

ANALISIS PENGELASAN *STAINLESS STEEL* 316 DAN BAJA ST 37 MENGGUNAKAN SMAW DENGAN VARIASI ARUS

Maryadi¹⁾, Priyagung Hartono²⁾, Unung Lesmanah³⁾.

^{(1),(2),(3)}Jurusan Teknik Mesin Universitas Islam Malang
Jalan MT. Haryono 193, Malang

maryadimesin956@gmail.com

priyaging@unisma.co.id

ununglesmanah@yahoo.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi arus las SMAW (Shielded Metal Arc Welding) terhadap kekerasan dan struktur mikro pada sambungan stainless steel 316 dan ST 37. Penelitian ini menggunakan baja tahan karat stainless steel 316 yang disambung baja karbon rendah ST 37 dengan elektroda E 308. Variasi arus menggunakan arus 80 ampere, 70 ampere, dan 90 ampere. Setelah proses pengelasan, dilanjutkan dengan pembuatan 3 spesimen untuk pengujian kekerasan dan struktur mikro. Setelah itu dilakukan pengujian kekerasan, dan struktur mikro. Hasil penelitian menunjukkan bahwa setelah proses pengelasan kekerasan hasil las dengan perlakuan pengelasan pada semua variasi arus lebih besar dari raw material ST 37 dan lebih rendah dari raw material stainless steel 316. Nilai kekerasan optimal pada spesimen dengan perlakuan pengelasan terdapat pada arus 80 ampere dengan hasil sebesar 68 HRB. Setiap penambahan arus menunjukkan peningkatan nilai kekerasan di daerah weld metal karena perubahan struktur mikro dendritik yang jumlahnya meningkat, akan tetapi mengalami penurunan di HAZ (Heat Affected Zone) akibat struktur mikro ferit membesar di temperatur tinggi. Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa hasil uji struktur mikro menunjukkan peningkatan struktur perlit setelah pengelasan. Hasil penelitian dengan uji t menunjukkan bahwa presentasi perlit dan ferit dengan variasi arus 70 Ampere, 80 Ampere dan 90 Ampere terdapat perbedaan dan hasil penelitian uji anova satu arah menunjukkan nilai kekerasan pada HAZ *stainless steel* 316, Baja ST 37 dan logam lasan dengan variasi arus 70 Ampere, 80 Ampere dan 90 Ampere terdapat perbedaan.

Kata kunci : Las SMAW, Struktur Mikro, Kekerasan, Variasi Arus, Sambungan *Stainless Steel* 316 Dan Baja ST 37.

Pendahuluan

Pengelasan merupakan bagian yang tidak bisa dipisahkan dari pertumbuhan dan perkembangan industri, karena mempunyai peran yang begitu penting dalam rekayasa dan repasi produksi logam. Dari setiap pembangunan konstruksi dengan logam menggunakan unsur pengelasan. Salah satu dari perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi yang terdapat dalam konstruksi mesin adalah pengelasan. Pengelasan logam berbeda adalah suatu proses pengelasan yang dilakukan pada dua jenis logam yang berbeda. pengelasan dua jenis logam yang berbeda merupakan perkembangan dari pengelasan moderen akibat kebutuhan akan penyambungan material yang memiliki jenis logam yang berbeda^[1].

Kelemahan dari pengelasan itu sendiri adalah timbulnya lonjokan yang disebabkan oleh perubahan struktur mikro pada daerah las yang mengakibatkan turunya kekuatan bahan dan akibat adanya tegangan sisa dan retak akibat proses pengelasan. Kemudian kemungkinan terjadinya kegagalan dalam pengelasan dikarenakan kualitas sambungan yang tidak kuat akibat tegangan tinggi disekitar las yang dihasilkan dari temperature pengelasan. Untuk menghindari kelemahan dari kekurangan tersebut pada penelitian ini menggunakan variasi arus pengelasan SMAW dengan elektroda berdiameter 2,5 mm menggunakan Arus 70, 80, 90 ampere^[2].

