



**Analisa Pengelasan SMAW Pada Material Plat SS 316
Dengan Elektroda E-308 & E-309 Yang Di Las Dengan Ampere
100A,110A,120A Pada Polaritas DC**

Roni Julianto , Ismail

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya
Jalan Semolowaru No. 45 Surabaya 60118, Tel. 031-5931800, Indonesia
email: ronijulianto789@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian mengenai pengelasan *Shield Metal Arc Welding* atau lebih dikenal dengan singkatan *SMAW* pada material plat *Stainless Steel* 316 dengan elektroda E-308 & E-309 yang di las dengan *ampere* 100,110,120 A.adalah penelitian yang dilakukan dengan membandingkan hasil pengelasan antara elektroda E-308 dan E-309 yang mana pada proses nya ditambahkan variasi arus yang berbeda yakni 100 A ,110 A ,dan 120 A.dalam penelitian ini diharapkan untuk mengetahui mana kualitas yang lebih baik antara 2 material elektroda tersebut bila di las pada material *Stainless Steel* 316.namun sebelum itu kita ,harus melewati beberapa tahapan pengujian diantaranya pengujian tidak merusak (*Non Destructive Testing*) menggunakan metode pengujian tidak merusak radiografi.pada metode ini aialah di tujukan untuk mengetahui hasil pengelasan sudah baik atau tidak,sebelum dilakukan pengujian uji merusak (*Destructive Testing*) uji tarik.setelah semua pengujian dilakukan barulah dapat di simpulkan mana pengelasan yang lebih baik .

Kata Kunci : *Shield Metal Arc Welding,Ampere,Non Destructive Testing,Destructive Testing*

PENDAHULUAN

Pada zaman sekarang penggunaan material-material dalam dunia industri sangatlah beragam,ada material yang di butuhkan karena ketahanan temperatur nya ada pula material yang di gunakan berdasarkan ketahanan korosi nya serta masih banyak lagi pertimbangan lainnya.salah satu material yang umum di pakai di dunia industri misalnya saja material *Stainless Steel*.material *Stainless Steel* pada bidang industri mulai dilirik karena memiliki kekuatan serta kekerasan yang tinggi,sifat tahan korosi,memiliki

tampilan menarik serta minim biaya perawatan, karena sifat dan karakteristik tersebut sehingga membuat *Stainless Steel* sangat berguna dalam proses sebuah industri.

Stainless Steel ,meski sifat-sifat dari material ini sudah sangat baik bukan berarti logam ini tidak dapat mengalami kerusakan atau kegagalan material yang di sebabkan oleh faktor-faktor yang tidak di inginkan,oleh karenanya dalam pelaksanaan dilapangan karena biaya pembelian material *Stainless Steel* tidaklah murah maka opsi perbaikan adalah opsi yang paling sering di pakai sehingga biaya operasional perusahaan dapat di hemat.adapun metode yang biasa di

gunakan dalam perbaikan pada material *Stainless Steel* salah satunya adalah metode pengelasan.

Pengelasan adalah sebuah teknik dalam penyambungan logam yaitu dengan cara mencairkan logam pengisi, serta dengan atau tanpa logam penambah yang menghasilkan sambungan yang tetap, sedangkan menurut DIN (*Deutch Industrie Normen*) Pengelasan adalah sebuah ikatan metalurgi pada sambungan logam yang dikerjakan dalam keadaan cair. Salah satu metode pengelasan yang sering dipergunakan adalah *Shield Metal Arc Welding* atau biasa di singkat dengan *SMAW*.

Shielded Metal Arc Welding (SMAW) atau biasa dikenal dengan las listrik, pada umumnya digunakan untuk proses penyambungan konstruksi logam dari material baja karbon dan baja berkekuatan tarik tinggi lainnya. Pengelasan *Shielded Metal Arc Welding (SMAW)* memiliki banyak pilihan prosedur dalam pengerjaannya sesuai dengan spesifikasi ataupun kondisi material logam yang akan dikerjakan yang mana harus di sesuaikan metode apa yang akan digunakan dalam pengelasan.

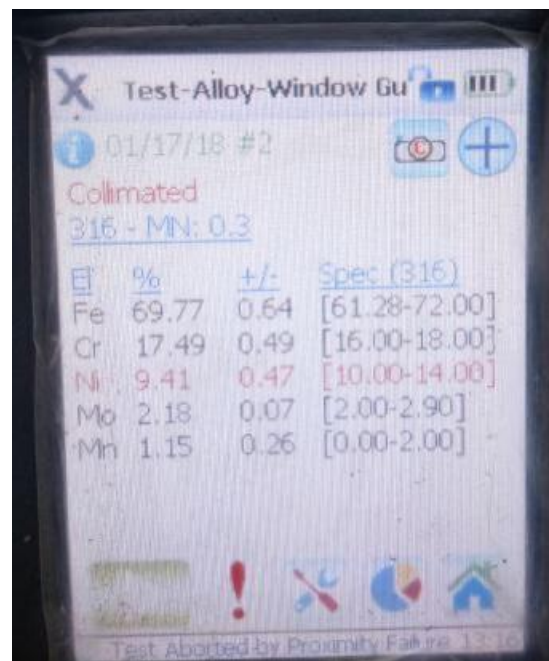
Pada proses pengelasan baja itu sendiri tentu tidak selalu berjalan mulus salah satu permasalahan yang umum di hadapi dalam proses pengelasan suatu material logam itu ialah ketika *filler* atau logam pengisi memiliki kelembaban yang terkandung dalam elektrodanya alhasil dapat mempengaruhi hasil pengelasan. Oleh sebab itu dalam proses penelitian ini di gunakan metode *Non Destructive Testing (NDT)* yakni Radiografi, jenis pengujian ini banyak digunakan dalam dunia industri untuk mengetahui apakah sebuah pengelasan mengalami cacat baik itu *surface* atau *sub surface*. Oleh karena itu pada penelitian kali ini akan dilakukan analisa pada pengelasan material *Stainless Steel 316*, dengan teknik las *Shielded Metal Arc Welding (SMAW)*. adapun pemilihan material *Stainless Steel 316* ialah didasarkan karena penggunaan material ini sangat luas di dalam dunia industri.

