

PENGELASAN LAP JOINT SS 304L MENGGUNAKAN TIG DAN SMAW DENGAN KUAT ARUS 90A DAN 120A

Diah Kusuma Pratiwi ^{*(1)} dan Muhammad Fathi Ramadhan ⁽¹⁾

⁽¹⁾Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya

^(*)E-mail Corresponding Author : pratiwidiahkusuma@ft.unsri.ac.id

Abstrak

Stainless steel merupakan material yang sangat luas penggunaannya, baik dalam bidang industri, konstruksi, perkapalan dan lain sebagainya. Seringkali memerlukan sambungan dengan pengelasan dengan busur listrik dan juga argon. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa perilaku fisik dan mekanik yang meliputi uji komposisi kimia, uji dye penetrant, uji metalografi, uji bending, uji kekerasan, Stainless Steel 304L yang di las menggunakan TIG dan SMAW yang masing-masing di las berarus 90A dan 120A. Dari hasil Analisa pengujian komposisi kimia Stainless Steel 304L yang menggunakan XRF menunjukkan bahwa nilai unsur Cr adalah 18,52% yang berarti Stainless Steel 304L ini termasuk kelompok Austenitic Stainless Steel. Dari hasil pengujian dye penetrant didapatkan bahwa pada lasan SMAW terdapat cacat las porositas pada permukaan las nya. Sedangkan pada lasan TIG terdapat cacat las spatter akibat dari bunga api lasan yang jatuh pada permukaan spesimen. Dari hasil pengujian makro terlihat jelas pada kedua jenis pengelasan yang berupa daerah lasan, daerah HAZ, dan logam induk. Sedangkan pada pengujian mikro terdapat butir halus pada lasan SMAW yang menandakan bahwa lasan tersebut keras dan sebaliknya pada lasan TIG terdapat butir yang kasar yang menandakan lasan tersebut lunak. Dari hasil pengujian bending yang dilakukan masing-masing menggunakan 3 sampel menunjukkan bahwa nilai rata-rata tegangan lentur dari lasan SMAW adalah 377 MPa dan nilai rata-rata tegangan lentur dari lasan TIG adalah 333MPa. Begitu juga dengan hasil pengujian kekerasan dimana nilai rata-rata VHN tertinggi pada lasan SMAW yang berarus 120A dengan nilai 103.222 sedangkan nilai VHN terendah pada lasan TIG yang berarus 90A dengan nilai 96.420.

Kata Kunci: 304L, Lap, Joint, TIG, SMAW

Abstract

Stainless steel is a material that is very widely used, both in industry, construction, shipping and so forth. Often requires a connection with welding with electric arcs and argon. This research aims to analyze the physical and mechanical behavior which includes chemical composition tests, dye penetrant tests, metallographic tests, bending tests, hardness tests, 304L Stainless Steel welded using TIG and SMAW, each of which has 90A and 120A welding. From the results of the chemical composition testing Stainless Steel 304L analysis using XRF shows that the value of Cr is 18.52% which means that Stainless Steel 304L belongs to the Austenitic Stainless Steel group. From the dye penetrant test results it was found that in the SMAW weld there was a porosity welding defect on the surface of the weld. While in the TIG weld there is a welding spatter defect caused by sparks of welds that fall on the surface of the specimen. From the results of macro testing, it can be seen clearly in the two types of welding in the form of weld area, HAZ area, and parent metal. Whereas in micro testing there are fine grains on the SMAW weld that indicate that the weld is hard and vice versa on the TIG weld there are rough grains which indicate the weld is soft. From the results of bending tests conducted each using 3 samples showed that the average value of the flexural stress of the SMAW weld was 377 MPa and the average value of the flexural stress of the TIG weld was 333MPa. Likewise with the results of the hardness test where the highest average VHN value on the SMAW weld which has a current 120A with a value of 103,222 while the lowest VHN value on the TIG weld that has a 90A current value of 96,420.

