

## Pengaruh Filler Pada Pengelasan Tig Baja Karbon Dan Stainless Steel 316L Terhadap Sifat Mekanik

Zuhri Nurisna\*, Estu Setiawan

Program Studi Teknologi Mesin, Program Vokasi Universitas Muhammadiyah Yogyakarta  
Jl. Brawijaya, Kasihan, Tamantirto, Bantul DIY  
Penulis korespondensi: zuhrinurisna@umy.ac.id

*Histori artikel: diserahkan 26 Maret 2020, direviu 29 Maret 2020, direvisi 30 Maret 2020*

### ABSTRACT

*In the manufacturing industry, the integration of different types of material is needed. The dissimilar metal welding of two different material were required suitable filler types. The often combination of material was done is welding between steel and stainless steel. TIG (Tungsten Inert Gas) welding process used feed electrode an electric arc. The gas around welding area has been protected the molten metal with outside air. This study aimed to determine the effect of selecting a suitable filler on the joining dissimilar metal between SS316L and low carbon steel with the TIG welding method. The mechanical characteristics of ER316L and ER70S filler variations were testing by Tensile strength and microhardness vickers. The highest tensile strength and hardness value were found in the specimen welded by ER70S filler at 410 MPa and 398,1 HVN (Hardness Vickers Number). According to the study results, the ER70S filler is more suitable between welding on the stainless steel and low carbon steel.*

**Keywords:** TIG Welding, dissimilar metal, filler, mechanical characteristics

**DOI:** 10.18196/jqt.010214

**Web:** <http://journal.umy.ac.id/index.php/qt>

### PENDAHULUAN

Pengelasan (*welding*) merupakan suatu teknik penyambungan logam dengan cara mencairkan sebagian logam induk dan logam pengisi dengan atau tanpa tekanan dan dengan atau tanpa logam penambah dan menghasilkan sambungan yang kontinyu. Dalam industri manufaktur selalu dibutuhkan penyambungan material beda jenis. Pemaduan material beda jenis dibutuhkan untuk menghasilkan produk yang unggul, seperti pemaduan material antara baja karbon dengan stainless steel. Pemaduan baja karbon dan stainless steel ditujukan untuk menghasilkan konstruksi yang kuat dan tahan karat tetapi tetap ekonomis. Penyambungan material beda jenis merupakan suatu tantangan tersendiri karena adanya perbedaan sifat-sifat antara kedua material yang berbeda tersebut (Chen et al., 2012).

Beberapa jenis pengelasan yang dapat digunakan untuk menyambung antara material stainless steel dan baja karbon salah satunya adalah las TIG (*Tungsten Inert Gas*). Pengelasan TIG adalah sebuah proses pengelasan busur listrik yang menggunakan elektroda tak terumpan atau tidak ikut mencair. Pada pengelasan TIG elektroda atau tungsten ini hanya berfungsi sebagai penghasil busur listrik saat bersentuhan dengan benda kerja, sedangkan untuk logam pengisi adalah *filler rod*.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pemilihan *filler* 316L yang pada umumnya digunakan mengelas *stainless steel* dan *filler* ER70S yang pada umumnya digunakan mengelas baja. Pengelasan yang dilakukan pada *dissimilar metal* antara *stainless steel* dengan baja karbon rendah (*low carbon steel*) banyak dilakukan dalam industri manufaktur (Baroto & Sudargo, 2017).

Las TIG merupakan proses pengelasan dimana busur nyala listrik ditimbulkan dari elektroda tungsten (elektroda tak terumpan) dengan benda kerja logam. Pada daerah pengelasan dilindungi oleh gas lindung agar tidak terkontaminasi dengan udara sekitar. Pada pengelasan TIG kawat las dapat ditambahkan atau tidak tergantung dari ketebalan dan bentuk sambungan logam yang akan dilas. Las TIG atau sering juga disebut dengan las GTAW merupakan salah satu dari bentuk las busur listrik (*Arc Welding*) yang menggunakan inert gas sebagai pelindung dengan tungsten.

Pengelasan busur tungsten gas dapat digunakan hampir untuk semua jenis logam dengan berbagai ketebalan, tetapi las TIG paling banyak digunakan untuk pengelasan aluminium dan baja tahan karat. Pengelasan ini dapat digunakan secara manual ataupun dengan mesin secara otomatis. Pada las TIG jika menggunakan logam pengisi, maka harus ditambahkan dari luar baik menggunakan kawat maupun batangan, yang akan dilebur oleh panas busur yang timbul antara benda kerja logam dan elektroda. Tetapi bila digunakan untuk mengelas plat tipis tidak perlu menggunakan logam pengisi. Tungsten dipilih sebagai elektroda karena memiliki titik lebur yang tinggi sebesar 3410° C sebagai gas pelindung biasanya digunakan gas argon dan helium atau gabungan dari keduanya (Wiryosumarto & Okumura, 2000.)

