

Pengaruh Pengelasan SMAW Menggunakan Beda Elektroda dan Posisi Pengelasan 1G, 2G, 3G Berbahan Baja ASME SA36 terhadap Pengujian Kekerasan Vickers dan Struktur Makro

Deny Riorosa Nero¹, Suheni²
Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya¹,
e-mail: denyriorosa@gmail.com¹, Suheni@itats.ac.id²

ABSTRACT

Welding is one of the metal joining techniques by melting some of the parent metal and filler metal with or without pressure and with or without metal enhancers to produce a continuous joint. Welding techniques in construction have very broad scopes, including in shipping, bridges, steel frames, pressure vessels, pipe pipes, pipelines, and so on. This research investigated the effects of different electrode types and welding positions on the mechanical properties of SMAW in the ASME SA36 steel toward the hardness and macrostructure tests. The effects of SMAW variations on Vickers hardness testing were seen in the highest VHNs occurring on the electrode type of E308 in 2.6mm diameter by 174.35kgf/mm² for 2G welding positions, 136.95 kgf/mm² for 3G welding positions, and 138.49 kgf/mm² for 1G welding positions. Meanwhile, the electrode type E316 in 3.2mm diameter produced the highest VHNs by 128.31 kgf/mm² for the 1G welding position, 127.56 kg/m² for the 2G welding position, and 114.61 kg/m² for the 3G welding position.

Keywords: SMAW, electrode type, Asme SA36 steel, Vickers hardness test, macrostructure

ABSTRAK

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 penambah dan menghasilkan sambungan yang kontinu. Lingkup penggunaan teknik pengelasan dalam konstruksi sangat luas, meliputi perkapalan, jembatan, rangka baja, bejana tekan, pipa pesat, pipa saluran dan sebagainya. Penelitian tentang pengaruh jenis elektroda terhadap sifat mekanik pengelasan SMAW dengan metode variasi beda tipe elektroda dan posisi pengelasan menggunakan BAJA ASME SA36 terhadap pengujian kekerasan dan struktur makro. Pengaruh variasi pengelasan smaw terhadap pengujian kekerasan vickers dapat diketahui VHN tertinggi pada jenis elektroda E308 dengan diameter 2,6mm pada posisi 2G sebesar VHN 174,35kgf/mm², pada posisi pengelasan 3G sebesar 136,95 kgf/mm² dan pada posisi pengelasan 1G 138,49 kgf/mm². sedangkan pada jenis elektroda E316 dengan diameter 3,2mm dengan hasil tertinggi pada Posisi Pengelasan 1G dengan hasil VHN 128,31 kgf/mm². 2G dengan VHN 127,56 kgf/mm². dan pada 3G 114,61 kgf/mm².

Kata kunci: Pengelasan SMAW, Tipe Elektroda, Baja Asme SA36, Pengujian Kekerasan Vickers, Struktur Makro

PENDAHULUAN

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 penambah dan menghasilkan sambungan yang kontinu [1]. Lingkup penggunaan teknik pengelasan dalam konstruksi sangat luas, meliputi perkapalan, jembatan, rangka baja, bejana tekan, pipa pesat, pipa saluran dan sebagainya. Pengujian yang dilakukan dengan cara menguji bahan BAJA ASME SA36 dengan pengujian kekerasan Vickers dan menganalisa dengan hasil struktur makro. Dengan variasi diameter elektroda dan posisi pengelasan[2]. Pengerjaan baja tidak luput dari pengerjaan pengelasan yang sering dilakukan untuk pembuatan rangkaian jembatan untuk penyambungan pipa atau plat baja.