Penelitian ini bertujuan untuk menguji & membandingkan sebuah kualitas dari hasil pengelasan, yang mana nantinya di harapkan dari hasil pengujian tersebut dapat diketahui jenis pengelasan mana yang memiliki kualitas yang lebih baik, dan di harapkan penelitian ini juga dapat di gunakan sebagai referensi kedepan untuk kemajuan dimasa mendatang.

PROSEDUR EKSPERIMEN

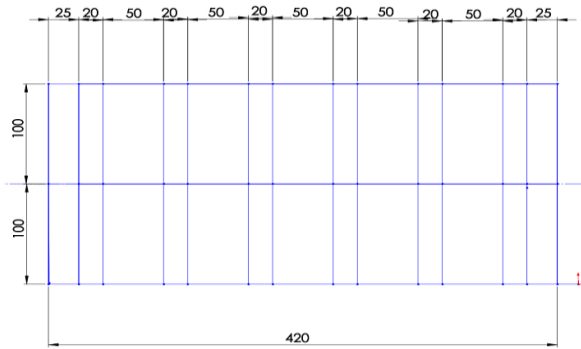
Persiapan Spesimen

Material yang digunakan pada penelitian ini adalah material baja tahan karat yakni *Stainless Steel* dengan tipe SS 316 dengan *thickness* material sebesar 10 mm. sebelum di las material di uji kandungannya terlebih dahulu dalam hal ini di pastikan bahwa material yang akan di las adalah benar material plat SS 316. untuk memastikan digunakan alat pendeteksi material yakni *XRF Analyzer*, alat ini dapat mendeteksi kandungan-kandungan yang terdapat pada material sekaligus mengelompokkannya kedalam jenis apa material tersebut.



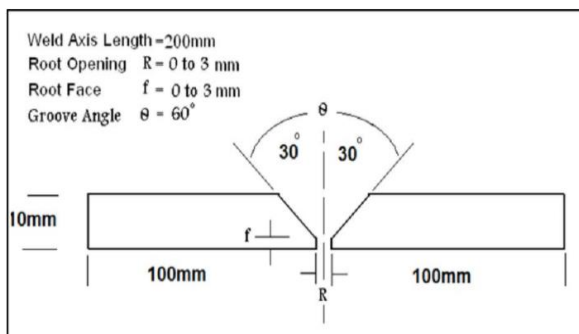
Gambar 1, Hasil pembacaan spesimen dengan XRF

Setelah data hasil kandungan pengujian XRF menyatakan bahwa material memang *Stainless Steel 316* barulah plat tersebut di bentuk dengan ukuran 420 x 100 mm sebanyak 2 buah.berikut gambar sketsa pemberian ukuran pada pelat.



Gambar 2, Pembagian Ukuran Plat

Jika sudah selesai barulah selanjutnya masuk ketahap pembuatan sambungan yang mana pada penelitian ini akan di bentuk dengan tipe V-Groove.



Gambar 3, V-Groove Yang digunakan

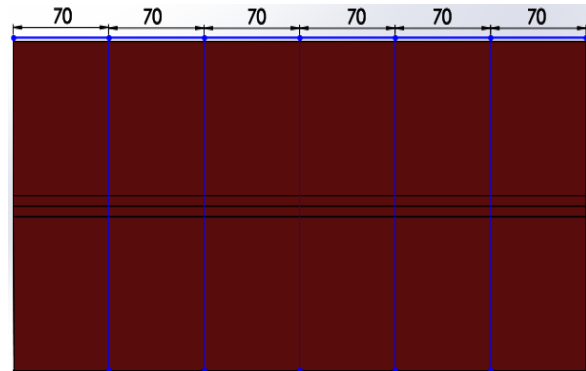
Persiapan Elektroda

Filler atau elektroda yang digunakan adalah elektroda khusus *Stainless Steel NSN-308 & E309* Diameter \varnothing 2.6 mm. Dimana penggunaan elektroda jenis ini dapat digunakan pada tipe polaritas DC *Reverse* dengan posisi 1 G dan pada material plat.

