

Pengaruh Arus Terhadap Sifat Mekanis Dan Karakteristik Pada Hasil Pengelasan *Spot Welding* Material Logam Berbeda (*Dissimilar Metal*)

Dewi Maya Puspitasari, I Nyoman Gde Antara, dan I Nyoman Budiarsa
Program Studi Teknik Mesin Universitas Udayana, Kampus Bukit Jimbaran Bali

Abstrak

Dalam proses pengelasan titik yaitu proses penyambungan dua plat logam atau lebih, terdapat banyak faktor yang harus diperhatikan. Arus pengelasan, tahanan listrik dan waktu pengelasan merupakan faktor utama pengelasan titik. Penelitian dengan judul “Pengaruh Variasi Arus terhadap Sifat Mekanis dan Karakteristik pada hasil Pengelasan Spot Welding Material Logam Berbeda (Dissimilar Metal)”, memiliki rumusan masalah bagaimana efek parameter perubahan arus terhadap sifat mekanis dan bentuk fisik pada pengelasan Spot Welding material logam berbeda (Dissimilar Metal). Dengan tujuan untuk mengetahui efek parameter perubahan arus dan menginvestigasi bentuk fisik dari pengelasan Spot Welding Dissimilar Metal dengan melakukan uji mikro. Metode pada penelitian ini menggunakan teknik sambungan las titik (Spot Welding), melalui Uji Tarik, Uji Kekerasan, dan Uji Mikro untuk pengaruh variasi arus terhadap sifat mekanis dan karakteristik pada pengelasan titik dua lembaran (Double Sheet). Hasil pada pengujian Tarik pelat logam induk baja karbon rendah SS 400 dengan tegangan 1675 Mpa dan stainless steel AISI 304 dengan tegangan 2125 Mpa, pelat weld joint arus 1,37 V dengan nilai tegangan maksimum 335 Mpa – regangan 1,2. Hasil uji Vickers yaitu nilai kekerasan paling tinggi terdapat pada daerah Las pelat arus 1,37 V dengan HVN rata-rata 189,292 Kg/mm².

Kata Kunci : Yield Stress, Dissimilar Metal, Spot Welding , nilai kekerasan.

Abstract

In the process of spot welding, that is process of joining two or more metal plates, there are many factors that must be considered. Welding current, electrical resistivity and the welding time is a major factor for spot welding. The study entitled "Effect of Current Variations and Mechanical Properties of Welding Characteristics on the Spot Welding of Different Metal Material (Dissimilar Metal)", Have a problem statement of how the effects of parameter changes in current with respect to the mechanical and physical form at the welding Spot Welding material dissimilar metals (Dissimilar Metal). With the aim to determine the effect of changes in the flow parameters and investigate the physical form of the welding Spot Welding Dissimilar Metal to test the micro. The method in this study using the technique of spot welding connection (Spot Welding), through Tensile Test, Hardness Test, and Test Micro's current variation effect on the mechanical properties and characteristics of spot welding of two sheets (Double Sheet). The results of the testing of the base metal plate Pull low carbon steel SS 400 with a voltage of 1675 MPa and stainless steel AISI 304 with a voltage of 2125 MPa, the current joint weld plates of 1.37 V with a maximum value of 335 MPa stress - strain 1.2. The test results Vickers hardness value is the highest found in the area Las plate flow HVN 1.37 V with an average of 189.292 Kg / mm².

Keywords: Yield Stress, Dissimilar Metal, Spot Welding, hardness.

1. Pendahuluan

Dalam proses pengelasan titik yaitu proses penyambungan dua plat logam atau lebih, terdapat banyak faktor yang harus diperhatikan. Arus pengelasan, tahanan listrik dan waktu pengelasan merupakan faktor utama pengelasan titik. [1]. Faktor-faktor tersebut dapat mempengaruhi kualitas sambungan las yang terbentuk.

Namun tidak menutup kemungkinan ada faktor-faktor lain yang juga dapat mempengaruhi kualitas hasil pengelasan, salah satunya adalah siklus pengelasan. Dalam siklus pengelasan terdiri dari tiga siklus yang salah satunya adalah holding time. Holding time adalah waktu dimana gaya tekan tetap dipertahankan setelah arus berhenti supaya logam las membeku dan menghasilkan sambungan yang kuat.