Pada proses pengelasan TIG Keuntungan yang dihasilkan adalah pengelasan bermutu tinggi pada bahan-bahan ferrous dan non ferrous. Dengan menggunakan teknik pengelasan yang tepat, semua pengotor dapat dihilangkan. Keuntungan utama dari proses ini yaitu dapat digunakan untuk membuat root pass bermutu tinggi dari arah satu sisi pada berbagai jenis bahan. Oleh karena itu las TIG digunakan secara luas pada pengelasan pipa, dengan batasan arus mulai dari 5 A hingga 300 A, menghasilkan kemampuan lebih besar untuk mengatasi masalah pada posisi sambungan yang berubah-ubah seperti celah akar. Sebagai contoh, pada pengelasan pipa tipis (dibawah 0,20 inci) dan logam-logam lembaran, arus bisa diatur cukup rendah sehingga pengendalian penetrasi dan pencegahan terjadinya terbakar tembus (*burn through*) lebih mudah daripada pengerjaan dengan proses menggunakan elektroda terbungkus Setiawan (2016).

## METODE PENELITIAN

### *Pengujian Tarik (Tensile Strength)*

Material yang digunakan pada penelitian ini yaitu stainless steel 316L dan baja karbon rendah yang berbentuk plat dengan ukuran 200 mm x 30 mm dengan ketebalan 1 mm. Komposisi kimia seperti ditunjukkan pada tabel 1.

*Filler* yang digunakan pada pengelasan ini adalah *filler* ER 316L dan ER 70S. Pemilihan kedua *filler* tersebut didasarkan pada komposisi kimia *filler* yang mendekati komposisi kimia logam yang akan dilas.

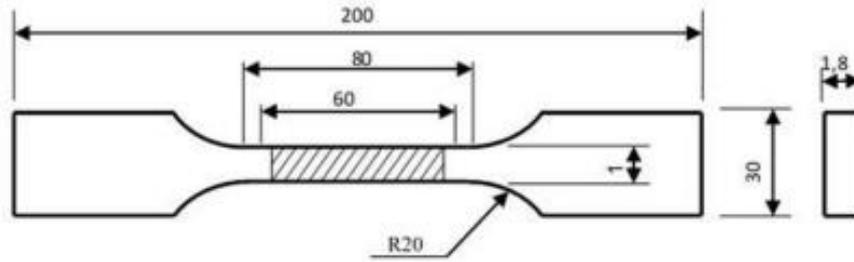
TABEL 1. Komposisi kimia *base material*

Komposisi	SS 316L (%)	Low Carbon Steel (%)
C	0,03	0,038
Mn	2,00	0,092
Cr	16,00	0,018
Ni	10,00	0,0109
Mo	2,00	0,002
P	0,045	0,012
Si	0,75	0,023
Fe	Bal.	Bal.



GAMBAR 1. Posisi kerja operator *packaging*

Pengujian Tarik dilakukan dengan menggunakan mesin uji tarik servopulser dengan menggunakan standar JIS (*Japanese Industrial Standards*) Z2201 dengan ukuran spesimen uji seperti ditunjukkan pada Gambar 2.



GAMBAR 2. Spesimen uji tarik JIS Z2201

Tujuan dari pengujian tarik yaitu untuk mengetahui besarnya kekuatan tarik dan regangan tarik hasil pengelasan. Pengujian kekerasan menggunakan alat *micro vickers* dengan menggunakan standart ASTM E 92. Pengukuran kekerasan dilakukan pada penampang melintang material hasil pengelasan. Pengujian kekerasan ini dilakukan untuk menguji distribusi kekerasan pada *base metal*, daerah *HAZ*, dan *weld metal*. Pengujian mikro Vickers dengan menggunakan penekan berbentuk piramida intan. Alat uji yang digunakan menggunakan microhardnest vicker tester (model 402 MVD S/N "V2D531") dengan beban indentasi yang digunakan sebesar 9,8 N dengan waktu holding time 15 detik (Gambar 3).



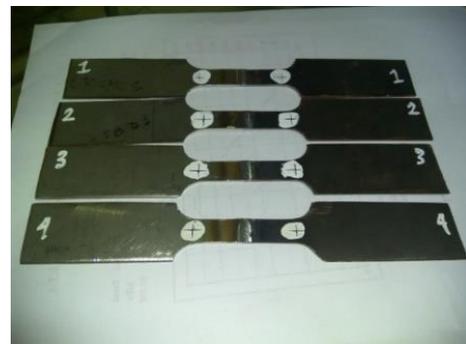
GAMBAR 3. Microhardness vickers test

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Bagian Hasil dan Pembahasan merupakan bagian yang memuat semua temuan ilmiah yang diperoleh sebagai data hasil penelitian. Bagian ini diharapkan memberikan penjelasan ilmiah yang secara logis dapat menerangkan alasan

diperolehnya hasil-hasil tersebut yang dideskripsikan secara jelas, lengkap, terinci, terpadu, sistematis, serta berkesinambungan.