TINJAUAN PUSTAKA

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 penambah dan menghasilkan sambungan yang kontinu. Lingkup penggunaan teknik pengelasan dalam

kontruksi sangat luas, meliputi perkapalan, jembatan, rangka baja, bejana tekan, pipa pesat, pipa saluran dan sebagainya. Prosedur pengelasan kelihatannya sangat sederhana, tetapi sebenarnya di dalamnya banyak masalah-masalah yang harus diatasi dimana pemecahannya memerlukan bermacam-macam pengetahuan. Posisi pengelasan atau sikap pengelasan adalah pengaturan posisi dan gerakan arah dari pada elektroda sewaktu mengelas [3]. Adapun posisi mengelas terdiri dari tiga macam yaitu [4]:

- a. Posisi Pengelasan 1G (Posisi Pengelasan Datar)
- b. Posisi Pengelasan 2G (Posisi Pengelasan Horizontal)
- c. Posisi Pengelasan 3G (Posisi Pengelasan Vertikal)

Elektroda yang digunakan ada 2 tipe yaitu elektroda **AWS E308-16** diameter 2,6 dan **AWS E308-16** diameter 3,2. E30816 adalah elektroda ekstra rendah karbon. Ferit dikendalikan dideposit mengelas memberikan kedudukan hebat ketangguhan pada suhu kriogenik. Elektroda ini deposit maksimum 0,08% karbon di dalam logam Las untuk meminimalkan pembentukan carbides Kromium dan konsekuen kerentanan terhadap intergranular korosi.

Pada umumnya pengujian kekerasan yang dilakukan berdasarkan indentasi akibat beban statis. Pada dasarnya metode pengujian vickers hamoir sama dengan Brinell, hanya indentornya saja yang berbeda. Nilai kekerasan pengujian ini dinyatakan dalam satuan VDPH (*Vickers Diamond Pyramidal Hardness*) atau HVN (*Hardness Vickers Number*) yang dihitung berdasarkan diagonal indentasi persamaan sebagai berikut:

$$\text{HVN} = \frac{2 P \sin\left(\frac{\alpha}{2}\right)}{d^2} = \frac{2 P \sin\left(\frac{136}{2}\right)}{d^2} \quad (1)$$
$$\text{HVN} = 1,8544 \frac{P}{d^2}$$

Dimana :

P = Gaya tekan (beban) (Kgf)

d = Diagonal indentasi (mm)

$d^2 = (d_1 + d_2)/2$

Struktur makro adalah struktur logam yang terlihat pada permukaan terukir dari specimen yang telah dipoles. Dalam pengambilan foto struktur makro diperlukan beberapa tahap proses sebagai berikut :

1. Proses pemotongan: Proses ini memotong bagian material sesuai ukuran yang diperlukan dari bentuk besar sampai kecil sehingga pengambilan data bisa dilakukan.
2. Proses *grinding* dan *polishing*: Material yang sudah mengalami proses pemotongan diini akan dilakukan proses selanjutnya yaitu *grinding* dan *polishing*. *Grinding* dan *polishing* adalah proses penghalusan permukaan material yang awalnya kasar dari proses pemotongan sampai benar-benar halus. Dalam tahap *grinding* dan *polishing* ini memakai kertas amplas dari 100 sampai dengan 2000.
3. Proses etsa : Material yang telah mengalami grinding dan polishing sampai halus, material tersebut diberi larutan etsa setelah dilakukan pemfotoan. Hasil pemfotoan dapat dijabarkan material tersebut memiliki struktur kristal besar atau kecil

Plat baja ASME SA36 adalah baja karbon rendah merupakan baja dengan kandungan unsur karbon dalam sturktur baja kurang dari 0,3% C. Baja karbon rendah ini memiliki ketangguhan dan keuletan tinggi akan tetapi memiliki sifat kekerasan dan ketahanan aus yang rendah. Baja karbon merupakan salah satu jenis baja paduan yang terdiri atas unsur besi (Fe) dan karbon (C) [5]. Dimana besi merupakan unsur dasar dan karbon sebagai unsur paduan utamanya. Dalam proses pembuatan baja akan ditemukan pula penambahan kandungan unsur kimia lain seperti sulfur (S), fosfor (P), sikon (Si), mangan (Mn) dan unsur kimia lainnya sesuai dengan sifat baja yang diinginkan. Baja karbon memiliki kandungan unsur karbon dalam besi sebesar 0,2% hingga 2,14%, dimana kandungan karbon tersebut berfungsi sebagai unsur pengeras dalam struktur baja Dalam pengaplikasiannya baja karbon sering digunakan sebagai bahan baku untuk pembuatan alat-alat perkakas, komponen mesin, struktur bangunan, dan lain sebagainya.

