



Pengaruh Variasi Arus Pengelasan SMAW (60, 80 Ampere) Terhadap Kekerasan Logam Las Dan Haz Material Baja ST 37)

Soni Hestukoro¹, Melvin B.H. Sitorus², Aulia Salman³

¹Program Studi Teknik Mesin, Politeknik Negeri Medan

²Program Studi Teknologi Rekayasa Pengelasan dan Fabrikasi Politeknik Negeri Medan

³Program Studi Teknik Konversi Energi Politeknik Negeri Medan

¹sonihestukoro@polmed.ac.id*, ²melvinsitorus@polmed.ac.id, ³auliasalman@polmed.ac.id

Abstract

This research aims to determine the effect of welding current on the hardness of weld metal and HAZ (heat affected zone) metal which is tested for hardness using the Rockwell method. This research was carried out on ST 37 low carbon steel material which was welded using an E6013 electrode with a diameter of 2.6 mm with a butt joint, then given different welding currents, namely 60, 80, Ampere. For the raw hardness of the low carbon steel material, the average figures were obtained. the average is 48.35 HRB. Specimens that were welded with a current of 60 Ampere had an average weld metal hardness figure of 46.85 HRB and a HAZ of 49.15 HRB. For specimens that were given a welding current of 80 Ampere, the average hardness of the weld metal obtained was 47.05 HRB and the HAZ was 50.3 HRB. The test results show that the increase in hardness numbers in both the weld metal and the HAZ metal is directly proportional to the amount of current used when welding..

Keywords: SMAW Welding, Low Carbon Steel, Hardness Test Method Rockwell

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh arus pengelasan terhadap kekerasan logam las dan logam HAZ (heat Affected Zone) yang diuji kekerasan menggunakan metode Rockwell. Penelitian ini dilakukan pada material baja karbon rendah ST 37 yang dilas menggunakan elektroda E6013 diameter 2,6 mm dengan sambungan tumpul, kemudian diberikan arus pengelasan yang berbeda-beda yaitu 60, 80, Ampere. Untuk kekerasan raw material baja karbon rendah didapat angka rata-rata yaitu 48,35 HRB. Spesimen yang dilas dengan arus 60 Ampere angka kekerasan logam las rata-rata 46,85 HRB dan HAZ 49,15 HRB. Untuk spesimen yang diberi arus pengelasan 80 Ampere angka rata-rata kekerasan logam las yang diperoleh yaitu 47,05 HRB dan HAZ 50,3 HRB. Dari hasil pengujian tersebut menunjukkan, bahwa kenaikan angka kekerasan baik pada logam las (weld metal) maupun pada logam HAZ berbanding lurus dengan besar arus yang digunakan pada saat mengelas.

