

Pengaruh Jenis Elektroda Pengelasan SMAW Terhadap Kekuatan Mekanis Pada Material SS201 dan SS304

Fahriza Arsy Syafitri, Fadly A. Kurniawan, Din Aswan A. Ritonga

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik & Komputer, Universitas Harapan Medan

Email: Riza.2000.r2@gmail.com

ABSTRAK

Baja stainless tipe 201 adalah stainless kromium-nikel-mangan austenik yang dikembangkan untuk menghemat nikel. Nikel digantikan dengan penambahan mangan dan nitrogen. Adapun bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah baja paduan SS201 dengan komposisi sebagai berikut 0,15%C, 16%Cr, 3,5%Ni, 0,75%Si, 5,5%Mn, 0,006%P, 0,03%S, 0,25%N. dan baja stainless steel 304 merupakan jenis baja tahan karat yang serbaguna dan paling sering digunakan. Komposisi kimia, kekuatan mekanik, kemampuan las dan ketahanan korosinya sangat baik dengan harga yang relative terjangkau. Stainless steel tipe 304 ini banyak digunakan dalam dunia industri maupun skala kecil. Adapun bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah baja paduan SS304 merupakan jenis baja tahan karat austentic stainless steel yang memiliki komposisi 0,042%C, 1,19%Mn, 0,034%P, 0,006%S, 0,049%Si, 18,24%Cr, 8,15%Ni, dan sisanya Fe. Proses penyambungan pada bahan stainless steel 201 dan 304 dapat dilakukan dengan Shielded Metal Arc Welding (SMAW), sehingga perlu diteliti untuk mengetahui bagaimana pengaruh jenis elektroda terhadap sifat mekanisnya. Elektroda yang digunakan adalah jenis E308-16 dan E309L-16 dengan arus 110 ampere. Sifat mekanis diuji meliputi uji Tarik sesuai standar ASTM E8/E8M – 13 dan uji kekerasan sesuai standar ASTM E92-82 . Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa faktor pemilihan jenis elektroda dalam proses pengelasan SMAW sangat berpengaruh terhadap hasil pengelasan ditinjau dari kekuatannya. Kekuatan mekanis paling tinggi didapat pada pengelasan arus 110 ampere, kekuatan tarik ultimate rata-rata sebesar 61,458 kg/mm² untuk tegangan tarik dan regangan sebesar 25,01 % pada pengujian tarik, dan nilai rata-rata kekerasan pada material dengan elektroda E308-16 sebesar 197,3 HV dan untuk material dengan elektroda E309L-16 sebesar 337,8 HV. untuk pengujian kekerasan pada daerah las.

Kata Kunci : Pengelasan SMAW, Stainless Steel 201 dan 304, variasi elektroda, sifat mekanis.

1. PENDAHULUAN

Pada teknologi produksi dengan menggunakan bahan baku logam, pengelasan merupakan proses pengerjaan yang memegang peranan sangat penting. Saat ini hampir tidak ada logam yang tidak dapat di las, karena telah banyak teknologi baru yang di temukan dengan cara-cara pengelasan. Pengelasan didefinisikan sebagai penyambung dua logam atau paduan logam dengan memanaskan diatas batas cair atau dibawah batas cair logam disertai penetrasi maupun tanpa penetrasi, serta diberi logam pengisi atau tanpa logam pengisi [Howard, 1989].

Perkembangan teknologi pengelasan diera industrialisasi yang berkaitan dengan material logam atau baja untuk dilas, umumnya dibutuhkan penelitian agar mendapatkan sambungan las yang bermutu tinggi, karena setiap logam atau baja mempunyai karakteristik yang berbeda-beda, seperti sifat fisik, sifat mekanis dan sifat kimia yang dapat mempengaruhi keselamatan serta umur pakai. Pengelasan bukanlah tujuan utama konstruksi, melainkan sarana untuk mencapai tujuan akhir yaitu penyambungan yang optimal. Oleh karena itu, harus benar-benar diperhatikan kesesuaian antara kekuatan dan kekerasan dari sambungan yang akan di las terutama pada pengelasan baja tahan karat SS 201 dan SS 304. Pengelasan logam berbeda jenis adalah penyambungan logam yang dilakukan pada dua atau lebih logam yang berbeda jenis. Pengelasan logam yang berbeda

jenis lebih rumit daripada pengelasan logam sejenis, karena logam yang berbeda jenis memiliki karakteristik yang berbeda satu sama lain, sehingga proses pengelasan logam yang berbeda jenis memerlukan teknik khusus tertentu, seperti pemilihan logam yang akan disambung, pemilihan elektroda yang benar, penyesuaian masukan panas (Heat input) dan pemilihan metode perlakuan panas pasca pengelasan. Untuk mengetahuinya maka dalam tugas akhir ini dilakukan pengujian pada baja tahan karat dari hasil pengelasan dengan 2 jenis elektroda yang berbeda.

