

Analisis Kekuatan Arus Terhadap Ketangguhan Dan Ketahanan Sambungan Pada Proses Las Tig

Gugun Gundara^{1*}, Aditiya Adam Biggunah²

Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Tasikmalaya, Indonesia

ABSTRAK: Proses pengelasan TIG bertujuan untuk mengetahui kekuatan tarik, lengkung dan struktur mikro pada daerah logam las dan daerah HAZ pada material stainless steel 304 dengan penggunaan variasi arus sebesar 10 A, 20 A, 30 A. Kekuatan tarik sambungan las tertinggi terjadi pada kelompok spesimen 20 Amper yaitu sebesar 425,22 MPa. Kekuatan tarik dengan beban maksimum las tertinggi terjadi pada kelompok spesimen 20 A 656,36 Kgf. Dan pertambahan luas penampang terbesar terjadi pada kelompok spesimen 30 A yaitu sebesar 38,08 mm. Pada uji struktur mikro tidak ditemukan adanya indikasi cacat las, ini ditandai dengan seimbangya kandungan struktur mikro ferit dan perlit dimana ferit ditandai dengan daerah putih halus sedangkan perlit dengan warna hitam pekat dikarenakan unsur karbon (C) yang dominan sehingga membuat sifat material menjadi getas.

Keywords: GTAW, kekuatan tarik, ketangguhan, struktur mikro, las TIG, variasi arus

Submitted: 8 December; Revised: 18 December; Accepted: 26 December

Corresponding Author: mesin.irama@gmail.com

PENDAHULUAN

Kemajuan teknologi dan kebutuhan untuk menghasilkan struktur yang kuat membuat teknologi pengelasan menjadi pilihan utama untuk pembangunan konstruksi. Stainless steel AISI 304 adalah salah satu jenis stainless steel yang umum digunakan pada dunia industri karena memiliki sifat mekanik yang cukup kuat, tahan terhadap korosi, dapat mencegah polusi dan mudah dibersihkan. Keunggulan ini meningkatkan penggunaannya, seperti pada alat medis, kaleng kemasan makanan dan minuman, serta mesin pengolah dan produksi makanan dan minuman. Setiap penggunaan stainless steel tidak lepas dari proses penyambungan dengan pengelasan. Stainless steel adalah salah satu logam yang banyak digunakan pada konstruksi karena stainless steel dapat di las dengan berbagai metode las. Hasil las yang memiliki kualitas tinggi perlu untuk mendukung konstruksi yang kuat, aman dan tahan lama. Hasil pengelasan yang baik secara visual, belum tentu memiliki struktur yang baik. Oleh karena itu, untuk mengetahui apakah hasil pengelasan tersebut telah memenuhi standar maka hasil pengelasan harus di ukur dan di uji. Bentuk struktur mikro bergantung pada suhu maksimum yang dicapai selama proses pengelasan, kecepatan pengelasan dan laju pendinginan yang dicapai selama proses pengelasan. Daerah logam di mana struktur berubah karena pemanasan disebut dengan zona terpengaruh panas atau Heat Affected Zone (HAZ). Perubahan struktur mikro pada zona panas dan keterampilan tukang las dalam proses pengelasan serta penentuan jenis dan parameter las yang benar akan sangat menentukan kualitas hasil lasan.

Penelitian yang telah dilakukan sebelumnya yang digunakan sebagai landasan atau patokan pada penelitian yang akan dilakukan. Oleh karena itu akan lebih relevan apabila penulis mengulas tentang hasil penelitian yang sudah ada, sehingga dapat dilakukan sebagai acuan untuk penelitian yang akan dilakukan. Menurut (Wiryosumarno dan Okumara 2000), penggunaan las TIG mempunyai dua keuntungan yaitu pertama kecepatan pengumpanan logam pengisi dapat diatur terlepas dari besarnya arus listrik sehingga penetrasi ke dalam logam pengisi dapat diatur semauanya. Keuntungan yang kedua adalah kualitas yang lebih baik dari daerah las. Oleh karena itu, maka TIG biasa 18 digunakan untuk mengelas baja-baja kualitas tinggi seperti baja tahan karat, baja tahan panas dan untuk mengelas loga-logam bukan baja. (Widharto 2001) Faktor yang mempengaruhi las adalah prosedur pengelasan, yaitu suatu perencanaan untuk pelaksanaan penelitian yang meliputi cara pembuatan konstruksi las yang sesuai rencana dan spesifikasi dengan menentukan semua hal yang diperlukan dalam pelaksanaan tersebut. Faktor produksi pengelasan adalah jadwal pembuatan, proses pembuatan, alat dan bahan yang diperlukan, urutan pelaksanaan persiapan pengelasan (meliputi: pemilihan mesin las, penunjukan juru las, spesifikasi elektroda, penggunaan jenis kampuh) (Arifin 2007) Penyetelan kuat arus pengelasan akan mempengaruhi hasil las. Bila arus yang digunakan terlalu rendah akan menyebabkan sukarnya penyalaan busur listrik. Busur listrik yang terjadi menjadi tidak stabil. Panas yang terjadi tidak cukup untuk melelehkan elektroda dan bahan dasar sehingga hasilnya merupakan rigi-rigi las yang kecil dan tidak rata serta penembusan yang kurang dalam. Sebaliknya apabila arus

terlalu tinggi maka elektroda akan mencair terlalu cepat dan menghasilkan permukaan las yang lebih lebar dan penembusan yang dalam sehingga menghasilkan kekuatan tarik yang rendah dan menambah kerapuhan dari hasil pengelasan. Penelitian yang akan dilakukan hanya berfokus pada pengelasan TIG dengan menggunakan variasi arus sebesar 10 A, 20 A, 30 A,

TINJAUAN PUSTAKA

Las TIG adalah proses pengelasan dengan menggunakan lapisan pelindung gas mulia berupa argon ataupun helium. Pengelasan ini membutuhkan kawat tambahan yang digunakan sebagai bahan pengisi untuk membentuk jalur las dan juga tidak menimbulkan terak atau kotoran maupun spatter, sehingga tidak perlu proses pembersihan berat. Pengelasan ini sangat efisien apabila digunakan pada material baja tahan karat dengan filler yang sesuai.

