

**ANALISA PERBANDINGAN LAS TIG DAN LAS SMAW TERHADAP
KEKUATAN TARIK DAN KEKERASAN *STAINLESS STEEL* 304**

Noviansyah*, Asmadi, Reny Afriany**, Tarmizi Husni****

**Mahasiswa Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas IBA, Jln. Mayor Ruslan,
Palembang, Sumatera Selatan, Indonesia*

***Dosen Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas IBA, Jln. Mayor Ruslan,
Palembang, Sumatera Selatan, Indonesia*

Email : reny.afriany@yahoo.com

ABSTRAK

Stainless Steel (baja tahan karat) adalah salah satu logam ferro yang banyak digunakan dalam dunia teknik, seperti untuk peralatan proses dalam industri makanan dan kimia, peralatan bedah, mesin perkakas, dan lain-lain. Salah satu jenis *Stainless Steel* yang banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari adalah *Stainless Steel* 304. *Stainless Steel* 304 dapat dilas dengan metode las SMAW, TIG dan SAW. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbandingan metode las TIG dan SMAW terhadap kekuatan tarik dan kekerasan *Stainless Steel* 304. Pengelasan SS 304 dengan metode las TIG dan SMAW pada penelitian ini menggunakan tipe sambungan *butt joint* dengan bentuk kampuh V. Kualitas pengelasan secara visual dilihat dari uji penetrasi, sedangkan pengujian sifat mekanik meliputi uji tarik dan uji kekerasan *vickers*. Hasil dari uji penetrasi pada daerah las, untuk kedua metoda las tersebut tidak menampakkan adanya cacat pada bagian permukaan luar, sehingga dapat dikatakan dengan prosedur las yang benar, metoda las TIG dan SMAW dapat memberikan hasil las yang baik pada *Stainless Steel* 304. Pada pengujian tarik, kekuatan tarik tertinggi terdapat pada pengelasan TIG dengan rata-rata nilai tegangan sebesar 75,5 kgf/mm². Sedangkan pada pengelasan SMAW dengan rata-rata nilai tegangan sebesar 33,5 kgf/mm². Pada pengujian kekerasan, nilai tertinggi terdapat pada pengelasan TIG dengan nilai kekerasan rata-rata sebesar 242,13 VHN, sedangkan pada pengelasan SMAW sebesar 210,75 VHN.

Kata kunci : *Stainless Steel* 304, Las TIG, Las SMAW, Kekuatan Tarik, Kekerasan

1. PENDAHULUAN

Pengembangan teknologi di bidang konstruksi yang semakin maju tidak dapat dipisahkan dari pengelasan karena mempunyai peranan penting dalam rekayasa dan reparasi logam. Pembangunan konstruksi dengan logam pada masa sekarang ini banyak melibatkan unsur pengelasan khususnya bidang rancang bangun karena sambungan las merupakan salah satu pembuatan sambungan yang secara teknis memerlukan keterampilan yang tinggi bagi pengelasnya agar diperoleh sambungan dengan kualitas baik. pengelasan merupakan salah satu bagian yang tak terpisahkan dari proses manufaktur. Pengelasan (*welding*) adalah salah satu teknik penyambungan logam dengan cara mencairkan sebagian logam induk dan logam pengisi dengan atau tanpa tekanan dan dengan atau tanpa logam tambahan dan menghasilkan sambungan yang kontinu (Sonawan dan Suratman, 2004).

Baja tahan karat (*stainless steel*) adalah salah satu logam ferro yang banyak digunakan dalam dunia teknik, misalnya digunakan untuk peralatan proses dalam industri makanan dan kimia, peralatan bedah, mesin perkakas, dan lain-lain. Selain itu juga banyak ditemukan baja tahan karat yang digunakan sebagai peralatan rumah tangga dan restoran. *Stainless steel* ini memiliki karakteristik pembentukan dan pengelasan yang sangat baik. *Stainless steel* tersebut terdiri dari besi, kromium, dan nikel (Minanga dan Miranti, 2016). Salah satu jenis *stainless steel* yang banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari adalah *stainless steel* 304.

Faktor produksi pengelasan adalah jadwal pembuatan, proses pembuatan, alat dan bahan yang diperlukan, urutan pelaksanaan, persiapan pengelasan (meliputi : pemilihan mesin las,

penunjukan juru las, pemilihan elektroda, penggunaan jenis kampuh) (Bakhori, 2017). Kekuatan hasil lasan dipengaruhi oleh tegangan busur, besar busur, kecepatan pengelasan, besarnya penembusan dan polaritas listrik. Penentuan besarnya kuat arus dalam penyambungan logam menggunakan las busur mempengaruhi efisiensi pekerjaan dan bahan las. Penelitian ini untuk melihat apakah pengelasan SMAW bisa memiliki hasil kualitas mekanik dan fisik yang mendekati dengan metode pengelasan TIG., yaitu dengan membandingkan kekuatan sambungan las TIG dan SMAW dengan parameter pengelasan yang sama.

