

ANALISIS KEKUATAN TARIK, KEKERASAN, DAN STRUKTUR MIKRO PADA PENGELASAN SMAW *STAINLESS STEEL* 316 DENGAN VARIASI ARUS

Faris Baihaqi Muklis

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Islam Malang

Jl. Mayjen Haryono 193, Malang

Email : defartproject@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan pengaruh variasi arus dengan metode SMAW (Shielded Metal Arc Welding) terhadap tarik, kekerasan, dan struktur mikro pada sambungan stainless steel 316 dan ST 41. Penelitian ini berisi bahan tahan karat stainless steel 316 dan disambung baja karbon rendah ST 41 dengan elektroda E 308. Berbagai arus yang digunakan termasuk 80 ampere, 70 ampere, dan 90 ampere. Setelah proses pengelasan, langkah selanjutnya adalah membuat tiga spesifikasi kekerasan dan struktur mikro. Setelah itu, pengujian kekerasan dan pengujian struktur mikro dilakukan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa setelah proses kekerasan hasil las, dengan perlakuan pada semua variasi arus lebih dari dua kali lipat bahan baku ST 41 dan lebih dari dua kali lipat bahan baku 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, bisa disimpulkan bahwa hasil uji struktur mikro membagikan peningkatan struktur perlit setelah proses pengelasan. Hasil penelitian dengan uji t menerangkan bahwa presentasi perlit dan ferit dengan variasi arus 70 Ampere, 80 Ampere dan 90 Ampere terdapat perbedaan dan hasil penelitian uji anova satu arah menandakan nilai kekerasan di HAZ *stainless steel* 316, Baja ST 41 dan logam lasan dengan variasi arus 70 Ampere, 80 Ampere dan 90 Ampere terdapat perbedaan.

Kata kunci : Las SMAW, Tarik, Struktur Mikro, Kekerasan, Variasi Arus, Sambungan *Stainless Steel* 316 Dan Baja ST 41.

Pendahuluan

Pengelasan merupakan bagian yang tidak mampu dipisahkan dari pertumbuhan serta perkembangan industri, karena memiliki peran yg begitu penting pada rekayasa dan repasi produksi logamengan variasi arus 70 Ampere, 80 Ampere serta 90 Ampere terdapat perbedaan. 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 2 jenis logam yg tidak selaras . pengelasan dua jenis logam yang tidak sama ialah perkembangan dari pengelasan moderen dampak kebutuhan akan penyambungan material yg mempunyai jenis logam yang tidak selaras^[1]..

Kelemahan dari pengelasan itu sendiri adalah timbulnya lonjakan yg disebabkan oleh perubahan struktur mikro pada daerah las yg mengakibatkan turunya kekuatan bahan dan adanya tegangan sisa dan retak akibat proses pengelasan. Kemudian kemungkinan terjadinya kegagalan dalam pengelasan dikarenakan kualitas sambungan yang tidak bertenaga akibat tegangan tinggi disekitar las yang didapatkan dari temperature pengelasan. Buat menghindari kelemahan dari kekurangan tadi maka 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 41, sebelum dilakukan pengujian di material ini, terlebih

dahulu dilakukan analisis supaya mengetahui struktur mikro.

METODOLOGI PENELITIAN

Rancangan Penelitian

Pada penelitian ini menggunakan penelitian eksperimen nyata buat dengan melakukan pengujian pribadi dilapangan setelah menerima data eksklusif di analisa kekeran dan struktur mikro yang akan terjadi dari variasi arus.

Bahan

Bahan yang dipergunakan yaitu baja tahan zat oksidasi stainless steel 316 dan baja karbon ST 41 dengan panjang keseluruhan 50 mm lebar 20 mm serta tebal 4 mm.