Pengelasan

Setelah melakukan persiapan-persiapan awal selanjutnya ialah melakukan pengelasan mulai dari posisi apa yang akan dipakai dalam pengelasan serta jenis *ampere* yang

akan di gunakan.untuk posisi pengelasan pada penelitian ini peneliti menggunakan jenis pengelasan untuk posisi 1G,serta arus kerja yakni sebesar 100A,110A,120A untuk masing-masing Elektroda dengan tipe DC *Reverse*.Lakukan pengelasan untuk variasi elektroda & arus masing masing sepanjang 70 mm.



Gambar 4, Pembagian Panjang Pengelasan

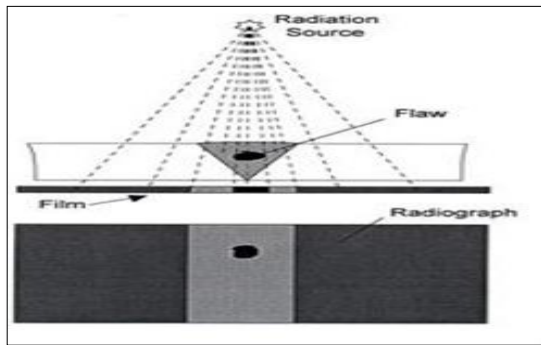
Hal ini bertujuan untuk membuang 25 mm disetiap sisi (standard spesimen untuk material las yang akan di uji) karena ukuran pelat standard E8 pada penelitian ini lebar nya adalah 20 mm maka jika pelat 70 mm apabila tiap sisinya di buang 25 mm maka hasil nya akan pas 20 mm.

Pengujian Radiografi

Setelah proses pengelasan selesai maka selanjutnya ialah melakukan pengujian radiografi untuk mengetahui kondisi las lasan dari setiap *welding joint*.adapun jumlah pelat yang di uji radiografi adalah sebagai berikut :

- Pelat ukuran 70 x 200 mm untuk Elektroda 308 arus 100 A (1 buah)
- Pelat ukuran 70 x 200 mm untuk Elektroda 309 arus 100 A (1 buah)
- Pelat ukuran 70 x 200 mm untuk Elektroda 308 arus 110 A (1 buah)
- Pelat ukuran 70 x 200 mm untuk Elektroda 309 arus 110 A (1 buah)
- Pelat ukuran 70 x 200 mm untuk Elektroda 308 arus 120 A (1 buah)
- Pelat ukuran 70 x 200 mm untuk Elektroda 309 arus 120 A (1 buah)

Berikut ini adalah ilustrasi dari proses pengujian Radiografi :

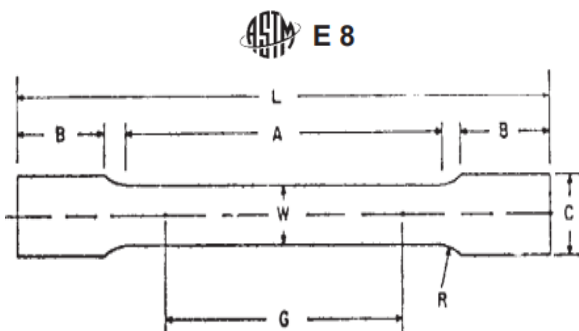


Gambar 5, Cara Kerja Radiografi

Pada proses ini spesimen di letakan diatas *film* kemudian sinar radiasi di biaskan sehingga bila terjadi cacat pada pengelasan maka akan terdapat indikasi *linier* ataupun *rounded* .seperti yang terlihat pada Gambar 5 *film* yang tertembus oleh sinar radiasi menciptakan kontras di bandingkan dengan spesimen yang tidak memiliki cacat.proses ini dilakukan oleh orang professional serta tersertifikat yaitu dilakukan di PT Quarta Sejahtera Perkasa.

Pengujian Tarik

Pada pengujian akhir ini masing masing hasil pengelasan yang telah di cek dengan radiografi dan telah dinyatakan layak,dilakukan persiapan awal yakni dengan membentuk spesimen sesuai *ASTM E8* yakni membentuk material dengan ukuran-ukuran tertentu agar sesuai dengan standar spesimen uji tarik menurut *ASTM E8*.



Gambar 6, Standar *ASTM E8*

Dimana pada standar penelitian kali ini memiliki nilai standar *ASTM E8* antara lain :

- L : 200 mm
- B : 50 mm
- A : 57 mm
- G : 50 mm
- C : 20 mm
- W : 12,5 mm
- Radius : 12,5 mm

Setelah semua tahapan-tahapan tersebut selesai barulah selanjutnya melakukan proses pengujian tarik.seperti yang kita tahu pengujian tarik adalah salah satu dari banyak pengujian merusak yang mana spesimen di tarik berlawanan arah menggunakan sebuah mesin,hal tersebut di tujukan untuk mengetahui sifat suatu bahan.seperti sifat-sifat mekanis serta perubahan-perubahannya dari suatu logam terhadap pembebanan tarik seperti tegangan,regangan,dan juga modulus elastisitas.Pengujian tarik di pilih juga karena pengujian ini mampu memberikan informasi perilaku mekanis material.pada pelaksanaanya Pengujian ini umumnya diperuntukan bagi pengujian untuk beban-beban statik.pada saat di operasikan pada mesin model lama nilai pembacaan dapat dilihat dari grafik sementara pada mesin modern cenderung ke pembacaan digital tapi tetap disertai gambar untuk menambah data informasi yang lebih lengkap .Beban tarik pada mesin uji tarik dimulai dari titik nol dan berhenti pada beban atau tegangan patah tarik dari logam yang di uji.