Pengelasan TIG sesuai dengan WPS yang dikeluarkan oleh PT. Pusri. Kuat arus SMAW dan TIG yang digunakan adalah 90 ampere. Jenis sambungan yang dipakai adalah sambungan tumpul (*butt joint*) jenis kampuh V tunggal. Material yang digunakan yaitu *stainless steel* 304 dengan tebal 8 mm. Pengujian dilakukan dengan uji tarik dan uji kekerasan *vickers*.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. *Stainless Steel 304*

Stainless steel 304 termasuk dalam kategori *food grade* merupakan *stainless steel* dengan komposisi 18/8 atau 18/10. Arti kode ini menunjukkan komposisi kandungan kromium dan nikel. Kandungan kromium berfungsi untuk mengikat oksigen di permukaan SS dan melindungi bahan dari proses oksidasi yang dapat menimbulkan karat.

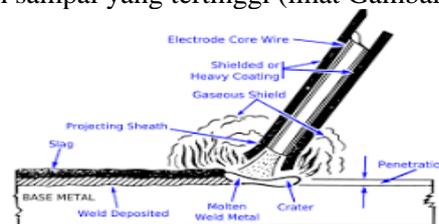
Sementara nikel membuat SS memiliki sifat yang lebih tahan karat lagi. Semakin besar kandungan nikel semakin besar pula kemampuan bahan untuk mencegah korosi. Selain itu, kandungan nikel membuat SS lebih kokoh. Seri 304 memiliki komposisi 18/8, yang artinya: kandungan kromium sebesar 18% sedangkan kandungan nikel sebesar 8%.

2.2. Pengelasan

Menurut *Deutche Industrie Normen* (Wiryosumart, 1996), pengelasan adalah suatu ikatan metalurgi pada sambungan logam atau logam paduan yang dilaksanakan dalam keadaan lumer atau cair. Mengelas adalah merupakan cara yang paling efisien untuk menyatukan atau menggabungkan dua buah logam. Mengelas adalah satu-satunya cara untuk membuat dua atau lebih potongan logam bekerja sebagai satu potongan logam. Bila suatu sambungan di las, maka sambungan itu akan menjadi permanen.

2.2.1. Metode Pengelasan Busur dengan Logam Terlindung

Metode Pengelasan busur dengan logam terlindung atau *Shielded Metal Arc Welding* (SMAW) merupakan bagian dari kelompok pengelasan busur karbon. Proses SMAW memiliki kemampuan yang fleksibel untuk mengelas logam pada posisi pengelasan, dengan ketebalan bahan yang bervariasi dari yang rendah sampai yang tertinggi (lihat Gambar 1).



Gambar 1. Pengelasan SMAW (Bachtiar, 2012)

Pengelasan SMAW dikenal juga dengan istilah MMAW (Manual Metal Arc Welding) umumnya juga disebut las listrik merupakan suatu proses pengelasan yang menggunakan panas untuk mencairkan material dasar dan elektroda, panas tersebut di timbulkan oleh lonjakan ion listrik yang terjadi di antara katoda dan anoda (ujung elektroda dan permukaan plat yang akan dilas) (Kokasih dkk, 2014) dengan menggunakan bahan tambah/pengisi berupa elektroda terbungkus.

Proses pengelasan terjadi karena arus listrik yang mengalir diantara elektroda dan bahan las membentuk suatu panas yang dapat mencapai suhu hingga 3000°C , sehingga membuat elektroda dan bahan yang akan dilas mencair. Proses terjadinya pengelasan karena adanya kontak antara ujung elektroda dan material dasar sehingga terjadi hubungan pendek dan saat terjadi hubungan pendek tersebut tukang las (welder) harus menarik elektroda sehingga terbentuk busur listrik yaitu lompatan ion yang menimbulkan panas (Sonawan dan Suratmat, 2004).

2.2.2. Metode Pengelasan TIG

Pengelasan TIG (Tungsten Inert Gas) adalah proses pengelasan dimana busur nyala listrik ditimbulkan oleh elektroda tungsten (elektroda tak terumpan) dengan benda kerja logam. Daerah pengelasan dilindungi oleh gas pelindung (inert gas) agar tidak berkontaminasi dengan udara luar, gas pelindung yang digunakan adalah gas mulia yaitu gas argon (Ar), oleh karena itu disebut las argon (Sonawan dan Suratmat, 2004). Kawat las dapat ditambahkan atau tidak tergantung dari bentuk sambungan dan ketebalan benda kerja yang akan di las.

Elektroda tungsten adalah elektroda tidak terumpan (nonconsumable electrode) yang berfungsi sebagai pencipta busur nyala saja yang digunakan untuk mencairkan kawat las yang ditambahkan dari luar dan benda yang akan disambung menjadi satu kesatuan sambungan. Elektroda ini tidak berfungsi sebagai logam pengisi sambungan yang sebagaimana yang biasa dipakai pada elektroda batang las busur metal maupun elektroda gulungan pada las MIG (Sonawan dan Suratmat, 2004) .

