

PENGARUH VARIASI ARUS LISTRIK DAN KECEPATAN PENGELASAN PADA ELEKTRODA RB-26 TERHADAP KEKERASAN LOGAM LAS DAN HAZ BAJA ST-37

Muh Ahar

Teknik Mesin, Politeknik Negeri Ketapang, Ketapang Kalimantan Barat
E-mail: aan@politap.ac.id*

Abstract

Welding is an important part of industrial growth, as it plays an important role in construction. Most modern industries always involve welding processes which are increasing every year. Many errors occur in the selection of the amount of electric current and welding speed which affects the weld area and HAZ area. This study aims to determine the level of hardness from the effect of variations in electric current and welding speed on weld metal and HAZ. This research uses experimental methods and is also supported by the Shielded Metal Arc Welding (SMAW) welding method, as well as the rockwell hardness test method HRD-150 model. The number of specimens in this welding is 10 pieces, consisting of 1 raw material and 9 welding specimens. The number of samples in this rockwell hardness test for each variation of electric current and speed is 9 samples. For the raw material tested, the hardness value obtained is 51.5 HRB. In specimen testing, the highest hardness value is obtained at an electric current of 70 A with an average hardness of 52.75 HRB while the lowest hardness value is at an electric current of 90 A with a value of 50.72 HRB. Tests carried out on the heat affected area or Heat Affected Zone (HAZ), the highest hardness value at an electric current of 90 A with a hardness number of 52.6 HRB and the lowest hardness value at an electric current of 70 A with a hardness number of 50.97 HRB. This research result means that the high and low strength of electric current and speed at the time of welding affects the hardness value of the carbon steel plate equivalent to St 37 which has been welded with different currents as a whole due to heat input during welding.

Keywords: *ST 37 Steel, Electric Current, Speed, Shielded Metal Arc Welding (SMAW) Welding And HAZ*

Abstrak

Pengelasan merupakan bagian penting dari pertumbuhan industri, karena memegang peranan penting dalam bidang konstruksi. Sebagian besar industri modern selalu melibatkan proses pengelasan yang semakin meningkat ditiap tahunnya. Banyak terjadi kesalahan dalam pemilihan besar arus listrik dan kecepatan pengelasan yang berpengaruh terhadap daerah las dan area HAZ. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat kekerasan dari pengaruh variasi arus listrik dan kecepatan pengelasan terhadap logam las dan HAZ. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dan juga didukung dengan metode pengelasan *Shielded Metal Arc Welding (SMAW)*, serta metode pengujian *hardness rockwell test* model HRD-150. Jumlah spesimen pada pengelasan ini yaitu sebanyak 10 buah, yaitu terdiri dari 1 raw material dan 9 spesimen las. Pengelasan menggunakan spesimen dari baja setara St 37 dengan elektroda RB-26. Untuk raw material yang diuji nilai kekerasan yang didapatkan yaitu sebesar 51,95 HRB. Pada pengujian spesimen, nilai kekerasan tertinggi didapatkan pada arus listrik 70 A dengan rata-rata kekerasan sebesar 52,75 HRB sedangkan nilai kekerasan terendah pada arus listrik 90 A dengan nilai sebesar 50,72 HRB. Pengujian yang dilakukan pada area yang terpengaruh panas atau *Heat Affected Zone (HAZ)*, nilai kekerasan yang tertinggi pada arus listrik 90 A dengan angka kekerasan sebesar 52,6 HRB. Hasil penelitian ini diartikan bahwa tinggi rendahnya kuat arus listrik dan kecepatan pada saat pengelasan mempengaruhi nilai kekerasan plat baja karbon setara St 37 yang sudah dilas dengan arus yang berbeda beda secara keseluruhan akibat masukan panas (*Heat Input*) pada saat pengelasan.

Kata Kunci: *Baja ST 37, Arus Listrik, Kecepatan, Pengelasan Shielded Metal Arc Welding (SMAW), Dan HAZ*

PENDAHULUAN

Pengelasan *Shielding Metal Arc Welding (SMAW)* kelebihan pengelasan dengan *SMAW*, dapat diandalkan untuk mengelas berbagai tipe sambungan, posisi, serta lokasi yang sulit dikerjakan, biaya pengoperasian yang relatif rendah dan dapat dipakai untuk mengelas didalam maupun diluar ruangan. Pemilihan parameter pengelasan yang sesuai dan tepat menentukan hasil las, beberapa parameter yang menentukan adalah kuat arus listrik, ini disebabkan oleh perbedaan kuat arus listrik dan jenis kampuh menghasilkan panas yang berbeda sehingga mempengaruhi kekerasan pada daerah lasan. Pengelasan *Shielded Metal Arc Welding*, merupakan las busur listrik dengan elektroda terbungkus oleh fluks sebagai pelindung logam las. Menurut M. Anhar Pengelasan merupakan bagian tak terpisahkan dari pertumbuhan peningkatan industri karena memegang peran utama dalam rekayasa dan reparasi produksi logam. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh media pendingin 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. (Anhar, 2019)