Stainless steel adalah baja paduan dengan kinerja ketahanan korosi (karat), sehingga banyak digunakan dalam industri kimia, makanan dan minuman, industri terkait air laut dan semua industri yang membutuhkan ketahanan korosi (Raharjo, 2015) baja tahan karat ini diperoleh dengan menambahkan elemen kromium (Cr) ke baja, dengan kandungan minimum 12%. Unsur kromium ini bereaksi dengan oksigen di udara (atmosfer) membentuk lapisan kromium oksida yang sangat tipis. Lapisan ini tahan air dan kuat, sehingga dapat berfungsi sebagai lapisan pelindung permukaan logam di bawahnya, yang akan mencegah korosi (karat) lebih lanjut. Dapat dikatakan lapisan ini bersifat permanen, karena jika lapisan tersebut rusak misalnya karena tergores maka akan segera terbentuk lapisan CrOxide yang baru. Bahan ini dikenal karena sifat austenitiknya (non-magnetik dan tidak dapat dikeraskan dengan pemanasan). Namun, ketika suhu didinginkan perlahan dari 680° C menjadi 480 ° C, kromium karbida akan terbentuk dan mengendap di antara butiran. Pengendapan ini terjadi pada suhu sekitar 650 °C dan menyebabkan ketahanan korosi dan sifat mekaniknya menurun. (AWS D1.1 2015)

Stainless steel 304 adalah tipe stainless steel yang paling sering digunakan terutama dalam industri makanan karena merupakan jenis stainless steel food grade. Sering dikenal sebagai 18-8 stainless karena memiliki kandungan 18 persen Chromium dan 8 persen nickel, stainless steel 304 mudah untuk dibentuk, di las dan memiliki ketahanan korosi yang sangat tinggi bahkan pada suhu yang sangat rendah.

Proses pengelasan merupakan kegiatan penyambungan logam melalui fase cair logam sebelum akhirnya membeku dan terjadi suatu sambungan. Proses panas terjadi pada 3 daerah, yaitu daerah las, daerah pengaruh panas tersebut, maka akan terjadi perbedaan struktur mikro pada ketiga daerah lasan tersebut. Baja tahan karat memiliki sifat berbeda dengan baja karbon maupun baja paduan rendah, hal ini tentu mempengaruhi sifat lasnya. Pengelasan dengan elektroda terbungkus (SMAW), las GMAW dan las GTAW adalah cara yang sering digunakan dalam pengelasan baja tahan karat dibanding metode pengelasan yang lain. Baja tahan karat jenis austenite mempunyai sifat feritik. Namun pada pendinginan lambat dari temperature 680°C ke 480°C akan terbentuk karbida krom yang mengendap diantara butir. Endapan ini terjadi

pada temperatur sekitar 650°C dan menyebabkan penurunan sifat tahan karat dan sifat mekaniknya.

Daerah logam las adalah bagian dari logam yang pada waktu pengelasan mencair dan kemudian membeku. Komposisi logam las terdiri dari komponen logam induk dan bahan tambah dari elektroda. Karena logam las dalam proses pengelasan ini mencair kemudian membeku, maka kemungkinan besar terjadi pemisahan komponen yang menyebabkan terjadinya struktur yang tidak homogen, ketidakhomogennya struktur akan menimbulkan struktur ferit kasar dan bainit atas yang menurunkan ketangguhan logam las. Pada daerah ini struktur mikro yang terjadi adalah struktur cor. Struktur mikro di logam las dicirikan dengan adanya struktur berbutir panjang (columnar grains). Struktur ini berawal dari logam induk dan tumbuh ke arah tengah daerah logam las (Sonawan and Suratman 2004) Penambahan unsur paduan pada logam las menyebabkan struktur mikro cenderung berbentuk bainit dengan sedikit ferit batas butir, kedua macam struktur mikro tersebut juga dapat terbentuk, jika ukuran butir austenitnya besar, waktu pendinginan yang lama akan meningkatkan ukuran batas butir ferit, selain itu waktu pendinginan yang lama akan menyebabkan terbentuk ferit widmanstatten. Struktur mikro logam las biasanya kombinasi dari struktur mikro dibawah ini:

1. Batas butir ferit, terbentuk pertama kali pada transformasi austenit-ferit biasanya terbentuk sepanjang batas austenit pada suhu 1000-650°C
2. Ferit widmanstatten atau ferrite with aligned second phase, struktur mikro ini terbentuk pada suhu 750-650°C di sepanjang batas butir austenit, ukurannya besar dan pertumbuhannya cepat sehingga memenuhi permukaan butirnya.
3. Ferit acicular, berbentuk intragranular dengan ukuran kecil dan mempunyai orientasi arah yang acak. Biasanya ferit acicular ini terbentuk sekitar suhu 650°C dan mempunyai ketangguhan paling tinggi dibandingkan ferit, tetapi lebih rendah dibanding martensit.
4. Martensit akan terbentuk, jika proses pengelasan dengan pendinginan sangat cepat, struktur ini mempunyai sifat sangat keras dan getas sehingga ketangguhannya rendah