Kata kunci: Pengelasan SMAW, Baja Karbon Rendah, Uji Kekerasan Metode Rockwell

1. Pendahuluan

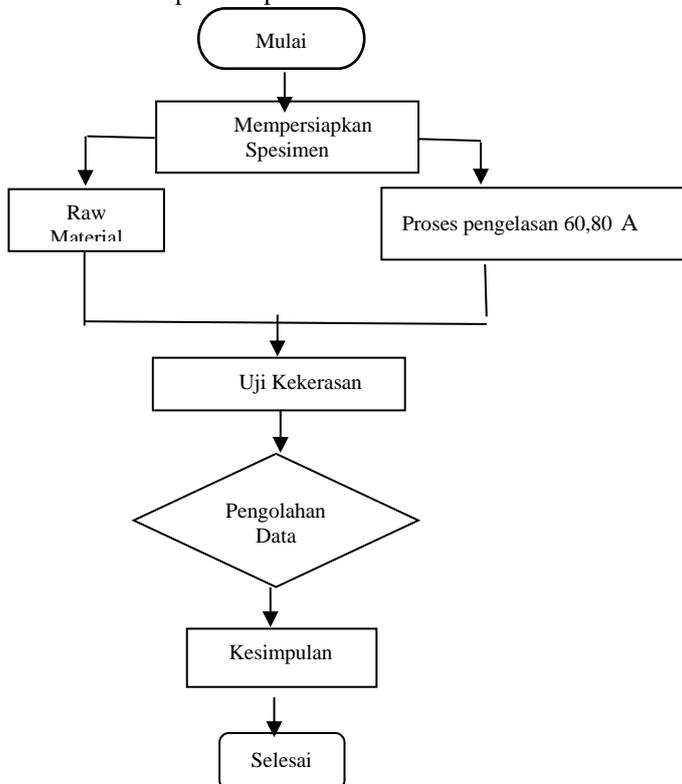
Pengelasan merupakan proses penyambungan logam. Proses pengelasan banyak faktor yang mempengaruhi kualitas hasil pengelasan diantaranya: mesin las yang digunakan, bahan yang digunakan, prosedur pengelasan, cara pengelasan, arus pengelasan dan juru las [1]. Kualitas dari hasil pengelasan dapat diketahui dengan cara memberikan gaya atau beban pada hasil lasan tersebut. Gaya atau beban yang diberikan dapat berupa pengujian tarik dan ketangguhan pada bahan tersebut [2]. Las SMAW, proses pengelasan busur listrik dengan penggabungan atau perpaduan logam yang dihasilkan oleh panas dari busur listrik yang dikeluarkan ujung elektroda terbungkus dan permukaan logam dasar yang dilas dengan menggunakan arus listrik sebagai sumber tenaga [3][4][5]. Jenis arus listrik yang digunakan ada 2 yaitu

arus searah (DC) dan arus bolak-balik (AC) [6]. Pengelasan dengan arus searah pemasangan kabel pada mesin las ada 2 macam yaitu polaritas lurus (DC-) dan polaritas terbalik (DC+). Pada polaritas terbalik (DC+) panas yang diberikan mesin las $\frac{1}{3}$ untuk memanaskan benda dan $\frac{2}{3}$ untuk memanaskan elektroda. SMAW merupakan suatu teknik pengelasan dengan menggunakan arus listrik berbentuk busur arus dan elektroda berselaput dan sudah banyak yang menggunakan sistem pengelasan SMAW karena pengelasan ini sangat mudah dan lebih efektif [7]. Semen (cement) adalah hasil industri dari paduan bahan baku: batu kapur atau gamping sebagai bahan utama dan lempung atau tanah liat atau bahan pengganti lainnya dengan hasil akhir berupa padatan berbentuk bubuk atau bulk, tanpa memandang proses pembuatannya, yang mengeras atau membatu pada

pencampuran dengan air [8]. Semen abu-abu dijadikan pengujian pada pengelasan SMAW bertujuan mengetahui hasil dari nilai kekerasan yang diperoleh dengan pengujian Rockwell sebagai bentuk penganalisaan suatu media pendinginan[9] [10] [11]. Pembuatan semen abu-abu, hanya dalam kandungan semen abu-abu memiliki kandungan besi. Pengujian ini dibuat untuk mengetahui fungsi serbuk semen abu-abu sebagai media pendingin pada pengelasan SMAW (*Shielded Metal Arc Welding*) selain dengan pendinginan udara.

2. Metode Penelitian

Dalam penelitian dengan menggunakan Variabel bebas (independent) adalah variabel yang mempengaruhi atau yang menjadi sebab perubahannya atau timbulnya variabel terikat. Variabel bebas dalam penelitian ini yaitu berupa variasi arus pengelasan 60, 80 Ampere, Variabel terikat (dependent) adalah variabel yang dipengaruhi atau yang menjadi akibat karena adanya variabel bebas. Variabel terikat dalam penelitian ini yakni kekerasan logam las (weld metal) dan logam yang terkena pengaruh panas pengelasan/ heat affected zone (HAZ) serta variabel terkontrol atau variabel kendali adalah variabel yang diusahakan untuk dinetrallisasi oleh peneliti. Variabel terkontrol dalam penelitian ini yaitu mesin las yang digunakan untuk mengelas, plat baja karbon rendah ST 37 (kontruksi umum) ketebalan 3 mm, elektroda E6013 berdiameter 2,6 mm, dan kampuh yang dipakai untuk mengelas yakni kampuh tumpul.