Arus las merupakan parameter las yang mempengaruhi penembusan dan kecepatan pencairan logam. Penyetelan kuat arus pengelasan akan mempengaruhi hasil las. Bila arus yang digunakan terlalu rendah akan menyebabkan sukarnya penyalaan busur listrik. (Anhar & Polonia, 2021) Besarnya arus pengelasan yang diperlukan tergantung pada diameter elektroda, tebal bahan yang dilas, jenis elektroda yang digunakan, geometri sambungan, diameter inti elektroda, posisi pengelasan. Daerah las mempunyai kapasitas panas tinggi maka diperlukan arus yang tinggi. Arus las merupakan parameter las yang langsung mempengaruhi penembusan dan kecepatan pencairan logam induk. Makin tinggi arus las makin besar penembusan dan kecepatan pencairannya. (Helanianto et al., 2020)

Kecepatan pengelasan sangat sangat dipengaruhi oleh besar kuat arus yang dipakai, jenis elektroda, diameter inti elektroda, metal yang akan dilas, dan bentuk geometri sambungan. Kecepatan pengelasan yang tinggi akan berdampak pada berkurangnya penetrasi, sehingga kekuatan sambungan menurun, disamping mengakibatkan masukan panas yang diterima persatuan panjang akan menjadi lebih kecil. Kecepatan pengelasan

yang tidak juga berdampak terjadinya pendinginan yang cepat sehingga dapat memperlambat daerah terpengaruh panas. Kecepatan las yang terlalu tinggi akan berpengaruh pada bentuk manik las yang menyempit dan penguatan manik yang rendah. Selain itu dapat merubah sifat mekanik daerah las yang berupa naiknya kekuatan tarik dan perpanjangan yang rendah. (Helanianto, 2018) Dalam pengelasan, pemilihan elektroda juga sangat berpengaruh pada hasil kekerasan pengelasan disebabkan bahan yang terkandung pada setiap elektroda berbeda berdasarkan kode pada kawat las. Penggunaan elektroda dan arus yang berbeda pada proses pengelasan berpengaruh terhadap sifat fisik dan mekanik lasan. (Zulhafri et al., 2020) Selama proses pengelasan, logam akan menyerap dan menyalurkan panas pada area disekitar logam yang sedang dilakukan pengelasan. Akibat pengaruh panas tersebut akan terbentuk sebuah zona atau area yang berada diantara logam cair (logam pengelasan) dan logam dasar. Pada area tersebut, logam tidak meleleh tetapi akibat paparan panas pada logam menyebabkan terjadinya perubahan sifat dan struktur mikro logam. Perubahan sifat dan struktur tersebut dapat mengurangi kekuatan pada logam dimana area terlemah dari suatu pengelasan berada pada area yang terpengaruh oleh panas atau *Heat Affected Zone (HAZ)*, penelitian ini mencari pengaruh variasi arus listrik dan kecepatan pengelasan terhadap kekerasan plat baja karbon rendah setara ST 37 serta berapa besar pengaruh masing-masing variasi arus listrik dan kecepatan terhadap pengelasan plat baja karbon rendah setara ST 37 serta kekerasan area logam las dan area HAZ serta dengan bertujuan untuk mengetahui tingkat kekerasan logam las dan HAZ hasil pengelasan yang berbeda dengan variasi arus listrik dan kecepatan yang berbeda dan mengetahui arus listrik dan kecepatan yang tepat dalam melakukan pengelasan *SMAW (Shielded Metal Arc Welding)*.

METODE PENELITIAN

Dalam metode eksperimen, cara untuk mencari hubungan sebab akibat antara dua faktor yang berpengaruh. Metode ini didukung dengan metode pengelasan *Shielded Metal Arc Welding (SMAW)* dan metode pengujian *hardness rockwell test*. Eksperimen dilaksanakan di laboratorium dengan kondisi dan peralatan yang diselesaikan guna memperoleh data tentang pengaruh arus pengelasan, kekerasan las *Shielded Metal Arc Welding (SMAW)* dan dengan elektroda RB 26.

