

# ANALISIS PENGARUH VARIASI *INTERPASS* PADA PENGELASAN GTAW TERHADAP *HARDNESS*, *METALLOGRAPHY*, DAN *FERRITE CONTENT* PADA MATERIAL *STAINLESS STEEL PIPE TYPE 06CR19NI10*

Kandaga Wigung Pangestu<sup>1</sup>, Mohammad Thoriq Wahyudi<sup>2</sup>, Mukhlis<sup>3</sup>

Program Studi Teknik Pengelasan, Jurusan Teknik Bangunan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya,  
Surabaya 60111

Email: [kandagapangestu213@gmail.com](mailto:kandagapangestu213@gmail.com)<sup>1</sup> [thoriq@ppns.ac.id](mailto:thoriq@ppns.ac.id)<sup>2</sup> [mukhlis.ppns15@gmail.com](mailto:mukhlis.ppns15@gmail.com)<sup>3</sup>

## Abstract

Many neglect welding parameters to pursue work targets, one of which is the *interpass*, so the research uses GTAW welding with a current of 85A to determine the effect of variations of the *interpass* 150C, 300C, and 450C on hardness test values, ferrite content, and metallography. In the ferrite content test, it was found that the ferrite content value did not increase significantly. In the hardness test there is no significant increase in the value of the base metal and HAZ. In the weld metal area there was a significant increase in the hardness value with a higher *interpass*. Metallography testing obtained for macro the absence of defects such as slag inclusion defects, incomplete penetration, incomplete fusion or defects that can be found in the welding area and seen for welding has good fusion and penetration. In the micro in the base metal and HAZ regions for higher current variations there is expansion and roughening of the grains which is due to the large difference in the current used. In the HAZ area there is a thickening of the grain boundaries at the 450°C *interpass* variation due to precipitation of chromium carbide at 450°C.

**Keywords:** stainless steel, multiple repair, tensile, hardness, microstructure

## 1. PENDAHULUAN

Pada era ini manufaktur banyak dijumpai pada perusahaan-perusahaan pembangunan yang masih berhubungan dengan konstruksi, mulai dari produksi tangki, bejana tekan, pipa proses, dan produk lainnya. Dalam proses pembuatannya, proses penyambungan antar logam sering digunakan dengan cara pengelasan. Metode pengelasan dipilih karena memiliki kelebihan seperti toleransi kekuatan yang tinggi, lebih ekonomis dibandingkan metode lain dan mudah dalam penerapannya. Salah satu proses pengelasan adalah pengelasan GTAW, pengelasan GTAW (*Gas Tungsten Arc Welding*) adalah pengelasan yang sesuai dengan namanya adalah pengelasan dengan menggunakan elektroda jenis tungsten yang tidak dapat dikonsumsi dengan menggunakan gas pelindung termasuk argon. Proses las GTAW pada umumnya diterapkan pada proses produksi salah satunya baja tahan karat atau stainless steel, baja tahan karat yang umum digunakan yaitu baja tahan karat asli S30408, grade baja tahan karat ini tertera pada GB. /T 2451 dengan grade 06Cr19Ni10 setara dengan 304 stainless steel grade ASTM A240. Pada saat pengelasan, alat dan bahan harus benar-benar siap, di bengkel alat dan bahan harus ditata dengan baik di tempat yang tidak terpengaruh oleh lingkungan luar. Material untuk proses

pengelasan harus diangkut secara manual dengan berpindah dari satu tempat ke tempat lain. Untuk proses pengelasan, di PT X tempat saya OJT (diklat kejuruan) saya menemukan bahwa suhu *interpass* tidak diperhitungkan karena tukang las mengelas satu jalur kemudian langsung mengelas berikutnya tanpa mengikuti suhu *interpass* yang telah ditentukan sebelumnya, celah saat pengelasan mempengaruhi cepat dan lambatnya laju pendinginan setelah pengelasan, namun tukang las jarang memperhatikan suhu pengelasan.

Penelitian ini akan mengkaji pengaruh pergantian suhu *interpass* temperatur terhadap hasil pengujian kekerasan, *metallography* dan kandungan *ferrite content* pada material stainless steel grade 06Cr19Ni10 setara dengan material stainless steel tipe 304. Dan hasil penelitian ini nantinya dapat menjadi acuan untuk proses pengelasan dengan bahan terutama pipa stainless steel.

