

ANALISIS PENGARUH *FILLER METAL* DAN KUAT ARUS PADA PENGELASAN GTAW DENGAN MATERIAL 316L TERHADAP NILAI KEKERASAN, KUAT TARIK, KOMPOSISI KIMIA DAN *METALLOGRAPHY*

Ananta Rizki Dwi Kurniawan¹

Program Studi Teknik Pengelasan, Jurusan Teknik Bangunan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya,
Surabaya 60111^{1*}

Email: anantarizki17@gmail.com¹

Abstrak

Pada perusahaan tempat saya melaksanakan On The Job Training (OJT) penulis melihat ada seorang welder yang menggunakan filler metal yang jarang digunakan pada proses fabrikasi, yaitu filler metal TGX. Hal ini terjadi karena adanya keterlambatan filler metal yang biasa digunakan untuk proses pengelasan GTAW. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh *filler metal* dan kuat arus pada material plat *stainless steel*. Hasil pengujian *hardness* menghasilkan nilai tertinggi pada spesimen ER309L 130A pada bagian *base metal* memiliki nilai rata – rata 188,67 HV, pada bagian *fusion line* 253,83 HV, dan pada bagian *weld metal* 245,13 HV.. Hasil pengujian mikro menunjukkan adanya 2 fasa yang terjadi yakni butiran *austenite* yang berwarna putih dan butiran *ferrite* yang berwarna hitam. Dari semua hasil pengujian yang dilakukan, memenuhi syarat keberterimaan yang diijinkan oleh prosedur dan *standard* yang digunakan.

Kata Kunci : *Filler Metal TGX*, Kuat Tarik, GTAW, *Metallography*, Nilai Kekerasan

Abstrak

Pada perusahaan tempat saya melaksanakan On The Job Training (OJT) penulis melihat ada seorang welder yang menggunakan filler metal yang jarang digunakan pada proses fabrikasi, yaitu filler metal TGX. Hal ini terjadi karena adanya keterlambatan filler metal yang biasa digunakan untuk proses pengelasan GTAW. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh *filler metal* dan kuat arus pada material plat *stainless steel*. Hasil pengujian *hardness* menghasilkan nilai tertinggi pada daerah *fusion line* terutama pada spesimen yang memiliki kuat arus yang lebih tinggi yaitu dengan kuat arus 130A dikarenakan ukuran butir yang terbentuk semakin kecil. Hasil pengujian mikro menunjukkan adanya 2 fasa yang terjadi yakni butiran *austenite* yang berwarna putih dan butiran *ferrite* yang berwarna hitam. Dari semua hasil pengujian yang dilakukan, memenuhi syarat keberterimaan yang diijinkan oleh prosedur dan *standard* yang digunakan.

Kata Kunci : *Filler Metal TGX*, Kuat Tarik, GTAW, *Metallography*, Nilai Kekerasan

1. PENDAHULUAN

Pada perusahaan tempat saya melaksanakan *On The Job Training* (OJT) penulis melihat ada seorang welder yang menggunakan filler metal yang jarang digunakan pada proses fabrikasi, yaitu *filler metal* TGX. Hal ini terjadi karena adanya keterlambatan *filler metal* yang biasa digunakan untuk proses pengelasan GTAW.

Salah satu material yang biasa di gunakan adalah *Stainless Steel 316L*. Material ini berbentuk lembaran lembaran yang dimana memerlukan sambungan untuk menyambung lembaran lembaran tersebut menjadi sebuah produk dengan proses pengelasan salah satunya GTAW.

GTAW (*Gas Tungsten Arc Welding*) adalah proses pengelasan yang banyak dilakukan pada

material *Stainless Steel*, salah satunya adalah *stainless steel 316L* dengan *filler metal* yang digunakan ER309L. Biasanya pada bagian *root pass filler* ER309L bisa diganti menggunakan *filler metal* TGX karena *filler metal* TGX tidak memerlukan adanya *backing gas* [1].

Hardness Test atau Uji Kekerasan adalah pengujian untuk melihat nilai kekerasan dari suatu material pada daerah HAZ, *Base Metal*, dan *Weld Metal* dengan metode pengukuran dilakukan pada titik atau daerah tertentu [2].