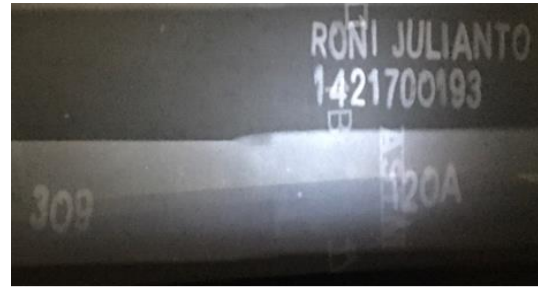
HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Uji Radiografi

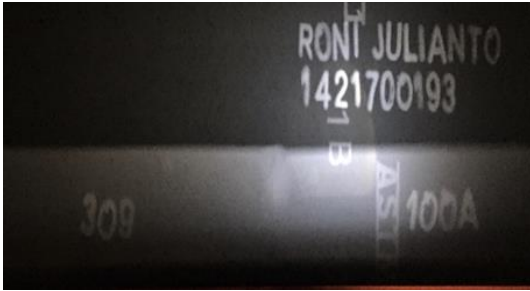
Hasil *film* Radiografi yang telah di ambil pada penelitian ini di baca dengan menggunakan sinar lampu di kondisi kedap cahaya.berikut ini adalah gambar yang di hasilkan pada *film* saat uji Radiografi :



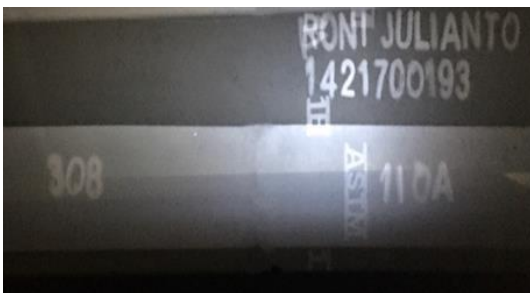
Gambar 7, Joint E-308,100 A



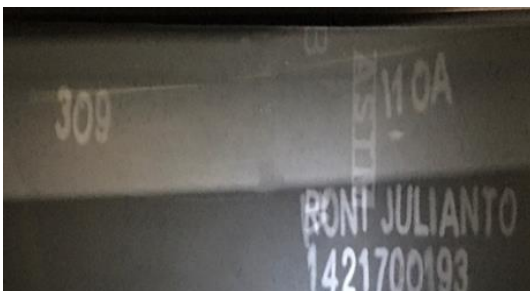
Gambar 12, Joint E-309,120 A



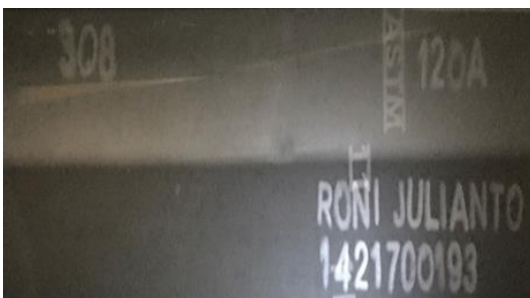
Gambar 8, Joint E-309,100 A



Gambar 9, Joint E-308,110 A



Gambar 10, Joint E-309,110 A



Gambar 11, Joint E-308,120 A

Seperti yang di tampilkan pada gambar hasil radiografi diatas dapat di simpulkan bahwa semua spesimen plat telah memenuhi syarat untuk di lakukan pengujian tarik hal ini mengacu berdasarkan standar pengujian Radigrafi yang di muat di ASME Sec IX (Par.QW-191.1.2) yang mana pada standar tersebut menjelaskan ada 2 jenis indikasi,yakni linier dan rounded dimana setiap linier ataupun rounded memiliki kriteria masing masing,berikut rincian standarnya :

Indikasi Linier

- 1 Sambungan las harus tidak boleh ada retak, atau incomplete fusion, atau incomplete penetration.
- 2 Slag inclusion memanjang ukurannya tidak boleh melebihi:
 - 3 mm untuk thickness sampai dengan 10 mm.
 - $1/3t$ untuk thickness lebih 10 mm hingga 57 mm.
 - 19 mm untuk thickness lebih dari 57 mm

Indikasi Rounded

- 1 Ukuran maksimum yang diijinkan bagi indikasi rounded adalah sebesar 20% thickness atau 3 mm, pilih yang lebih kecil.
- 2 Untuk las-lasan dengan tebal material kurang dari 3 mm, jumlah maksimum indikasi rounded tidak boleh melebihi 12 buah sepanjang 150 mm las-lasan.Untuk panjang las kurang dari 150 mm, berlaku pengurangan jumlah secara proporsional.