## 2. METODOLOGI

Pada penelitian ini dilakukan beberapa tahapan. Tahapan ini meliputi studi literatur dan studi lapangan, pengumpulan data dan persiapan spesimen, proses pengelasan dengan arus 86A, dengan variasi *interpass* dengan suhu 150°C, 300°C, dan 450°C, pembuatan spesimen untuk pengujian *ferrite content*,

*Mettalography, Hardness test*, analisa data, serta pembahasan dan kesimpulan.

**2.1 PESIAPAN MATERIAL**

Pada penelitian ini menggunakan pipa *stainless steel 06Cr19Ni10* diameter 3” sch 40s dengan bentuk single v. Proses pengelasan yang digunakan adalah *Gas tungsten arc welding (GTAW)* dengan logam pengiris ER 308. Komposisi kimia material *stainless steel 06Cr19Ni10* dapat dilihat pada tabel 1. Sedangkan komposisi kimia *filler ER 308* dapat dilihat pada tabel 2.

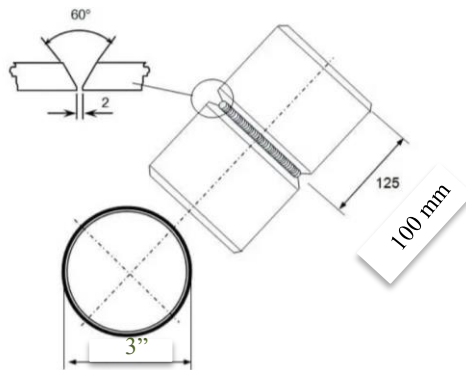
**Tabel 1** Komposisi kimia material 06Cr19Ni10

C	Mn	P	S	Si	Cr	Ni
0.08	2.00	0.035	0.015	0.75	18	8

**Tabel 2** Komposisi kimia ER 308

C	Cr	Ni	Mo	Mn	Si	P
0.08	20	9	0.75	2	0.5	0.03

Pada penelitian ini menggunakan material pipa diameter 3” dengan detail sambungan yang dapat dilihat pada gambar 1.



**Gambar 1.** Detail sambungan

**2.2 PROSES PENGELASAN**

Dalam penelitian ini dilakukan dengan proses *Gas tungsten Arc Welding (GTAW)* dengan sambungan *butt joint* posisi pengelasan 6G. Proses pengelasan menggunakan *shielding gas* argon dengan flowrate 9-20 L/min. Parameter pengelasan yang digunakan dapat dilihat pada tabel 3 dibawah ini :

**Tabel 3** Parameter pengelasan

Layer	Voltage (v)	Current (A)	Time (mm)	Travel speed (mm/min)	Heat input (j/mm)
Root	12	85	2.45	138	426
Hot pass	12	85	2.55	135	453
Capping	12	85	2.10	130	470

**2.3 INTERPASS**

Variasi interpassi digunakan 3 spesimen yaitu A1 dengan interpass 150°C, A2 dengan interpass 300°C dan A3 dengan interpass 450°C spesimen yang digunakan

yang mana dari 3 spesimen itu menggunakan variasi interpass yang berbeda.

**2.4 PENGUJIAN FERRITE CONTENT**

Uji Ferrite content adalah untuk mengukur kadar fasa ferit pada baja tahan karat, khususnya baja tahan karat austenitik. Mengetahui kandungan ferit dapat mencakup ketahanan terhadap korosi, kerentanan terhadap retak kompresi, dan cacat material lainnya. Pada baja tahan karat austenitik, ferit mempengaruhi sifat mekanik, kemampuan las, dan ketahanan korosi.