Tujuan dari penelitian ini untuk mendapatkan jenis elektroda yang tepat dalam pengelasan baja tahan karat SS 201 dan SS 304 dengan kriteria kekuatan Tarik dan kekerasan yang tinggi.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1. Jenis Penelitian

Pengelasan SMAW adalah teknik pengelasan yang menggunakan tenaga listrik untuk menyalakan elektroda. Pengelasan ini dinilai efektif dan praktis karena hanya memerlukan peralatan sederhana serta elektroda dalam penggunaannya. Oleh karena itu, pengelasan ini sangat cocok di terapkan dalam lingkungan industri. Las SMAW memiliki beberapa kelebihan antara sifatnya yang serbaguna, harganya relatif murah dan jenis pengelasan yang sering di gunakan karena paling sederhana, pengelasan SMAW juga dapat mengolah berbagai macam tipe material, sehingga dapat digunakan untuk mengelas berbagai jenis logam termasuk baja dan besi tuang. Selain kelebihan, kekurangan pun juga terdapat pada pengelasan ini diantaranya yaitu proses las harus berhenti ketika elektroda habis, slag atau terak yang dihasilkan dari sisa pengelasan harus d hilangkan , laju pengisian arus relatif lebih rendah, dan banyak memakan waktu karena harus menggantikan elektroda lama dengan elektroda baru tidak dapat digunakan untuk pengelasan bahan baja non ferrous. Diameter elektroda tergantung dari tebal pelat dan posisi pengelasan (Soedarmadji, 2020).

2.2. Peralatan Untuk Pengujian Spesimen

Peralatan yang digunakan untuk melakukan pengujian spesimen adalah *Universal Testing Machine* yaitu alat uji tarik yang digunakan untuk menentukan tegangan tarik dari hasil kekuatan sambungan las. *Vickers Hardness tester* digunakan untuk mengukur dan menganalisa kekerasan sambungan las.



Gambar 1. Mesin Uji Tarik Dan Uji Kekerasan

1. Baja Tahan Karat SS201

Baja stainless tipe 201 adalah stainless kromium-nikel-mangan austenik yang dikembangkan untuk menghemat nikel. Nikel digantikan dengan penambahan mangan dan nitrogen. Adapun bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah baja paduan SS201 dengan komposisi sebagai berikut : 0,15%C, 16%Cr, 3,5%Ni, 0,75%Si, 5,5%Mn, 0,006%P, 0,03%S, 0,25%N. Plat SS201 ditunjukkan pada Gambar berikut.



Gambar 2. Material Baja Tahan Karat SS201

2. Baja Tahan Karat SS304

Baja stainless steel 304 merupakan jenis baja tahan karat yang serbaguna dan paling sering digunakan. Komposisi kimia, kekuatan mekanik, kemampuan las dan ketahanan korosinya sangat baik dengan harga yang relative terjangkau. Stainless steel tipe 304 ini banyak digunakan dalam dunia industri maupun skala kecil. Adapun bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah baja paduan SS304 merupakan jenis baja tahan karat austentic stainless steel yang memiliki komposisi 0,042%C, 1,19%Mn, 0,034%P, 0,006%S, 0,049%Si, 18,24%Cr, 8,15%Ni, dan sisanya Fe. Plat baja tahan karat SS304 ditunjukkan pada Gambar berikut:



Gambar 3. Baja Tahan Karat SS304

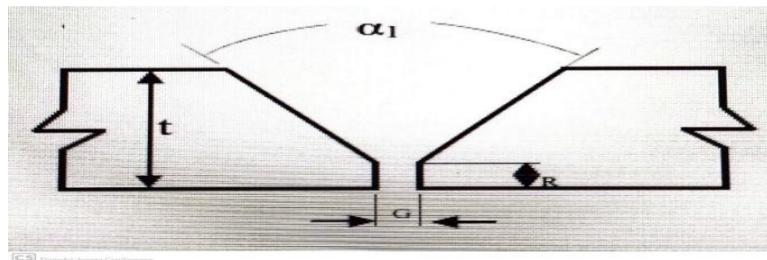
2.3. Prosedur Penelitian

Adapun prosedur penelitian dalam melakukan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Persiapan Spesimen Uji

Persiapan spesimen uji merupakan langkah awal penelitian ini. Ada dua tahap dalam melakukan persiapan spesimen uji yakni pemilihan material yang akan digunakan dan pembuatan kampuh las.

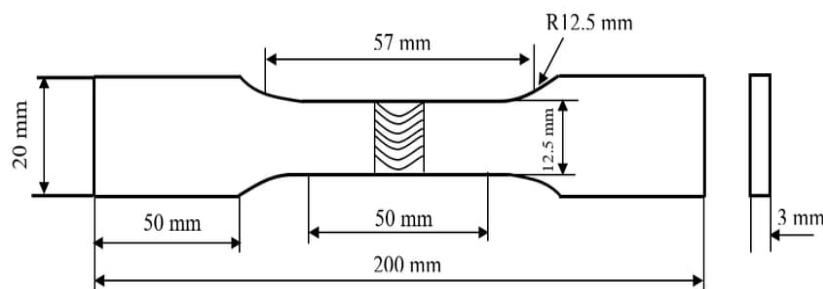
- Pemilihan Material Spesimen Uji Material yang digunakan dalam penelitian ini adalah baja tahan karat SS201 dan baja tahan karat SS304 dengan ketebalan 5 mm.
- Pembuatan Jenis kampuh las yang digunakan dalam penelitian ini adalah sambungan las tumpul jenis V tunggal, seperti pada gambar dibawah ini:



Gambar 4. Kampuh V

2. Spesimen uji tarik

Setelah proses pengelasan selesai dilakukan tahap selanjutnya adalah pembuatan spesimen uji tarik yang sesuai dengan standar. Standar yang digunakan untuk pengujian tarik ini adalah ASTM E-8. Pada gambar 5. ditunjukkan dimensi dari spesimen uji tarik.



Gambar 5. Dimensi spesimen uji tarik ASTM E8

3. Spesimen uji kekerasan

Uji kekerasan dilakukan untuk mengetahui kemampuan suatu bahan menerima beban yang terkonsentrasi pada permukaan. Nilai kekerasan bahan dapat dianalisa dari besarnya pembebanan. Pengujian kekerasan dilakukan dengan micro vikers dengan penekanan intan berbentuk piramida. Penekanan ini menekan spesimen dengan beban tertentu hingga terjadi pembekasan tekanan. Pada gambar. ditunjukan contoh dari spesimen uji kekerasan.



Gambar 6. Contoh Spesimen Uji Kekerasan

2.4. Pengujian spesimen

Pengujian yang dilakukan adalah uji tarik dan uji kekerasan. Uji tarik dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui kekuatan spesimen uji. Dan uji kekerasan dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui kemampuan suatu bahan menerima beban yang terkonsentrasi pada permukaan.

1. Uji tarik

Pengujian tarik yang dilakukan kepada spesimen uji harus sesuai standar yang digunakan yaitu ASTM E-8. Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan *universal*

testing machine yang dihubungkan langsung dengan plotter, sehingga dapat diperoleh grafik tegangan (MPa) dan regangan (%) yang memberikan informasi data berupa tegangan *ultimate* (σ_{ult}) dan modulus elastisitas bahan (E). Jumlah spesimen yang akan diuji tarik sebanyak 6 spesimen.

Uji tarik dilakukan dengan menyiapkan spesimen uji yang sudah dilas dan dibentuk sesuai dengan standar ASTM E-8, kemudian spesimen uji dipasang pada alat pencekam grep pada *upper cross heat* dan mencekam pencekam agar spesimen tersebut tidak lepas. Langkah selanjutnya adalah melakukan pengujian. Pada saat pengujian berlangsung perhatikan perubahan besar beban hingga terdengar bunyi suara atau melihat spesimen putus. Setelah didapat hasil pengujian, spesimen tersebut dilepas dan dilakukan pengujian untuk spesimen berikutnya hingga selesai.