Kualitas hasil pengelasan dipengaruhi oleh energi panas yang berarti dipengaruhi tiga parameter yaitu arus las, tegangan las dan kecepatan pengelasan. Hubungan antara ketiga parameter itu menghasilkan energi pengelasan yang sering di sebut heat input. Jika kita menginginkan masukan panas yang tinggi maka parameter yang dapat diukur yaitu arus las dapat diperbesar atau kecepatan las diperlambat. Besar kecilnya arus las dapat diukur langsung dari mesin las. Tegangan las umumnya tidak dapat diatur secara langsung pada mesin las, tetapi pengaruhnya terhadap masukan panas tetap ada.

Uji tarik dilaksanakan untuk menentukan kekuatan tarik, titik mulur (kekuatan lentur) las, pemanjangan dan pengurangan material las. Spesimen bentuk material tertentu dan ukuran tertentu dapat digunakan sebagai material tes. Spesimen tersebut ujung-ujungnya dipegang dengan jepitan alat penguji, dan ditarik dengan menggunakan beban tarik. Berat beban itu ditingkatkan sedikit demi sedikit sampai spesimen itu patah. Pengujian secara otomatis

menghasilkan diagram pemanjangan beban, yang menunjukkan hubungan antara beban tarik dengan pemanjangan spesimen.

Uji lengkung (bending test) merupakan salah satu bentuk pengujian untuk menentukan mutu suatu material secara visual. Pada pengujian lentur dilakukan dengan pemberian beban pada material sehingga secara bersamaan mulai terbentuk tegangan tarik, tekan, dan geser. Beban tersebut akan maksimum pada permukaan spesimen, serta bernilai nol pada neutral axis-nya. Secara umum pengujian dilakukan dengan menggunakan dua tipe pembebanan, yakni 3 point bending dan 4 point bending, berikut ini merupakan skema pengujian keduanya beserta diagram gaya geser serta momen lentur nya. Saat material diberi beban pada daerah elastis, maka akan timbul tegangan pada penampang melintang akibat dari momen lentur. (Syahrani and Chairulnass 2013)

METODOLOGI

Metode penelitian adalah suatu cara yang digunakan dalam penelitian, sehingga pelaksanaan dan hasil penelitian bisa untuk dipertanggungjawabkan secara ilmiah. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen, yaitu suatu cara untuk mencari hubungan sebab akibat antara dua faktor yang berpengaruh

Dimensi Benda Uji

Spesifikasi benda uji yang digunakan dalam eksperimen ini adalah sebagai berikut:

1. Bahan yang digunakan adalah stainless steel 304
2. Ketebalan plat 2 mm
3. Elektroda yang digunakan adalah jenis ER 308 L
4. Posisi pengelasan menggunakan posisi bawah tangan
5. Arus pengelasan yang digunakan adalah 10 A, 20 A, 30 A.
6. Menggunakan bevel angle dengan sudut 45°
7. Gap antar spesimen yaitu 1 mm

Populasi dan Sampel

Populasi adalah keseluruhan subyek penelitian (Suharsimi, 2002). Populasi dalam penelitian ini adalah semua hasil pengelasan material stainless steel dengan proses las TIG. Sampel adalah sebagian data atau wakil dari populasi yang akan diteliti (Suharsimi, 2002). Sampel dalam penelitian ini adalah hasil pengelasan material stainless steel dengan proses las TIG. Jumlah sampel dalam penelitian ini adalah masing-masing kelompok arus pengelasan adalah 3 buah.

Pelaksanaan Penelitian

Persiapan penelitian

1. Persiapan spesimen

Material yang diperlukan dalam penelitian ini adalah stainless steel dengan tebal 2 mm dan panjang 40 cm dan lebar 40 cm.

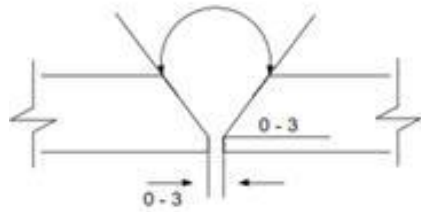
2. Persiapan Alat-alat

- Satu unit mesin las polaritas DCEP MMA 160
- Satu unit mesin gerinda tangan
- Filler metal

- Tabung gas argon
- Stang las argon
- Jangka sorong
- Perlengkapan safety

Pembuatan Kampuh V Terbuka

Pembuatan kampuh dilakukan dengan mesin gerinda. Bahan yang telah dipersiapkan dipotong dengan mesin gerinda duduk, dengan ukuran 15 cm sebanyak 9 buah, setelah dipotong kemudian permukaan digambar dengan spidol, tepi permukaan diukur sedalam 0,5 mm dan diukur sudut 35°. Setelah bahan digambar bahan dicekam dan dilakukan pengerindaan dengan sudut 35°