METODE PENELITIAN

Matriks Penelitian

Rancangan penelitian dapat ditabulasikan seperti tabel berikut ini :

Tabel 1 Matriks Penelitian

Pengujian	Material	Variasi posisi pengelasan	Variasi elektroda		Jumlah spesimen
			AWS E 308.16-16 Ø 2,6	AWS E 316-16 Ø 3,2	
Uji Kekerasan	ASME SA36	1G	√	√	6
		2G	√	√	
		3G	√	√	
Struktur Makro	ASME SA36	1G	√	√	6
		2G	√	√	
		3G	√	√	

Pengujian Kekerasan

Langkah-langkah pengujian kekerasan Vickers adalah sebagai berikut [6]:

1. Spesimen dibersihkan permukaannya
2. Pemilihan indenter, Indentor piramida intan untuk Vickers
3. Memasang indenter pada pemegang indenter
4. Memasang beban yang sesuai pada mesin 100 kg untuk Vickers. Menaikkan meja mesin dengan memutar hand wheel sehingga indenter mengadakan penetrasi pada spesimen. Pada saat ini beban mula-mula adalah 100 kg kemudian skala hitam-hitam dibaca (pembacaan pada beban awal)
5. Memutar handle untuk proses indentasi, dengan pembebanan penuh
6. Setelah handle tidak bergerak lagi, skala dibaca (pembacaan pada beban penuh)
7. Handle dikembalikan ke posisi semula kemudian skala dibaca (pembacaan pada relieving)
8. Ambil spesimen, kemudian ukur hasil indentasi



Gambar 1. Dimensi Spesimen yang akan di Las

Pengamatan Struktur Makro

Pengujian Makro (*Makroscope Scope Test*) adalah proses pengujian bahan yang menggunakan mata terbuka dengan tujuan dapat memeriksa celah dan lubang dalam permukaan bahan. Angka kevali dan pengujian Makro berkisar antara 0,5 sampai 50 Kali. Pengujian cara demikian biasanya digunakan untuk bahan-bahan yang memiliki struktur kristal yang tergolong besar atau kasar. Foto makro dilakukan untuk mengetahui bentuk batasan antara logam las (*weld metal*), HAZ (*heat affected zone*), logam induk (*base metal*).

Langkah-langkat proses etsa struktur makro sebagai berikut :

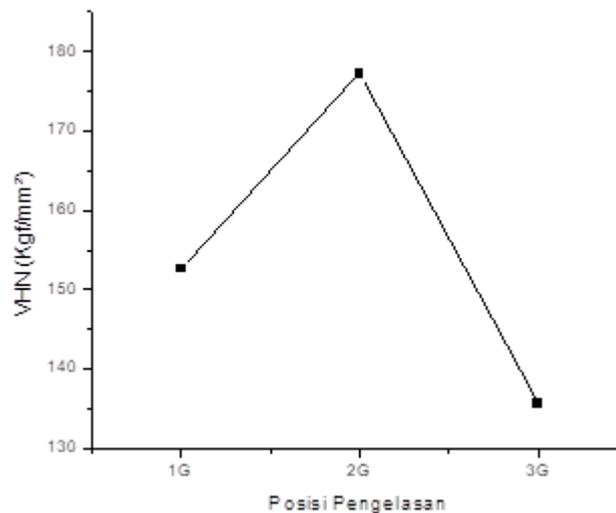
- a. Material yang di uji dipotong melintang terhadap alur las.
- b. Permukaan harus dikikir dengan kikir kasar (*bastard*) sampai seluruh goresan yang didalam hilang. Kemudian gosok dengan amplas water resistant serta arah penggosokan diusahakan searah sehingga tidak menimbulkan goresan baru yang akan menghambat proses etsa. Penggosokan harus