Spot welding (las titik) merupakan salah satu cara pengelasan resistensi listrik, dimana dua plat logam atau lebih dijepit diantara dua elektroda yang terbuat dari paduan tembaga. Kemudian arus yang kuat dialirkan melalui elektroda, sehingga titik diantara plat logam dibawah elektroda yang saling bersinggungan menjadi panas akibat resistensi listrik dan mengakibatkan pada bagian ke dua plat ini mencair dan kemudian menyatu. [2]

Penelitian-penelitian yang sudah dilakukan tersebut menggunakan metode resistance spot welding, sedangkan pada metode spot TIG welding dan mengabungkan baja ringan dan baja tahan karat belum banyak mendapatkan perhatian. Bentuk dan ukuran manik las yang dihasilkan dengan metode spot TIG welding akan menentukan kualitas dari sambungan material tak sejenis tersebut, sedangkan penggabungan baja ringan dengan baja tahan

karat tidak hanya berpengaruh mengurangi berat badan mobil secara nyata serta bodi kendaraan menjadi tahan korosi tetapi juga meningkatkan crashworthiness. [3]

Penelitian ini ditujukan untuk mengetahui variasi parameter pengelasan arus terhadap karakteristik dan sifat mekanis pada hasil sambungan las *spot welding* logam berbeda (*Dissimilar Metal*).

Dalam hal ini maka ada beberapa permasalahan yang akan dikaji, yaitu:

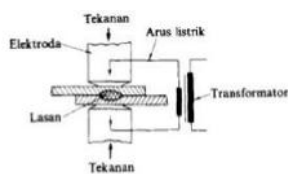
1. Bagaimana efek parameter perubahan arus terhadap sifat mekanis pada pengelasan *spot welding* material logam berbeda (*dissimilar metal*)?
2. Bagaimana efek parameter perubahan arus terhadap bentuk fisik pada pengelasan *spot welding* material logam berbeda (*dissimilar metal*)?

Beberapa batasan ditetapkan dalam penelitian ini meliputi:

1. Proses pengelasan menggunakan mesin las bermerk Krishbow DN-5.
2. Sampel yang digunakan adalah baja karbon rendah SS 400 dan baja tahan karat AISI 304
3. Arus pengelasan yang digunakan adalah 1.26 volt, 1.37 volt, 1.48 volt.
4. Pengujian yang dilakukan adalah uji tarik, uji kekerasan vickers, uji tarik geser.

2. Dasar Teori

Spot welding adalah proses pengelasan dengan dua buah pelat yang dijepit pada tempat sambungan menggunakan dua buah elektroda yang terbuat dari paduan tembaga dan kemudian dialiri arus listrik yang besar dalam waktu singkat. Dikarenakan aliran listrik antara kedua elektroda tersebut harus melewati tempat sambungan logam yang dijepit maka pada tempat jepitan timbul panas yang menyebabkan logam di tempat tersebut mencair dan tersambung. [2]



Gambar 1 Skema Las Titik

Pada spot welding terdapat tiga faktor yang mempengaruhi besarnya energi panas untuk mencairkan logam. Ketiga faktor tersebut dapat ditinjau dari rumus total heat input yang dihasilkan, yaitu. [1]

$$H = I^2 \cdot R \cdot T \quad (1)$$

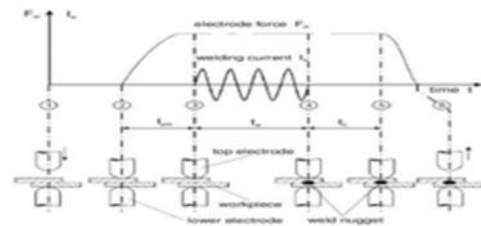
Dimana:

H : Masukan panas (heat input) (Joule)

I : Arus listrik (Ampere)

R : Tahanan dalam material (ohm)

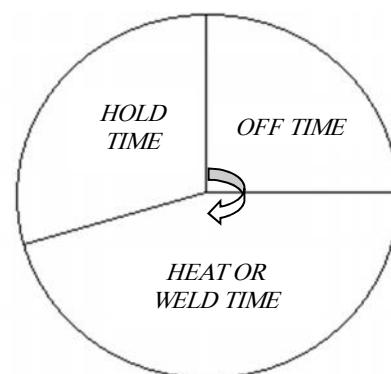
T : Waktu pengelasan (detik)



Gambar 2. Sequence Timing diagram

Dalam pengelasan AC waktu diukur dalam siklus. Peralatan frekuensi tengah (MFDC) mengukur waktu dalam milidetik. Pengukuran waktu ini berlaku untuk fungsi pemerasan, pengelasan dan tahan. Segmen saat ini diukur sebagai panas pada banyak perangkat AC tetapi banyak perangkat yang lebih baru mengukur arus dalam ampere. Pengontrol MFDC mengukur dalam ampere. Pengontrol tidak mengatur kekuatan pada sebagian besar sistem. Ini memulai sinyal ke katup atau solenoid yang memulai penerapan gaya oleh silinder atau servo. Dalam beberapa kasus, pengontrol mendapat umpan balik bahwa gaya telah mencapai nilai yang telah ditentukan sebelum memungkinkan arus las dimulai.

