Sudut 35°



(c) Hasil Pengujian Sudut 40°

Gambar 2. Hasil NDT Penetrant

Dari gambar 2 diatas terlihat pada pengelasan sudut 30° tidak terdeteksi cacat pada permukaan logam las, kemudian pada pengelasan sudut 35° terdeteksi cacat permukaan *undercut* sebesar 2.5mm, akan tetapi pada area ini tidak di jadikan sebagai sampel uji, selanjutnya pada sudut 40° terdapat cacat *porosity* pada permukaan nya yang sangat kecil.

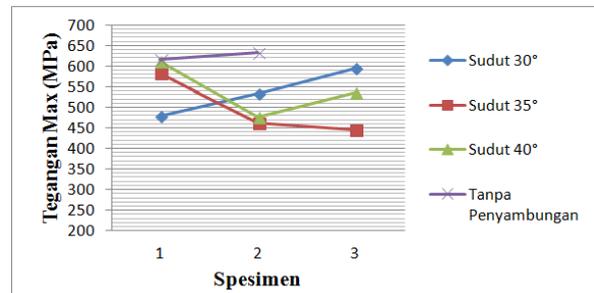
3.2 Hasil Pengujian Tarik

Pengujian tarik dilakukan guna untuk mengetahui sifat – sifat mekanis dari specimen baja tahan karat stainless steel 304 sebagai material uji dalam penelitian ini. Hasil pengujian tarik pada umumnya adalah kekuatan dan keuletan yang ditunjukkan dengan adanya persentase perpanjangan dan kontruksi atau reduksi penampang pengujian dengan menggunakan universal testing machine (mesin uji tarik). Spesimen pengujian terdiri dari masing – masing 3 sampel untuk specimen yang dilakukan pengelasan dengan sudut kampuh yang bervariasi dan 2 sampel untuk specimen tanpa perlakuan. Dari pengujian tarik yang telah di lakukan maka diperoleh data pengujian tarik seperti di tunjukan pada tabel 3 berikut.

Tabel 2. Data Pengujian Tarik

Material	Sudut	Rata - rata	
		Fu (Kgf)	ou (MPa)
Stainless Steel 304	30°	4099.31	536
	35°	3801.22	497
	40°	4147.42	542
	Tanpa Penyambungan	4787.93	626

Dari table 3 hasil pengujian pada sampel pengelasan dengan variasi sudut kampuh 30°, 35°, dan 40° serta sampel material tanpa perlakuan dapat dilihat pada gambar 3 grafik berikut ini:

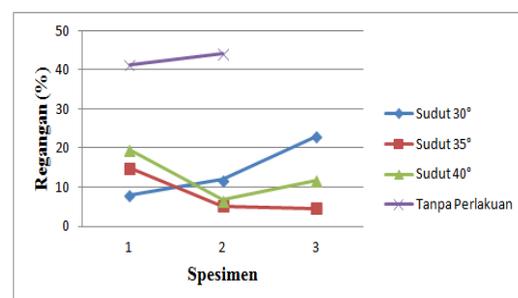


Gambar 3. Grafik Tegangan Max

Berdasarkan gambar diatas terlihat kekuatan tarik tertinggi terdapat pada material tanpa perlakuan sebesar 626 Mpa sedangkan pada material yang dilakukan pengelasan kekuatan tarik tertinggi pada kampuh bevel dengan sudut 40° sebesar 542 Mpa diikutin oleh sambungan bevel dengan sudut 30° sebesar 536 MPa hal ini menunjukkan penurunan kekuatan tarik sebesar 6 MPa dan sambungan bevel sudut 35° dengan kekuatan tarik sebesar 487 MPa hal ini menunjukkan penurunan dari sudut 30° sebesar 49 MPa dan penurunan kekuatan tarik dari sudut 40° sebesar 55 MPa.

Tabel 3. Data Regangan

Parameter	Spesimen	Regangan Tarik ε(%)			
		Sudut 30°	Sudut 35°	Sudut 40°	Tanpa Penyambungan
Persentase Regangan	1	7.94	14.80	19.59	41.34
	2	11.90	5.21	6.70	44.15
	3	23.07	4.55	11.82	
Rata - Rata		14.30	8.19	12.70	42.75



Gambar 4. Grafik Tegangan Regangan

Berdasarkan grafik pada gambar 4 diatas regangan dengan nilai rata – rata tertinggi adalah pada material tanpa perlakuan dengan nilai regangan 42.75%, sedangkan pada material yang dilakukan pengelasan regangan tertinggi terjadi pada specimen kampuh bevel dengan sudut 30° dengan nilai 14.30%, diikutin kampuh bevel dengan sudut 40° dengan nilai regangan 12.70%, berarti perbandingan regangan antaran sudut 30° dan 40° adalah 1.6%, sedangkan

pada kampuh bevel sudut 35° memiliki nilai regangan 8.19%.