- dilanjutkan sampai seluruh goresan kertas sebelumnya sudah selesai dan sesuai yang diinginkan sebelum ke kualitas berikutnya yang lebih halus.
- Setelah itu material dipoles dengan menggunakan piringan yang dilapisikain penggosok dan ditaburi bubuk almunia.
 - Kemudian material dietsa dengan cara dioleskan cairan alcohol 95% dan asam nitrit 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengujian Perhitungan Vickers Variasi Elektroda 308 Diameter 2,6 Dan Posisi Pengelasan 1G, 2G, 3G

Grafik Hasil Pengujian Kekerasan Pada Pengaruh Elektroda 308 Diameter 2,6 dan Posisi Pengelasan 1G, 2G, 3G

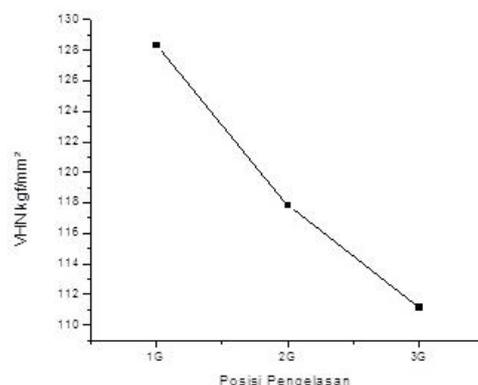


Gambar 2. Grafik Hasil Pengujian Kekerasan Pada Pengaruh Elektroda 308 Diameter 2,6 dan Posisi Pengelasan

Dari gambar dan grafik rata rata pengujian kekerasan dari hasil pengujian kekerasan logam las, HAZ, dan induk logam, Dan yang ditampilkan pada gambar 2 memiliki nilai kekerasan tertinggi adalah pada posisi pengelasan 2G dengan nilai HVN (Hardness Vickers Number) sebesar 185,40kg/mm² dengan rata rata 174,35 kgf/mm².

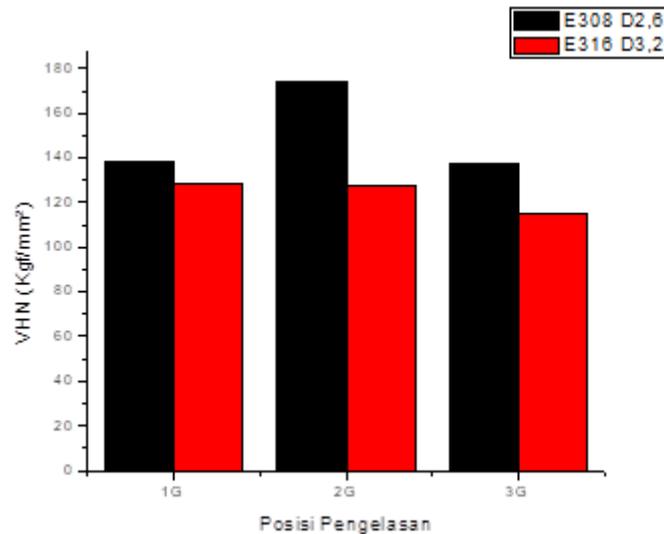
Hasil Pengujian Perhitungan Vickers Variasi Elektroda 308 Dan Posisi Pengelasan

Grafik Hasil Pengujian Kekerasan Pada Pengaruh Elektroda 316 Diameter 3,2 dan Posisi Pengelasan



Gambar 3. Grafik Hasil Pengujian Kekerasan Pada Pengaruh Elektroda 316 Diameter 3,2 dan Posisi Pengelasan 1G,2G, 3G

Dari Gambar diperoleh rata rata pengujian pengujian kekerasan logam las, HAZ, dan induk logam, Dan hasil pengujian kekerasan yang ditampilkan memiliki nilai kekerasan tertinggi adalah pada posisi pengelasan 1G dengan nilai HVN (Hardness Vickers Number) sebesar 134,64 kgf/mm² dengan rata rata 128,31 kgf/mm². Pada 2G sebesar 123,74 kgf/mm² dengan rata rata 117,82 kgf/mm² dan pada 3G sebesar 121,40 kgf/mm² dengan rata rata 114,61 kgf/mm².