3. METODE PENELITIAN

3.1. Alat dan Bahan

Alat/mesin yang digunakan dalam eksperimen ini adalah sebagai berikut:

1. Mesin las SMAW
2. Mesin Las TIG
3. Mesin Uji Tarik
4. Mesin Uji Kekerasan *Vickers*

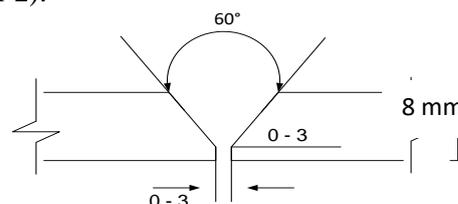
Adapun spesifikasi material/bahan yang digunakan dalam eksperimen ini adalah sebagai berikut :

- a. Bahan yang digunakan adalah *Plat Stainless Steel 304* dengan tebal 8 mm
- b. Filler yang digunakan pada pengelasan TIG yaitu ER.308 dengan diameter 2,4 mm.
- c. Filler yang digunakan pengelasan SMAW yaitu E 308-16.
- d. *Electrode* yang digunakan TIG yaitu AWS EWTH-2 ,12-80
- e. *Electrode* yang digunakan SMAW yaitu NSN-308 E308-16
- f. Cairan penetran

3.2. Prosedur Penelitian

3.2.1. Persiapan Spesimen Uji

Pembuatan kampuh las V tunggal menggunakan lembaran plat yang sudah terlebih dahulu dipotong menggunakan mesin potong dengan ukuran yang sudah disiapkan di WPS sesuai dengan standar ASME IX (lihat Gambar 2).



Gambar 2. Dimensi Ukuran Kampuh V Tunggal

3.2.2. Proses Pengelasan

Proses pengelasan yang digunakan pada penelitian ini adalah dengan menggunakan pengelasan SMAW. Metode pengelasan ini akan dibandingkan dengan data sekunder dari proses pengelasan TIG pada penelitian yang dilakukan sebelumnya oleh Prasetya, 2019.

Proses pengelasan menggunakan mesin las SMAW dimana *welder* yang melaksanakan pengelasan sudah tersertifikasi dan pengelasan ini disesuaikan dengan WPS yang sesuai dengan benda kerja. Pada proses pengelasan SMAW dilakukan dengan menggunakan mesin las listrik sedangkan pada proses pengelasan TIG menggunakan gas argon sebagai bagian dari pengelasannya. Gas argon sendiri adalah salah satu jenis gas mulia yang berfungsi sebagai gas pelindung dari pembakaran proses pengelasan.

Pengelasan yang dilakukan menggunakan jenis SMAW dan TIG dengan metode sambungan *butt joint*, pengelasan ini dilakukan sesuai dengan WPS (*Welding Procedure Specification*) yang didapat dari PT. PUSRI. Untuk masing-masing pengelasan diawali dengan pembuatan bavel dengan tujuan agar hasil pengelasan lebih baik dan kuat. Filler yang digunakan tipe ER.308 untuk kedua metode pengelasan.

3.2.3. Pengujian Kualitas Hasil Pengelasan

Pengujian ini bertujuan untuk melihat apakah kualitas sambungan las benda yang sudah kita las itu sesuai dengan yang kita harapkan dan mengetahui kondisi material pada saat selesai pengelasan apakah kualitas nya baik atau adanya indikasi cacat setelah pengelasan dilakukan. Pengujian ini terbagi menjadi dua yaitu pengujian NDT (*Non-Destructive Testing*) dan pengujian DT (*Destructive Testing*). Untuk mengetahui struktur mikro hasil pengelasan memiliki cacat atau tidak, prediksi ini dapat dilakukan menggunakan diagram *Schaeffler*.

a. Uji Visual

Pengujian ini biasa dilakukan setelah melakukan proses pengelasan, yaitu dengan memanfaatkan indra pengelihatan tanpa bantuan metode lain. Pada hasil pengujian ini benda SS 304 dilihat dan diamati dengan teliti apakah pada posisi permukaan material las terindikasi cacat atau tidak.

b. Penetran Test

Pengujian ini adalah pengembangan dari uji visual, karena pada umumnya indera penglihatan yang kita lihat itu memiliki keterbatasan dan tidak mampu melihat pori-pori atau lubang yang sangat kecil sekali, itulah dibutuhkannya penambahan uji penetran pada hasil las pengelasan. Pengaplikasiannya dengan menyemprotkan atau mengoleskan cairan penetran dengan kuas secara merata. Setelah itu, biarkan cairan masuk ke pori-pori material minimal 5 menit, lalu akan di tarik oleh cairan developer sehingga akan terlihat bagian yang terdampak atau terindikasi cacat pada daerah permukaan pengelasan.