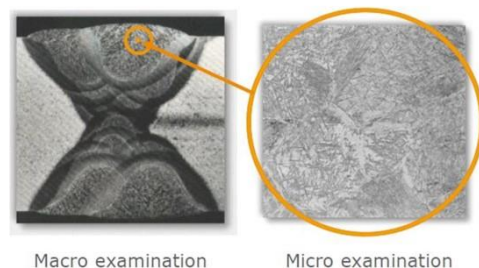
Dalam penelitian ini untuk daerah yang diujikan adalah *weld metal*, Pengujian *ferrite content* dilakukan dengan alat yang dapat dilihat di pada gambar gambar 2 dibawah ini :



**Gambar 2.** Alat pengujian

**2.5 PENGUJIAN METALLOGRAPHY**

Metalografi adalah ilmu yang mempelajari struktur mikro logam dan sifat-sifatnya. Untuk melihat struktur mikro dilakukan pemolesan material dengan mesin poles dengan amplas grid 100,200,300,400,500,800,200, dan 5000 S, setelah pemolesan selesai poles lagi dengan kain wol yang sudah ditaburi alumina lalu poles dengan mesin poles. Setelah selesai dilakukan *etching* pada masing-masing material dengan metode elektrolisis karena ingin melihat perubahan pada batas butir, etching dengan metode elektrolisis menggunakan oxalid acid sebesar 10 gram dan air 450 ml air untuk campurannya, lalu material disambungkan dengan power supply dengan kutub negatif pada material dan positif pada batang stainless steel sebagai perantara, lalu dimasukan pada wadah yang sudah ada oxalid acid dan air lalu nyalakan power supply. Tunggu 1,5 menit lalu matikan *power supply* dan angkat material lalu material di hubungkan dengan Untuk lebih jelasnya pengujian makro dan mikro pada spesimen bisa dilihat pada gambar 3 dibawah ini :

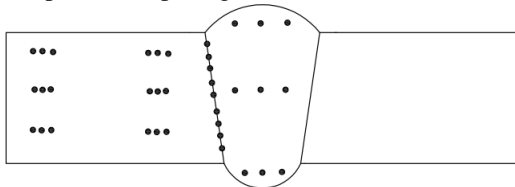


**Gambar 3** Uji metalograi mikro dan makro

**2.6 PEGUJIAN HARDNESS**

Uji kekerasan dilakukan untuk mengambil nilai kekerasan. Metode yang digunakan adalah

Vickers, dilakukan dengan menyentuh benda uji atau spesimen dengan ujung piramid intan bagian bawah tegak lurus dengan bagian atas antara dua hal yang berlawanan. Ini dicapai dengan beban 1 kgf dan batas waktu 15 detik. Kemudian ukur lekukan diagonal dilatih, lalu lihat hasilnya pada mesin uji. Pengujian ini dilakukan di area *Weld Metal*, *Fusion Line*, *Heat Affective Zone (HAZ)* dan *base metal*. Di setiap zona, penarikan dilakukan 3 kali di tempat yang berbeda. Lokasi uji kekerasan dapat dilihat pada gambar 4 dibawah:



Gambar 4. Titik pengujian kekerasan

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 PENGUJIAN FERRITE CONTENT

Setelah melakukan proses pengelasan dan melihat hasil pengelasan, dilakukan uji *ferrite content* untuk mengetahui kadar ferit dalam sampel. Tes ferit dilakukan pada area *weld meta*. Kandungan ferit dalam bahan mempengaruhi kekerasan sampel, sehingga semakin tinggi kandungan ferit maka semakin tinggi pula nilai kekerasannya.

Tabel 4 Hasil *ferrite content*

Spesimen	Interpass	ferrite
A1	150°C	6,8
A2	300°C	6.8
A3	450°C	6.8

Dari tabel diatas dapat diketahui kandungan *ferrite* paling tertinggi pada *interpass* 450°C. Nilai *ferrite number* ada peningkatan namun tidak secara signifikan dan pada variasi arus nilai *ferrite number*. Untuk kandungan ferrite menurut (Wing,2007) semakin tinggi ferrite maka nilai kekerasan akan semakin tinggi juga.