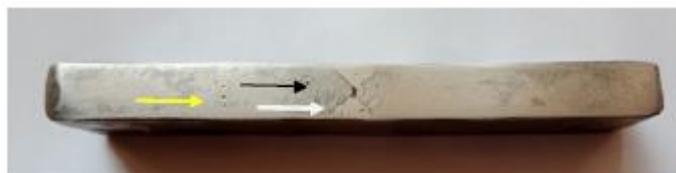
Gambar 4. Grafik Perbandingan Hasil VHN Posisi Pengelasan Dan Beda Elektroda

Dari gambar grafik diatas merupakan perbedaan perbandingan hasil Vickers Hardness Number dengan posisi pengelasan dan tipe elektroda, hasil tertinggi didapatkan oleh pada Posisi pengelasan 2G dengan garis yang warna hitam merupakan jenis elektroda E308 dengan diameter 2,6 sebesar VHN 174,35 kgf/mm², pada posisi pengelasan 1G sebesar 138,49 kgf/mm² dan pada posisi pengelasan 3G 136,95 kgf/mm². sedangkan pada garis yang berwarna merah merupakan jenis elektroda E316 dengan diameter 3,2 dengan hasil tertinggi pada Posisi Pengelasan 1G dengan hasil VHN 128,31 kgf/mm². 2G dengan VHN 127,56 kgf/mm². dan pada 3G 114,61 kgf/mm².

Struktur Makro

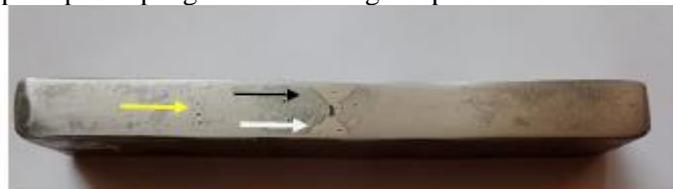
Pada pengujian struktur makro ini yang akan dilihat daerah Logam Las, HAZ dan inti logam. Hasil pengujian struktur makro dapat dilihat pada gambar dibawah ini:

1. Titik indentasi pada posisi pengelasan 1G dengan tipe elektroda E308 dan diameter 2,6mm



Gambar 5 Titik indentasi pada posisi pengelasan 1G dengan tipe elektroda E308 dan diameter 2,6mm

2. Titik indentasi pada posisi pengelasan 2G dengan tipe elektroda E308 dan diameter 2,6mm



Gambar 6 Titik indentasi pada posisi pengelasan 2G dengan tipe elektroda E308 dan diameter 2,6mm

3. Titik indentasi pada posisi pengelasan 3G dengan tipe elektroda E308 dan diameter 2,6mm



Gambar 7 Titik indentasi pada posisi pengelasan 3G dengan tipe elektroda E308 dan diameter 2,6mm

4. Titik indentasi pada posisi pengelasan 1G dengan tipe elektroda E316 dan diameter 3,2mm



Gambar 8 Titik indentasi pada posisi pengelasan 1G dengan tipe elektroda E316 dan diameter 3,2mm

5. Titik indentasi pada posisi pengelasan 2G dengan tipe elektroda E316 dan diameter 3,2mm



Gambar 9 Titik indentasi pada posisi pengelasan 2G dengan tipe elektroda E316 dan diameter 3,2mm

6. Titik indentasi pada posisi pengelasan 3G dengan tipe elektroda E316 dan diameter 3,2mm



Gambar 10. Titik indentasi pada posisi pengelasan 2G dengan tipe elektroda E316 dan diameter 3,2mm

Keterangan: pada arah anak panah warna hitam menunjukkan hasil lebar HAZ, pada arah anak panah putih menunjukkan logam las, dan warna kuning induk logam.