c. Pengujian kekerasan Vickers

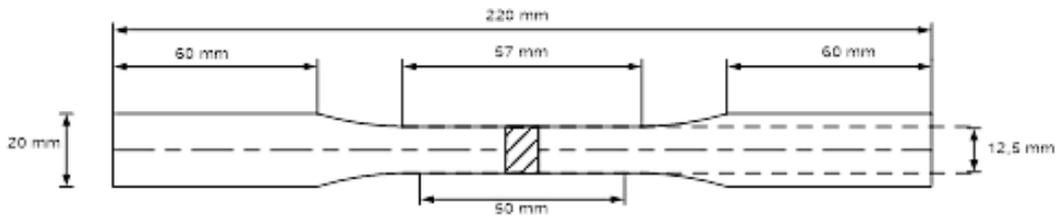
Pada pengujian kekerasan terdapat 3 daerah yang akan diuji kekerasannya yaitu daerah *Base Metal*, daerah *Kampuh Las* dan daerah *HAZ* untuk mengetahui kekerasan spesimen setelah dilakukan proses pengelasan. Dengan menggunakan indentor pyramid intan yang dasarnya berbentuk bujur sangkar. Besar sudut antara pyramid yang saling berhadapan adalah 136° dan beban 30kg. Mesin mengacu pada standar ASTM E384, Hardness Tester Machine jenis Albert Gnehm yang terdapat di Politeknik Negeri Sriwijaya, sebagaimana yang diperlihatkan dalam Gambar 3.



Gambar 3. Alat Uji Kekerasan *Vickers*

d. **Pengujian Tarik**

Pada pengujian tarik spesimen benda mengacu pada ASTM E8M, bentuk benda uji dibuat spesimen dengan dimensi seperti Gambar 4.



Gambar 4. Spesimen Uji Tarik

Pada pengujian tarik ini mesin yang digunakan adalah jenis mesin Hung Ta Type HT 9502 yang terdapat di Politeknik Negeri Sriwijaya (lihat Gambar 5).



Gambar 5. Mesin Uji Tarik

4. **HASIL PENGUJIAN**

Hasil pengelasan *stainless steel* 304 dengan menggunakan pengelasan SMAW dan TIG dengan metode *butt joint* tipe kampuh V ditunjukkan pada Gambar 5.

Pada area pengelasan terdapat 3 daerah pengisi yaitu *capping* (daerah atas lasan), *weld metal* (bagian tengah lasan) dan *root* (bagian bawah lasan), didapat bahwa *capping* dengan tebal 2 mm dan *root* 1 mm pada pengelasan SMAW dan TIG.



(a)



(b)

Gambar 5.. Hasil Pengelasan (a) SMAW (b) TIG

4.1. Perhitungan Cr-Ekivalen dan Ni-Ekivalen

Pengujian menggunakan OES dengan material filler ER308 didapat hasil sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 1:

Tabel 1.

Nilai Cr-Ekivalen dan Ni-Ekivalen dari Uji Komposisi

Logam	Cr-E $\%Cr + \%Mo + 1,5x\%Si + 0,5x\%Nb$	Ni-E $\%Ni + 30x\%C + 0,5x\%Mn$
E308	$19,9 + 0,11 + 1,5 (0,38) + 0,5(0)$ = 1,08%	$9,5 + 30 (0,05) + 0,5 (1,5)$ = 11,75 %

Dari perhitungan tabel 4.1 didapat unsur untuk mencari Cr-ekivalen dan Ni-ekivalen dengan persentase Cr-ekivalen sebesar 21,08% dan Ni-Ekivalen sebesar 11,75%.

4.2. Uji Penetran

Pengujian penetran dengan memberikan cairan penetran ke daerah las, setelah dibersihkan lalu diberikan cairan developer sebagai penarik cairan penetran yang masuk ke dalam pori-pori material minimal 5 menit. Pada permukaan daerah las tidak terlihat atau tidak menunjukkan adanya cacat las.

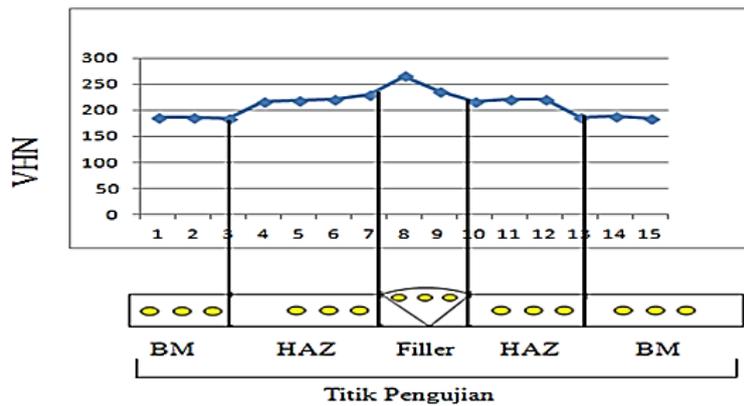
4.3. Pengujian Kekerasan

Hasil uji kekerasan *Vickers* pada *stainless steel* 304 dengan metode pengelasan TIG dan pengelasan SMAW yang mengambil data sekunder dari hasil penelitian Prasetya (2019) seperti ditunjukkan pada Tabel 2 dan Gambar 6 dan Gambar 7.