Pada penelitian ini terdapat suatu permasalahan yang harus diselesaikan, yakni mengetahui beberapa nilai pengujian berupa uji kekerasan, uji Tarik, *metallography* dan komposisi kimia pada material *stainless steel 316L* dengan pegelasan GTAW dan elektroda yang digunakan *full TGX* 110A dan 130A, dan *full ER309L* 110A dan 130A.

2. METODOLOGI .

Pada penelitian ini ada beberapa tahapan yang harus dilakukan meliputi studi literatur dan studi lapangan, pengumpulan data persiapan spesimen, proses pengelasan dengan kuat arus 110A dan 130A, pembuatan spesimen uji, uji kuat tarik, uji kekerasan, komposisi kimia dan *metallography*, analisis data, serta pembahasan dan kesimpulan.

2.1 Stainless Steel

Stainless Steel adalah baja tahan karat yang sering digunakan pada industri manufaktur, industri kimia, dan industri lain yang membutuhkan ketahanan korosi yang baik. *Stainless Steel* juga tergolong baja tahan karat karena mengandung kromium yang tinggi hal inilah yang mengakibatkan *Stainless Steel* lebih tahan terhadap korosi daripada baja karbon biasa [3]. Komposisi kimia pada *stainless steel* type 316L dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Komposisi kimia *Stainless Steel* 316L

C	Cr	Ni	P	Si	Mn	Mo
0,03	18	14	0,045	0,75	2,0	3,0

2.2 Proses pengelasan

Dalam penelitian ini proses pengelasan yang digunakan adalah *Gas Tungsten Arc Welding* (GTAW) dengan sambungan *butt joint* posisi pengelasan 1G. Proses pengelasan ER309L membutuhkan *backing gas* sedangkan TGX tidak menggunakan *backing gas*. Proses pengelasan masing – masing *filler* menggunakan kuat arus 110A dan 130A. Parameter pengelasan yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 2 dan 3.

Tabel 2. Parameter pengelasan TGX

Filler Metal	Ampere (A)	Vol (V)	Diameter (mm)	Polarity
TGX	110	12-14	2,4	DCEN
TGX	130	12-14	2,4	DCEN

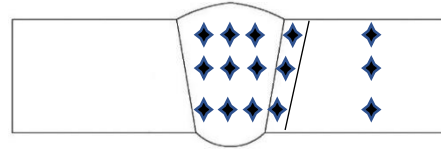
Tabel 3. Parameter pengelasan ER309L

Filler Metal	Ampere (A)	Vol (V)	Diameter (mm)	Polarity
ER309L	110	12-14	2,4	DCEN
ER309L	130	12-14	2,4	DCEN

2.3 Pengujian Hardness

Pada penelitian ini, peneliti menggunakan pengujian kekerasan *Vickers* menggunakan penumbuk piramida intan yang dasarnya berbentuk bujur sangkar. Beban yang digunakan pada pengujian ini 1kgf dengan waktu tahan 15 detik. Setelah itu ukur diagonal indentasi yang terbentuk, lalu lihat pada mesin uji. Pada pengujian ini dilakukan pada daerah *Weld metal*, *fusion line*, dan *base metal*. Pada daerah *weld metal* dilakukan indentasi sebanyak 9 kali pada titik yang berbeda, dan pada daerah *fusion line*

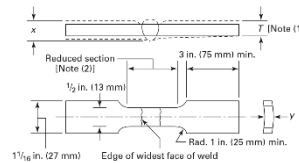
dan *base metal* dilakukan indentasi sebanyak 3 kali pada titik yang berbeda. Lokasi pengambilan titik uji kekerasan dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Titik pengujian kekerasan

2.4 Pengujian Tensile

Tensile Test menyatakan kemampuan benda kerja untuk menerima tegangan tanpa menyebabkan patah. Pengujian tarik biasanya dilakukan specimen yang *standard*, benda yang akan diuji dibuat menjadi batang uji yang sesuai dengan standard [4]. Batang spesimen uji dapat dilihat pada Gambar 2.