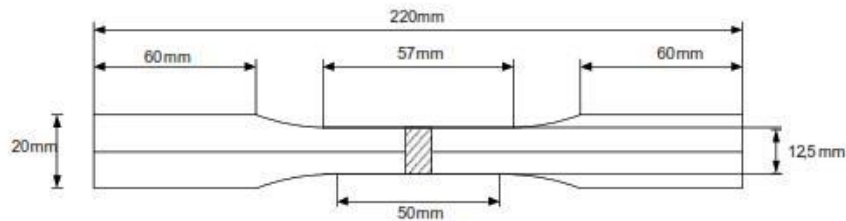
Gambar 1. Dimensi Ukuran Kampuh V Tunggal

Proses Pengelasan Benda

langkah-langkah yang dilakukan dalam proses pengelasan adalah:

1. Mempersiapkan mesin las TIG DC sesuai dengan pemasangan polaritas terbalik.
 2. Atur besar aliran gas sampai dengan 25 atm/menit
 3. Atur arus dengan besaran 10 A, 20A, 30A
 4. Memastikan lagi tombol dan dial disetel pada posisi yang optimal
 5. Bersihkan benda kerja dengan mesin gerinda sampai terbebas dari minyak, air, maupun karat dan dilakukan pemolesan dengan gerinda poles
 6. Penyalaan busur
 - Setel torch tegak 90° terhadap permukaan benda kerja
 - Miringkan torch sekitar 10°-20° terhadap arah pengelasan
 - Jaga jarak busur sekitar 3-5 mm.
 - Lelehkan ujung awal pengelasan
 - Membuat lebar manik lasan sekitar 8-10 mm
1. Mengacu standar ASME QW 462.1 untuk pengujian kualitas kekuatan tarik bahan.
- Setelah proses pengelasan selesai maka dilanjutkan pembuatan spesimen sesuai ASME QW 462.1, yang nantinya akan di uji tarik, langkah langkahnya sebagai berikut:
- a. meratakan alur hasil lasan dengan mesin frais
 - b. bahan dipotong dengan ukuran panjang 200 mm dan lebar 22mm
 - c. membuat gambar pada kertas yang agak tebal atau mal mengacu ukuran standar ASME QW 462.1.
 - d. Gambar atau mal ditempel pada bahan selanjutnya dilakukan proses frais sesuai dengan bentuk gambar menggunakan pisau frais diameter 60 mm

- e. Bahan yang sudah terbentuk tersebut dirapikan permukaannya dengan kikir yang halus selanjutnya benda dipoles hingga halus



Gambar 2. Spesimen Uji Tarik Butt Joint Pengujian Tarik

Foto struktur mikro

Sebelum melakukan pengujian struktur mikro benda uji perlu dipoles dahulu. Pemolesan dengan menggunakan ampelas grade 80 sampai 1500. Setelah spesimen diampelas dengan ukuran 1500 sampai halus kemudian diberi autosol agar spesimen lebih halus lagi.

Spesimen yang telah diproses dilanjutkan dengan:

1. memotong material plat sepanjang 50 mm dengan lebar 30 mm
2. mencampur resin dan katalis dengan perbandingan 10:1 dengan gelas ukur
3. masukkan spesimen kedalam cetakan disusul dengan menuangkan cairan yang sudah tertakar lalu diamkan selama 2-3 jam
4. selanjutnya poles dengan menggunakan ampelas grade 80 sampai 1500. Setelah spesimen diampelas dengan ukuran 1500 sampai halus kemudian diberi autosol agar spesimen lebih halus lagi. Spesimen dibersihkan menggunakan kain, karena spesimen lebih besar dari tempat etsa maka pengetsaan menggunakan kapas yang dibasahi cairan etsa kemudian dioleskan pada permukaan yang dikehendaki Setelah selesai dioles dengan cairan etsa kemudia dibilas dengan alkohol.
5. Letakkan spesimen pada landasan mikroskop optik, aktifkan mesin, dekatkan lensa pembesar untuk melihat permukaan spesimen. Pengambilan foto struktur mikro dengan perbesaran 200x dan 500x. Lihatlah struktur mikro apabila kurang jelas atau kabur, fokuskan lensa agar terlihat dengan jelas.
6. Sebelum gambar diambil, film dipasang pada kamera yang telah disetel sedemikian rupa dengan menggunakan lensa asa 200. Usahakan pada saat pengambilan foto tidak ada hal apapun yang membuat mikroskop optik bergerak, karena apabila mikroskop optik bergerak akan mempengaruhi hasilnya.

Uji bending/tekuk

Pengujian bending dilakukan pada stainless steel 304 pada proses sesudah pengelasan. Hasil yang diperoleh dalam pengujian bending adalah mampu deformasi untuk ukuran specimen pada pengujian ini mendapatkan beban maksimal terdapat pada sudut lengkung $\pm 180^\circ$. (American Society For Testing and Materials", n.d.)