Keywords: 304L, Lap, Joint, TIG, SMAW

1 PENDAHULUAN

Stainless steel merupakan material yang sangat luas penggunaannya, baik dalam bidang industri, konstruksi, perkapalan dan lain sebagainya. Hal ini disebabkan material ini mempunyai sifat ketahanan

terhadap korosi yang tinggi. Sifat tahan korosinya diperoleh dari lapisan oksida (terutama chrom) yang sangat stabil yang melekat pada permukaan dan melindungi baja terhadap lingkungan yang korosif. Stainless Steel di gunakan pada lingkungan yang korosifseringkali memerlukan sambungan dengan

pengelasan. Sebagai konsekuensinya teknologi pengerjaan bahan ini harus dikuasai yang salah satunya adalah pengelasan dengan busur listrik dan juga argon. Pengelasan yang melibatkan pemanasan dan pendinginan cepat penyebab terjadi perubahan struktur mikro yang menyebabkan perubahan sifat mekanik

Stainless Steel merupakan baja paduan dengan kandungan kromium minimal 10,5% dengan atau tanpa elemen lain untuk menghasilkan tipe austenitic, ferritic, duplex (ferritic-austenitic), martensitic[1].

Las (welding) adalah suatu cara penyambungan benda padat dengan jalan mencairkan benda tersebut melalui pemanasan. Saat ini, las banyak digunakan untuk menyambung rangka kanopi, rangka kendaraan, maupun rangka perabot rumah tangga. Pengetahuan las sangat perlu dimiliki oleh para welder. Hal tersebut berguna untuk mengetahui kualitas hasil pengelasan maupun metode pengelasan yang baik[2].

Teknologi pengelasan berkembang seiring dengan perubahan waktu, terutama dalam proses produksi yang banyak dipakai dalam dunia industri khususnya untuk pelaksanaan pekerjaan konstruksi bangunan, konstruksi kapal, konstruksi perpipaan, pembuatan mesin peralatan pabrik, dan pekerjaan teknik lainnya. Selain untuk pekerjaan pembuatan produk baru, juga banyak dipakai untuk pekerjaan reparasi dan perawatan diantaranya proses penambalan retak-retak, mengisi lubang coran, sebagai pemotong bagian-bagian yang akan dibuang maupun mempertebal bagian yang aus[3].

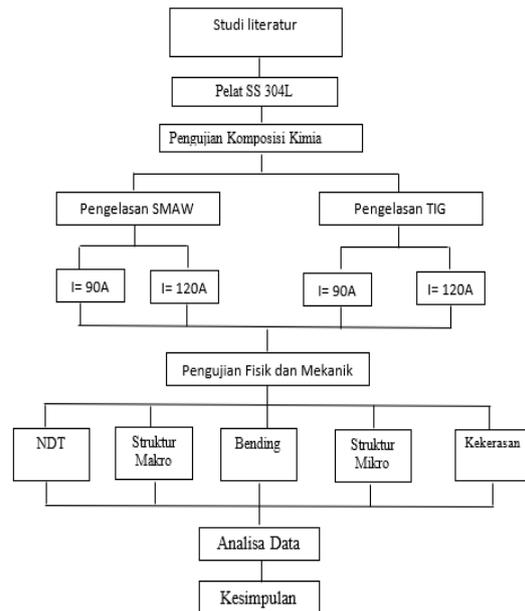
SMAW adalah salah satu jenis pengelasan yang menggunakan loncatan elektron (busur listrik) sebagai sumber panas untuk pencairan. Suhu busur dapat mencapai 3300 °C) jauh diatas titik lebur baja, sehingga karenanya dapat mencairkan baja secara serta merta (instant). Sedangkan TIG adalah jenis las listrik yang menggunakan bahan tungsten sebagai elektroda tidak terkonsumsi[4].

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa perilaku fisik dan mekanik Stainless Steel 304L yang di las menggunakan SMAW dan TIG Dengan melakukan penelitian seperti uji kekerasan, uji bending, uji *Dye Penetrant* dan Metalografi

2 METODOLOGI

Penelitian ini dilakukan dengan 7 tahap yaitu, pengujian komposisi kimia yang menggunakan XRF utk mempersiapkan pelat SS 304L yang berukuran 12,5 cm x 12,5 cm sebanyak 4 plat yang akan di las. Berikut nya pelat tersebut di las *lap joint* menggunakan metode las TIG dan SMAW yang masing-masing berarus 90A dan 120A. Pengujian Fisik dan sifat Mekanik yang digunakan yaitu Uji NDT yang menggunakan *Dye Penetrant*, Uji Struktur Makro, Uji Bending, Uji Struktur Mikro, Dan Uji

Kekerasan. Setelah dilakukan ketujuh tahap tersebut maka langkah berikutnya menganalisa data. Diagram alir penelitian dapat dilihat pada Gambar 1 dibawah ini :



Gambar 1 Diagram Air Penelitian.

2.1 Spesimen Uji



Gambar 2 Spesimen Uji Makro dan *Dye Penetrant*.