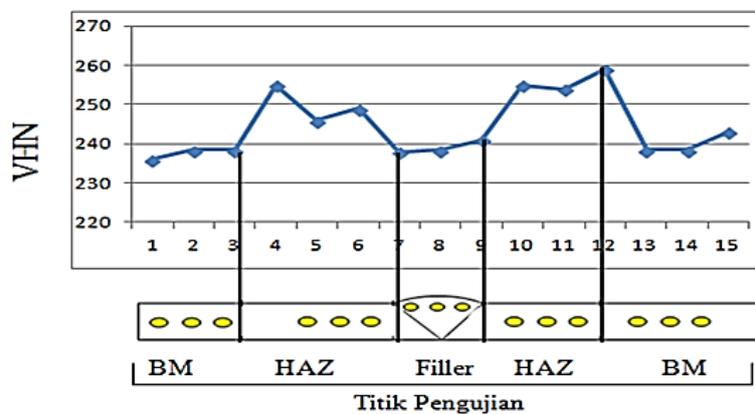
Tabel 2.

Hasil Pengujian Kekerasan Pengelasan TIG dan SMAW

No.	Daerah Uji	TIG (VHN)	SMAW (VHN)
1	BM	236	185,55
2	BM	238,5	186,91
3	BM	238,5	183,87
4	HAZ	255	216
5	HAZ	246	219
6	HAZ	249	221
7	FILLER	238	228,8
8	FILLER	238,5	265
9	FILLER	241	236
10	HAZ	255	217
11	HAZ	254	220
12	HAZ	259	221
13	BM	238,5	185,5
14	BM	238,5	187,5
15	BM	243	184
Rata-rata		242,133	210,475

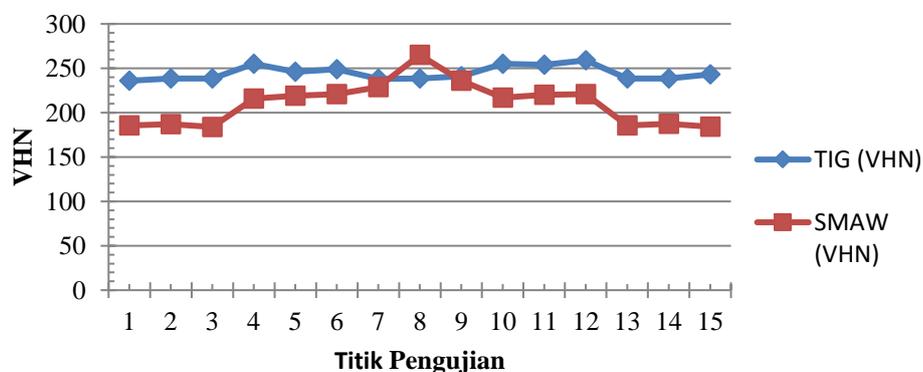


Gambar 6. Hasil Pengujian Kekerasan SMAW



Gambar 7. Hasil Pengujian Kekerasan TIG

Hasil data pengujian kekerasan *vickers* pada pengelasan SMAW tipe kampuh V menunjukkan nilai kekerasan tertinggi terdapat di daerah las seperti terlihat pada grafik dalam Gambar 6 sebesar 265 VHN, selanjutnya daerah HAZ kekerasan tertinggi sebesar 221 VHN dan kekerasan dengan nilai terendah terdapat pada *base metal* yaitu sebesar 183,87 VHN. Pada pengelasan TIG yang terlihat pada Gambar 7, kekerasan tertinggi terletak pada daerah HAZ sebesar 259 VHN selanjutnya pada daerah *filler* kekerasan tertinggi sebesar 241 VHN dan kekerasan dengan nilai paling kecil terdapat pada daerah *base metal* dengan nilai sebesar 236 VHN. Gambar 8 menunjukkan perbandingan antara TIG dan SMAW,



Gambar 8. Grafik hasil Uji Kekerasan *Vickers* SMAW dan TIG

4.4. Pengujian Tarik

Hasil pengujian tarik yang dilakukan pada sambungan las *butt joint* tipe kampuh V menampilkan data perpanjangan material, beban tarik, tegangan *yield*, tegangan tarik dan regangan dari tiap variabel. Data pengujian tarik pada las TIG dan SMAW dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3.