Langkah uji bending:

1. Siapkan spesimen stainless steel yang sudah di potong dengan mengacu kepada standar ASME Section IX QW-462.2
2. Poles spesimen dengan gerinda poles sampai rata
3. Letakkan spesimen pada dudukan plat berbentuk U
4. Tentukan beban yang akan dipakai sesuai (ASME Section IX QW-462.2)
5. Nyalakan mesin dan arahkan penekan pada face bend material
6. Ukur sisi kanan dan kiri cekam sesuai yang telah ditentukan
7. Catat indikator dan setting jarum pada angka nol, dan gunakan spesifikasi beban sesuai yang telah di tentukan
8. Tunggu hingga 3-5 menit untuk proses penekanan
9. Lepaskan penekan dari spesimen
10. Periksa apakah terjadi cacat las atau tidak
11. Ukur sudut lekukan dan pertambahan panjang pada spesimen

Analisa Data

Setelah data diperoleh selanjutnya adalah menganalisa data dengan cara mengolah data yang sudah terkumpul. Data hasil pengujian dimasukan kedalam persamaan-persamaan yang ada sehingga diperoleh data yang bersifat kuantitatif, yaitu data yang berupa angka-angka. Teknik analisa data berupa perbandingan rata-rata antara data-data yang mengalami variasi arus pengelasan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Uji Tarik

Pengujian tarik dilakukan untuk mengetahui sifat mekanis dari material stainless steel 304 sebagai material uji pada penelitian ini. Hasil uji tarik umumnya adalah parameter kekuatan (kekuatan tarik dan kekuatan luluh), parameter keliatan dan keuletan yang ditunjukkan dengan adanya pertambahan panjang dan reduksi penampang.

Untuk dinyatakan lulus uji tarik, kuat tarik spesimen harus tidak kurang dari:

1. Kuat tarik minimum yang ditetapkan dari logam dasar
2. Kuat tarik harus tidak boleh kurang dari spesifikasi kuat tarik minimum
3. dari logam dasar yang digunakan.
4. Jika spesimen patah dibawah spesifikasi kuat minimal dari base material maka las-lasan harus di sisihkan dan membuat weld test baru.

Pengujian dilakukan di balai besar barang dan bahan teknik bandung dengan mesin servopullser pada kala beban dan suhu kamar. Spesimen pengujian terdiri dari 9 spesimen dengan masing masing 3 buah spesimen untuk perbedaan variasi arus dengan proses pengelasan TIG dengan filler ER 308 L .

Pada saat pengujian setelah dilakukan pembebanan maka akan terbentuk grafik deformasi elastis menuju plastis hingga akhirnya terjadi necking dan sebelum akhirnya patah kemudian akan didapatkan hasil patahan di sisi weld metal dan material.



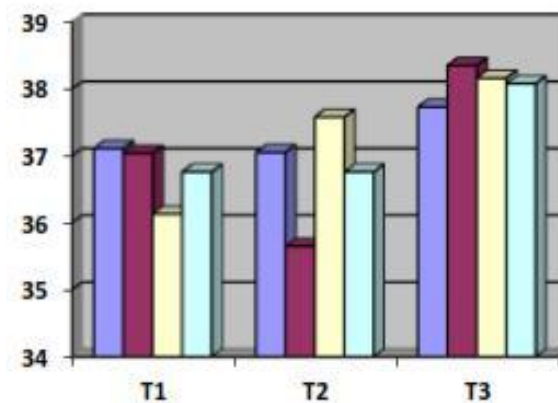
Gambar 3. Spesimen Setelah Uji Tarik



Gambar 4. Spesimen Setelah Uji Tarik

Tabel 1. Luas Penampang Terhadap Arus

Parameter	Kode Spesimen		
	T1 10 A	T2 20 A	T3 30 A
Luas Penampang (mm ²)	37,11	37,05	37,73
	37,04	35,65	38,35
	36,13	37,58	38,16
Rata-rata	36,76	36,76	38,08

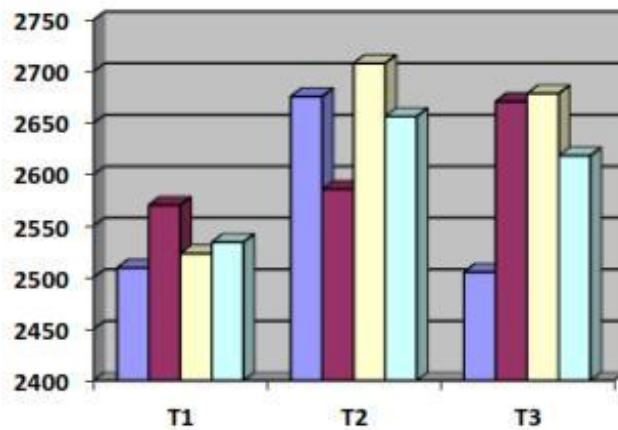


Gambar 5. Grafik Hubungan Luas Penampang Dengan Arus

Nilai rata rata luas penampang pada variasi arus 10, 20, 30 setelah dilakukan pengujian tarik adalah 36,76. 36,76. 38,08. Kelompok variasi arus dengan arus sebesar 30 A memiliki nilai terbesar yaitu 38,08 jika dibandingkan dengan kelompok arus 10 A dan 20 A

Tabel 2. Beban Maksimum Dengan Arus

Parameter	Kode Spesimen		
	T1 10 A	T2 20 A	T3 30 A
Beban Maksimum (kgf)	2509,25	2675,61	2505,17
	2570,17	2585,65	2670,84
	2523,18	2707,83	2678,56
Rata-rata	2534,2	2656,36	2618,19

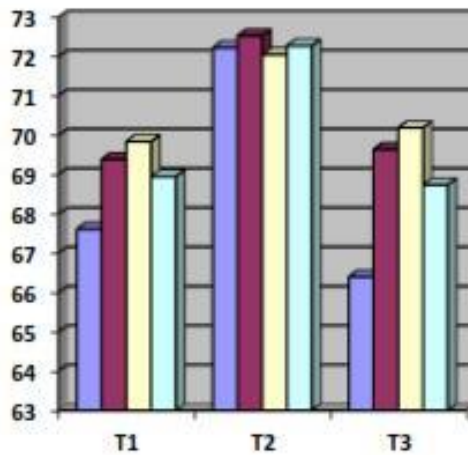


Gambar 6. Grafik Hubungan Beban Maksimum Dengan Arus

Setelah di masukan ke dalam bentuk diagram dapat diketahui bahwa nilai rata-rata kelompok variasi arus sebear 20 A dengan kode spesimen T2 memiliki ketahanan terhadap beban maksimum yang lebih tinggi yaitu sebesar 2656,36 Kgf