Gambar 1. Diagram alir penelitian

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Pengujian Kekerasan Raw Material

Pengujian kekerasan logam las menggunakan metode Rockwell bertujuan menentukan kekerasan suatu material dalam bentuk daya tahan material terhadap indentor berupa bola baja ataupun kerucut intan yang ditekan pada permukaan spesimen uji. Pada pengujian ini di gunakan mesin Rockwell Motor Driven Hardness Tester model HRD-150. Sebelum pengujian, pasang dudukan spesimen (*anvil*) dan juga indentor pada posisinya, pasang beban awal 10 kgf, kemudian sambungkan kabel ke sumber listrik. Tekan tombol power (tombol berwarna hijau di sebelah kanan mesin), lalu atur waktu tahan selama 5 detik. Gambar 2 di bawah ini memperlihatkan *anvil* mesin uji kekerasan dan indentor berupa bola baja berukuran 1/16 inch yang digunakan dalam penelitian ini.



Gambar 2 *Anvil* dan Indentor bola baja

Pembebanan diberikan sebanyak tiga kali pada satu titik tekan permukaan spesimen uji yaitu 10 kgf, 50 kgf, dan 100 kgf, dengan waktu tahan masing- masing 5 detik. Pertama, meletakkan spesimen uji pada *anvil*, memastikan posisi spesimen tepat antara indentor dan daerah yang akan diuji. Posisi spesimen juga tepat supaya tidak bergerak saat pengujian, seperti yang terlihat pada gambar 3..



Gambar 3 Posisi spesimen pada *anvil*

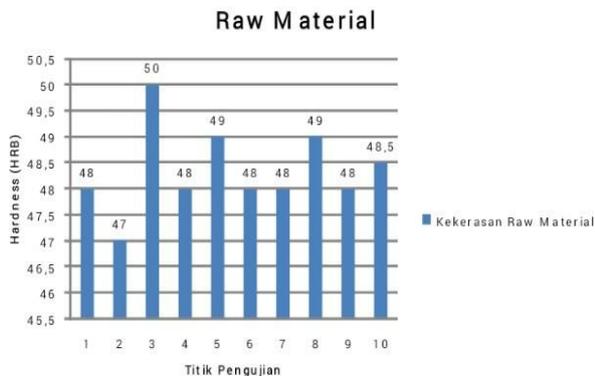
Mengulangi langkah pengujian pada *raw material* sebanyak sepuluh kali tekan dengan prosedur yang sama tiga kali pembebanan. Antara satu titik dan titik lainnya diberi jarak, supaya angka hasil pengujian tiap-tiap titik tidak terpengaruh bekas regangan titik sebelumnya. Kemudian Mencatat angka hasil setiap pengujian

kekerasan ke dalam tabel. Angka kekerasan dari *raw material* baja ST 37 dipakai untuk membandingkan hasil dari kekerasan logam las dan HAZ dari plat yang dilas dengan arus pengelasan yang berbeda-beda. Dari hasil pengujian kekerasan *raw material* didapat data seperti didalam tabel 4.1 di bawah ini

Tabel 1 Data hasil pengujian raw material

Titik	Raw Material (Baja Karbon Rendah)
1	48 HRB
2	47 HRB
3	50 HRB
4	48 HRB
5	49 HRB
6	48 HRB
7	48 HRB
8	49 HRB
9	48 HRB
10	48,5 HRB
Rata-rata	48,35 HRB

Dari hasil pengujian kekerasan *raw material* menggunakan metode *rockwell* plat baja karbon rendah dengan ketebalan 3 mm didapat angka kekerasan yang berfluktuasi.