Gambar 3 Spesimen Uji bending



Gambar 4 Spesimen Uji Kekerasan

Pada gambar 2 adalah Spesimen Pengelasan *Lap Joint SS 304L* yang Sekaligus jadi Spesimen Pengujian *Dye Penetrant* dan juga pengujian Makro Setelah itu baru di potong menjadi 4 Spesimen yang digunakan untuk pengujian yang lain. Pada gambar 3 adalah Spesimen pengujian Bending yang menggunakan 3 Spesimen pada masing- masing jenis pengelasan dan arus nya. Pada gambar 4 adalah Spesimen uji kekerasan dan uji mikro yang menggunakan 1 spesimen pada masing-masing jenis pengelasan dan arus nya.

2.2 Pengujian Dye Penetrant

Pengujian *Dye Penetrant* dilakukan di laboratorium metalurgi jurusan teknik mesin Universitas Sriwijaya. Pengujian ini menggunakan 3 botol yaitu *Cleaner, Penetrant, dan Developer*



Gambar 5 Proses Pengujian *Dye Penetrant*

2.3 Pengujian Makro

Pengujian Makro dilakukan di laboratorium metalurgi jurusan teknik mesin Universitas Sriwijaya. Cairan yang digunakan pada penelitian ini Berupa Hcl Sebanyak 37.5 ml, H₂O Sebanyak 10ml dan FeCl₃ Sebanyak 2.5 ml.



Gambar 6 Proses Pengujian Makro

2.4 Pengujian Bending

Pengujian Bending dilakukan di laboratorium metalurgi jurusan teknik mesin Universitas Sriwijaya. Alat yang digunakan alat uji tarik dan uji lengkung *Universal Testing Machine, Type: RAT-30 P, MFG. No:20861, Capacity: 30000 kgf, Maker: Tokyo Testing Machine MFG. Co. Ltd. Japan.*



Gambar 7 Proses Pengujian Bending

2.5 Pengujian Mikro

Pengujian Makro dilakukan di laboratorium metalurgi jurusan teknik mesin Universitas Sriwijaya. Cairan yang digunakan pada penelitian ini Berupa Hcl Sebanyak 75 ml, H₂O Sebanyak 100 ml dan FeCl₃ Sebanyak 8.75 ml.



Gambar 8 Proses Pengujian Mikro

2.6 Pengujian Kekerasan

Pengujian Kekerasan dilakukan di laboratorium metalurgi jurusan teknik mesin Universitas Sriwijaya. Alat yang digunakan *Vickers Hardness Tester* Type VKH-2E.



Gambar 9 Vickers Hardness Tester

3 HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Proses Pengelasan

Pengelasan yang dilakukan adalah jenis pengelasan SMAW Dan TIG dengan sambungan las Lap Joint. Pengelasan SMAW dan TIG Stainless Steel 304L di las dengan kekuatan arus 90 A dan 120 A, Pengelasan tersebut dilakukan sesuai dengan WPS (*welding Procedure Specification*) yang dibuat oleh PT. Pusri (Persero) dengan menggunakan elektroda tipe E308L.

3.2 Hasil Uji Komposisi Kimia

Pengujian Komposisi kimia ini dilakukan dengan alat XRF yang berada di PT. Pusri (Persero). Yang bertujuan untuk mengetahui komposisi kimia yang

terandung dalam spesimen stainless steel 304L. Hasil pengujian komposisi material dapat dilihat pada tabel berikut:

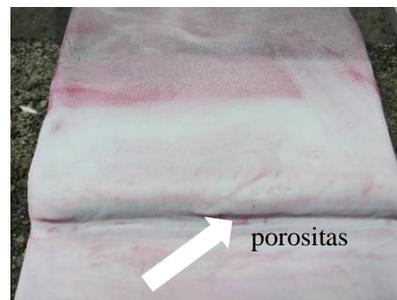
Tabel 1. Hasil Pengujian Komposisi Material

Cr%	Fe%	Mn%	Ni%	Mo%	V%	Cu%	Si%	C%
18.52	71.61	1.51	8.52	0.078	0	0	0	0.032

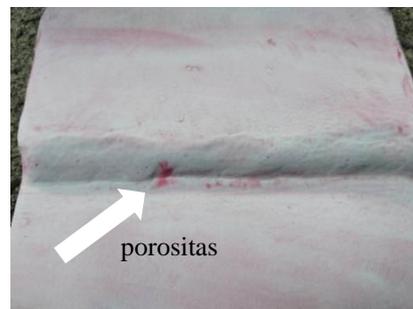
Dari hasil pengujian komposisi kimia *Stainless Steel* 304L ini menunjukkan bahwa *Stainless Steel* ini merupakan kelompok dari *Austenitic Stainless Steel* karena unsur Cr diantara 16-26%, unsur Ni di antara 6-22%, dan sedikit unsur C.