Dari penjelasan di atas dan dari yang di tampilkan pada gambar hasil radiografi dapat

di simpulkan bahwa semua spesimen plat telah memenuhi syarat untuk di lakukan pengujian tarik.berikut ini tabel ringkasan hasil pengujian radiografi

Nama Spesimen	Elektroda		Ampere (A)			Jenis Kampuh	Hasil Radiografi
	E 308	E 309	100	110	120		
Plat 1 SS316	✓		✓			V	Baik
Plat 2 SS316		✓	✓			V	Baik
Plat 3 SS316	✓			✓		V	Baik
Plat 4 SS316		✓		✓		V	Baik
Plat 5 SS316	✓				✓	V	Baik
Plat 6 SS316		✓			✓	V	Baik

Tabel 1, Ringkasan hasil pengujian radiografi

Hasil Uji Tarik

Dari data pengujian tarik di dapat data sebagai berikut :

No	Keterangan	Bahan					
		308 100A	309 100A	308 110	309 110	308 120	309 120
Pertambahan Panjang							
1	Panjang mula-mula (l ₀) .mm	50	50	50	50	50	50
2	Panjang Sesudah Patah (l ₁) .mm	50,5	51	50,8	51,5	51,3	54,5
3	Panjang Spesimen (L _t) .mm	200	200	200	200	200	200
4	Pertambahan Panjang(ΔL _{mu}) .mm	0,5	1	0,8	1,5	1,3	4,5
Pertambahan Diameter							
5	Lebar mula-mula (W ₀) .mm	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5
Pertambahan Luas Penampang							
7	Luas Penampang mula-mula (A ₀) mm ²	125	125	125	125	125	125
Beban							
9	Beban Ultimate(P _{max}) Kg	2800	6350	4300	7050	5950	9550
10	Beban Yield (P _y) Kg	2640	6048	4070,4	6530,5	5784,7	7959
11	Beban Patah(P _{putus}) Kg	2400	5670	3993,6	6382	5702	9323
Tegangan							
12	Tegangan Ultimate (σ _{max}) Kg/mm ²	22,4	51	34,4	56,4	47,6	76,4
13	Tegangan Yield (σ _y) Kg/mm ²	21,1	48,4	32,6	52,2	46,3	63,7
14	Tegangan Putus (σ _{putus}) Kg/mm ²	19,2	45,4	31,9	51	45,6	74,6

Tabel 2, Hasil Pengujian Tarik

Berikut adalah data perhitungan untuk data tegangan dan regangan dari yield strenth,Ultimate,dan saat putus :

Plat Nomor 1 Elektroda 308,Ampere 100

$$\begin{aligned}
 \text{Tegangan Maksimal } (\sigma_{\max}) &= \frac{\text{Beban Ultimate } (P_u)}{\text{Luas Penampang mula-mula } (A_0)} \\
 &= \frac{2800}{125} \\
 &= 22,4 \text{ Kg/mm}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Tegangan Yield } (\sigma_y) &= \frac{\text{Beban Yield } (P_y)}{\text{Luas Penampang mula-mula } (A_0)} \\
 &= \frac{2640}{125} \\
 &= 21,1 \text{ Kg/mm}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Tegangan Patah } (\sigma_{\text{patah}}) &= \frac{\text{Beban Patah } (P_{\text{patah}})}{\text{Luas Penampang mula-mula } (A_0)} \\
 &= \frac{2400}{125} \\
 &= 19,2 \text{ Kg/mm}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Regangan Maximal } (\varepsilon_{\max}) &= \frac{\Delta L_{\max}}{\text{Panjang Mula-mula}(L_0)} \times 100\% \\
 &= \frac{0,4}{50} \times 100\% \\
 &= 0,8 \%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Regangan Yield } (\varepsilon_y) &= \frac{\Delta L_y}{\text{Panjang Mula-mula}(L_0)} \times 100\% \\
 &= \frac{0,2}{50} \times 100\% \\
 &= 0,4 \%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Regangan Patah } (\varepsilon_{\text{patah}}) &= \frac{\Delta L_{\text{patah}}}{\text{Panjang Mula-mula}(L_0)} \times 100\% \\
 &= \frac{0,5}{50} \times 100\% \\
 &= 1 \%
 \end{aligned}$$

Plat Nomor 2 Elektroda 309,Ampere 100

$$\begin{aligned}
 & \text{Tegangan Maksimal } (\sigma_{\max}) \\
 &= \frac{\text{Beban Ultimate } (P_u)}{\text{Luas Penampang mula-mula } (A_0)} \\
 &= \frac{6350}{125} \\
 &= 51 \text{ Kg/mm}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & \text{Tegangan Yield } (\sigma_y) \\
 &= \frac{\text{Beban Yield } (P_y)}{\text{Luas Penampang mula-mula } (A_0)} \\
 &= \frac{6048}{125} \\
 &= 48,4 \text{ Kg/mm}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & \text{Tegangan Patah } (\sigma_{\text{patah}}) \\
 &= \frac{\text{Beban Patah } (P_{\text{patah}})}{\text{Luas Penampang mula-mula } (A_0)} \\
 &= \frac{5670}{125} \\
 &= 45,4 \text{ Kg/mm}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & \text{Regangan Maximal } (\varepsilon_{\max}) \\
 &= \frac{\Delta L_{\max}}{\text{Panjang Mula-mula}(L_0)} \times 100\% \\
 &= \frac{0,8}{50} \times 100\% \\
 &= 1,6 \%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & \text{Regangan Yield } (\varepsilon_y) \\
 &= \frac{\Delta L_y}{\text{Panjang Mula-mula}(L_0)} \times 100\% \\
 &= \frac{0,7}{50} \times 100\% \\
 &= 1,4 \%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & \text{Regangan Patah } (\varepsilon_{\text{patah}}) \\
 &= \frac{\Delta L_{\text{patah}}}{\text{Panjang Mula-mula}(L_0)} \times 100\% \\
 &= \frac{1}{50} \times 100\% \\
 &= 2 \%
 \end{aligned}$$