HASIL DAN PEMBAHASAN

HASIL

Pada pengujian yang sudah peneliti lakukan, maka dapat didapatkan hasil variasi arus listrik dan kecepatan berpengaruh terhadap kekerasan hasil pengelasan *Shielded Metal Arc Welding (SMAW)*. Pada variasi kecepatan dikelompokkan menjadi 3 yaitu cepat sebesar (2,5 mm/detik), sedang sebesar (2 mm/detik), dan lambat sebesar (1,67 mm/detik).

Tabel1.
Kecepatan pengelasan pada Plat Baja Setara ST 37

Waktu(t)Detik	Jarak(s)Mm	Kecepatan(v)Mm/detik
40	100	0,25
50	100	0,2
60	100	0,167

Keterangan :

$$V=s/t$$

V= kecepatan(m/s)

s= jarak tempuh(cm) atau (mm)

t= waktu tempuh

perhitungan kecepatan pengelasan pada plat baja karbon rendah setara 37

s=100 mm,t=40,50,dan 60 detik

$$\text{Kecepatan Cepat : } V = \frac{100}{40} = 2,5 \text{ mm/detik} = 0,25 \text{ cm/detik}$$

$$\text{Kecepatan Sedang: } V = \frac{100}{50} = 2 \text{ mm/detik} = 0,2 \text{ cm/detik}$$

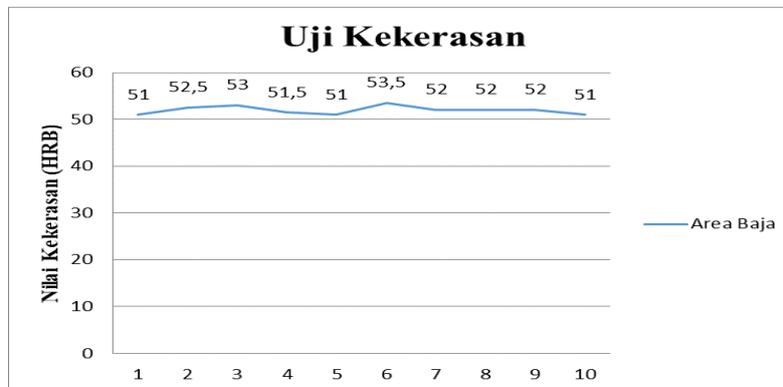
$$\text{Kecepatan Lambat: } V = \frac{100}{60} = 1,67 \text{ mm/detik} = 0,167 \text{ cm/detik}$$

Tabel.2
Hasil Uji Kekerasan Pada Plat Baja Setara ST 37 Raw Material

Titik Spesimen	Area Baja
1	51
2	52,5
3	53
4	51,5
5	51
6	53,5
7	52
8	52
9	52
10	51

Jumlah	519,5
Rata-rata	51,95

Pada pengujian raw material, permukaan plat baja diuji menggunakan *Hardness Rockwell Test* sehingga diperoleh hasilnya sebesar 51,95 HRB



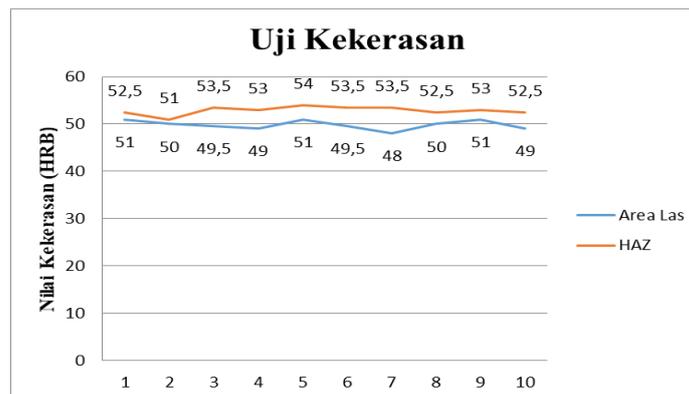
Gambar 1. Hasil Uji Kekerasan Raw Material

Pada gambar 2 hasil uji kekerasan pada material relatif kekerasannya stabil hal ini diakibatkan tidak adanya pengaruh perlakuan panas (pengelasan) pada spesimen sehingga nilai rata-rata yang didapatkan yaitu sebesar 51,95 HRB.