Pada penelitian ini menggunakan stainless steel 316 dan baja st 37, sebelum dilakukan pengujian pada material ini, terlebih dahulu dilakukan analisis agar mengetahui struktur mikro

sebelum dilakukan pengelasan, selanjutnya di las menggunakan elektroda E 308 dengan variasi arus 70, 80, dan 90 ampere. Kemudian didinginkan menggunakan pendingin udara, lalu diambil foto struktur mikro dengan pembesaran 200 X untuk mengetahui kandungan ferit dan perlit di logam lasan.

METODOLOGI PENELITIAN

Rancangan Penelitian

Pada penelitian ini menggunakan penelitian eksperimen nyata untuk dengan melakukan pengujian langsung dilapangan setelah mendapatkan data langsung di analisa kekerasan dan struktur mikro hasil dari variasi arus.

Bahan

Bahan yang digunakan yaitu baja tahan karat *stainless steel* 316 dan baja karbon ST 37 dengan panjang keseluruhan 50 mm lebar 20 mm dan tebal 4 mm.

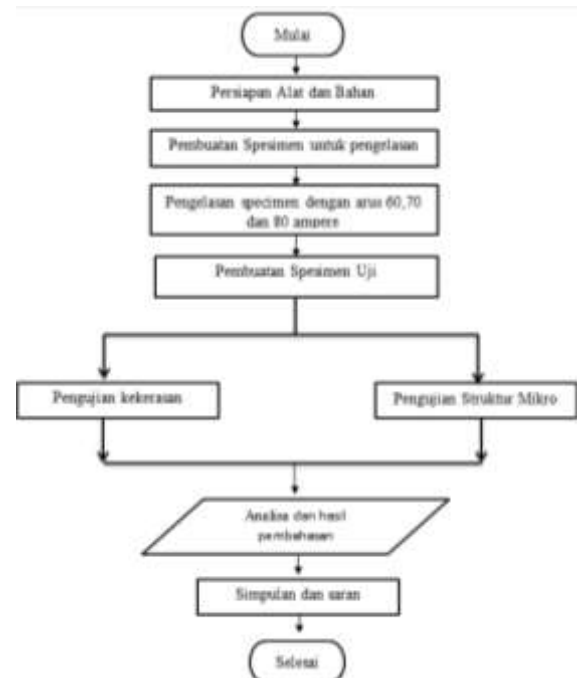
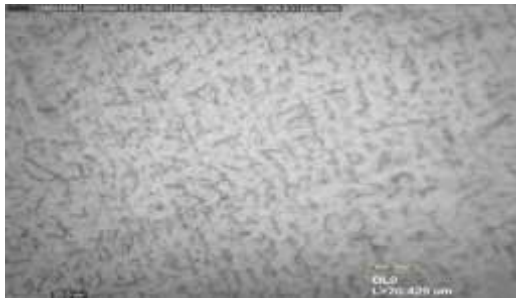


Diagram alir penelitian

Hasil penelitian



Gambar 1. Foto struktur mikro 70 Ampere

Gambar 1. Menunjukkan hasil struktur mikro dengan arus 70 Ampere dapat dilihat ada beberapa warna yang terdapat didalamnya yang meliputi warna Ferit dan Perlit.



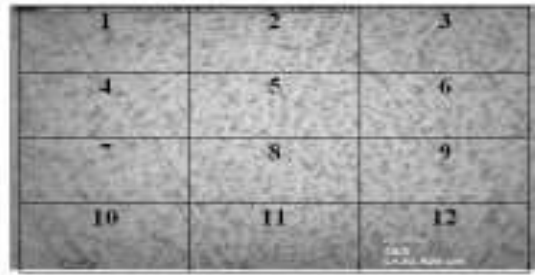
Gambar 2. Foto struktur mikro 80 Ampere

Gambar 2. Menunjukkan hasil struktur mikro dengan arus 80 Ampere dapat dilihat ada beberapa warna yang terdapat didalamnya yang meliputi warna Ferit dan Perlit.



Gambar 3. Foto struktur mikro 90 Ampere

Gambar 3. Menunjukkan hasil struktur mikro dengan arus 90 Ampere dapat dilihat ada beberapa warna yang terdapat didalamnya yang meliputi warna Ferit dan Perlit.