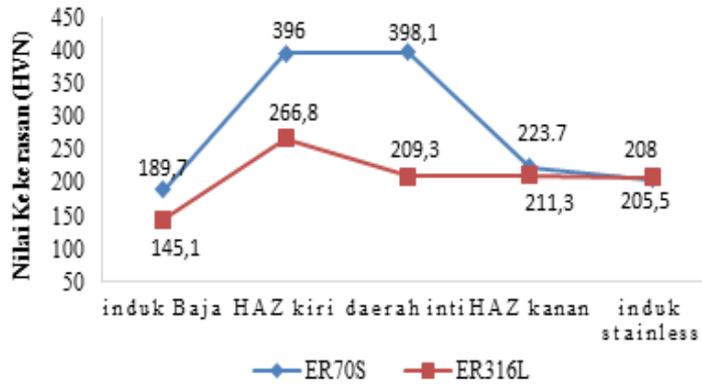
Pada penelitian ini pengujian menggunakan mesin sevpulser dengan pembebanan 2000 kg pada suhu ruang. Spesimen pengujian terdiri dari pengujian tarik dan mendapatkan kualitas tarik atau gaya yang diterima pada baja paduan rendah dari hasil pengelasan las TIG dengan menggunakan *Filler* ER70S dan ER316L dengan ampere pengelasan 70A.



GAMBAR 4. Spesimen sebelum uji tarik



GAMBAR 5. Spesimen setelah uji tarik

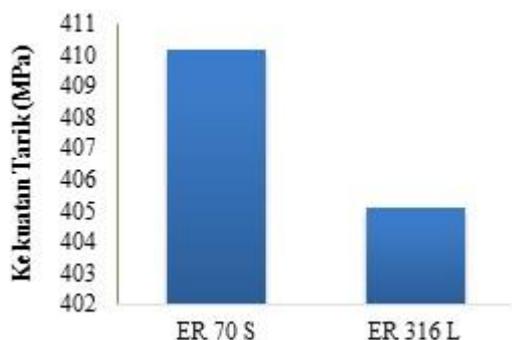


GAMBAR 6. Kekerasan material

Hasil pengujian Tarik, kekuatan tarik baja karbon rendah yang dilas dengan *stainless steel* menggunakan *filler* ER70S dengan arus 70A mempunyai nilai kekuatan tarik yang lebih tinggi dibandingkan menggunakan *filler* ER316L dengan arus yang sama. Hasil patahan uji tarik dengan menggunakan *filler* ER70S terjadi pada daerah logam induk baja karbon. hal ini dikarenakan pada saat pengelasan tidak terjadi kegagalan atau cacat pada daerah las (Gambar 5). Proses pengelasan spesimen *Filler* ER70S lebih menyebar pada daerah kedua spesimen yang disambung. Tabel 2 dan Gambar 7 menunjukkan nilai rerata hasil pengujian tarik pada *dissimilar metal* menggunakan dua jenis *filler* yang berbeda.

TABEL 2. Data hasil pengujian tarik

<i>Filler</i>	ER 70 S	ER 316 L
$\Delta L$ (mm)	5,30	3,25
P.Max (kN)	5,48	5,40
$\epsilon$ (%)	10,60	6,50
$\sigma$ (MPa)	410	405



GAMBAR 7. Kekuatan tarik variasi *filler* las

Penggunaan *filler* ER316L menyebabkan patahan pada daerah HAZ baja dan pada daerah pengelasan, hal ini dikarenakan sambungan las kurang baik. Hal ini karena titik leleh dari *filler* ER316L lebih tinggi dibandingkan *filler* ER70S, sehingga panas yang dibutuhkan untuk melakukan pengelasan lebih tinggi. Hal tersebut berdampak HAZ yang lebih lebar dan mempengaruhi kekuatan las. Semakin besar Heat input maka daerah yang terpengaruh panas (HAZ) akan semakin lebar. HAZ dapat menurunkan kekuatan material karena pada daerah HAZ tersebut mengalami perubahan sifat mekanik (rekristalisasi). Hal itu juga dibuktikan dengan hasil kekerasan pada daerah HAZ menggunakan *filler* ER316L lebih rendah dibandingkan *filler* ER70S