Tabel 3

Hasil Uji Kekerasan Pada Plat Baja Setara ST 37 Spesimen Pengelasan Pada Arus 70 A Cepat (0,25 cm/Detik)

Titik Spesimen	Area Las	HAZ
1	51	51
2	52	50
3	51,5	50,5
4	52	52
5	50,5	50,5
6	51,5	51
7	51	51
8	51	51
9	52,5	50
10	51,5	51,5
Jumlah	514,5	508,5
Rata-rata	51,45	50,85



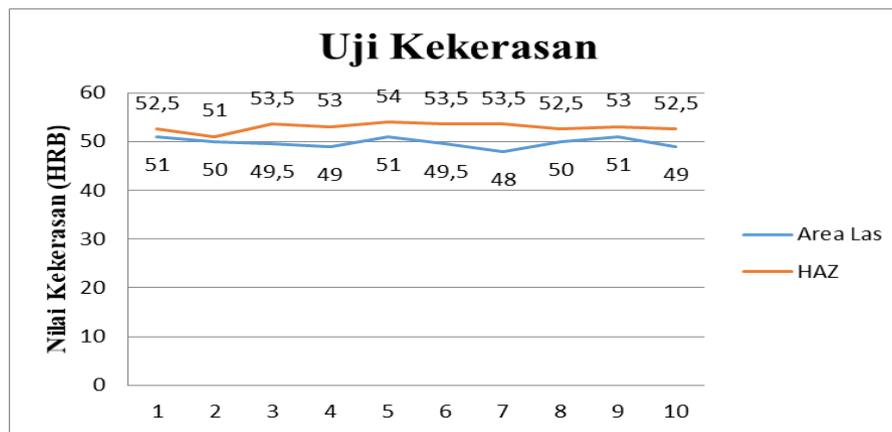
Gambar 2. Hasil Uji Kekerasan Area Las dan HAZ

Pada gambar 3. hasil uji kekerasan pada material relatif kekerasannya tidak stabil hal ini diakibatkan tidak adanya pengaruh perlakuan panas (pengelasan) yang tidak merata saat melakukan pengelasan sehingga mempengaruhi struktur logam pada spesimen sehingga nilai kekerasan rata-rata yang didapatkan yaitu sebesar 51,45 HRB pada area las dan pada area haz mengalami penurunan nilai kekerasan sebesar 50,85 HRB.

Tabel 4.

Hasil Uji Kekerasan Pada Plat Baja Setara ST 37 Spesimen pengelasan pada arus 70 A Sedang (0,2 cm/detik)

Titik Spesimen	Area Las	HAZ
1	51	50,5
2	51,5	51,5
3	51	51
4	51	50
5	52,5	52
6	51,5	51
7	50,5	50,5
8	51,5	51,5
9	51	50
10	51	51
Jumlah	512,5	509



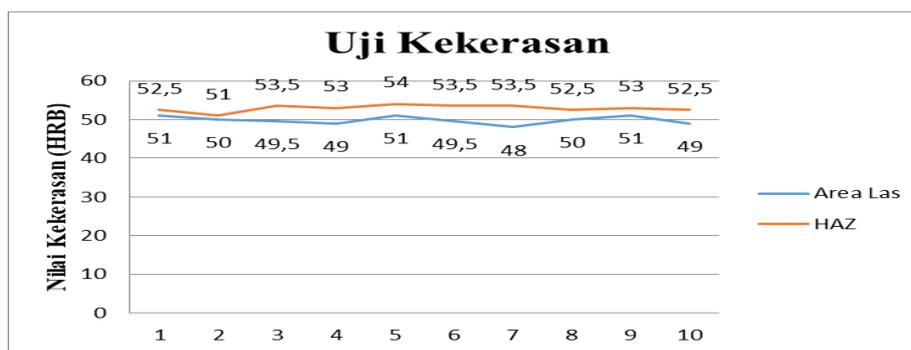
Gambar 3. Hasil Uji Kekerasan Area Las dan HAZ

Pada gambar 4 hasil uji kekerasan pada material relatif kekerasannya tidak stabil hal ini diakibatkan tidak adanya pengaruh perlakuan panas (pengelasan) yang tidak merata saat melakukan pengelasan sehingga mempengaruhi struktur logam pada spesimen sehingga nilai kekerasan rata-rata yang didapatkan yaitu sebesar 50,5 HRB pada area las dan pada area haz mengalami penurunan nilai kekerasan sebesar 51,55 HRB.