Gambar 4. Grafik angka kekerasan *raw material*

3.2 Pengujian kekerasan spesimen las Arus 60 Ampere

Gambar 4.20 di bawah ini memperlihatkan spesimen uji dengan arus pengelasan 60 Ampere



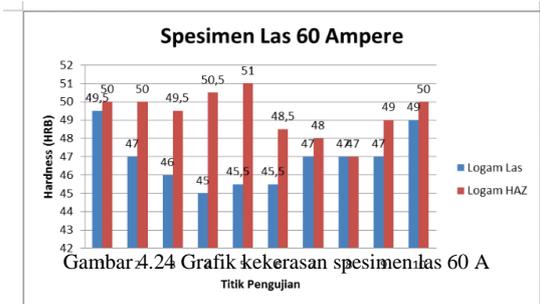
Gambar 5 Spesimen uji arus pengelasan 60 A

Pengujian kekerasan pada spesimen uji yang telah dilas menggunakan arus 60 Ampere dilakukan pada daerah logam las dan juga HAZ. Angka kekerasan yang diperoleh dari pengujian logam lasan yaitu 49,5 47, 46, 45, 45,5, 45,5, 47, 47, 47, dan 49. Penekanan pada logam las diberikan pada titik pusat dari logam las. Sama seperti pengujian pada *raw material*, pengujian pada logam las juga diberi pembebanan sebanyak tiga kali yaitu 10 kgf, 50 kgf dan 100 kgf. Kemudian angka kekerasan yang diambil yaitu hasil akhir penunjukan *dial gauge* setelah pembebanan ketiga 100 kgf. Setelah pengujian pada logam las, dilakukan pengujian terhadap HAZ pengelasan arus 60 Ampere. Titik pengujian HAZ diambil dengan jarak 5 mm dari pusat logam las. Dengan pembebanan sama seperti pengujian sebelumnya, pengujian HAZ juga dilakukan sebanyak 10 titik, dan hasilnya dicatat ke dalam tabel. Angka kekerasan logam HAZ dari pengelasan 60 Ampere yaitu 50, 50, 49,5, 50,5, 51, 48,5 48, 47, 49, dan 50. Gambar 4.23 di bawah ini memperlihatkan proses pengujian pada HAZ spesimen las dengan arus 60 Ampere. Angka kekerasan yang didapat dari pengujian *raw material* akan dibandingkan dengan kekerasan dari logam las (*weld metal*) dan HAZ hasil pengelasan spesimen uji yang diberi arus pengelasan bervariasi. Hasil pengujian kekerasan spesimen uji bersatuan HRB. Data kekerasan spesimen yang dilas dengan arus 60 A dapat di lihat pada tabel 2 berikut.

Tabel 2 Data pengujian spesimen las 60 Ampere

Titik Pengujian	Arus Pengelasan 60 A	
	Logam Las	Logam HAZ
1	49,5	50
2	47	50
3	46	49,5
4	45	50,5
5	45,5	51
6	45,5	48,5
7	47	48
8	47	47
9	47	49
10	49	50
Rata rata	46,85	49,15

Setelah dilakukan pengujian pada spesimen yang dilas menggunakan arus 60 A, didapat hasil seperti yang terlihat pada gambar di atas. Kekerasan logam las (*weld metal*) tertinggi ada pada titik pertama yaitu 49,5 HRB, sementara angka kekerasan logam las terendah diperoleh pada titik keempat yakni 45 HRB. Dari keseluruhan angka kekerasan hasil pengujian, didapat rata-rata kekerasan logam las yaitu 46,85 HRB, yang mana berarti kekerasan logam las 60 A menurun jika dibandingkan dengan kekerasan *raw material* yaitu 48,35 HRB



Jika dilihat dari grafik, diketahui angka kekerasan logam HAZ pada spesimen las 60 A disetiap titiknya memiliki kekerasan yang lebih tinggi daripada kekerasan logam las, kecuali pada titik ke delapan yang kekerasannya logam las dan HAZ sama yakni 47 HRB. Setelah semua angka hasil pengujian dihitung, rata-rata kekerasan HAZ yang diperoleh dari pengujian kekerasan spesimen las 60 A yakni 49,15 HRB. Jadi dapat dilihat bahwa, pada arus pengelasan 60 A kekerasan logam HAZ lebih keras dari logam las maupun raw material