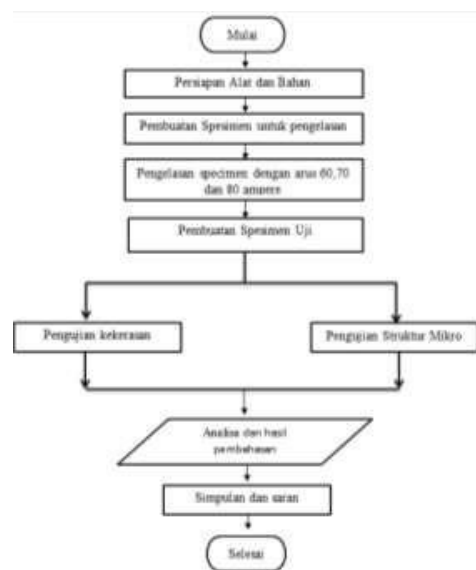


Diagram Penelitian

Hasil penelitian



Gambar 1. Mengambarkan apa yang

akan terjadi dari struktur mikro menggunakan arus 70 Ampere dapat dilihat terdapat beberapa warna yg terdapat didalamnya yg meliputi rona Ferit dan Perlit.



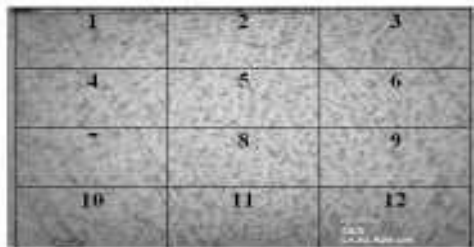
Gambar 2. Foto struktur mikro 80 Amper

Gambar 2. membuktikan hasil dari struktur mikro dengan arus 80 Ampere dapat dilihat terdapat beberapa warna yang terdapat didalamnya yang mencakup warna Ferit serta Perlit.



Gambar 3. Foto struktur mikro 90 Amper

Gambar 3. Membuktikan hasil dari struktur mikro dengan arus 80 Ampere dapat dilihat ada beberapa warna yang terdapat didalamnya yang meliputi warna Ferit dan Perlit.



Gambar 4. Foto struktur Hasil foto tadi nantinya akan dihitung peredaan presentase rona dengan cara dibagi persatuan millimeter mirip gambar pada atas.

Gambar 4. menunjukan metode pembagian warna menggunakan cara membagi foto struktur mikro 6 x 8 cm sebagai 12 bagian, yg berarti pembagian terdiri dari 20mm x 20mm serta dihitung perwarna dengan rumus:

$$\% \text{fase} = \frac{\text{jumlah fase terbentuk}}{\text{Jumlah total titik } x} \times 100\%$$

Hasil dari rumus diatas selanjutnya akan ditabelkan mirip 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. Membuktikan yang akan terjadi pada perhitungan Ferit dan Perlit dari 12 bagian yg dibagi per milimeter, asal sini telah didapatkan persentase asal satu foto serta akan dilakukan perhitungan yg sama buat yang akan terjadi foto struktur mikro persentase las stainless steel 316 serta Baja St 41 menggunakan variasi Arus

Analisis data

Data-data yang sudah didapatkan dan ditentukan pada gambar 4 bisa dianalisis menggunakan 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

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n} = \frac{38,5}{3} = 12,83$$

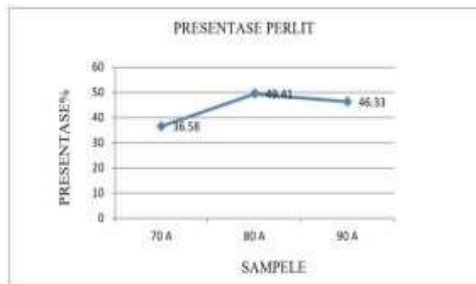
$$Sd = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

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

$$t_{hitung} = \frac{d1}{\left(\frac{Sd}{\sqrt{n}} \right)} = \frac{12,83}{\left(\frac{6,689}{\sqrt{3}} \right)} = 3,23$$

Hasil Analisa : sebab dikarenakan $3,23 > 2,132$ maka H_0 ditolak berarti H_1 diterima, maka nilai dari struktur mikro pada lasan *stainless steel* 316 dan Baja ST 41 dengan variasi arus 70 A.