Tabel 5

Hasil Uji Kekerasan Pada Plat Baja Setara ST 37 Spesimen pengelasan pada arus 80 A Lambat (0,167 cm/detik)

No	Area Las	HAZ
1	51	51,5
2	51,5	52
3	50	51,5
4	50	51
5	49	52,5
6	49,5	52
7	50,5	52
8	51	52
9	50	51,5
10	51	52,5
Jumlah	503,5	518,5
Rata-rata	50,35	51,85



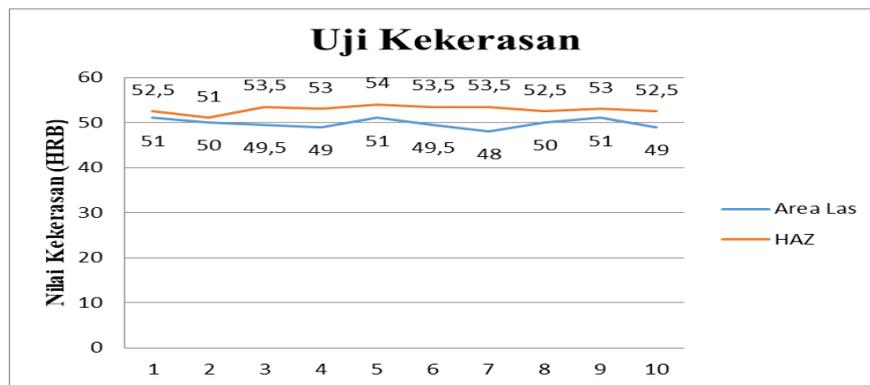
Gambar 4. Hasil Uji Kekerasan Area Las dan HAZ

Pada gambar 5 hasil uji kekerasan pada material relatif kekerasannya tidak stabil hal ini diakibatkan tidak adanya pengaruh perlakuan panas (pengelasan) yang tidak merata saat melakukan pengelasan sehingga mempengaruhi struktur logam pada spesimen sehingga nilai kekerasan rata-rata yang didapatkan yaitu sebesar 50,35 HRB pada area las dan pada area haz mengalami peningkatan nilai kekerasan sebesar 51,85 HRB dibandingkan raw material dengan nilai kekerasan sebesar 51,5 HRB.

Tabel 5.

Hasil Uji Kekerasan Pada Plat Baja Setara ST 37 Spesimen pengelasan pada arus 90 A Cepat (0,25 cm/detik)

No	Area Las	HAZ
1	51	51,5
2	51,5	52
3	50	52
4	50	51
5	51	52,5
6	49,5	52
7	48	52,5
8	51	52
9	50	53
10	49	53
Jumlah	501	521,5
Rata-rata	50,1	52,15



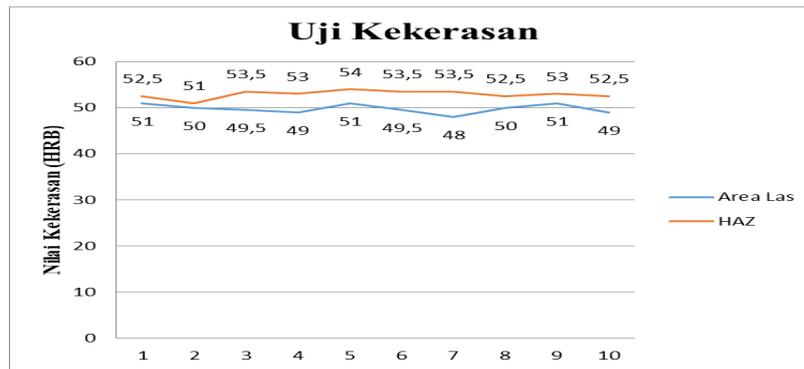
Gambar 5. Hasil Uji Kekerasan Area Las dan HAZ

Pada gambar 6. hasil uji kekerasan pada material relatif kekerasannya tidak stabil hal ini diakibatkan tidak adanya pengaruh perlakuan panas (pengelasan) yang tidak merata saat melakukan pengelasan sehingga mempengaruhi struktur logam pada spesimen sehingga nilai kekerasan rata-rata yang didapatkan yaitu sebesar 50,1 HRB pada area las dan pada area haz mengalami peningkatan nilai kekerasan sebesar 52,15 HRB dibandingkan raw material dengan nilai kekerasan sebesar 51,95 HRB.

Tabel 6.