Tabel 3. Hasil Uji Tarik Dengan Arus

Parameter	Kode Spesimen		
	T1 10 A	T2 20 A	T3 30 A
Kuat Tarik (kgf/mm ²) MPa	67,61 (663,02)	72,22 (708,25)	66,40 (651,13)
	69,39 (680,45)	72,53 (711,31)	69,64 (682,94)
	69,84 (684,87)	72,05 (706,53)	70,19 (688,33)
Rata-rata	68,95(405,67)	72,27(425,22)	68,74(404,48)



Gambar 7. Grafik Hubungan Kuat Tarik Dengan Arus

Setelah di masukan ke dalam bentuk diagram dapat diketahui bahwa nilai rata-rata kelompok variasi arus sebesar 20 A dengan kode spesimen T2 memiliki nilai kekuatan tarik paling besar diantara spesimen yang lain yaitu sebesar 72,27(425,22)Kgf/mm² (Mpa).

Uji Bending

Analisa yang dilakukan setelah pengujian bending pada material specimen plat stainless steel 304 berdasarkan arus 10 A, 20 A, 30 A. Hasil pengujian bending akan diuji dengan metode kuantitatif , yaitu dengan mengacu pada ASME section IX dimana uji bending acceptable apabila tidak ada retak atau discontinuitas lain yang ukurannya melebihi 3 mm atau setengah dari tebal nominal mana yang lebih kecil pada daerah las dan HAZ. Retakan yang berasal dari radius terluar pada tepi spesimen yang memiliki ukuran kurang dari 6 mm diabaikan kecuali disebabkan oleh adanya imperfection.

Setelah proses pengelasan kemudian dilakukan pengamatan secara visua dengan mengacu pada standar BS EN ISO 1763:2011. Kemudian apabila tidak ditemukan cacat secara visual maka langkah selanjutnya adalah proses pemolesan.



Gambar 8. Spesimen Uji Bending Setelah Pemolesan



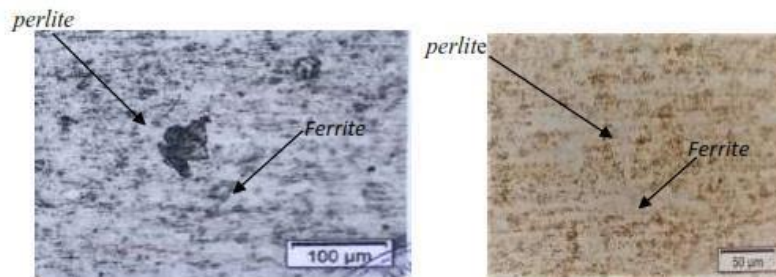
Gambar 9. Spesimen Setelah Pengujian

Hasil pengujian bending mengacu pada standar ASME SECTION IX:2019 menunjukkan bahwa pada spesimen dengan arus 10 A dan 20 A setelah di uji bending tidak terdapat adanya discontinuitas. Dan dapat di kategorikan acceptable. Sedangkan arus 30 A, terdapat adanya discontinuitas sebesar 7,80 mm pada nilai ampere dengan variasi arus terbesar yaitu 30 A. Hal ini menunjukkan bahwa semakin besar arus yang digunakan maka akan semakin meningkat pula heat input yang mengakibatkan adanya retak pada saat di uji lengkung. Sifat mekanik pada pengelasan TIG sangat ditentukan oleh besaran ampere yang digunakan maka dari itu pada kisaran arus 10 A dan 20 A proses heat input yang di butuhkan masih bisa di rekomendasikan karena tidak menimbulkan cacat las maupun crack pada spesimen setelah di lakukan pengujian.

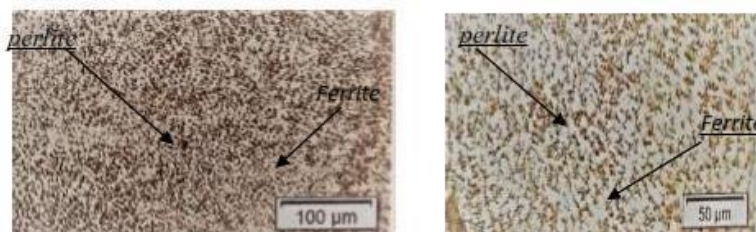
Data Hasil Pengamatan Uji Struktur Mikro

Pengamatan struktur mikro dengan standar acuan E 407-07 dilakukan pada 3 spesimen dari variasi arus 10 A, 20 A dan 30 A. Pengamatan struktur mikro dilakukan pada tempat-tempat yang berbeda yang tiap spesimen terdiri dari pengamatan pada struktur mikro daerah terpengaruh las (HAZ), daerah las (*Weld metal*) dan base material. Data pengamatan struktur mikro hasil pengelasan yang disajikan di bawah ini adalah hasil pemotretan dengan masing masing pembesaran 100 micron dan 50 micron, dengan finishing menggunakan cairan etsa berikut adalah hasil uji struktur mikro