#### 3.2 PENGUJIAN KEKERASAN

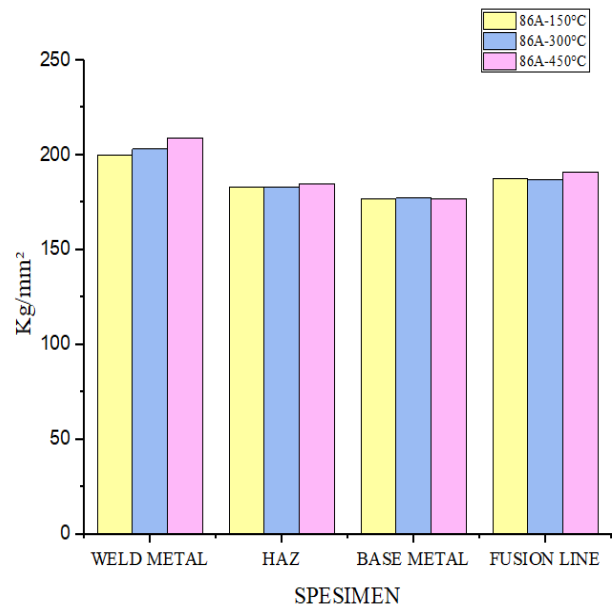
Pengujian kekerasan dilakukan dengan metode *vickers* dengan menggunakan indentor intan dengan beban 1 kgf dan waktu untuk penekanan 15 detik. Pengujian *hardness* dilakukan di daerah base

metal, *HAZ*, *fusion line* dan *weld metal*. Berikut hasil pengujian kekerasan pada setiap spesimen bisa dilihat pada Tabel 3 dibawah ini :

Tabel 5 Nilai pengujian kekerasan

SPESIMEN	86A-150°C (Kg/mm <sup>2</sup> )	86A-300°C (Kg/mm <sup>2</sup> )	86A-450°C (Kg/mm <sup>2</sup> )
WELD METAL	199,6	203,2	209,1
HAZ	182,9	183,1	184,6
BASE METAL	177,0	177,2	176,9
FUSION LINE	187,4	187,1	191,1

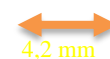
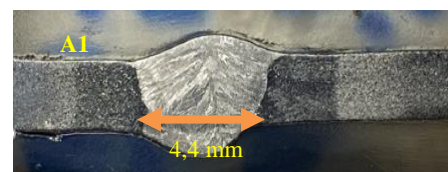
Untuk grafik dari nilai kekernan bisa diliht pada Grafik 1 dibawah ini:



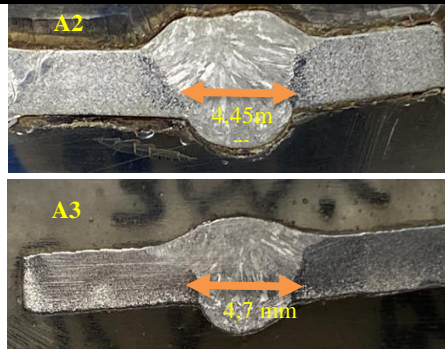
Grafik 1 nilai pengujian kekerasan

#### 3.2 PENGUJIAN METALLOGRAPHY

Pengujian makro dilakukan guna untuk melihat penetrasi dan fusi lasan pada *weld metal*. Berikut untuk hasil pengujian makro spesimen A1, A2, dan A3 dengan variasi arus 86 *ampere* dan *interpass* 150°C, 300°C, dan 450°C, untuk spesimen A1 variasi *interpass* 150°C dapat dilihat dari pada gambar 5 dibawah ini :