Gambar 4. Foto struktur

Hasil foto tersebut nantinya akan dihitung peredaaan presentase warna dengan cara dibagi persatuan millimeter seperti gambar di atas.

Gambar 4. Menunjukkan metode pembagian warna dengan cara membagi foto struktur mikro 6 x 8 cm menjadi 12 bagian, yang berarti pembagian terdiri dari 20mm x 20mm dan dihitung perwarna dengan rumus:

$$\% \text{ fasa} = \frac{\text{jumlah fasa terbentuk}}{\text{jumlah total titik}} \times 100\%$$

Hasil dari rumus diatas selanjutnya akan ditabelkan seperti dibawah ini:

Jumlah sampel	% Ferit			% Perlit		
	70 A	80 A	90 A	70 A	80 A	90 A
1	20	44,5	28	80	55,5	72
2	27,5	46,5	53,25	72,5	53,5	45,25
3	62,25	57,25	57,75	37,75	42,75	42,25
Jumlah	109,75	148,25	125	190,27	151,75	159,5
rata-rata	36,58	49,41	46,33	63,42	50,58	53,16

Gambar 4. Menunjukkan hasil perhitungan Ferit dan Perlit dari 12 bagian yang dibagi per millimeter, dari sini telah didapatkan peresentase dari satu foto dan akan dilakukan perhitungan yang sama untuk hasil foto struktur mikro peresentase las *stainless steel* 316 dan Baja St 37 dengan variasi Arus.

Analisis data

Data-data yang sudah didapatkan dan ditentukan dalam gambar 4 bisa dianalisis dengan cara berikut:

Tabel 4.4 Proporsi Persentase Ferit % 70 A dengan 80 A

Arus 70 A dan 80 A				
Jumlah sampel	%Perlit	%Perlit	d1	(d1-d) ²
1	20	44,5	-24,5	136.111
2	27,5	46,5	-19	38.0278
3	62,25	57,25	5	318.028
Jumlah	109,75	148,25	-38,5	492.167
rata - rata	36,3333	49,6667	-12,833	164.056

Analisa persentase Perlit 70 A dengan 80 A

$$\bar{d} = \frac{\sum_{i=0}^n d_1}{n} = \frac{38,5}{3} = 12,83$$

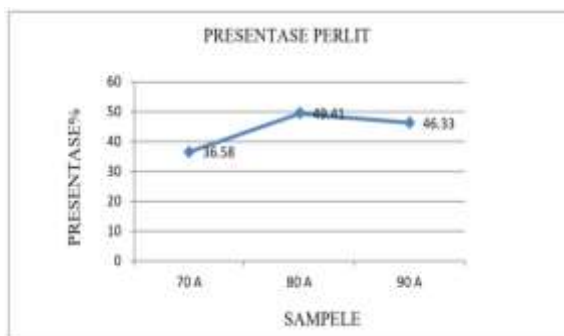
$$Sd = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=0}^n (d_1 - \bar{d})^2}$$

$$= \sqrt{\frac{1}{3-1} (429.167)} = 6,689$$

$$t_{hitung} = \frac{d1}{\left(\frac{sd}{\sqrt{n}}\right)} = \frac{12,83}{\frac{214,583}{\sqrt{3}}} = 3,23$$

Hasil Analisa : Oleh karena $3,23 > 2,132$ maka H_0 ditolak berarti H_1 diterima, maka nilai struktur mikro pada lasan *stainless steel* 316 dan Baja ST 37 dengan variasi arus 70 A.

1. Persentase Perlit



Gambar 5. Grafik persentase perlit

Berdasarkan grafik di atas bisa di lihat bahwa persentase Perlit tertinggi terdapat pada specimen 80 A sebanyak 49,41%, sedangkan

persentase Perlit terendah yaitu pada Arus 70 A sebanyak 36,58%. Hal ini menunjukkan bahwa struktur mikro Logam Lasan dengan variasi Arus mempengaruhi jumlah persentase Perlit pada Logam, semakin banyak persentase perlit maka semakin tinggi nilai kekerasan dikarenakan sifat dari perlit itu sendiri adalah meningkatkan nilai kekerasan dan juga semakin tinggi Arus semakin banyak juga perlit yang terbentuk.