Foto struktur mikro variasi arus 10 A dengan masing-masing perbesaran



Gambar 10. Struktur Mikro Dengan Perbesaran 100X Dan 200X Pada Daerah Terpengaruh Panas(HAZ)



Gambar 11. Struktur Mikro Pada Daerah Las (*Weld Metal*) Dengan Perbesaran 100X Dan 200X

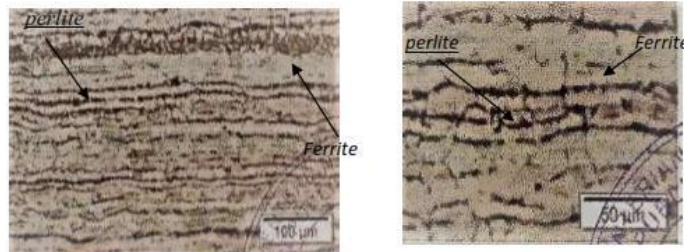
Hasil pengamatan struktur mikro pada variasi arus sebesar 10 A di atas di dominasi oleh butir-butir ferit yang berwarna putih (terang). Sedangkan fasa

perlit lebih sedikit (berwarna gelap). Butir ferit cenderung lebih halus sedangkan butir perlit cenderung kasar hal ini disebabkan karena butir perlit mengandung unsur karbon(C) di dalamnya.

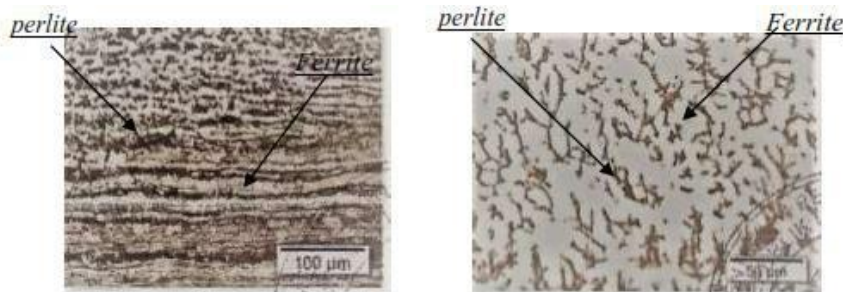
Foto struktur mikro variasi arus 20A dengan masing-masing perbesaran



Gambar 12. Perbesaran Makro Pada Material Las



Gambar 13. Struktur Mikro Pada Daerah Terpengaruh Panas(HAZ) Dengan Perbesaran 100X Dan 200 X



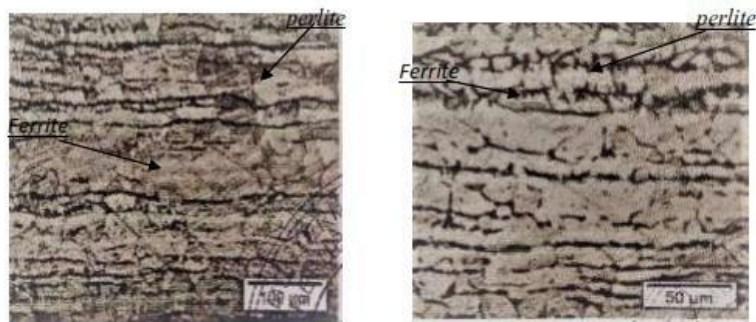
Gambar 14. Struktur Mikro Pada Daerah Las (Weld Metal) Dengan perbesaran 100X Dan 200 X

Hasil pengamatan struktur mikro pada variasi arus sebesar 20 A di atas di dominasi oleh butir-butir ferit yang berwarna putih (terang). Sedangkan fasa perlit lebih sedikit (berwarna gelap). Daerah HAZ dan weld metal pada variasi pengelasan ini adalah jenis dendritik.

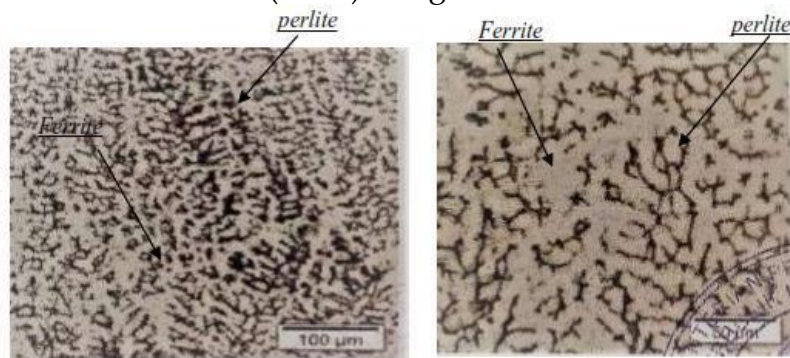
Foto struktur mikro variasi arus 30A dengan masing-masing perbesaran



Gambar 15. Perbesaran Makro Pada Material Las



Gambar 16. Struktur Mikro Pada Daerah Terpengaruh Panas(HAZ) Dengan Perbesaran 100X dan 200X



Gambar 17. Struktur Mikro Pada Daerah Las(Weld Metal) Dengan Perbesaran 100X Dan 200X