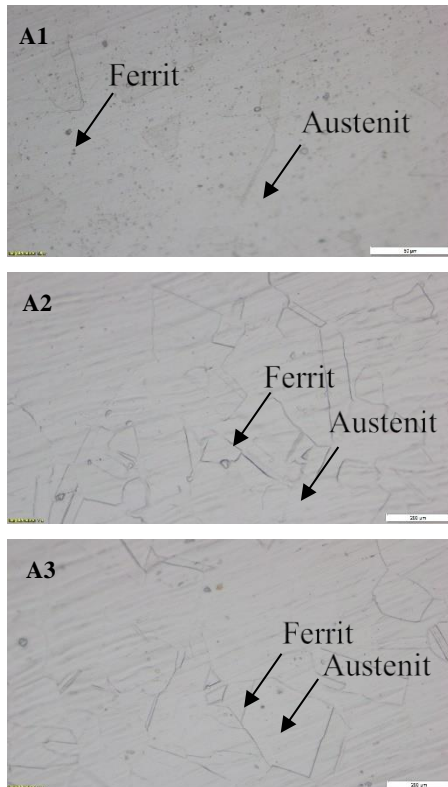




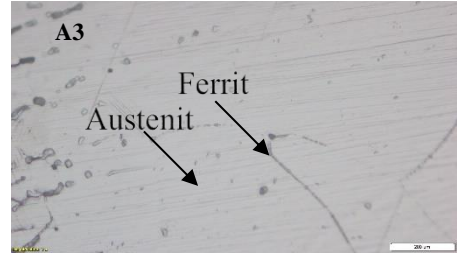
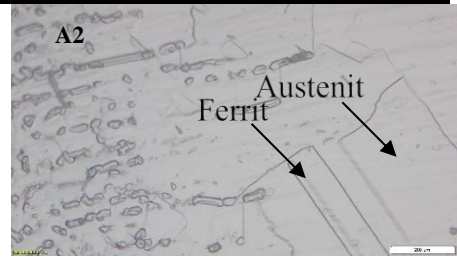
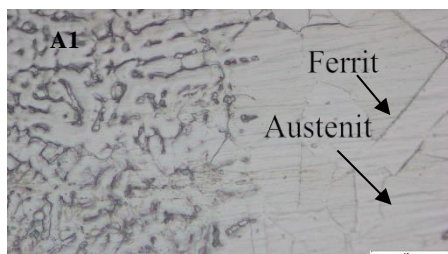


Gambar 5 foto makro dari setiap spesimen

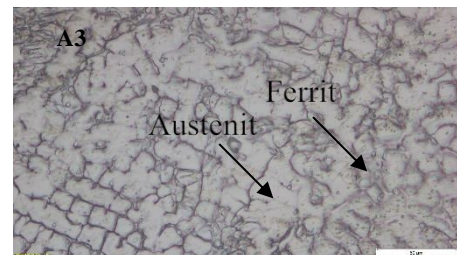
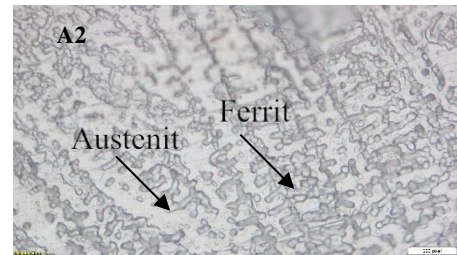
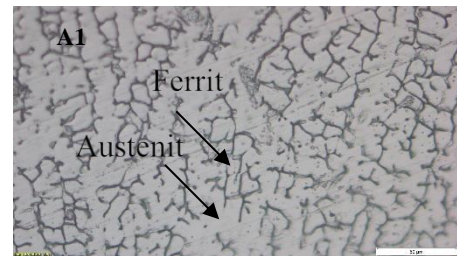
Pengujian struktur mikro dilakukan untuk melihat perubahan struktur mikro yang terbentuk setelah proses pengelasan GTAW dengan variasi arus dan *interpass*. Masing-masing spesimen diambil foto mikro dengan pembesaran 500x pada daerah *base metal*, HAZ, dan *weld metal*. Bisa dilihat pada gambar 6 untuk foto mikro daerah *base metal* bisa dilihat dibawah ini:



Gambar 6 foto mikro pada daerah *base metal*



Gambar 7 foto mikro pada daerah HAZ



Gambar 8 foto mikro pada daerah *weld metal*

Pada daerah *base metal* untuk ukuran butir dengan *interpass* 150°C lebih kecil daripada pada ukuran butir dengan *interpass* 300°C dan 450°C. Untuk ukuran butir akan mempengaruhi nilai kekerasannya, menurut (Xiaming Liu et.al, 2013) untuk ukuran lebih kecil nilai kekerasannya akan lebih kecil dibanding dengan butir yang lebih besar.

Pada daerah HAZ dengan *interpass* yang lebih tinggi terdapat penebalan pada batas butir, menurut (Anwar Budianto et.al, 2009) Presipitasi terjadi saat karbida Cr mengedap ke batas butir yang akan menyebabkan batas butir membesar dan

ini yang menyebabkan terjadinya korosi batas butir pada suhu rentan 450°C-950°C.