Hasil Uji Kekerasan Pada Plat Baja Setara ST 37 Spesimen pengelasan pada arus 90 A Sedang (0,2 mm/detik)

No	Area Las	HAZ
1	50	53
2	51	51,5
3	50	52,5
4	49	52
5	51	53
6	49,5	54
7	48	53
8	51	52
9	50	53,5
10	49	53
Jumlah	498,5	527,5
Rata-rata	49,85	52,75



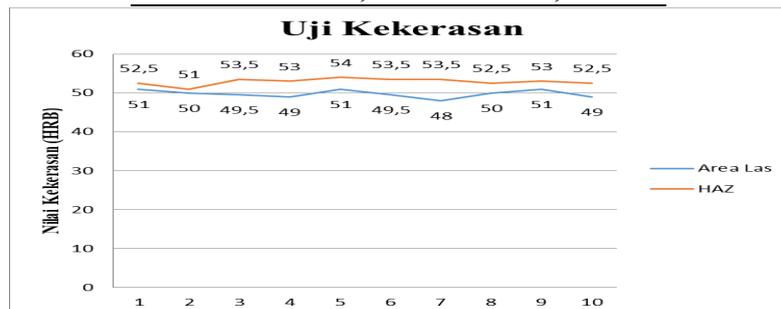
Gambar 6. Hasil Uji Kekerasan Area Las dan HAZ

Pada gambar 7. hasil uji kekerasan pada material relatif kekerasannya tidak stabil hal ini diakibatkan tidak adanya pengaruh perlakuan panas (pengelasan) yang tidak merata saat melakukan pengelasan sehingga mempengaruhi struktur logam pada spesimen sehingga nilai kekerasan rata-rata yang didapatkan yaitu sebesar 49,85 HRB pada area las dan pada area haz mengalami peningkatan nilai kekerasan sebesar 52,75 HRB dibandingkan raw material dengan nilai kekerasan sebesar 51,95 HRB.

Tabel 7.

Hasil Uji Kekerasan Pada Plat Baja Setara ST 37 Spesimen pengelasan pada arus 90 A Lambat (0,167 cm/detik)

No	Area Las	HAZ
1	51	52,5
2	50	51
3	49,5	53,5
4	49	53
5	51	54
6	49,5	53,5
7	48	53,5
8	50	52,5
9	51	53
10	49	52,5
Jumlah	498	529
Rata-rata	49,8	52,9



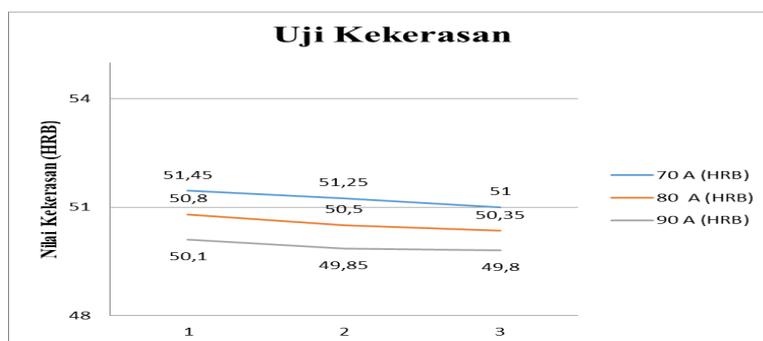
Gambar 7. Hasil Uji Kekerasan Area Las dan HAZ

Pada gambar 7 hasil uji kekerasan pada material relatif kekerasannya tidak stabil hal ini diakibatkan tidak adanya pengaruh perlakuan panas (pengelasan) yang tidak merata saat melakukan pengelasan sehingga mempengaruhi struktur logam pada spesimen sehingga nilai kekerasan rata-rata yang didapatkan yaitu sebesar 49,8 HRB pada area las dan pada area haz mengalami peningkatan nilai kekerasan sebesar 52,9 HRB dibandingkan raw material dengan nilai kekerasan sebesar 51,95 HRB.

Tabel 8.

Hasil Uji Kekerasan Pada Area Las Plat Baja Setara ST 37 Spesimen pengelasan pada arus 70 A , 80 A , dan 90 A

Kecepatan	70 A (HRB)	80 A (HRB)	90 A (HRB)
Cepat	51,45	50,8	50,1
Sedang	51,25	50,5	49,85
Lambat	51	50,35	49,8
Jumlah	153,7	151,65	149,75
Rata-rata	51,234	50,55	49,92



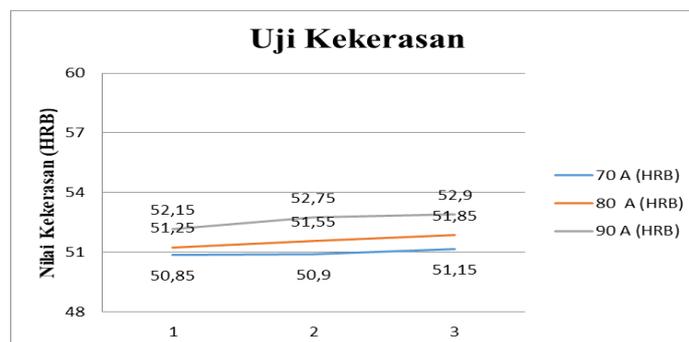
Gambar 8. Hasil Uji Kekerasan Pada Area Las

Pada gambar 4.35 pengujian spesimen variasi arus listrik dan kecepatan, pengujian dilakukan atas permukaan las diuji menggunakan *Hardness Rockwell Test* sehingga diperoleh hasilnya dengan nilai kekerasan tertinggi pada arus listrik 70 A dengan nilai 51,234 HRB dan nilai kekerasan terendah pada arus listrik 90 A dengan nilai sebesar 49,92 HRB.