Plat Nomor 3 Elektroda 308,Ampere 110

$$\begin{aligned}
 & \text{Tegangan Maksimal } (\sigma_{\max}) \\
 &= \frac{\text{Beban Ultimate } (P_u)}{\text{Luas Penampang mula-mula } (A_0)} \\
 &= \frac{4300}{125} \\
 &= 34,4 \text{ Kg/mm}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & \text{Tegangan Yield } (\sigma_y) \\
 &= \frac{\text{Beban Yield } (P_y)}{\text{Luas Penampang mula-mula } (A_0)} \\
 &= \frac{4070}{125} \\
 &= 32,6 \text{ Kg/mm}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & \text{Tegangan Patah } (\sigma_{\text{patah}}) \\
 &= \frac{\text{Beban Patah } (P_{\text{patah}})}{\text{Luas Penampang mula-mula } (A_0)} \\
 &= \frac{3993,6}{125} \\
 &= 31,9 \text{ Kg/mm}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & \text{Regangan Maximal } (\varepsilon_{\max}) \\
 &= \frac{\Delta L_{\max}}{\text{Panjang Mula-mula}(L_0)} \times 100\% \\
 &= \frac{0,6}{50} \times 100\% \\
 &= 1,2 \%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & \text{Regangan Yield } (\varepsilon_y) \\
 &= \frac{\Delta L_y}{\text{Panjang Mula-mula}(L_0)} \times 100\% \\
 &= \frac{0,4}{50} \times 100\% \\
 &= 0,8 \%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & \text{Regangan Patah } (\varepsilon_{\text{patah}}) \\
 &= \frac{\Delta L_{\text{patah}}}{\text{Panjang Mula-mula}(L_0)} \times 100\% \\
 &= \frac{0,8}{50} \times 100\% \\
 &= 1,6 \%
 \end{aligned}$$

Plat Nomor 4 Elektroda 309,Ampere 110

Plat Nomor 5 Elektroda 308,Ampere 120

$$\begin{aligned} & \text{Tegangan Maksimal } (\sigma_{\max}) \\ &= \frac{\text{Beban Ultimate } (P_u)}{\text{Luas Penampang mula-mula } (A_o)} \\ &= \frac{7050}{125} \\ &= 56,4 \text{ Kg/mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \text{Tegangan Yield } (\sigma_y) \\ &= \frac{\text{Beban Yield } (P_y)}{\text{Luas Penampang mula-mula } (A_o)} \\ &= \frac{6530,5}{125} \\ &= 52,2 \text{ Kg/mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \text{Tegangan Patah } (\sigma_{\text{patah}}) \\ &= \frac{\text{Beban Patah } (P_{\text{patah}})}{\text{Luas Penampang mula-mula } (A_o)} \\ &= \frac{6382}{125} \\ &= 51 \text{ Kg/mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \text{Regangan Maximal } (\varepsilon_{\max}) \\ &= \frac{\Delta L_{\max}}{\text{Panjang Mula-mula}(L_o)} \times 100\% \\ &= \frac{1,3}{50} \times 100\% \\ &= 2,6 \% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \text{Regangan Yield } (\varepsilon_y) \\ &= \frac{\Delta L_y}{\text{Panjang Mula-mula}(L_o)} \times 100\% \\ &= \frac{1}{50} \times 100\% \\ &= 2 \% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \text{Regangan Patah } (\varepsilon_{\text{patah}}) \\ &= \frac{\Delta L_{\text{patah}}}{\text{Panjang Mula-mula}(L_o)} \times 100\% \\ &= \frac{1,5}{50} \times 100\% \\ &= 3 \% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \text{Tegangan Maksimal } (\sigma_{\max}) \\ &= \frac{\text{Beban Ultimate } (P_u)}{\text{Luas Penampang mula-mula } (A_o)} \\ &= \frac{5950}{125} \\ &= 47,6 \text{ Kg/mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \text{Tegangan Yield } (\sigma_y) \\ &= \frac{\text{Beban Yield } (P_y)}{\text{Luas Penampang mula-mula } (A_o)} \\ &= \frac{5784,7}{125} \\ &= 46,3 \text{ Kg/mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \text{Tegangan Patah } (\sigma_{\text{patah}}) \\ &= \frac{\text{Beban Patah } (P_{\text{patah}})}{\text{Luas Penampang mula-mula } (A_o)} \\ &= \frac{5702}{125} \\ &= 45,6 \text{ Kg/mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \text{Regangan Maximal } (\varepsilon_{\max}) \\ &= \frac{\Delta L_{\max}}{\text{Panjang Mula-mula}(L_o)} \times 100\% \\ &= \frac{1}{50} \times 100\% \\ &= 2 \% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \text{Regangan Yield } (\varepsilon_y) \\ &= \frac{\Delta L_y}{\text{Panjang Mula-mula}(L_o)} \times 100\% \\ &= \frac{0,8}{50} \times 100\% \\ &= 1,6 \% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \text{Regangan Patah } (\varepsilon_{\text{patah}}) \\ &= \frac{\Delta L_{\text{patah}}}{\text{Panjang Mula-mula}(L_o)} \times 100\% \\ &= \frac{1,3}{50} \times 100\% \\ &= 2,6 \% \end{aligned}$$