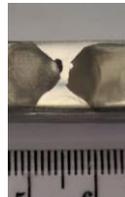
Perhitungan Daerah HAZ

Lebar HAZ dengan variasi posisi pengelasan dengan tipe elektroda E308 diameter 2,6mm dan tipe elektroda E316 diameter 3,2mm.

Variasi Posisi Pengelasan Dengan Tipe Elektroda E308 Diameter 2,6mm.



1G



2G



3G

Variasi Posisi Pengelasan Dengan Tipe Elektroda E316 Diameter 3,2mm.



1G



2G



3G

Tabel 2. Perhitungan Lebar HAZ

Material	Posisi Pengelasan	Lebar HAZ
ASME SA36	1G	2 mm
	2G	2 mm
	3G	2 mm
	1G	2,5 mm
	2G	2 mm
	3G	1,5 mm

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisa data mengenai pengaruh jenis elektroda terhadap sifat mekanik pengelasan smaw menggunakan BAJA ASME SA 36 terhadap pengujian kekerasan dan struktur makro dapat disimpulkan bahwa:

1. Pengaruh variasi pengelasan smaw terhadap pengujian kekerasan vickers dapat diketahui VHN tertinggi pada jenis elektroda E308 dengan diameter 2,6mm pada posisi 2G sebesar VHN 174,35kgf/mm², pada posisi pengelasan 3G sebesar 136,95 kgf/mm² dan pada posisi pengelasan 1G 138,49 kgf/mm². sedangkan pada jenis elektroda E316 dengan diameter 3,2mm dengan hasil tertinggi pada Posisi Pengelasan 1G dengan hasil VHN 128,31 kgf/mm². 2G dengan VHN 127,56 kgf/mm². dan pada 3G 114,61 kgf/mm².
2. Pada pengujian makro etsa didapatkan hasil perhitungan titik indentasi (daya tekan) yang berada pada 9 titik pengujian disetiap spesimen, perhitungan VHN (Vickers Hardness Number) dan mendapatkan perhitungan lebar HAZ. Pada daerah dengan pengelasan dengan variasi jenis elektroda E308 dengan diameter 2,6mm pada posisi 2G menghasilkan HAZ terbaik sebesar 2mm

DAFTAR PUSTAKA

- [1] H. Basri, "Analisis Variasi Groove Pada Dissimilar Welding Dengan Material Stainless Steel 304 Dan Baja Aisi 1040 Pada Pengelasan Smaw Terhadap Pengujian Hardness Vickers Dan Struktur Makro," 2018.
- [2] N. Naryono And F. Rakhman, "Pengaruh Variasi Kecepatan Pengelasan Pada Penyambungan Pelat Baja Sa 36 Menggunakan Elektroda E6013 Dan E7016 Terhadap Kekerasan, Struktur Mikro Dan Kekuatan Tariknya," *Sintek Jurnal: Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, Vol. 5, No. 2, 2011.
- [3] J. Arifin, H. Purwanto, And I. Syafa'At, "Pengaruh Jenis Elektroda Terhadap Sifat Mekanik Hasil Pengelasan Smaw Baja Astm A36," *Majalah Ilmiah Momentum*, Vol. 13, No. 1, 2017.
- [4] A. Duniawan, "Pengaruh Gerak Elektroda Dan Posisi Pengelasan Terhadap Uji Kekerasan Dari Hasil Las Baja Ssc 41," *Jurnal Teknologi*, Vol. 8, No. 2, Pp. 128-134, 2015.
- [5] A. D. Cahyoko, "Pengaruh Posisi Pengelasan 3g Vertical Up Dan Vertical Down Pada Material Sa-36 Terhadap Kekuatan Tarik," University Of Muhammadiyah Malang, 2017.
- [6] N. P. Ariyanto, A. P. Siregar, H. Widiastuti, W. Rossbandrio, A. Fajrin, And C. B. Nugroho, "Pengujian Kekerasan Dan Struktur Mikro Sambungan Low-Carbon Steel Dan Austenitic Stainless Steel," *Jurnal Teknologi Dan Riset Terapan (Jatra)*, Vol. 4, No. 1, Pp. 40-44, 2022.