Analisa persentase Ferit 70 A dengan 90 A

$$\bar{d} = \frac{\sum_{i=0}^n d_1}{n} = \frac{-38,5}{3} = -12,83$$

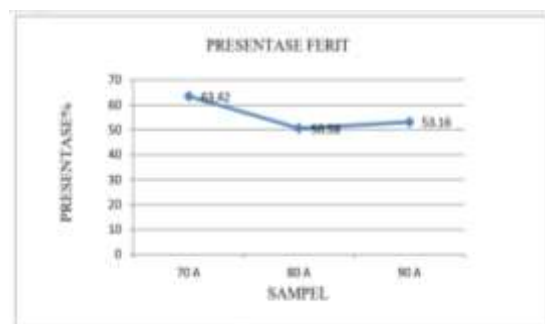
$$Sd = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=0}^n (d_1 - \bar{d})^2}$$

$$= \sqrt{\frac{1}{3-1} (429.167)} = 5,37$$

$$t_{hitung} = \frac{d1}{\left(\frac{sd}{\sqrt{n}}\right)} = \frac{-12,83}{\frac{214,583}{\sqrt{3}}} = -0,884$$

Hasil Analisa : $-0,884 < 2,132$ maka H_1 diterima H_0 ditolak maka nilai struktur mikro pada lasan *stainless steel* 316 dan baja ST 37 dengan variasi arus 80 A lebih banyak ferit daripada 90 A, yaitu dengan 80 A nilai ferit rata-rata 63,42 sedangkan arus 90 A 53,16.

2. Presentase Ferit

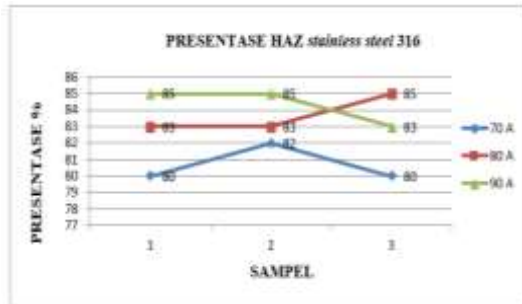


Gambar 6. Grafik presentase Ferit

Berdasarkan grafik gambar 5 dapat di lihat bahwa persentase Ferit tertinggi terdapat pada specimen 70 A

sebanyak 63,42%, sedangkan persentase Ferit terendah yaitu pada Arus 80 A sebanyak 50,58%. Hal ini menunjukkan bahwa struktur mikro Logam Lasan dengan variasi Arus mempengaruhi jumlah persentase Ferit pada Logam, semakin banyak persentase Ferit maka semakin rendah nilai kekerasan.

3. Presentase HAZ *stainless steel* 316



Gambar 7. Grafik presentase HAZ *stainless steel* 316

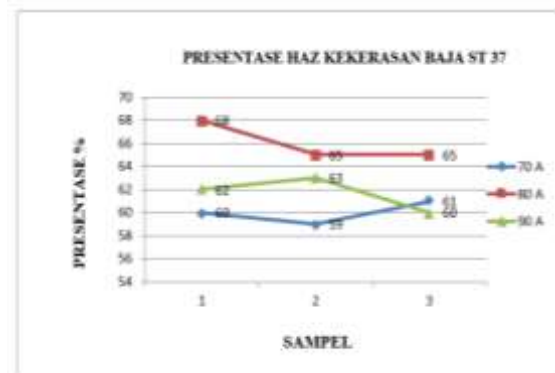
Berdasarkan Tabel diatas nilai kekerasan rockwell superficial di atas dapat di lihat bahwa kekerasan tertinggi terdapat pada HAZ *stainless steel* 316 dengan arus 90 Ampere dengan hasil sebesar 85 HRB, sedangkan kekerasan terendah yaitu pada HAZ HAZ *stainless steel* 316 dengan Arus 70 Ampere dengan hasil sebesar 80 HRB.