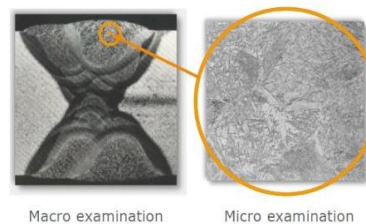
NOTES:

- (1) The weld reinforcement shall be ground or machined so that the weld thickness does not exceed the base metal thickness *T*. Machine minimum amount to obtain approximately parallel surfaces.
- (2) The reduced section shall not be less than the width of the weld plus 2*r*.

Gambar 2. Bentuk spesimen uji Tarik

2.5 Pengujian Metallography

Metallography adalah suatu pengujian yang mempelajari karakteristik dan struktur suatu logam dalam skala mikro menggunakan mikroskop cahaya. Struktur mikro merupakan struktur terkecil yang terdapat dalam suatu bahan yang keberadaannya tidak dapat dilihat dengan mata telanjang, tetapi harus menggunakan alat pengamat struktur mikro [5]. Perbedaan uji mikro dan makro dapat dilihat pada Gambar 3.



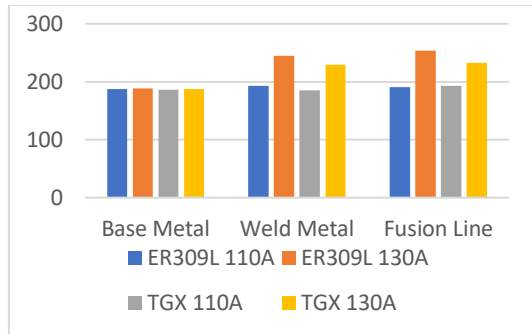
Gambar 3. Perbedaan uji mikro dan makro

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Uji Hardness

Dari data hasil pengujian hardness yang sudah dilakukan pada masing-masing variasi pada daerah *base metal* memiliki nilai kekerasan dengan range yang sama. Sedangkan dari data hasil pengujian pada daerah pada *fusion line* dan

weld metal memiliki nilai kekerasan yang semakin naik seiring dengan besarnya arus yang digunakan. Hal ini disebabkan karena adanya perbedaan arus yang digunakan yang dimana semakin besar arus yang digunakan menyebabkan perubahan bentuk butir yang semakin kecil sehingga menyebabkan material tersebut menjadi lebih keras. Hasil rata-rata pengujian *hardness* dapat dilihat pada Gambar 4.



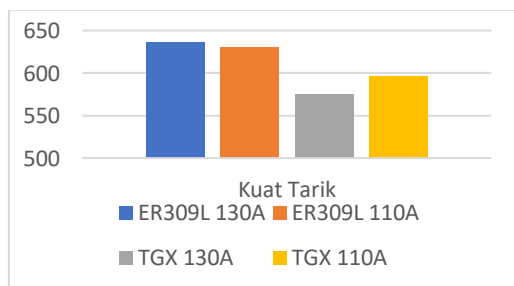
Gambar 4. Grafik hasil pengujian hardness

Dari hasil pengujian *hardness* yang sudah dilakukan pada masing-masing variasi pada daerah *top*, *middle*, dan *bottom* pada daerah *base metal* memiliki nilai kekerasan yang sama. Sedangkan pada bagian *fusion line* dan *weld metal* memiliki nilai kekerasan yang semakin naik seiring meningkatnya arus yang digunakan. Hal ini dapat terjadi karena semakin tinggi arus yang digunakan dapat menyebabkan perubahan bentuk butir yang semakin kecil yang menyebabkan material menjadi lebih keras.

Pada daerah *weld metal* disemua variasi, daerah yang memiliki kuat arus yang lebih tinggi tersebut nilai kekerasan akan semakin meningkat seiring kuat arus yang meningkat.