Adapun hasil pengujian atau kerusakan yang diakibatkan oleh pengujian yang dilakukan pada spesimen benda uji yakni sebagai berikut:



(a) AWS E308-16



(b) AWS E309L-16

Gambar 7. Bahan Uji Tarik Tiap Variasi Elektroda

2. Uji Kekerasan

Setelah pembuatan spesimen uji kekerasan selesai dilakukan seperti yang telah dijelaskan pada pembuatan spesimen uji kekerasan, selanjutnya dilakukan Pengujian kekerasan dilakukan dengan mikro Vickers dengan penekan intan berbentuk piramida. Penekan ini menekan spesimen dengan beban tertentu hingga terjadi pembekasan tekanan. Hal tersebut dilakukan pada semua spesimen yang akan diuji hingga selesai.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari pengujian tarik diperoleh data-data yang berupa nilai tegangan tarik (*ultimate tensile strength*), tegangan luluh (*yeld strength*) dan perpanjangan serta grafik tegangan regangan. Data-data tersebut dianalisis dengan cara melihat hubungan tegangan tarik, tegangan luluh, dan regangan yang terjadi pada saat spesimen uji berdasarkan variasi yang atau parameternya yang digunakan pada saat pengelasan. Data dari tiap-tiap spesimen dirata-ratakan dan dimasukan kedalam tabel data hasil uji tarik untuk keperluan analisis. Sedangkan pada pengujian kekerasan pada daerah logam las, didapatkan data-data berupa nilai kekerasan menggunakan metode Vickers pada weld metal yang kemudian dilakukan analisis untuk mengetahui nilai hasil rata-rata dari hasil uji kekerasan.

3.1. Data Hasil Pengujian Tarik

Dari hasil pengujian sampel uji tarik dibuat dengan dua variasi elektroda (E308-16 dan E309L-16), serta masing-masing sampel dibuat rangkap tiga sebagai pembanding. Sampel uji yang telah diuji dicantumkan pada tabel hasil uji tarik dibawah ini.

Tabel 1. Hasil Uji Tarik

Parameter	Spesimen	Variasi Elektroda	
		E 308-16	E 309L-16
Tegangan	1	54,093	62,689
	2	62,040	58,406
	3	63,291	63,279
	Rata – rata	59,808	61,458
Regangan	1	5,06	22,75
	2	30,47	20,80
	3	28,65	31,47
	Rata – rata	21,39	25,01

Dengan memperhatikan tabel 1. Nilai tegangan tarik tertinggi dari dua variasi elektroda E308-16 dan E309L-16, yang tertinggi pada elektroda E309L-16 sebesar 61,458 kg/mm².

Dalam pengujian tarik juga didapat nilai regangan sambungan. Nilai rata-rata regangan tertinggi pada jenis elektroda E309L-16 sebesar 25,01 %. Nilai rata-rata regangan yang terjadi pada spesimen uji tarik membuktikan bahwa semakin besar kekuatan tarik suatu bahan maka semakin besar pula nilai regangan.

Hasil data yang diperoleh menunjukkan jenis elektroda pengelasan yang sesuai berbanding lurus dengan meningkatnya nilai tegangan dan regangan sambungan pada Stainless Steel 201 dan Stainless Steel 304 hasil pengelasan SMAW. Besar arus pengelasan mempengaruhi mudahnya elektroda mencair dan menyatu dengan dengan logam induk. Pada gambar ditampilkan hasil dari uji Tarik.



(a) AWS E308-16

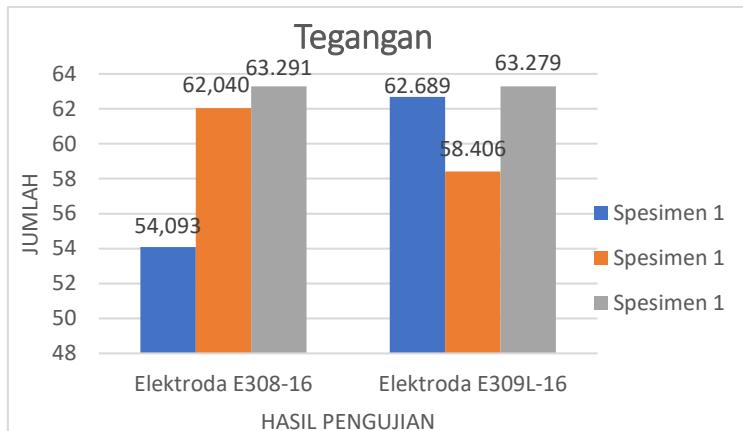


(b) AWS E309L-16

Gambar 8. Hasil Dari Uji Tarik

1. Diagram Tegangan

Adapun diagram tegangan dari data hasil pengujian tarik dapat dilihat pada Gambar dibawah ini.