3.3 Hasil Pengujian Dye Penetrant

Pengujian penetrant dilakukan untuk mengidentifikasi cacat yang terdapat pada permukaan pada area disekitar daerah pengelasan.

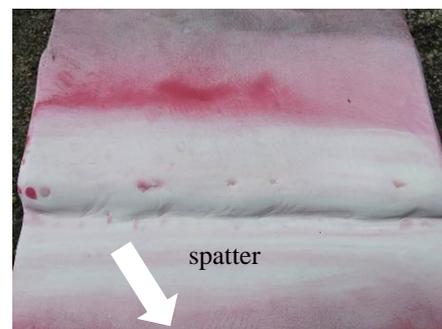


Gambar 10 SMAW 120A

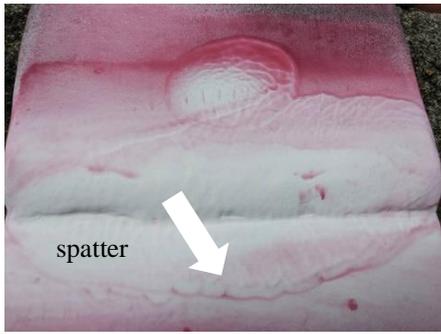


Gambar 11 SMAW 90A

Pada Lasan SMAW Terdapat Cacat las Porositas. Pada Lasan SMAW 90A lebih banyak porositas nya dibandingkan lasan SMAW 120A karena arus pengelasan yang terlalu rendah.



Gambar 12 90 TIG

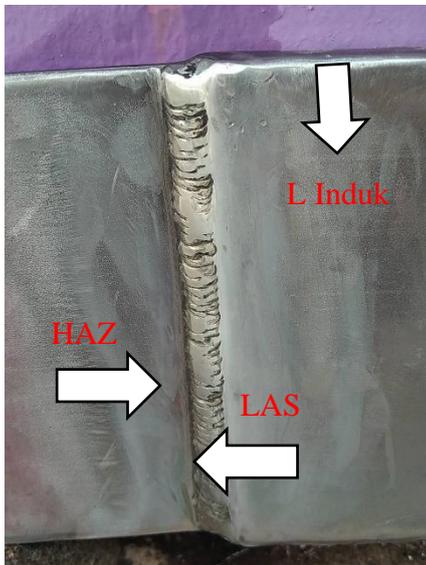


Gambar 13 120 TIG

Pada Lasan TIG Terdapat Cacat Las *Spatter* di permukaan spesimen akibat dari bunga api lasan yang jatuh pada permukaan spesimen.

3.4 Hasil Pengujian Makro

Dari hasil pengujian makro terlihat jelas pada kedua jenis pengelasan yang berupa daerah lasan, daerah HAZ, dan logam induk. Dengan jarak Daerah lasan dan Daerah HAZ Sebesar 0.5cm



Gambar 14 Hasil Pengujian Makro

3.5 Hasil Pengujian Bending

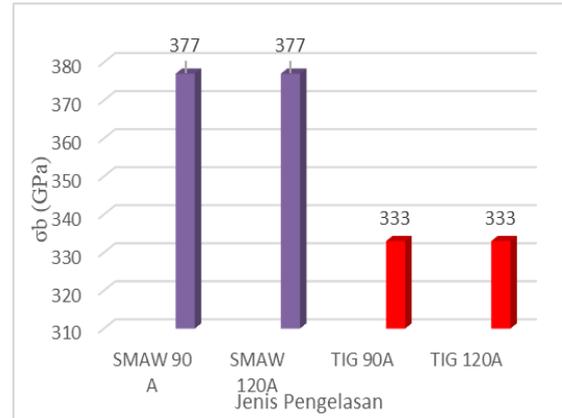
Hasil Pengujian Lengkung Pengelasan SS 304L dengan Metode Pengelasan SMAW dengan arus 90A dan 120A