3.3 Pengujian kekerasan spesimen las dengan arus 80 Ampere

Gambar 6 di bawah ini memperlihatkan spesimen las dengan arus 80 Ampere. Pada spesimen pengelasan 80 A juga dilakukan pengujian kekerasan pada logam las (*weld metal*) dan *heat affected zone* (HAZ)



Gambar 6 Spesimen uji arus

Pengujiankekerasan logam hasil pengelasan dengan arus 80Ampere dilakukan sama seperti langkahpengujiansebelumnya. Angka kekerasan logam lasan yang didapat yaitu 47, 46,5, 46,5, 45, 46,5, 47, 47,5, 46,5 48, dan 50. Meletakkan posisi penekanan bola baja pada spesimen yaitu ditengah-tengah atau pusat dari logam las. Jarak antar satu titik ke titik lain juga diperhatikan supaya angka hasil penekanan tetap valid. Gambar 7 di bawah ini memperlihatkan proses pengujian logam lasan arus 80 Ampere.



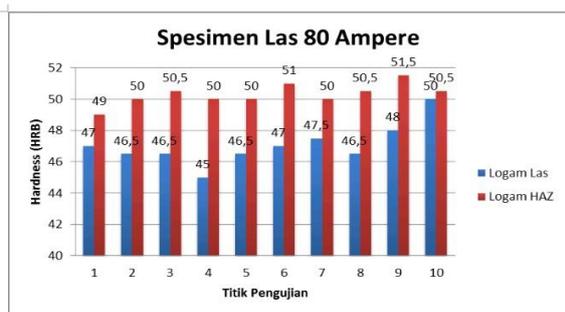
Pembebanan diberikan bertahap mulai dari 10 kgf, 50 kgf, dan kemudian 100 kgf. Angka kekerasan ditunjukkan oleh jarum yang melengkung dan pembacaannya pada angka yang berwarna merah. Mencatat setiap hasil pengujian logam las dengan arus 80 Ampere yang terlihat pada *dial gauge*, pengujian dilakukan pada HAZ dari spesimen las arus 80 Ampere. Titik pengujian HAZ diambil 5 mm dari pusat logam lasan. Angka yang diperoleh dari pengujian HAZ spesimen pengelasan 80 Ampere yaitu 49, 50, 50,5,50, 50, 51, 50, 50,5, 51,5 dan 50,5. Langkah pengujian sama dengan pembebanan mulai dari 10 kgf, 50 kgf kemudian 100 kgf. Setelah beban 100 kgf diberikan, menekan tuas gandar dan tunggu lampu indikator menyala hingga dua kali. kemudian mencatat angka yang ditunjukkan oleh jarum pada *dial gauge* sebagai angka kekerasan logam HAZ pengelasan 80 Ampere.

Tabel 3 hasil pengujian kekerasan spesimen las 80 Ampere

Titik Pengujian	Arus Pengelasan 80 A	
	Logam Las	Logam HAZ
1	47	49
2	46,5	50
3	46,5	50,5
4	45	50
5	46,5	50
6	47	51
7	47,5	50
8	46,5	50,5
9	48	51,5
10	50	50,5
Rata-rata	47,05	50,3

Dari grafik pengujian spesimen las arus 80 Ampere di atas, dapat dilihat angka kekerasan logam las terendah yaitu pada titik ke empat 45 HRB, angka kekerasan tertinggi pada titik ke sepuluh yaitu 50 HRB. Berdasarkan data hasil pengujian tersebut, rata-rata angka kekerasan logam las yang diperoleh adalah 47,05 HRB. Kekerasan logam las dari pengelasan 80 A juga menurun jika dibandingkan dengan kekerasan raw material 48,35 HRB. Untuk kekerasan HAZ tertinggi terdapat pada titik ke sembilan yaitu 51,5 HRB. Rata-rata angka kekerasan HAZ hasil pengelasan dengan arus 80 A, yaitu 50,3 HRB. Sehingga dapat dilihat angka kekerasan hasil logam HAZ pengelasan arus 80A memiliki kekerasan lebih tinggi bila dibandingkan dengan raw material.