3.2 Uji Tensile

Dari hasil pengujian tarik yang sudah dilakukan, dapat dilihat bahwa variasi kuat arus 130A mempunyai nilai kekuatan tarik yang paling tinggi dengan rata-rata, yaitu 635,4 MPa dan variasi kuat tarik 110A mempunyai nilai kekuatan tarik paling rendah dengan rata-rata, yaitu 596,56 MPa. Nilai hasil rata-rata pengujian tensile dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Hasil pengujian Tarik

Dari hasil pengujian tarik dapat dilihat jika sifat tarik sangat dipengaruhi oleh sifat dari logam

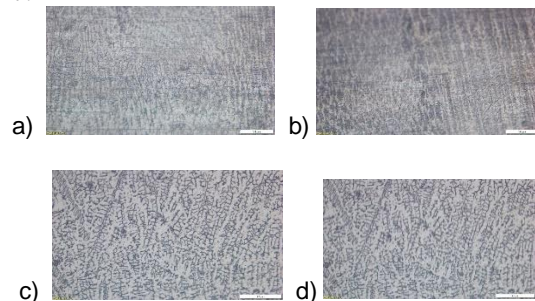
induk, sifat daerah HAZ sifat logam las dan sifat-sifat dinamik dari sambungan berhubungan erat dengan geometri dan distribusi tegangan dalam sambungan. (Wirjosumarto & Okumura, 2000). Dalam pengujian tarik ini unsur Ni sangat berperan penting dalam meningkatkan *ductility* sehingga komposisi kimia pada *weld metal* (A-number) yang memiliki unsur Ni tertinggi memiliki nilai kuat tarik tertinggi.

Hasil pengujian tarik menunjukkan bahwa adanya perbedaan arus memiliki efek pada *yield* dan *ultimate tensile strength*. *Yield strength* dan *ultimate tensile strength* dengan arus yang lebih tinggi mengalami peningkatan dikarenakan ukuran butir yang dihasilkan.

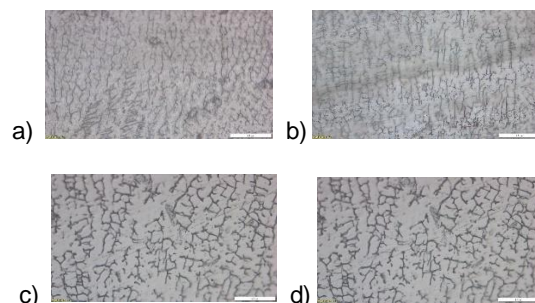
3.2 Uji Metallography

3.2.1 Uji Struktur Mikro

Pengujian struktur mikro dilakukan untuk mengetahui bentuk struktur mikro yang dilakukan dengan proses pengelasan GTAW dengan *filler metal* dan kuat arus yang berbeda. Pengujian struktur mikro ini menggunakan pembesaran 200x dan 500x guna melihat secara lebih detail *microstrukturnya* pada daerah *base metal*, *fusion line*, dan *weld metal*. Hasil pengujian mikro ini dilakukan pada daerah *weld metal* karena daerah tersebut yang terkena proses pengelasan dengan kuat arus yang berbeda. Hasil pengujian struktur mikro dapat dilihat pada Gambar 6. dan Gambar 7.



Gambar 6. Struktur mikro pada *weld metal* dengan pembesaran 200X, a) Spesimen TGX 110A b) spesimen TGX 130A c) Spesimen ER309L 110A d) spesimen ER309L 130A

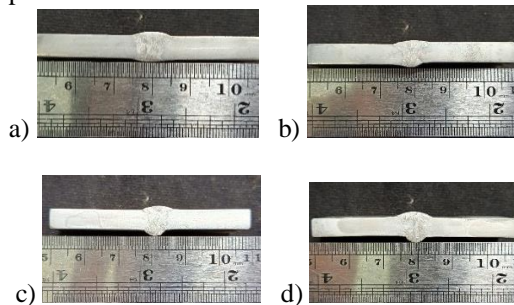


Gambar 7. Struktur mikro pada *weld metal* dengan pembesaran 500X, a) Spesimen TGX 110A b) spesimen TGX 130A c) Spesimen ER309L 110A d) spesimen ER309L 130A

Berdasarkan hasil pengamatan dapat dilihat pada bagian weld metal spesimen TGX 130A dan spesimen ER309L 130A, batas butir yang dihasilkan kecil. Sedangkan pada spesimen TGX 110A dan ER309L 110A menghasilkan batas butir yang lebih besar dari pada spesimen TGX 130A dan ER309L 130A. Namun jika dilihat dengan pembesaran 500x spesimen ER309L 130A menghasilkan batas butir yang lebih kecil dibandingkan dengan TGX 130A. Hal ini menunjukkan bahwa semakin kecil batas butir yang dihasilkan maka semakin keras, hal ini dapat dibuktikan pada hasil uji kekerasan yang telah dilakukan yang menunjukkan hasil uji kekerasan spesimen ER309L 130A lebih besar dari pada TGX 130A.