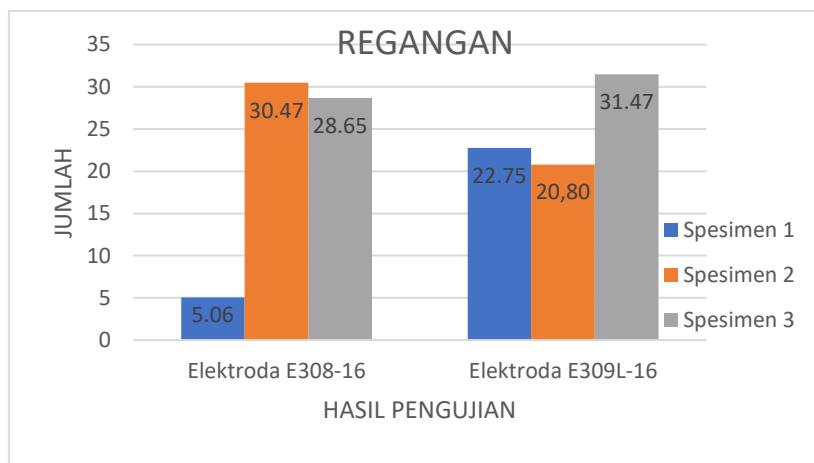


Gambar 9. Diagram tegangan

Pada Gambar 9. diketahui bahwa nilai tegangan pada spesimen dengan elektroda AWS E308-16 adalah $54,093\text{kN/mm}^2$, $62,040\text{kN/mm}^2$, dan $63,291\text{kN/mm}^2$ dengan rata-rata $59,808\text{kN/mm}^2$ sedangkan pada AWS E309L-16 adalah $62,689\text{kN/mm}^2$, $58,406\text{kN/mm}^2$, dan $63,279\text{kN/mm}^2$ dengan rata-rata $61,458\text{kN/mm}^2$.

2. Diagram Regangan

Adapun diagram yang dapat disajikan dari hasil data perhitungan regangan pada pengujian tarik dapat dilihat pada Gambar berikut:



Gambar 10. Diagram Regangan

Pada Gambar 10. Diketahui bahwa nilai regangan pada spesimen dengan elektroda AWS E308-16 adalah 5,06 %, 30,47 %, dan 28,65 dengan rata-rata 21,39 % sedangkan pada AWS E309L-16 adalah 22,75 %, 20,80 % dan 31,47 % dengan rata-rata 25,01%.

3.2. Data Hasil Pengujian Kekerasan (Vickers)

Telah dilakukan pengujian material SS201 dan SS304 dengan 2 variasi jenis elektroda. Adapun hasil pengujinya adalah sebagai berikut.

Metode pengujian kekerasan dilakukan dengan mikro Vickers dengan penekan intan berbentuk piramida. Penekan ini menekan spesimen dengan beban tertentu hingga terjadi pembekasan tekanan pada benda uji. Untuk mengetahui nilai kekerasan benda uji, maka

diagonal rata-rata dari jejak tersebut harus diukur terlebih dahulu dengan memakai mikroskop. Berikut ini tabel hasil uji kekerasan *vickers* dari spesimen SS201 dan SS304.