Tabel 2. Hasil uji *Bending* SMAW 90A dan 120A

Pengelasan	Kode	P (kgf)	σ_b (GPa)
SMAW 90 A	3B1	620	378
	3B2	625	381
	3B3	610	372
	Rata-Rata		377
SMAW 120A	1B1	650	397
	1B2	640	391
	1B3	565	345
	Rata-Rata		377

Tabel 3. Hasil uji *Bending* TIG 90A dan 120A

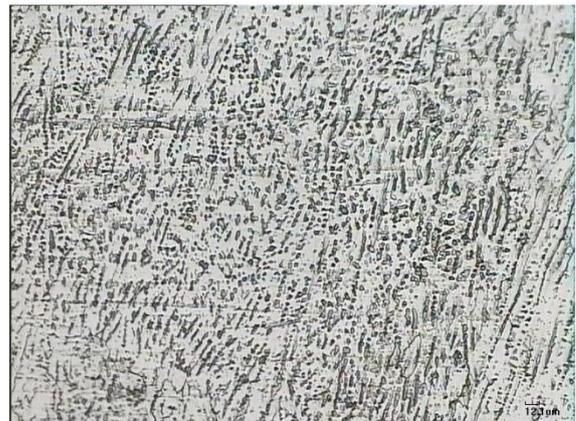
Pengelasan	Kode	P (kgf)	σ_b (GPa)
TIG 90A	2B1	515	315
	2B2	520	318
	2B3	600	367
	Rata-Rata		333
TIG 120A	4B1	510	311
	4B2	515	314
	4B3	615	375
	Rata-Rata		333



Gambar 15 Diagram Tegangan Lentur SMAW Vs TIG

Pengujian *bending* yang dilakukan masing-masing menggunakan tiga sampel dengan sambungan yang sama *lap joint*. Dengan arus 90A dan 120A. Dapat di lihat dari diagram di atas bahwa nilai rata-rata tegangan lentur dari kelompok lasan SMAW berarus 90 dan 120A adalah 377 GPa. Sedangkan nilai rata-rata tegangan lentur dari kelompok lasan TIG berarus 90 dan 120A adalah 333 GPa, dari diagram dapat kita lihat bahwa tegangan lentur pada lasan SMAW lebih tinggi dibandingkan tegangan lentur lasan TIG.