Persentase Perlit



Gambar 5. Grafik persentase perlit

berdasarkan grafik di atas maka bisa disimpulkan bahwa persentase Perlit tertinggi terdapat pada specimen 80 A sebanyak 49,41%, sedangkan persentase Perlit paling rendah yaitu hasil dari Arus 70 A sebanyak 36,58%. Hal ini menyimpulkan bahwa struktur mikro Logam Lasan dengan variasi Arus mempengaruhi hasil dari jumlah persentase Perlit pada Logam, semakin banyak persentase perlit maka semakin tinggi nilai dari kekerasan dikarenakan sifat dari perlit itu sendiri ialah menaikkan nilai kekerasan serta semakin tinggi Arus

maka semakin banyak juga perlit yang terbentuk.

Analisa persentase Ferit 70 A dengan 90 A

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n} = \frac{-38,5}{3} = -12,83$$

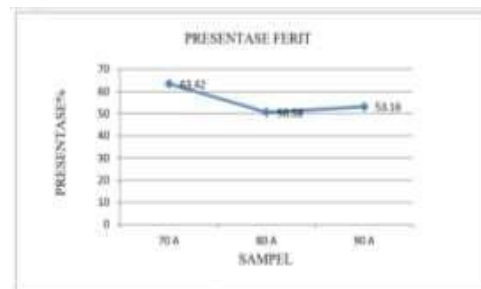
$$Sd = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

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

$$t_{hitung} = \frac{d1}{\left(\frac{Sd}{\sqrt{n}} \right)} = \frac{-12,83}{\left(\frac{5,37}{\sqrt{3}} \right)} = -0,884$$

Hasil Analisa : $-0,884 < 2,132$ maka H_1 diterima H_0 ditolak maka nilai berasal struktur mikro di lasan *stainless steel* 316 dan baja ST 41 menggunakan variasi arus 80 A lebih banyak ferit daripada 90 A, yaitu dengan 80 A nilai ferit homogen-homogen 63,42 sedangkan arus 90 A 53,16.

Persentase Ferit

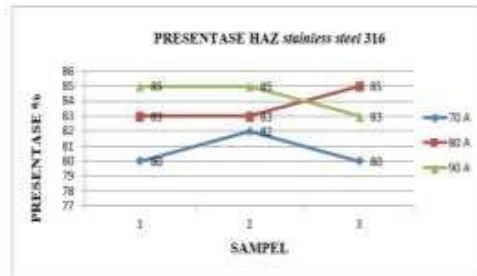


Gambar 6. Grafik presentase Ferit

Dari hasil grafik pada gambar 5 dapat kita lihat bahwa persentase Ferit tertinggi terdapat pada specimen 70 A sebanyak 63,42%, sedangkan persentase Ferit terendah terdapat pada Arus 80 A sebanyak 50,58%. Hal ini membuktikan bahwa struktur mikro Logam Lasan dengan variasi Arus mempengaruhi hasil dari jumlah

persentase Ferit pada Logam, semakin banyak persentase Ferit maka nilai kekerasan juga semakin rendah.