Tabel 9

Hasil Uji Kekerasan Pada HAZ Plat Baja Setara ST 37 Spesimen pengelasan area HAZ pada arus 70 A , 80 A ,dan 90 A

Kecepatan	70 A (HRB)	80 A (HRB)	90 A (HRB)
Cepat	50,85	51,25	52,15
Sedang	50,90	51,55	52,75
Lambat	51,15	51,85	52,9
Jumlah	152,9	154,65	157,8
Rata-rata	50,97	51,55	52,6



Gambar 8 Hasil Uji Kekerasan Pada HAZ

Pada gambar 8 pengujian spesimen variasi arus listrik dan kecepatan, pengujian dilakukan atas permukaan las diuji menggunakan *Hardness Rockwell Test* sehingga diperoleh hasilnya dengan nilai kekerasan tertinggi pada arus listrik 90 A dengan nilai 52,6 HRB dan nilai kekerasan terendah pada arus listrik 70 A dengan nilai sebesar 50,97 HRB.

PEMBAHASAN HASIL PENGUJIAN PLAT BAJA SETARA ST 37

Penelitian ini dilaksanakan untuk melihat bagaimana pengaruh nilai kuat arus pada pengelasan *Shielded Metal Arc Welding (SMAW)* menggunakan pengujian kekerasan. Jenis penelitian eksperimen yang diterapkan dengan melakukan pengelasan SMAW berdasarkan kuat arus pada proses pengelasan. Variasi arus listrik yang digunakan 70,80,dan 90 serta variasi kecepatan pada pengelasan yaitu sebesar 0,25 cm/detik, 0,2cm/detik dan 0,167 cm/detik. Pengelasan menggunakan elektroda RB 26 dengan kode kawat las E6013. Material yang digunakan merupakan baja karbon rendah ST 37

berbentuk plat dengan ketebalan 5 mm. Uji kekerasan menggunakan *Hardness Test* model HRD-150 dengan metode *rockwell* dengan mata uji *steel ball*. Plat baja setara ST 37 sebagai uji material dalam melihat seberapa besar pengaruh dari nilai kuat arus listrik dan kecepatan yang diteliti. Untuk raw material yang diuji nilai kekerasan yang didapatkan yaitu sebesar 51,95 HRB. Pada pengujian spesimen, nilai kekerasan tertinggi didapatkan pada arus listrik 70 A dengan rata-rata kekerasan sebesar 51,234 HRB sedangkan nilai kekerasan terendah pada arus listrik 90 A dengan nilai sebesar 49,92 HRB. Berdasarkan hasil penelitian, terjadinya penurunan nilai kekerasan di area las pada arus 90 ampere berbanding terbalik dengan nilai kekerasan tertinggi pada arus 70 ampere.

Hasil dari pengujian pada plat baja setara ST 37 mempunyai kesamaan menurut (A. S. Mohruni, B. H. Kembaren 2013) “Pada arus listrik rendah, nilai kekerasan dari spesimen akan cenderung semakin tinggi. Kecepatan pengelasan sangat mempengaruhi pada nilai kekerasan dan tarik. Nilai kekerasan akan cenderung semakin kecil jika kecepatan las semakin kecil. Semakin tinggi arus listrik (90 A) yang digunakan dalam pengelasan, makin tinggi pula penembusan (penetrasi) serta kecepatan pencairan. Arus listrik yang besar juga dapat memperkecil percikan butiran dan meningkatkan penguatan manik. Tetapi dengan tingginya arus listrik maka akan memperlebar daerah HAZ (Nasrul, 2016).

Hal ini membuktikan bahwa pengelasan menggunakan arus listrik 90 A dengan kecepatan sedang (0,2 cm/detik) nilai kekerasan meningkat akibat panas/suhu yang lebih tinggi dibandingkan dengan pengelasan arus listrik 70 A. Pengelasan 90 A dengan kecepatan sedang dapat meningkatkan efisiensi waktu dan menghindari penembusan material yang dilas.