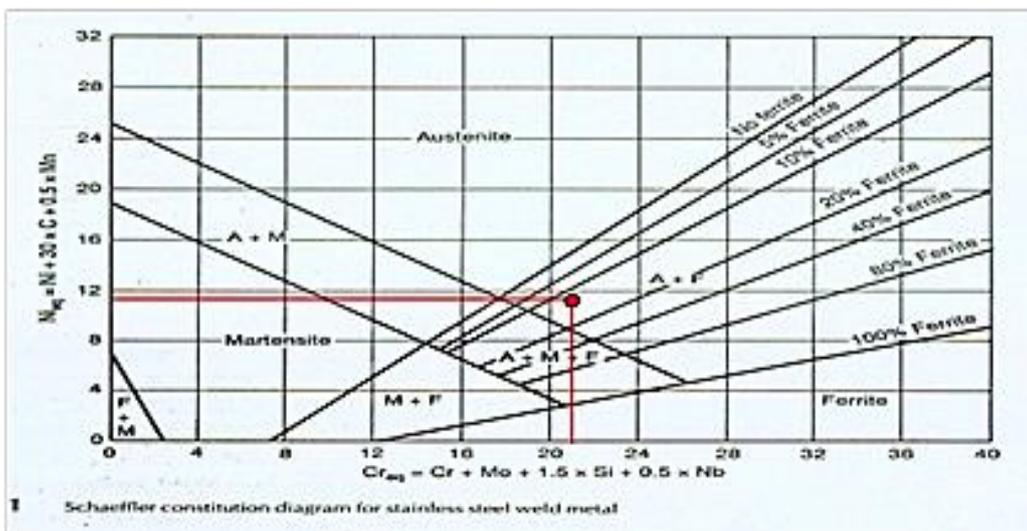
Data Hasil Uji Tarik

Kode	ΔL	σU	E	F Max	F Yield	E	Daerah
Sample	mm	KgF/mm ²	%	KgF	KgF	KgF/mm ²	Putus
TIG 1	26	75,6	52	5670	2950	145,38	BM
TIG 2	23	75	46	5625	3150	163,04	BM
TIG 3	24	76	48	5700	2916	158,83	BM
Rata – rata		75,5	48,67	5665		155,75	
SMAW 1	10	28,27	20	2827	185,89	141,35	Filler
SMAW 2	30	47,16	60	4716	172,63	78,6	HAZ
SMAW 3	6	38,78	12	3878	348,74	323,16	Filler
Rata – rata		38	31	3807		181,04	

5. ANALISA HASIL PENGUJIAN

5.1. Jenis Elektroda

Nilai Cr-ekivalen dan Ni-ekivalen yang didapat dari perhitungan pada Tabel 1. yaitu Cr-ekivalen sebesar 21,08% dan Ni-ekivalen sebesar 11,75% dari jenis baja dan elektroda yang digunakan kemudian di plotkan pada diagram schaeffler seperti pada Gambar 9. Berdasarkan *plotting* tersebut maka dapat diperkirakan struktur logam las yang terbentuk berada pada daerah A+F atau austenite + ferrite. Hadirnya ferrite pada daerah las akan menghasilkan sambungan yang memiliki ketahanan terhadap retak las pada sisi baja tahan karat.



Gambar 9. Diagram Schaeffler Elektroda Las ER 308

Dari diagram *Schaeffler* baja *stainless steel* 304 yang menggunakan logam las ER308 dilusi 70% maka daerah las berada pada daerah aman retakan. Menurut pengamatan secara visual tidak terlihat adanya retakan pada pengelasan dalam kurun waktu 0 hingga kurang lebih 48 jam setelah pengelasan selesai.

5.2. Deformasi

Dari hasil lasan yang dilakukan setelah diamati secara kasat mata normal tanpa alat bantu, tidak terlihat adanya indikasi cacat pada permukaan material itu sendiri. Namun pada bagian HAZ terdapat *deformasi* dikarenakan pada saat pengelasan memungkinkan terjadinya arus yang berlebih dan mengakibatkan material terkena *deformasi* pada bagian daerah HAZ.



Gambar 5.2 Bentuk *Deformasi* pada Hasil Pengelasan

Dilihat dari gambar 10, material yang setelah dilakukan pengelasan terjadi perubahan bentuk *deformasi* yang disebabkan oleh penggunaan energi atau pemanasan pada logam. Perubahan bentuk pada logam di atas merupakan deformasi plastis yaitu deformasi atau perubahan bentuk yang terjadi pada benda secara permanen, walaupun beban yang bekerja diadakan.

5.3. Kekerasan

Pada grafik hasil pengujian kekerasan SMAW dan TIG pada Gambar 4.3 dan 4.4 dapat dilihat dari daerah base metal pada pengelasan TIG memiliki nilai kekerasan 237,6 VHN, sedangkan pada pengelasan SMAW memiliki nilai kekerasan sebesar 186,9 VHN.

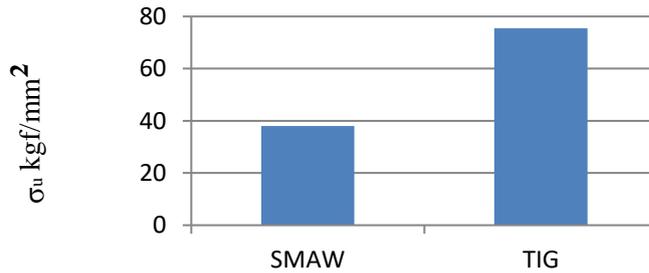
Untuk daerah filler nilai kekerasan pada pengelasan SMAW memiliki nilai kekerasan yang lebih tinggi dibandingkan pengelasan TIG. Dengan nilai rata-rata SMAW sebesar 243,27 VHN, sedangkan nilai kekerasan pada TIG rata-rata sebesar 238,9 VHN. Dengan persentase nilai sebesar 4,3%. Pada pengelasan SMAW terjadi peningkatan kekerasan di daerah filler yang disebabkan pendinginannya lebih cepat.