#### Pengujian Kekerasan

Gambar 6 menunjukkan nilai kekerasan spesimen uji hasil pengelasan. Pengelasan menggunakan *filler* ER70S memiliki nilai kekerasan pada daerah inti sebesar 398.1 HVN, HAZ *stainless steel* 223.7 HVN (kanan), HAZ baja 396 HVN (kiri). *Base metal stainless steel* 205.5 HVN (kanan) dan baja 189.7 HVN (kiri). Pengelasan berikutnya yaitu menggunakan *filler* ER316L dan didapatkan hasil kekerasan pada daerah inti sebesar 209.3 HVN, HAZ *stainless steel* 211.3 HVN (kanan) HAZ baja 266.8 HVN (kiri). Daerah induk (*base metal*) stainless 208 HVN (kanan) dan daerah induk baja 145.1 HVN (kiri).

Pengujian kekerasan yang telah dilakukan didapatkan hasil bahwa nilai kekerasan terbesar

pada penggunaan logam las ER70S yaitu sebesar 398.1 HVN dan nilai kekerasan terkecil adalah sebesar 145.1 HVN pada induk baja dengan menggunakan *filler* ER316L. Hasil dari uji kekerasan terlihat adanya perbedaan kekerasan antara kedua spesimen dikarenakan faktor kandungan pada *filler*. Pada *filler* ER70S dapat menghasilkan hasil kekerasan lebih tinggi dikarenakan kandungan karbon pada *filler* ER70S lebih tinggi sebesar 0.05% dibandingkan pada *filler* ER316L sebesar 0.015%. Berdasarkan karakteristik dan sifat material suatu spesimen, faktor yang dapat menyebabkan kenaikan kekerasan suatu material ialah adanya kandungan karbon yang lebih tinggi (Nugroho, 2018)

### KESIMPULAN

1. Penggunaan *filler* ER70S menghasilkan kekuatan tarik sebesar 410 MPa sedangkan penggunaan *filler* ER316L memiliki kekuatan yang sedikit lebih rendah yaitu sebesar 405 MPa. *filler* ER70S lebih sesuai digunakan untuk menyambung material baja karbon rendah dan stainless steel 316 L terhadap kekuatan tarik pada pengelasan TIG.
2. Hasil nilai kerasan tertinggi pada hasil las antara baja karbon dan stainless steel 316 L dengan menggunakan *filler* ER70S terdapat pada daerah logam las dengan nilai kekerasan 398.1 HVN sedangkan pengelasan dengan menggunakan *filler* ER316L memiliki nilai kekerasan yang lebih rendah pada semua posisi uji, baik logam las maupun Haz kanan dan kiri, sehingga dilakukan pengujian tarik patahan terjadi pada daerah Haz. Kekerasan yang rendah sebanding dengan hasil uji tarik. Sehingga *filler* ER70S lebih sesuai digunakan untuk menyambung material baja karbon rendah dan stainless steel terhadap distribusi kekerasan pada pengelasan TIG.

### DAFTAR PUSTAKA

ASTM, E., 2003. 92–82. *Standard Test Method for Vickers Hardness of Metallic Materials*. Annual Book of ASTM Standards (Reapproved 2003), 3(1), pp.1-9.

- Baroto, B.T. & Sudargo, P.H., 2017. Pengaruh Arus Listrik dan Filler Pengelasan Logam Berbeda Baja Karbon Rendah (St 37) dengan Baja Tahan Karat (Aisi 316l) terhadap Sifat Mekanis dan Struktur Mikro. *Prosiding SNATIF*, pp.637-642.
- Chen, J.S., Lu, Y., Li, X.R. and Zhang, Y.M., 2012. Gas tungsten arc welding using an arcing wire. *Welding Journal*, 91(10), pp.261-269.
- Japanese Standards Association, 1980. Japanese Industrial Standard (JIS) Z2201: *Test pieces for Tensile Test for Metallic Materials*.
- Nugroho, A., 2018. Pengaruh Variasi Kuat Arus Pengelasan Terhadap Kekuatan Tarik dan Kekerasan Sambungan Las Plate Carbon Steel ASTM 36. *Jurnal Rekayasa Sistem Industri*, 3(2), pp.134-142.
- Setiawan, A., 2016. *Penelitian Stainless Steel 304 Terhadap Pengaruh Pengelasan Gas Tungsten Arc Welding (GTAW) Untuk Variasi Arus 50 A, 100 A dan 160 A Dengan Uji Komposisi Kimia, Uji Struktur Mikro, Uji Kekerasan Dan Uji Impact* (Doctoral dissertation, Universitas Muhammadiyah Surakarta).
- Wirjosumarto, H. & Okumura, T., 2000. *Teknologi Pengelasan Logam: Pradnya Paramita*.