Plat Nomor 6 Elektroda 309, Ampere 120

$$\begin{aligned} \text{Tegangan Maksimal } (\sigma_{\max}) &= \frac{\text{Beban Ultimate } (P_u)}{\text{Luas Penampang mula-mula } (A_0)} \\ &= \frac{9550}{125} \\ &= 76,4 \text{ Kg/mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tegangan Yield } (\sigma_y) &= \frac{\text{Beban Yield } (P_y)}{\text{Luas Penampang mula-mula } (A_0)} \\ &= \frac{7959}{125} \\ &= 63,7 \text{ Kg/mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tegangan Patah } (\sigma_{\text{patah}}) &= \frac{\text{Beban Putus } (P_{\text{patah}})}{\text{uas Penampang mula-mula } (A_0)} \\ &= \frac{9323}{125} \\ &= 74,6 \text{ Kg/mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Regangan Maximal } (\epsilon_{\max}) &= \frac{\Delta L_{\max}}{\text{Panjang Mula-mula } (L_0)} \times 100\% \\ &= \frac{4,3}{50} \times 100\% \\ &= 8,6 \% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Regangan Yield } (\epsilon_y) &= \frac{\Delta L_y}{\text{Panjang Mula-mula } (L_0)} \times 100\% \\ &= \frac{1,5}{50} \times 100\% \\ &= 3 \% \end{aligned}$$

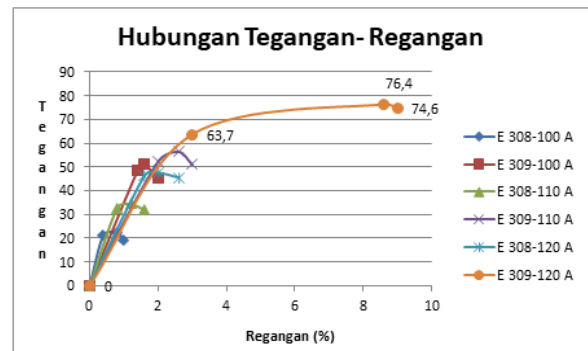
$$\begin{aligned} \text{Regangan Patah } (\epsilon_{\text{patah}}) &= \frac{\Delta L_{\text{patah}}}{\text{Panjang Mula-mula } (L_0)} \times 100\% \\ &= \frac{4,5}{50} \times 100\% \\ &= 9 \% \end{aligned}$$

berikut ini tabel ringkasan hasil pengujian Tarik untuk *Ultimate Tensile Strength, Yield Strength, Dan tegangan patah.*

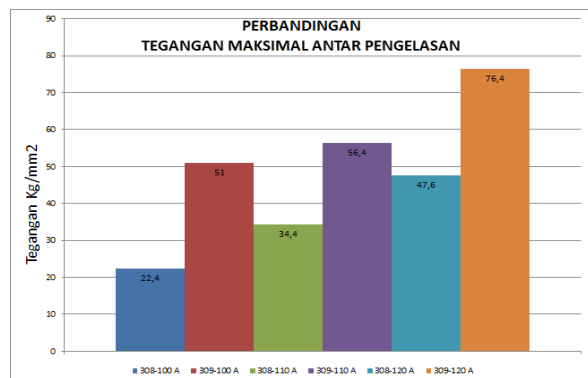
Nama Spesimen	Elektroda		Ampere (A)			Kam-puh	Ultimate Tensile Strength Kg/mm ²	Y.S Kg/mm ²	Tegangan Patah (σ _{patah})
	E 308	E 309	100	110	120				
Plat 1 SS316	✓		✓			v	22,4	21,1	19,2
Plat 2 SS316		✓	✓			v	51	48,4	45,4
Plat 3 SS316	✓			✓		v	34,4	32,6	31,9
Plat 4 SS316		✓		✓		v	56,4	52,2	51
Plat 5 SS316	✓				✓	v	47,6	46,3	45,6
Plat 6 SS316		✓			✓	v	76,4	63,7	74,6

Tabel 3, Ringkasan Pengujian Uji Tarik

Dari data tabel tersebut apa bila di muat dalam bentuk grafik akan di peroleh data yang akan membentuk seperti di bawah ini :