Presentase HAZ *stainless steel* 316

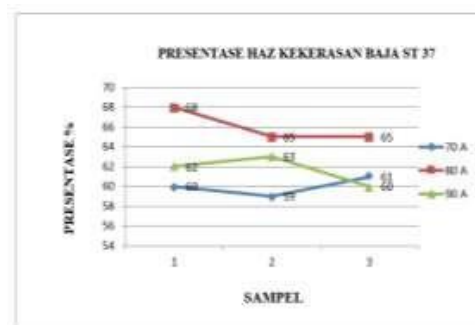


Gambar 7. Grafik presentase HAZ *stainless steel* 316

sesuai Tabel diatas nilai kekerasan rockwell superficial pada tabel dapat di lihat bahwa kekerasan tertinggi ada pada HAZ stainless steel 316 menggunakan arus 90 Ampere, maka hasil yang akan terjadi sebesar 80 HRB, sedangkan kekerasan terendah ialah pada HAZ HAZ stainless steel 316 dengan Arus 70 Ampere dengan hasil sebanyak 80 HRB. Kenaikan HAZ stainless steel 316 serta variasi arus pula berpengaruh terhadap nilai kekerasan Rockwell. tetapi tidak semua memiliki kenaikan yang stabil mirip HAZ stainless steel 316 di arus 70 Ampere mengalami penurunan taraf kekerasannya serta juga pada arus 80 Ampere mengalami penurunan, hal ini mampu menyebabkan porositas pada spesimen atau kurangnya arus bertenaga yg dipergunakan dalam pengelasan, mampu kita lihat juga pada HAZ stainless steel 316 di 90 Ampere mempunyai kekerasan yang stabil meningkatnya arus juga semakin keras bahan yg di hasilkan. Maka hasil kekerasan tertinggi yaitu terdapat pada HAZ stainless steel 316 dengan arus 90 Ampere dengan hasil sebesar 85 HRB, sedangkan kekerasan terendah yaitu di HAZ stainless steel 316 dengan arus 70

Ampere dengan hasil sebanyak 80 HRB. Maka hasil kesimpulan analisi variannya dapat di lihat pada tabel 4.7 nilai dari $F_{hitung} > F_{tabel}$ (9,27 < 5,15) maka hipotesanya ditolak, maka dapat disparitas nilai kekerasan pada wilayah (HAZ) pada stainless steel 316 asal 3 titik presentase 1, 2 dan tiga terhadap variasi arus.

Presentase HAZ Kekerasan Baja ST 41



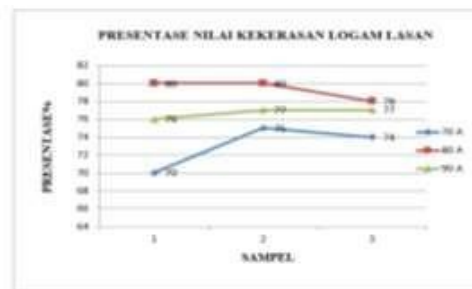
Gambar 8. Grafik presentase kekerasan HAZ Baja ST 41

Berdasarkan Tabel di atas maka nilai kekerasan rockwell superficial dapat kita lihat bahwa kekerasan tertinggi terdapat pada HAZ Baja ST 41 dengan arus 80 Ampere dengan nilai hasil sebesar 69 HRB, sedangkan untuk kekerasan paling rendah terdapat pada HAZ Baja ST 41 dengan Arus 70 Ampere dengan hasil sebesar 60 HRB. Kenaikan variasi arus dan HAZ Baja ST 41 juga sangat berpengaruh terhadap nilai kekerasan Rockwell. Akan tetapi tidak semua memiliki kenaikan yang stabil seperti HAZ Baja ST 41 pada arus 70 Ampere mengalami penurunan taraf kekerasannya serta pula di Arus 90 Ampere mengalami penurunan, hal ini bisa disebabkan karena kurangnya porositas pada spesimen atau kurangnya tenaga arus yang dipergunakan untuk sistem pengelasan, dapat diketahui pada HAZ Baja ST 41

80 Ampere mempunyai nilai kekerasan yang stabil, semakin tinggi arus, maka semakin turun nilai kekerasan pada bahan yg di hasilkan, Maka hasil dari kekerasan tertinggi terdapat pada HAZ Baja ST 41 dengan arus 80 Ampere dengan hasil sebesar 69, HRB, sedangkan untuk nilai kekerasan paling terendah yaitu terdapat pada Baja ST 41 dengan kuat arus 70 Ampere dengan hasil sebesar 60 HRB.

dapat di ketahui dari nilai $F_{hitung} < F_{tabel}$ ($22,37 < 5,15$) maka hipotesanya ditolak, jadi perbedaan nilai kekerasan yang terdapat pada daerah (HAZ) pada baja st 41 dari 3 titik presentase yaitu 1, 2 dan 3.