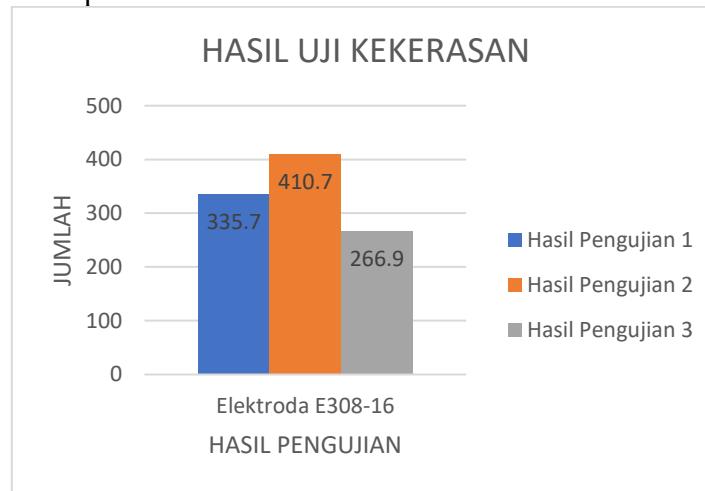
Tabel 2. Hasil Uji Kekerasan Vickers Elektroda E308-16

Sampel	Titik	Diagonal indentasi (μm)		Diagonal indentasi Rata-rata (μm)	Beban Penekanan (gf)	Angka Kekerasan Vickers (VHN)	Rata-rata
		d1	d2				
1	1	54,72	50,39	52,56	500	335,7	337,8
2	1	51,73	43,3	47,52		410,7	
3	1	67,34	50,54	58,94		266,9	

Dengan memperhatikan tabel 2. Nilai kekerasan rata-rata dari elektroda E308-16 sebesar 337,8 Kgf/mm². Pengujian keras pada penelitian ini dilakukan untuk mengetahui nilai kekerasan menggunakan metode Vickers.

1. Diagram Pengujian Elektroda E308-16.

Adapun diagram yang dapat disajikan dari data hasil pengujian kekerasan pada elektroda E308-16 dapat dilihat pada Gambar 11. dibawah ini.



Gambar 11. Diagram Uji Kekerasan Elektroda E308-16

Pada Gambar 11. Diketahui bahwa nilai uji kekerasan pada spesimen dengan elektroda AWS E308-16 adalah 335,7 Kgf/mm² , 410,7 Kgf/mm², dan 266,9 Kgf/mm² dengan rata-rata 337,8 Kgf/mm².

Tabel 3. Hasil Uji Kekerasan Vickers Elektroda E309L-16

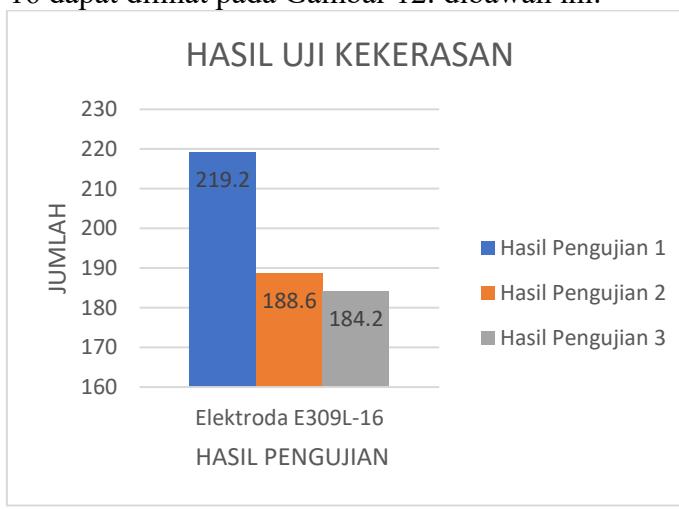
Sampel	Titik	Diagonal indentasi (μm)	Diagonal indentasi Rata-	Beban Penekanan (gf)	Angka Kekerasan	Rata-rata

		d1	d2	rata (μm)		Vickers (VHN)	
1	1	65,24	64,84	65,04	500	219,2	197,3
2	1	68,74	71,48	70,11		188,6	
3	1	72,53	69,35	70,94		184,2	

Dengan memperhatikan tabel 3. Nilai kekerasan rata-rata dari elektroda E309L-16 sebesar 197,3 Kgf. Pengujian kekeras pada penelitian ini dilakukan untuk mengetahui nilai kekerasan menggunakan metode Vickers.

2. Diagram Pengujian Elektroda E309L-16

Adapun diagram yang dapat disajikan dari data hasil pengujian kekerasan pada elektroda E309L-16 dapat dilihat pada Gambar 12. dibawah ini.