p
e



Gambar 7 Grafik kekerasan spesimen las 80 A

4. Kesimpulan

- 1) Nilai kekerasan *raw material* baja ST 37 yang diperoleh dari hasil pengujian yakni 48,35 HRB.
- 2) Nilai kekerasan logam pengelasan pada spesimen las 60 A yaitu 46,85 HRB, kekerasan spesimen las 80 A yakni 47,05 HRB, dan kekerasan yang tertinggi terdapat pada spesimen dengan variasi arus pengelasan 100 Ampere yaitu sebesar 48,15 HRB.
- 3) Nilai kekerasan logam HAZ pada spesimen las arus 60 A yaitu 49,15 HRB, kekerasan HAZ spesimen las arus 80 A yakni 50,3 HRB, dan kekerasan tertinggi terdapat pada spesimen dengan variasi arus pengelasan 100 Ampere yaitu sebesar 50,5 HRB.
- 4) Kekerasan logam hasil pengelasan pada bagian logam las (*weld metal*) dan logam HAZ berbanding lurus dengan peningkatan variasi arus pengelasan.

Daftar Rujukan

- [1] Lawrence, H. Van Vlack. *Ilmu dan Teknologi Bahan*. Terjemahan Oleh Sriati Djaprie. Jakarta : Erlangga, 1986
- [2] M. Zaenal Mawahib, Sarjito Jokosisworo, Hartono Yudo, "Pengujian Tarik dan Impak pada Pengerjaan Pengelasan SMAW dengan Mesin

Genset Menggunakan Diameter Elektroda yang Berbeda," *Jurnal Ilmu Pengetahuan & Teknologi Kelautan, Kapal*, Vol. 14, No. 1, pp. 26 – 32, Februari 2017.

- [3] Malau, V., "Diktat Kuliah Teknologi Pengelasan Logam," Yogyakarta, 2003.
- [4] Fajar Riyadi, Dony Setyawan, "Analisa Mechanical dan Metallurgical Pengelasan Baja Karbon A36 dengan Metode SMAW," Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya, academia.edu, pp.1 – 12, 2013
- [5] Abdul Hamid, "Analisa Pengaruh Arus Pengelasan SMAW pada Material Baja Karbon Rendah Terhadap Kekuatan Material Hasil Sambungan," *Jurnal Teknik Elektro Universitas Mercubuana*, Vol.7, No.1, pp.26 – 36 Januari 2016
- [6] H Sapitra, A Syarief, "Analisis Pengaruh Media Pendingin Terhadap Kekuatan Tarik Baja ST & Pasca Pengelasan Menggunakan Las Listrik," *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin Unlam*, Vol. 03, No.2, pp. 91-98, 2014.
- [7] Helanianto, "Pengaruh Variasi Isolator Panas pada Hasil Pengelasan Metode SMAW terhadap Kekuatan Sambungan Logam yang Dihasilkan," *Jurnal Cyber-Techn*, Vol. 11, No. 02, pp.1 – 11, 2017.
- [8] Li Ke Yan, Xue Dongfeng "Hardness Of Materials: Studies at Levels from Atoms to Crystals," *January 2009*, Vol. 54, No. 1, pp 131–136, 2009.
- [9] Saputra, Hendi and Syarief, Akhmad, "Analisis Pengaruh Media Pendingin Terhadap Kekuatan Tarik Baja St37 Pasca Pengelasan Menggunakan Las Listrik," *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin Unlam*, Vol. 3, No. 2, pp. 91-98. ISSN 2338-2236, 2014.
- [10] Saputra, Hendi and Syarief, Akhmad, "Analisis Pengaruh Media Pendingin Terhadap Kekuatan Tarik Baja St37 Pasca Pengelasan Menggunakan Las Listrik," *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin Unlam*, Vol. 3, No. 2, pp. 91-98. ISSN 2338-2236, 2014.