Pada saat melakukan pengelasan dengan bahan pengisi yang kekuatan tariknya lebih tinggi dari logam induknya maka hasil yang didapati juga lebih baik dari variasi sudut yang telah dilakukan maka kekuatan tarik rata – rata tertinggi didapat pada pengelesan dengan kampuh bevel sudut 40° dengan nilai 542 MPa hal ini menunjukkan pada kampuh bevel sudut kampuh 40° lebih baik dibandingkan dengan 30°, dan 35°.

4. Kesimpulan

Material yang digunakan pada penelitian ini adalah stainless steel 304 yang dilakukan pengelasan dan tanpa pengelasan, setelah dilakukan pengujian tarik dan di bandingkan kekuatan tarik pada material yang dilakukan pengelasan lebih rendah dari material yang tidak dilas, akan tetapi secara teori kekuatan tarik yang di dapat masih dalam taraf yang diizinkan. Pada pengujian tarik ini kekuatan tarik tertinggi terdapat pada material tanpa perlakuan sebesar 626 MPa sedangkan pada material yang dilakukan pengelasan kekuatan tarik tertinggi pada kampuh bevel dengan sudut 40° sebesar 542 MPa Hasil penelitian menunjukkan sifat mekanis yang baik pada pengelasan kampuh bevel sudut 40° dengan menggunakan filler TG-308 pada ampere 90. Berdasarkan hasil yang didapat setelah melakukan pengujian tarik dari variasi sudut kampuh bevel sudut 40° lebih baik dibandingkan sudut 35°, dan 30°.

5. Daftar Pustaka

- [1] 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.
- [2] A. Azwinur, S. Syukran, and H. Hamdani, "KAJI SIFAT MEKANIK SAMBUNGAN LAS BUTT WELD DAN DOUBLE LAP JOINT PADA MATERIAL BAJA KARBON RENDAH," *SINTEK J. J. Ilm. Tek. Mesin*, vol. 12, no. 1, pp. 9–16, Jun. 2018.
- [3] Wiryosumarto H., *Teknologi Pengelasan Logam*. Jakarta: Erlangga, 2000.
- [4] D. Suprijanto, "PENGARUH BENTUK KAMPUH TERHADAP KEKUATAN BENDING LAS SUDUT SMAW POSISI MENDATAR PADA BAJA KARBON RENDAH," *Jur. Tek. Mesin STTNAS Yogyakarta*, vol. 8, pp. 91–96, 2013.
- [5] M. Siddiq, N. Nurdin, and I. Amalia, "Pengaruh jenis kampuh terhadap ketangguhan sambungan pengelasan material St37 dengan AISI 1050 menggunakan proses SMAW," *J. Weld. Technol.*, vol. 1, no. 1, pp. 11–16, Jun. 2019.
- [6] D. J. K. John C. Lippold, *Welding Metallurgy and Weldability of Stainless Steel*. Canada: Wiley Inter Science, 2005.
- [7] S. Novita, "Analisis Laju Korosi dan Kekerasan pada Stainless Steel 304 dan Baja Nikel Laterit dengan Variasi Kadar Ni (0, 3, dan 10%) dalam Medium Korosif," 2018.
- [8] 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.
- [9] ASME, *ASME Code Section V Article 6*. New York, 2013.
- [10] 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.
- [11] E. Taban, E. Taban, E. Deleu, A. Dhooge, and E. Kaluc, "Evaluation of Dissimilar Weld between ferritic stainless steel modified 12%Cr and carbon steel S355. m Evaluation of Dissimilar Welds between Ferritic Stainless Steel Modified 12% Cr and Carbon Steel S355 A modified ferritic stainless steel was subjected to a barrage of testing to determine its suitability for a variety of structural applications," 2008.
- [12] 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.
- [13] ASME *E8/E8M, Standart Test Methods for Tension Testing of Metallic Material*. West Conshohocken, United States: American Society for Testing Methods.