3.6 Hasil Pengujian Mikro



Gambar 16 Daerah Lasan SMAW 120A



Gambar 17 Daerah Logam Induk SMAW 120A



Gambar 20 Daerah Logam Induk TIG 90A



Gambar 18 Daerah Lasan, HAZ, Dan Logam Induk SMAW 120A



Gambar 21 Daerah Lasan, HAZ, Dan Logam Induk TIG 90A



Gambar 19 Daerah Lasan TIG 90A



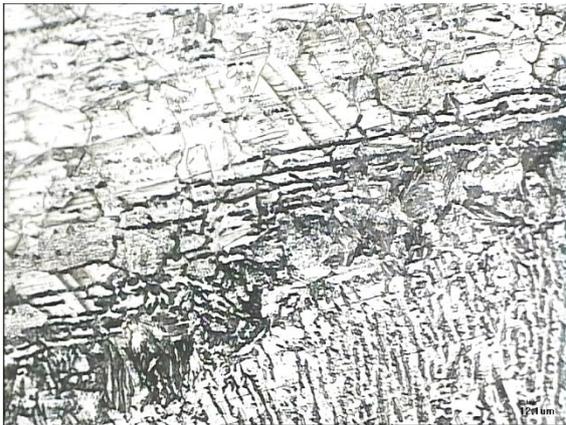
Gambar 22 Daerah Lasan SMAW 90A



Gambar 23 Daerah Logam Induk SMAW 90A



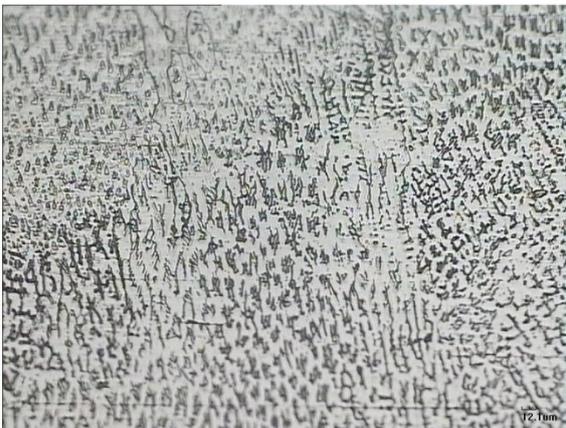
Gambar 26 Daerah Logam Induk TIG 120A



Gambar 24 Daerah Lasan, HAZ, Dan Logam Induk SMAW 90A



Gambar 27 Daerah Lasan, HAZ, Dan Logam Induk TIG 120A

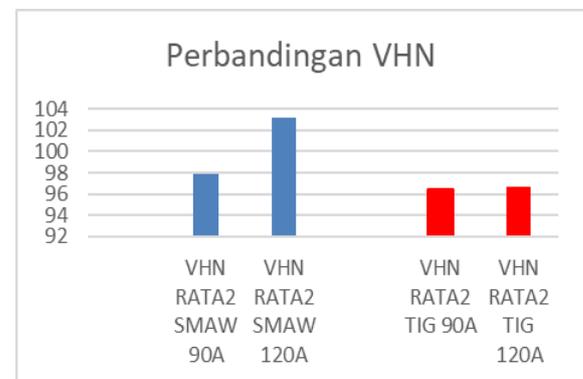


Gambar 25 Daerah Lasan TIG 120A

Dari Hasil pengujian mikro terdapat butir halus pada lasan SMAW yang menandakan bahwa lasan tersebut keras dan sebaliknya pada lasan TIG terdapat butir yang kasar yang menandakan lasan tersebut lunak

3.7 Hasil Pengujian Kekerasan

Uji kekerasan pada penelitian ini menggunakan metode *Vickers*. Dan menggunakan 1 Spesimen pada masing- masing lasan dan juga arus nya. Pada uji kekerasan dilakukan sebanyak 15 titik tiap sampel uji yang meliputi 6 titik pada daerah lasan, 6 titik pada daerah HAZ, dan 3 titik pada daerah Logam Induk. Dan diambil nilai rata-rata nya.



Gambar 28 Grafik Perbandingan VHN

Dari grafik di atas terlihat dimana nilai rata-rata VHN tertinggi pada lasan SMAW yang berarus 120A dengan nilai 103.222 sedangkan nilai VHN terendah pada lasan TIG yang berarus 90A dengan nilai 96.420. Dan juga semakin tinggi arus lasan maka semakin tinggi juga nilai kekerasannya.

4 KESIMPULAN

Hasil Pengujian *dye Penetrant*, didapatkan hasil bahwa Jenis Pengelasan SMAW terdapat cacat Porositas dan pada Jenis Pengelasan TIG terdapat cacat spatter. Pada pengujian makro HAZ dan Daerah Las terlihat jelas pada kedua jenis pengelasan. Pada pengujian lengkung, nilai rata-rata jenis pengelasan SMAW 90A dan 120A adalah 377GPa. Sedangkan nilai rata-rata jenis pengelasan TIG 90A dan 120A adalah 333 GPa. Dari Hasil pengujian mikro terdapat butir halus pada lasan SMAW yang menandakan bahwa lasan tersebut keras dan sebaliknya pada lasan TIG terdapat butir yang kasar yang menandakan lasan tersebut lunak. Pada Pengujian Kekerasan, nilai kekerasan tertinggi pada daerah lasan SMAW 90A yaitu 116.3179 sedangkan nilai kekerasan tertinggi pada daerah lasan TIG 90A yaitu 115.3152. Pada nilai VHN rata-ratanya nilai tertinggi pada lasan SMAW 120A yaitu 103.222 Sedangkan nilai VHN rata-rata terendahnya pada lasan TIG 90A yaitu 96.420.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] V. A. Setyowati and Suheni, "Variasi Arus Dan Sudut Pengelasan Pada Material Austenitic Stainless Steel 304 Terhadap Kekuatan Tarik Dan Struktur Mikro," *Iptek*, vol. 20, pp. 29–36, 2016.
- [2] C. Pramono, "Penyuluhan kampuh dan kekuatan las untuk pemuda desa gulon," *Pengabd. Masy.*, vol. 1, pp. 21–28, 2017.
- [3] Y. A. Bowo *et al.*, "KAJIAN PENGARUH TEMPERING TERHADAP SIFAT FISIS DAN MEKANIS las dan juga memperlebar HAZ, demikian sebaliknya. Pemakaian arus las makin tinggi juga dapat memperlebar manik las. Arus las mempengaruhi dilusi atau pencampuran. Semakin besar arus las maka," *J. Tek.*, vol. 2, no. 1, pp. 47–53, 2012.
- [4] sri widharto, *welding inspection*. jakarta: mitra wacana media, 2013.