Presentase HAZ logam lasan



Gambar 9. Grafik presentase HAZ logam lasan

Berdasarkan Tabel nilai kekeras dan 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 kekerasan rockwell. namun tidak seluruh memiliki kenaikan yg stabil mirip HAZ Logam Lasan di arus 70 Ampere mengalami penurunan

tingkat kekerasanya serta pula pada Arus 90 Ampere mengalami penurunan, hal ini bisa di sebabkan porositas di pada spesimen atau kurang bertenaga arus yg dipergunakan dalam pengelasan, bisa kita lihat juga pada HAZ Logam Lasan 80 Ampere memiliki kekerasan yg stabil, meningkat arusnya yg dipergunakan maka semakin rendah nilai kekwerasan yg pada hasilkan. Maka pada HAZ logam 80 Ampere dengan hasil sebesar 70 Ampere merupakan nilai kekerasan tertinggi, sedangkan pada arus 70 Ampere dengan hasil 70 HRB merupakan kekerasan paling rendah.

Untuk kesimpulan hasil analisis varian dapat diketahui nilai dari ($0,128 < 5,14$) maka hipotesnya ditolak, maka (HAZ) pada pengelasan 3 titik 1, 2 dan 3 terdapat nilai kekerasan yang beda terhadap vari arus.

Kesimpulan

1. Untuk membandingkan ke 3 variasi arus 70, 80 dan 90 Ampere, maka hal yang harus dilakukan yaitu dengan cara pengujian T.
 - a. Pada pengujian Perlit 70 A dengan 80 A, dapat diketahui $T_{hitung} 3,25 > T_{tabel} 2,930$ maka arus antara Perlit 70 A dengan 80 A terdapat perbedaan yang cukup signifikan dan jarak perbedaan lumayan jauh.
 - b. Pada pengujian Perlit 70 A dengan 90 A, dapat diketahui $T_{hitung} 2,930 < T_{tabel} 2,930$ maka arus antara Perlit 70 A dengan 90 A tidak terdapat perbedaan yang cukup signifikan dikarenakan jarak perbedaannya tidak terlalu

- jauh.
- c. Pada pengujian Perlit 80 A dengan 90 A, dapat diketahui $T_{hitung} 1,0529 < T_{tabel} 2,930$ maka arus antara Perlit 80 A dengan 90 A tidak terdapat perbedaan yang cukup signifikan dikarenakan angka dari presentase Perlit jarak perbedaannya tidak terlalu jauh.
 2. Dapat kita simpulkan bahwa dalam perhitungan analisa statistik anova pada presentase HAZ Baja St 41, terdapat perbedaan pada HAZ stainless 316 dan HAZ Logam Lasan pada variasi arus, karena pada presentase HAZ stainless steel 316 terdapat nilai $F > F_{(9,27 > 5,20)}$, dan untuk nilai presentase HAZ Baja ST 41 terdapat nilai dari $F > F_{(22,46 > 5,15)}$ dan untuk presentase logam lasan terdapat nilai dari $F < F_{(10,98 < 5,17)}$
 3. Saad, 2008, Pengaruh Pengelasan SMAW, Skripsi, Jurusan Teknik Mesin, Universitas Negeri Semarang.

DAFTAR PUSTAKA

1. M. Yogi Nasrul L, Heru Suryanto, dan Abdul Qolik (2016). Pengaruh Variasi Arus Las SMAW Terhadap Kekerasan Dan Kekuatan Tariki Sambungan *Dissimilar Stainless Steel* 304 dan ST 41.
2. 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)