Gambar 12. Diagram uji kekerasan elektroda E309L-16

Pada Gambar 12. Diketahui bahwa nilai uji kekerasan pada spesimen dengan elektroda AWS E309L-16 adalah 219,2 Kgf/mm², 188,6 Kgf/mm² dan 184,2 Kgf/mm² dengan rata-rata 197,3 Kgf/mm².

4. KESIMPULAN DAN SARAN

- Nilai tegangan pada spesimen AWS E308-16 adalah 54,093kN/mm², 62,040kN/mm² dan 63,291kN/mm² dengan rata-rata 59,808kN/mm² sedangkan pada AWS E309L-16 adalah 62,689kN/mm² , 58,406kN/mm² , dan 63,279kN/mm² dengan rata-rata 61,458kN/mm².
- Nilai regangan pada spesimen AWS E308-16 adalah 5,06 % , 30,47 %, dan 28,65 dengan rata-rata 21,39 % sedangkan pada AWS E309L-16 adalah 22,75 % , 20,80 % dan 31,47 % dengan rata-rata 25,01%.
- Dari hasil pengujian tarik nilai tertinggi adalah pengelasan dengan menggunakan elektroda AWS E309L-16.
- Nilai rata-rata dari pengujian kekerasan elektroda E308-16 adalah 337,8 Kgf/mm² dan nilai rata-rata dari pengujian kekerasan elektroda E309L-16 adalah 197,3 Kgf/mm².
- Untuk peneliti selanjutnya dalam pengujian kekuatan tarik dan uji kekerasan (*vickers*) ada pembanding dengan jenis material yang berbeda dengan jenis elektroda yang sama atau sebaliknya. Agar bisa terlihat perbedaan kekuatan dan kekerasan materialnya.

6. Untuk penelitian dalam pengujian kekuatan tarik dan uji kekerasan (*vickers*) selanjutnya bisa menggunakan metode yang lain agar bisa mendapatkan persamaan atau perbedaan yang ada dalam penelitian ini

UCAPAN TERIMAKASIH

Kami ucapan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa, berkat karunia-Nya kami dapat menyelesaikan penelitian ini. Kami ucapan terima kasih kepada dosen yang telah membimbing kami sehingga terciptanya penelitian ini. Terima kasih kami ucapan kepada Pemerintah Kabupaten Pangandaran yang telah memberikan informasi dan data sebagai satu kesatuan dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Arifin, J., Purwanto, H., & Syafa at,I. (2017). PENGARUH JENIS ELEKTRODA TERHADAP SIFAT MEKANIK HASIL. *Momentum, vol 13, No 1, April 2017, Hal 27-31, 13, 27-31*
- [2]. Lestari, N., Sidharta2, B.W.,& Purnomo3, A. (2020). PENGARUH ARUSPENGELASAN SS 304. Otopro Volume 16 No. 1 Nov 2020, 16, 23-28.
- [3]. Nasution, A. H. (2023). PENGARUH VARIASI ELEKTRODA PENGELASAN SMAWPADA SEMNASTEK UISU 2023, 72-74.
- [4]. RIDZIANSYAH, R. M (2021). Analisa Pengaruh Jenis Elektroda Pengelasan *Accepted 13 09 2021, 1-6*
- [5]. Harsono Wiryosumarto, Toshi Okumura, 2008, Teknologi Pengelasan Logam, PT Balai Pustaka (persero), Jakarta.
- [6]. Nasrul, M. Yogi, Suryanto, H., & Qolik, A. (2016). Pengaruh Variasi Arus Las SMAW Terhadap Kekerasan dan Kekuatan Tarik Sambungan Dissimilar Stainless Steel 304 dan ST 37. *JURNAL TEKNIK MESIN*, 24.
- [7]. ASTM E8/E8M – 13. (2013). Standard Test Methods for Tension Testing of Metallic Materials. United States: ASTM International
- [8]. ASTM E92-82. (1997) Standard Test Methods for Vickers Hardness of Metallic Materials. United States: ASTM International.
- [9]. Azwinur, M. (2019). Pengaruh jenis elektroda pengelasan SMAW terhadap sifat mekanik material SS 400. *Jurnal PoliMesin*, 20-22.
- [10]. Fahad, M. (2008). Pengaruh jenis elektroda pada hasil pengelasan plat baja ST 32 dengan kampuh V tunggal terhadap struktur mikro dan kekuatan tariknya. Surakarta: Universitas Muhammadiyah Surakarta.