Kemudian dilihat dari kekerasan daerah HAZ pada pengelasan SMAW lebih rendah dari pada pengelasan TIG. Karena pada daerah HAZ pengelasan SMAW nilai kekerasan rata-ratanya sebesar 218,67 VHN, sedangkan pada pengelasan TIG nilai rata-rata sebesar 253 VHN. Dengan presentase nilai sebesar 34,3%. Sehingga dari hasil pengujian kekerasan pada pengelasan TIG lebih tinggi dibandingkan dengan pengelasan SMAW dengan nilai rata-rata pada pengelasan TIG sebesar 242,13 VHN, sedangkan nilai rata-rata kekerasan pada SMAW sebesar 210,47 VHN dengan presentase nilai sebesar 31,6%. Hal ini disebabkan karena proses pendinginan pada pengelasan SMAW lebih cepat dingin dibandingkan pada pengelasan TIG. Sehingga logam di daerah pengelasan SMAW lebih cepat mengeras dibandingkan di daerah pengelasan TIG. Begitu juga daerah HAZ pada daerah pengelasan TIG lebih tinggi dibandingkan dengan pengelasan SMAW dipengaruhi juga pada proses pendinginannya.

5.4. Kekuatan Tarik

Hasil pengujian tarik pada Tabel 3 didapat nilai dan selanjutnya akan dimasukkan kedalam diagram batang seperti pada Gambar 10.

Gaya maksimum yang diterima pada pengujian tarik dari dua jenis pengelasan yang berbeda TIG dan SMAW yang dirata-rata kan terlihat pada pengelasan TIG mempunyai tegangan yang lebih besar dari pada SMAW. Dengan hasil TIG sebesar 5665 kgf sedangkan SMAW hanya 3807 kgf.

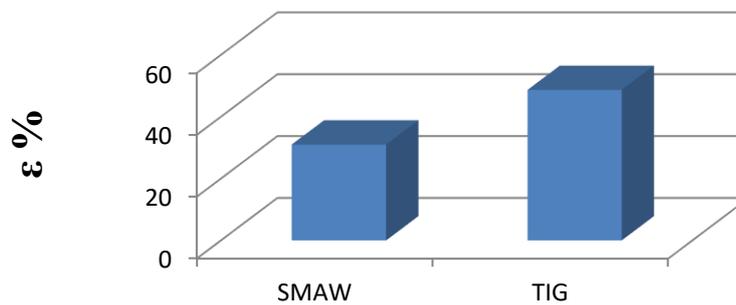


Gambar 11. Tegangan Ultimate SMAW dan TIG

Dari Gambar 11 dapat dilihat bahwa nilai rata-rata tegangan tarik dari SMAW sebesar 38 kgf/mm², sedangkan nilai tegangan tarik dari TIG sebesar 75,5 kgf/mm².

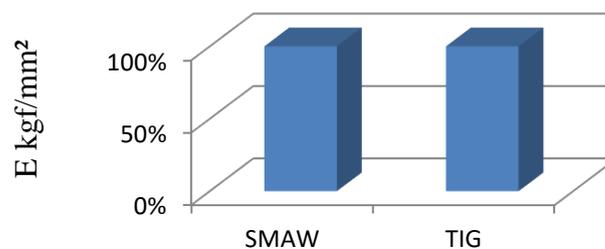
Menunjukkan bahwa tegangan tarik pada TIG lebih besar dibandingkan dengan tegangan tarik SMAW. Hal ini dikarenakan pada posisi putus benda uji TIG pada area *Base Metal* yang memiliki kekuatan yang lebih tinggi, sedangkan pada SMAW saat putus berada dibagian daerah HAZ dikarenakan pengaruh panas pengelasan yang tinggi.

Dari Gambar 12 menunjukkan perpanjangan (elongasi) pada bagian gauge length SMAW maupun TIG yang dipengaruhi oleh gaya yang ditarik pada spesimen yang menghasilkan perpanjangan rata-rata kelompok pengelasan SMAW sebesar 38% dan perpanjangan rata-rata kelompok pengelasan TIG sebesar 48,67%.