Pada pengujian mikro pembesaran 500x pada daerah *weld metal* terjadi perubahan struktur mikro. Terlihat pada masing-masing spesimen untuk *interpass* yang lebih tinggi terjadi fasa *ferrite* (hitam) lebih banyak dan lebih rapat dari *interpass* yang lebih rendah.

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat diambil beberapa kesimpulan dari setiap pengujian yang telah dilakukan:

Hasil pengujian makro didapatkan dengan hasil penetrasi dan fusi yang baik dari setiap spesimen. Untuk pengujian mikro daerah *base metal* dan *haz* pada spesimen dengan *interpass* 450°C terdapat pembesaran pada batas butir terutama pada daerah *HAZ*.

Hasil pengujian diatas dapat disimpulkan bahwa *interpass temperature* dapat mempengaruhi nilai kekerasan pengelasan material *stainless steel type* 06CrNi10, Untuk Daerah *weld metal* mengalami kenaikan nilai kekerasan dan *interpass* 450°C memiliki nilai kekerasan tertinggi sebesar 209,1 HVN dan terendah pada *interpass* 150°C sebesar 199,6 HVN. dengan variasi *interpass* nilai kekerasan juga menjadi berbeda tergantung suhu *interpass* yang digunakan.

Hasil pengujian *ferrite content* untuk variasi arus tidak mengalami kenaikan atau penurunan yang signifikan, dan untuk nilai *ferrite content* dengan variasi arus 86 ampere dengan *interpass* 300°C dan 450°C tertinggi sebesar 7,0 FN

#### 5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada PPNS surabaya yang memberikan dukungan dalam penelitian ini.

#### 6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Bo LI, Fa Cai REN, Xiao Ying TANG. (2018). the effect of strain hardening on mechanical properties of s30408 austenitic stainless steel a fundamental research for the quality evaluation of strain strengthened pressure vessel.
- [2] Mudjiyanto Ramadhan Cahya1, Wawan, Amri Abdulah. (2019). Analisis Terjadinya Korosi Batas Butir Akibat Proses Pengelasan Gtaw Pada Material Austenitic Stainless Steel Aisi A304.
- [3] Antonius Widyatmoko Muh Amin dan Solechan (2017). Pengaruh Arus Pengelasan Las Tig Terhadap Karakteristik Sifat Mekanis Stainless Steel Type 304
- [4] Dani Mega Sari. (2015). Pengaruh Suhu Preheating Pada Hasil Pengelasan Gtaw Terhadap Sifat Fisis Dan Mekanis Stainless Steel 304
- [5] Romli (2013). Analisis Sifat Mekanis Pengaruh Proses Pengelasan Baja Tahan Karat
- [6] Tatiana Resende Alvarez (2016). Influence Of Interpass Temperature On The Properties Of Duplex Stainless Steel During Welding By Submerged Arc Welding Process
- [7] Hitesh Arora, Rupinder Singh, and Gurinder Singh Bar (2020). On Mechanical And Morphological Investigations Of Tungsten Inert Gas Welded Ss 304 Thin Pipe Joints
- [8] Paulo Henrique Grossi Dornelas, Francisco Werley Cipriano Farias, Victor Hugo Pereira Moraes e Oliveira & Diogo de Oliveira Moraes, Petrônio Zumpano Júnior João da Cruz Payão Filho (2020). INFLUENCE OF Welding Interpass Temperature On Charpy V-Notch Impact Energy Of Coarse-Grain Heat-Affected Zone Of Aisi 4130 Steel Pipe.
- [9] Prabhu Paulraj, Rajnish Garg. (2015). Effect Of Welding Parameters On Mechanical Properties Of Gtaw Of Uns S31803 And Uns S32750 Weldments
- [10] Mohamad Lasno, Helmy Purwanto dan Muhammad Dzulfikar (2019). Pengaruh Variasi Arus Pengelasan Tig (*Tungsten Inert Gas*) Terhadap Sifat Fisik Dan Mekanik Pada *Stainless Steel Hollow* 304.
- [11] Anwar Budianto Kristina Purwantini Ba. Tjipto Sujitno (2009) Pengamatan Struktur Mikro Pada Korosi Antar Butir Dari Material Baja Tahan Karat Austenitik Setelah Mengalami Proses Pemanasan