Kenaikan HAZ *stainless steel* 316 dan variasi arus juga berpengaruh terhadap nilai kekerasan rockwell. Tetapi tidak semua memiliki kenaikan yang stabil seperti HAZ *stainless steel* 316 pada arus 70 Ampere mengalami penurunan tingkat kekerasannya dan juga pada arus 80 Ampere mengalami penurunan, hal ini bisa di sebabkan porositas di dalam spesimen atau kurang kuat arus yang digunakan dalam pengelasan, bisa kita lihat juga pada HAZ *stainless steel* 316 pada 90 Ampere mempunyai kekerasan yang stabil semakin tinggi arusnya semakin keras bahan yang di hasilkan. Maka dari itu kekerasan tertinggi terdapat

pada HAZ *stainless steel* 316 dengan arus 90 Ampere dengan hasil sebesar 85 HRB, sedangkan kekerasan terendah yaitu pada HAZ *stainless steel* 316 dengan arus 70 Ampere dengan hasil sebesar 80 HRB.

Sedangkan kesimpulan analisi variannya dapat di ketahui pada tabel 4.7 nilai dari $F_{hitung} > F_{tabel}$ ($9,26 < 5,14$) maka hipotesanya ditolak, maka terdapat perbedaan nilai kekerasan di daerah (HAZ) pada *stainless steel* 316 dari 3 titik presentase 1, 2 dan 3 terhadap variasi arus.

4. Presentase HAZ Baja ST 37



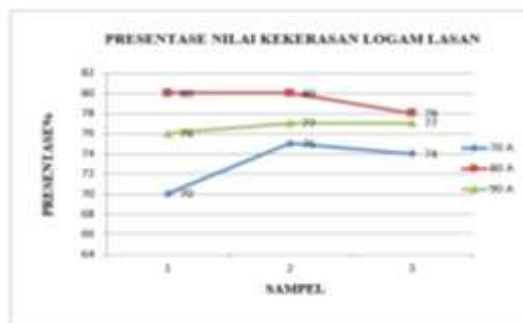
Gambar 8. Grafik presentase HAZ Baja ST 37

Berdasarkan Tabel di atas nilai kekerasan rockwell superficial di atas dapat di lihat bahwa kekerasan tertinggi terdapat pada HAZ Baja ST 37 dengan arus 80 Ampere dengan hasil sebesar 68 HRB, sedangkan kekerasan terendah yaitu pada HAZ Baja ST 37 dengan Arus 70 Ampere dengan hasil sebesar 59 HRB. Kenaikan HAZ Baja ST 37 dan variasi arus juga berpengaruh terhadap nilai kekerasan rockwell. Tetapi tidak semua memiliki kenaikan yang stabil seperti HAZ Baja ST 37 pada arus 70 Ampere mengalami penurunan tingkat kekerasannya dan juga pada Arus 90 Ampere mengalami penurunan, hal ini

bisa di sebabkan porositas di dalam spesimen atau kurang kuat arus yang digunakan dalam pengelasan, bisa kita lihat juga pada HAZ Baja ST 37 pada 80 Ampere mempunyai kekerasan yang stabil, semakin tinggi arusnya semakin turun nilai kekerasannya bahan yang di hasilkan. Maka dari itu kekerasan tertinggi terdapat pada HAZ Baja ST 37 dengan arus 80 Ampere dengan hasil sebesar 68, HRB, sedangkan kekerasan terendah yaitu pada Baja ST 37 dengan arus 70 Ampere dengan hasil sebesar 59 HRB.

Sedangkan kesimpulan analisi variannya dapat di ketahui nilai dari $F_{hitung} > F_{tabel}$ ($22,36 < 5,14$) maka hipotesanya ditolak, maka terdapat perbedaan nilai kekerasan di daerah (HAZ) pada baja st 37 dari 3 titik presentase 1, 2 dan 3 terhadap variasi arus.