3.2.1 Uji Struktur Makro

Pengujian ini dilakukan untuk melihat fusi pada bagian melintang yang terbebas dari cacat pada lasan. Hasil pengujian makro dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Struktur makro a) Spesimen TGX 110A b) spesimen TGX 130A c) Spesimen ER309L 110A d) spesimen ER309L 130A

Dari foto diatas dapat dilihat untuk spesimen dengan variasi *filler metal* TGX dan arus 110A dan 130A memiliki hasil yang baik dari penetrasi dan fusnya. Dan untuk pengelasan dengan *filler metal* ER309L dengan arus 110A dan 130A juga memiliki penetrasi dan fusi yang baik.

4. KESIMPULAN

Nilai pengujian *hardness* tertinggi terdapat pada variasi *filler metal* ER 309L 130A, karena semakin tinggi *ampere* yang digunakan maka nilai kekerasan yang dihasilkan akan semakin besar. Pada pengujian *hardness* yang dapat menyebabkan material menjadi lebih lunak apabila kandungan Cr, Mn dan Ni yang terdapat didalamnya lebih sedikit. Karena pada unsur Cr, Mn dan Ni sendiri memiliki peran yang sangat penting terhadap nilai kekerasan pada suatu material, semakin tinggi kandungan Cr, Mn dan Ni yang ada didalam makan semakin keras juga nilai kekerasannya

Pada material *Stainless Steel* SA 240 TP 316L mempunyai kuat tarik 485 MPa sehingga semua pengujian tarik yang dilakukan dinyatakan

accepted, dan nilai kekuatan tarik yang tertinggi pada variasi *filler metal* ER309L 130A dengan nilai 642,17 MPa.

Pada pengujian *metallography* pada hasil struktur mikronya dapat dilihat bahwa adanya perbedaan besar atau kecilnya batas butir yang dihasilkan dapat dipengaruhi oleh kuat arus yang digunakan dan *filler metal* yang digunakan. Semakin kecil batas butir yang dihasilkan maka akan semakin keras.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya (PPNS) yang telah memberikan dukungan pada penelitian ini.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Aji Arovah Fisabilillah., (2022). Analisis Pengaruh Variasi Filler Metal ER308L, TGX, dan TGF Pada sambungan Las Stainless Steel 304 Terhadap Ketahanan Intergranular Corrosion, Struktur Mikro, dan Nilai Kekerasan.
- [2] Ojahan, T. R., Hendronursito, Y., Daniel Anggi, dan S., & Studi Teknik, P. (2017). ANALISIS PENGARUH PARAMETER PENGELASAN GTAW PADA STAINLESS STEEL AISI 304 TERHADAP SIFAT MEKANIS DAN STRUKTUR MIKRO. In Universitas Malahayati Jl. Pramuka No (Vol. 27).
- [3] D.H. Zhang., X.C. Meng., G.Z. Zuo., M. Huang., L. Li., W. Xu., C.L. Li., Z.L. Tang. (2021) *Study of the corrosion characteristic of 304 and 316L stainless steel in the static liquid lithium.*
- [4] SECTION IX Welding, Brazing, and Fusing Qualification ASME Boiler and Vessel Code An International Code
- [5] Mohruni, A. S. dan B. H. Kembaren. 2013. Pengaruh Variasi Kecepatan dan Kuat Arus terhadap Kekerasan, Tegangan Tarik, Struktur Mikro Baja Karbon Rendah dengan Elektroda E 6013. *Jurnal Rekayasa Mesin* 13(1): 1-8.