Gambar 12. Elongasi SMAW dan TIG

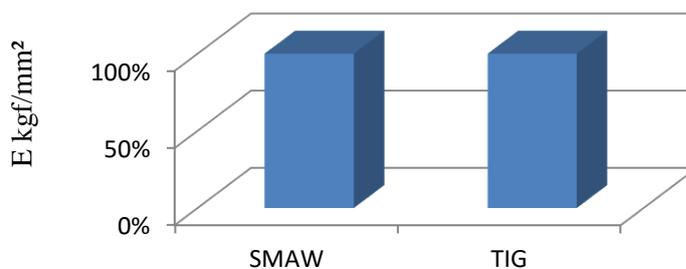
Karena pada saat pengujian daerah yang putus pada TIG berada didaerah *Base Metal* yang memiliki tegangan lebih besar dan membuat daerah tersebut memiliki sifat plastis yang lebih tinggi, Sedangkan pada SMAW putus pada daerah HAZ dan Filler memiliki sifat plastis yang kecil dan membuat daerah putus sangat sedikit perpanjangannya.



Gambar 13. Modulus Elastisitas SMAW dan TIG

Dari Gambar 13. menunjukkan bahwa nilai modulus elastisitas pada pengelasan SMAW memiliki nilai sebesar $181,04 \text{ kgf/mm}^2$ sedikit lebih tinggi dibandingkan pengelasan TIG memiliki nilai sebesar $155,75 \text{ kgf/mm}^2$ dengan persentase perbandingan 12%.

Karena pada saat pengujian daerah yang putus pada TIG berada didaerah *Base Metal* yang memiliki tegangan lebih besar dan membuat daerah tersebut memiliki sifat plastis yang lebih tinggi, Sedangkan pada SMAW putus pada daerah HAZ dan Filler memiliki sifat plastis yang kecil dan membuat daerah putus sangat sedikit perpanjangannya.



Gambar 14. Modulus Elastisitas SMAW dan TIG

Dari gambar 14 menunjukkan bahwa nilai modulus elastisitas pada pengelasan SMAW memiliki nilai sebesar $181,04 \text{ kgf/mm}^2$ sedikit lebih tinggi dibandingkan pengelasan TIG memiliki nilai sebesar $155,75 \text{ kgf/mm}^2$ dengan persentase perbandingan 12%.

Jika dilihat pada pengelasan TIG, nilai kekuatan tarik 38,5% lebih tinggi dibandingkan dengan pengelasan SMAW. Hal ini dimungkinkan pada pengelasan SMAW yang pendinginannya lebih cepat dikarenakan terjadi peningkatan kekerasan di daerah lasan.

6. KESIMPULAN

Setelah melakukan berbagai pengujian, analisa, dan pembahasan terhadap hasil pengelasan menggunakan pengelasan TIG dan pengelasan SMAW, untuk mendapatkan hasil yang maksimal dilakukan pengujian DT dan NDT. Sehingga didapatkan kesimpulan sebagai berikut :

1. Pada pengujian DT, pengujian kekerasan yang menghasilkan nilai kekerasan tertinggi terdapat pada pengelasan TIG dengan nilai sebesar 242,13 VHN, sedangkan pada pengelasan SMAW nilai kekerasan yang didapat yaitu sebesar 210,47 VHN. Pada pengujian tarik nilai tegangan tertinggi didapat pada pengelasan TIG dengan rata-rata nilai sebesar $75,5 \text{ kgf/mm}^2$ dengan elongasi 48,67%, sedangkan pada pengelasan SMAW dengan rata-rata nilai sebesar 38 kgf/mm^2 dengan elongasi sebesar 31%.
2. Hasil pengujian NDT pada pengelasan TIG dan pengelasan SMAW yang pada kedua pengelasan tersebut diuji secara visual dan penetrasi test tidak terindikasi cacat pada daerah permukaan pengelasan.
3. Pengelasan SMAW dengan prosedur yang benar dapat menjadi alternatif pilihan untuk pengelasan *stainless steel 304*, karena dari hasil pengujian mekanik menghasilkan perbedaan nilai yang tidak begitu jauh dibandingkan dengan pengelasan TIG.

DAFTAR PUSTAKA

Bachtiar, 2012, *Praktek Las. Modul Ajar Program Studi Teknik Bangunan Kapal*, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya

Bakhori, A, 2017, *Perbaikan Metode Pengelasan SMAW pada Industri Kecil di Kota Medan*, Buletin Utama Teknik, Medan

Kokasih, D, Poniman, dkk, 2014, *Analisa Perbandingan Pengaruh Welding Repair pada Pengelasan SMAW dengan menggunakan Elektroda RB-26 Kobe Steel dan RD-260 Nikko Steel terhadap Nilai Kekerasan Baja Karbon Rendah.*, Jurnal Mesa, Universitas Subang

Minanga, Miranti, A, 2016, *Pelepasan Ion Nikel dan Kromium Braket Ortodontik Stainless Steel yang direndam dalam obat kumur*. Jurnal Program Studi Farmasi, Unsrat, Manado

Prasetya, C. 2019, *Studi Komparasi Hasil Pengelasan GTAW dengan Metode Butt Joint dan Lap Joint pada Stainless Steel 304*, Skripsi, Universitas IBA, Palembang

Sonawan, H, Suratmat, R, 2004, *Pengelasan Logam*, Alfabeta, Bandung

Wiryo Sumarto, H, 1996, *Teknologi Pengelasan Logam*, Pradnya Paramita, Jakarta