5. Presentase HAZ logam lasan



Gambar 9. Grafik presentase HAZ logam lasan

Berdasarkan Tabel nilai kekerasan an rockwell superficial di atas dapat di lihat bahwa kekerasan tertinggi terdapat pada HAZ Logam Lasan dengan arus 80 Ampere dengan hasil sebesar 80 HRB, sedangkan kekerasan terendah yaitu pada Logam Lasan dengan Arus 70 Ampere dengan hasil sebesar 70 HRB. Kenaikan HAZ Logam Lasan dan variasi arus juga

berpengaruh terhadap nilai kekerasan rockwell. Tetapi tidak semua memiliki kenaikan yang stabil seperti HAZ Logam Lasan pada arus 70 Ampere mengalami penurunan tingkat kekerasannya dan juga pada Arus 90 Ampere mengalami penurunan, hal ini bisa di sebabkan porositas di dalam spesimen atau kurang kuat arus yang digunakan dalam pengelasan, bisa kita lihat juga pada HAZ Logam Lasan 80 Ampere mempunyai kekerasan yang stabil, semakin tinggi arusnya yang digunakan maka semakin rendah nilai kekwerasan yang di hasilkan. Maka dari itu kekerasan tertinggi terdapat pada HAZ Logam Lasan dengan arus 80 Ampere dengan hasil sebesar 80 HRB, sedangkan kekerasan terendah yaitu pada Logam Lasan dengan arus 70 Ampere dengan hasil sebesar 70 HRB.

Sedangkan kesimpulan analisi variannya dapat di ketahui nilai dari $F_{hitung} > F_{tabel}$ ($0,128 < 5,14$) maka hipotesanya ditolak, maka terdapat perbedaan nilai kekerasan di daerah (HAZ) pada logam lasandari 3 titik presentase 1, 2 dan 3 terhadap variasi arus.

Kesimpulan

1. Menggunakan pengujian uji T untuk membandingkan ke 3 cara pengelasan yaitu: digunakan variasi Arus 70 Ampere 80 Ampere dan 90 Ampere.
 - a) Dalam pengujian Perlit 70 A dengan 80 A: $T_{hitung} 3,23 > T_{tabel} 2,920$ maka terdapat perbedaan yang signifikan antara Perlit 70 A dengan Perlit 80 A. Karena terlihat dari rata-rata angka presentase Perlit pada 70 A dengan Perlit 80 A lumayan jauh jarak perbedaannya.

- b) Dalam pengujian perlit 70 A dengan 90 A: Thitung -2,605 < Ttabel 2,920 maka tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara Perlit 70 A dengan Perlit 90 A. Karena terlihat dari rata-rata angka presentase Perlit pada 70 A dengan Perlit 90 A tidak terlalu jauh jarak perbedaannya.
- c) Dalam pengujian perlit 80 A dengan 90 A: Thitung 1,0409 < Ttabel 2,920, maka tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara Perlit 80 A dengan Perlit 90 A. Karena terlihat dari rata-rata angka presentase Perlit pada 80 A dengan Perlit 90 A tidak terlalu jauh jarak perbedaannya.

2. Perhitungan analisa statistik anova dapat disimpulkan bahwa pada persentase HAZ Baja St 37, HAZ stainless steel 316 dan HAZ Logam Lasan pada variasi Arus terdapat perbedaan dikarenakan pada persentase HAZ stainless steel 316 didapat nilai $F > F_{(9,26 > 5,14)}$, pada persentase HAZ Baja ST 37 didapat nilai dari $F > F_{(22,36 > 5,14)}$ dan pada persentase Logam Lasan didapat nilai dari $F < F_{(10,95 < 5,14)}$

SMAW Terhadap Kekerasan Dan Kekuatan Tariki Sambungan *Dissimilar Stainless Steel 304* dan ST 37.

DAFTAR PUSTAKA

1. Sultoni, Nurida Finahari, M. Agus Sahbana (2019). Analisa Pengaruh Variasi Media Pendingin Air Dan Oli Pada Sambungan Lap Joint Terhadap Sifat Mekanik Menggunakan Las Smaw (Dc)
2. M. Yogi Nasrul L, Heru Suryanto, dan Abdul Qolik (2016). Pengaruh Variasi Arus Las