Pengujian yang dilakukan pada area yang terpengaruh panas atau *Heat Affected Zone (HAZ)*, nilai kekerasan yang tertinggi pada arus listrik 90 A dengan angka kekerasan sebesar 52,6 HRB dan nilai kekerasan terendah pada arus 70 A dengan angka kekerasan sebesar 50,97 HRB. Berdasarkan hasil penelitian, daerah HAZ mengalami peningkatan nilai kekerasan berbanding lurus dengan kuat arus listrik tertinggi pada 90 ampere. Pada daerah HAZ yang mempunyai struktur spesimen kasar mempunyai nilai kekerasan yang lebih besar dibandingkan HAZ halus (Srihanto, S., & Budiarto, B. 2014). Terlihat pada gambar 4.37 permukaan spesimen pada arus 70 A terlihat lebih halus permukaannya dibandingkan dengan spesimen pada arus 90 A, terlihat permukaannya lebih kasar

SIMPULAN

Berdasarkan hasil dan analisa yang telah dilakukan pada plat baja setara St 37 disertai dengan proses pengelasan dengan variasi arus dan kecepatan maka dapat diambil kesimpulan:

1. Besar arus listrik pada pengelasan berpengaruh pada nilai kekerasan, tegangan tarik dan permukaan struktur spesimen las. Hal ini disebabkan bila arus listrik yang diberikan semakin tinggi(90 A), maka masukan panas (*Heat Input*) yang diberikan pada spesimen akan semakin besar.
2. Pada pengelasan arus listrik rendah(70 A), nilai kekerasan pada area las dari spesimen akan cenderung semakin tinggi sebesar 51,234 HRB dan sedangkan arus listrik pada pengelasan semakin tinggi (90 A) maka nilai kekerasan pada area las akan menurun sebesar 49,92 HRB. Pada hasil tersebut, terjadinya penurunan nilai kekerasan area las pada spesimen untuk proses las ampere 90 A dengan nilai kekerasan sebesar 49,92 HRB atau 4,066 % dibandingkan nilai kekerasan raw material.
3. Pada spesimen Area HAZ, kecepatan pengelasan yang lambat dengan arus yang tinggi 90 A nilai kekerasan tertinggi area HAZ sebesar 52,6 HRB dan nilai kekerasan terendah pada arus yang rendah 70 A nilai kekerasannya yaitu sebesar 50,97 HRB. Peningkatan nilai kekerasan pada area HAZ dikarenakan masukan panas (*heat Input*) pada logam lebih lama. Berdasarkan kondisi tersebut,terjadinya peningkatan nilai kekerasan area HAZ pada spesimen untuk proses las ampere 90 A dengan nilai kekerasan sebesar 52,6 HRB atau 1,26 % dibandingkan nilai kekerasan raw material.

DAFTAR PUSTAKA

Anhar, M. (2019). Pendinginan Pengelasan dengan Metode SMAW pada Kekerasan Baja Karbon ST37 dengan Media Serbuk Semen Abu-Abu pada Beban Rockwell 100 kgf. *ROTASI*, 21(3), 140. <https://doi.org/10.14710/rotasi.21.3.140-146>

Anhar, M., & Polonia, B. S. E. (2021). The Effect Of Addition Of Limestone Powder And Gypsum As Isolator Media On Low Carbon Steel SMAW Welding. *Journal of Applied Engineering and Technological Science (JAETS)*, 2(2), 94–102. <https://doi.org/10.37385/jaets.v2i2.223>

Helianto, H. (2018). PENGARUH PERLAKUAN TEMPERATUR PEMANASAN PADA HASIL PENGELASAN METODE SMAW TERHADAP HARDNESS LOGAM

INDUK DAN LOGAM LAS. *Jurnal Sistem Teknik Industri*, 19(1), 30–33.
<https://doi.org/10.32734/jsti.v19i1.363>

Helanianto, H., Epriyandi, E., & Rahmadi, H. (2020). PENGARUH VARIASI ARUS PENGELASAN SMAW TERHADAP KEKERASAN LOGAM INDUK DAN LOGAM LAS. *ELEMEN: JURNAL TEKNIK MESIN*, 7(2), 138–147.
<https://doi.org/10.34128/je.v7i2.148>

Zulhafri, H., Jasman, J., & Tespoer, K. J. (2020). The Effect of Cooling Media on Tensile Strength of Medium Carbon Steel in Post Welding Process Using Electric Welding (SMAW) with E7018 Electrodes. *Teknomekanik*, 3(2), 62–69.
<https://doi.org/10.24036/teknomekanik.v3i2.6472>