Dari hasil pengamatan yang disajikan dengan pembesaran 100X dan 200X pada setiap variasi arus tidak mengindikasikan adanya cacat las berupa retakan maupun gas porosity, dihasilkan fasa matriks austenit dan karbida seperti pada gambar yang di sajikan, fasa austenit dihasilkan pada temperature kamar disebabkan unsur MN (Mangan) yang tinggi, unsur MN (Mangan) bertindak sebagai austenit former, sedangkan karbida terbentuk akibat pendinginan yang

tidak seragam, sehingga mengalami pendinginan lambat, pengaruh unsur karbon (C) terhadap struktur mikro adalah semakin meningkatnya kandungan karbon daerah HAZ, sedangkan pada weld metal dengan komposisi karbon karbida tumbuh kembali dan membesar. Alasan berkurangnya karbida pada kandungan karbon dari daerah HAZ pada secara lebih mendalam tidak dijelaskan pada penelitian ini, menurunnya kehadiran karbida dengan meningkatnya kandungan karbon perlu di lanjutkan penelitian selanjutnya

dengan lebih spesifik ke kandungan yang terkandung dalam unsur- unsur mikro material.

KESIMPULAN DAN REKOMENDASI

Dari penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa:

1. Hasil pengelasan secara visual tidak terindikasi cacat pada area permukaan lasan
2. Pemilihan filler/kawat lasan ER.308 sudah tepat karena sesuai dengan komposisi material sehingga struktur mikro nya bisa menyatu dengan baik antara filler dengan material
3. Di dalam pengujian tarik, terjadi proses necking pada setiap variasi arus, dimana terjadinya pengecilan pada spesimen sebelum akhirnya putus pada daerah material sambungan las
4. Untuk hasil nilai regangan tarik, tegangan tarik, maupun tegangan maksimum ada pengelasan dengan arus 20 A memiliki nilai yang paling tinggi diantara variasi arus yang lain, jadi dapat disimpulkan bahwa penentuan besaran arus harus sesuai dengan tebal spesimen, maka penetrasi dan fusioning antara spesimen dan kawat las akan semakin baik dengan weld travel yang di sesuaikan pula
5. Pada proses pengujian bending terdapat crack pada variasi arus 30A. Hal ini diakibatkan karena pada proses stop weld terdapat burn through yang sangat lebar dikarenakan heat input pada arus tersebut terlalu besar.

PENELITIAN LANJUTAN

1. Jika dilakukan penelitian lanjutan setelah selesai melakukan proses pengelasan alangkah baiknya menerapkan proses post weld heat treatment untuk meminimalisir terjadinya crack, deflection, dan mengurangi tegangan sisa yang terjadi
2. Jika mengelas plat tipis dibawah 3 mm sebaiknya menggunakan arus yang kecil dan tekanan gas yang rendah sehingga tidak menyebabkan benda kerja terlalu meleleh. Terkait penembusan atau penetrasi bias menerapkan penggunaan kampuh dan gap yang sudah di sesuaikan dengan ukuran kawat sehingga dapat menghasilkan penetrasi yang optimal
3. Untuk pengelasan plat tebal >12 mm tidak disarankan untuk menggunakan metode pengelasan gtaw karena penetrasi sangat bergantung pada tekanan gas sehingga akan banyak terjadi kegagalan hasil pada jangka panjang

DAFTAR PUSTAKA

- 1104, API. 2015. "Structural Welding Code-Steel." American Petroleum Institute 1220 (20).
American Society For Testing and Materials". n.d. "E8 M Standart Test Methods For Tension Testing of Metallic Materials." ASTM Standart 03. (ASTM Society): 01.

- Aminudidin. 2017. "Analisa Pengaruh Variasi Tegangan Terhadap Kualitas Sambungan Hasil Pengelasan GTAW Pada Material SA 266 GR2N with Clad Incoel 625(Tube Sheet) Dengan SA 213 TP 304 (Tube)." Tugas Akhir.
- Arifin, Saiful. 2007. "Las Listrik Dan Otogen." Ghalia Indonesia.
- AWS D1.1. 2015. "Structural Welding Code-Steel." American Welding Society 23 (Miami).
- E23, ASTM. 2007. "Materials, Standard Methods or Nothched Bar Impact Testing of Metallic."
- Ginting, Alfujri dan. 2007. "Pengaruh Variasi Sudut V Kampuh Tunggal Dan Kuat Arus Pada Sambungan Logam Aluminium-Mg-5083 Terhadap Kekuatan Tarik Hasil Pengelasan TIG." SAINTEK 5 (3): 1-3.
- Ilham, Riswadi dan. 2012. "Studi Komparasi Sambungan Lasa Dissimilar AA5083- AA6061-T6 Antara TIG Dan FSW." ISBN 978-979-3541-25-9,75-79.
- Nasrul, Yogi, and Dkk. 2016. "Pengaruh Variasi Arus Las SMAW Terhadap Kekerasan Dan Kekuatan Tarik Sambungan Dissimilar SS304 Dan ST37." Jurnal Teknik Mesin. 24 (1).
- Sonawan, and Suratman. 2004. "Pengantar Untk Memahami Pengelasan Logam." Alfa Beta 6 (2): 107-17.
- Surdia, and Tata. 2015. "Pengetahuan Bahan Teknik." Pt. Pradnya Paramitaa 2.
- Syahrani, Ahmad, and Chairulnass. 2013. "Variasi Arus Terhadap Kekuatan Tarik Dan Bending Pada Hasil Pengelasan." Mekanikal 4 (2): 393-402.
- Widharto, Sri. 2001. "Petunjuk Kerja Las." Pradnya Paramita.
- Wiryosumarno dan Okumara. 2000. "Teknologi Pengelasan Logam" 17.