Gambar 13, Kurva hubungan Tegangan-Regangan



Gambar 14, Grafik Batang Tegangan Maksimal

Berdasarkan Gambar 14 hubungan antara variasi Elektroda dan arus pada pengelasan pelat *Stainless Steel 316* diatas menunjukkan

bahwa Pengelasan *Shielded Metal Arc Welding (SMAW)* dengan elektroda 309 lebih kuat hasil uji tariknya bila di bandingkan dengan Elektroda 308. hal itu di buktikan dengan bentuk kurva hasil uji tarik di setiap variasi arus,yang mana nilai ultimate tensile strength selalu elektroda 309 yang lebih baik dimana nilai Ultimate tertinggi adalah 76,4 Kg/mm² sedangkan untuk Ultimate terendah adalah 22,4 Kg/mm². Selain itu juga semakin tinggi arus semakin baik pula kekuatan tarik hasil lasan baik itu elektroda 308 ataupun 309.sehingga dalam penelitian kali ini pada pengelasan pelat *Stainless Steel 316* dengan kampuh V dan polaritas DC Reverse agar lebih disarankan menggunakan elektroda 309 dari pada 308.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat diambil kesimpulan bahwa jenis elektroda dan arus memiliki pengaruh terhadap pengelasan *Shielded Metal Arc Welding (SMAW)*.Pengaruh yang terjadi dapat disimpulkan :

- 1 Variasi elektroda pada pengelasan material pelat *Stainless Steel 316* akan memiliki pengaruh pada nilai kekuatan tarik.
- 2 Variasi Arus pada pengelasan material pelat *Stainless Steel 316* akan memiliki pengaruh pada nilai kekuatan tarik yang mana semakin tinggi arus yang di gunakan semakin baik pula hasil uji tariknya
- 3 Kekuatan tarik tertinggi dimiliki Elektroda 309 adalah pada arus 120 A yakni 76,4 Kg/mm² sementara yang terkecil untuk elektroda 309 adalah pada arus 100 A yakni 51 Kg/mm²
- 4 Kekuatan tarik tertinggi dimiliki Elektroda 308 adalah pada arus 120 A yakni 47,6 Kg/mm² sementara yang terkecil untuk elektroda 308 adalah pada arus 100 A yakni 22,4 Kg/mm²

Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan pengujian yang telah dilakukan, maka dapat diberikan saran sebagai berikut :

- 1 Agar mengkaji ulang faktor-faktor yang mempengaruhi pengelasan terhadap sifat mekanis.
- 2 Untuk penelitian yang berikutnya, diharapkan bisa dikembangkan dengan variasi yang berbeda,agar terciptanya penelitian yang baru.
- 3 Diharapkan dilakukan pengujian *Non Destructive Testing (NDT)* yang lebih banyak guna menambah wawasan pembaca yang budiman.

PENGHARGAAN

Ucapan Terima kasih yang sedalam-dalamnya kepada Allah SWT yang senantiasa selalu memberikan petunjuk di kala susah ,kedua orang tua dan isteri tercinta karena berkat limpahan do'a dan kerja keras mereka lah hingga kami selaku penulis bisa sampai ke titik ini.

Tak lupa pula terima kasih juga setinggi-tingginya kepada Yth.Bapak Ir.Ismail M.Sc selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan waktu berharganya guna menuntun kami dalam penyelesaian penelitian ini.

Serta juga terima kasih kepada keluarga besar,atasan,rekan kerja,sahabat dan pihak-pihak terkait yang tak dapat kami sebutkan satu-persatu.

Terima Kasih.

REFERENSI

American Society of Mechanical Engineers (ASME) Section II Part C, 2019, Specifications for Welding Rods, Electrodes, and Filler Metals.

American Society of Mechanical Engineers (ASME) Section IX, 2019, *Qualification Standard For Welding, Brazing, And Fusing Procedures; Welders; Brazers; And Welding, Brazing, And Fusing Operators.*

American Society For Testing and Material (ASTM) E8/E8M. “*Standard Test Methods for Tension Testing of Metallic Materials*”

Awal Syahrani, Naharuddin, Muhammad Nur. 2018. “Analisis Kekuatan Tarik, Kekerasan, Dan Struktur Mikro Pada Pengelasan SMAW Stainless Steel 312 Dengan Variasi Arus Listrik”.*Jurnal Mekanikal*

Davin Ridho Kurniawan. 2012. *Analisa Hasil Pengelasan SMAW Dengan Arus 200 A Pada Material Plat St 37 Menggunakan Elektroda E7018 Yang Di Rendam Air Dengan Pengujian Radiografi Dan Makro Etsa.* Surabaya: Laporan Tugas Akhir. Jurusan Teknik Mesin Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

M. Rizsaldy Sugestian.2019.“Analisa Kekuatan Sambungan Las SMAW Vertical Horizontal Down Hand Pada Plate Baja Jis 3131sphc Dan *Stainless Steel 201* Dengan Aplikasi Piles Transfer Di Mesin Thermoforming (Stacking Unit)”.*Jurnal Skripsi.*

Rofiq,Ainur.2020.“Analisa Pengaruh Variasi Kampuh Dan Arus Pada Pengelasan SMAW Terhadap Kekuatan Tarik Dan Kekerasan Pada Baja Komersial)”.*Undergraduate thesis,Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.*