Fungsi penahanan adalah untuk memastikan bahwa nugget las membeku di bawah gaya. Jika gaya dilepaskan terlalu cepat, void dan retak atau tidak ada las akan terjadi. Dalam beberapa kasus gaya tambahan diterapkan untuk menempa bagian selama fungsi penahanan untuk memperkuat sambungan las. Diagram tempa ditunjukkan di atas. Ada banyak opsi untuk PCT. Kontrol lasan mampu melakukan pemanasan awal, pemanasan ulang, tempering, penempaan, pengulangan, pengulangan dan banyak fungsi lainnya, pemantauan, penyimpanan data, dan kemampuan umpan balik.



Gambar 3. Periode Pengelasan Titik

1. Waktu penekanan (*sequence time*)
Waktu dimana pengelasan dimulai dengan memberikan gaya / penekanan terhadap lembaran logam yang akan disambung, namun arus listrik belum dialirkan,
2. Waktu pengelasan (*weld time*)
Setelah diberi tekanan, arus listrik dialirkan dengan waktu yang telah diatur dan relative singkat. Pada proses ini, daerah lembaran logam yang kontak dengan elektroda akan menjadi panas sehingga pada daerah tersebut logam akan mencair.
3. Waktu penahanan (*hold time*)
Waktu setelah aliran arus ditiadakan, tetapi gaya penekanan dari sepasang elektroda masih tetap diberikan. Selama penahanan berlangsung, daerah logam yang kondisinya cair akhirnya membeku dan menyatu, akhirnya membentuk *nugget*.
4. Waktu selesai (*off time*)
Waktu dimana gaya penekanan dari sepasang elektroda ditiadakan,

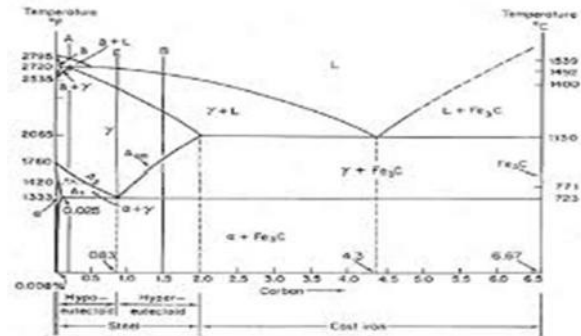
Stainless steel adalah baja paduan yang memanfaatkan keefektifan unsur paduan tersebut seperti Cr dan Ni dan dapat dibagi menjadi sistem Fe-Cr dan Fe-Cr-Ni. Sistem yang pertama termasuk baja tahan karat Maertensit dan Ferit sedangkan sistem yang kedua merupakan baja tahan karat Austenit, dimana terdapat unsur-unsur paduan didalamnya yang mempunyai keunggulan masing-masing, diantaranya sebagai berikut : [4]

Penambahan Molibdenum (Mo) bertujuan untuk memperbaiki ketahanan korosi.

1. Penambahan unsur penstabil karbida (titanium dan niobium) bertujuan menekan korosi batas butir pada material yang mengalami proses sensitasi.
2. Penambahan kromium (Cr) bertujuan meningkatkan ketahanan korosi dengan membentuk lapisan oksida dan ketahanan terhadap oksidasi temperatur tinggi.
3. Penambahan nikel (Ni) bertujuan untuk meningkatkan ketahanan korosi dalam media pengkorosi netral atau lemah.

Baja karbon merupakan salah satu jenis baja paduan yang terdiri atas unsur besi (Fe) dan karbon (C). Dimana besi merupakan unsur dasar dan karbon sebagai unsur paduan utamanya. Dalam proses pembuatan baja akan ditemukan pula penambahan kandungan unsurkimialain 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. [5]

Pada baja karbon rendah mempunyai kandungan karbon % C < 0,3 %. Sifat kekerasannya relatif rendah, lunak dan keuletannya tinggi. Baja karbon rendah biasanya digunakan dalam bentuk pelat, profil, sekrup, ulir dan baut. [5]

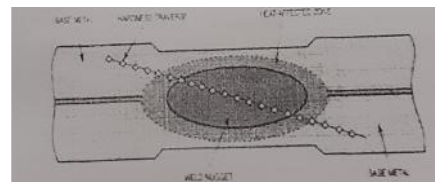


Gambar 4. Diagram Fasa Baja Karbon

Diagram kesetimbangan besi karbon adalah diagram yang menampilkan hubungan antara temperatur dimana terjadi perubahan fasa selama proses pendinginan dan pemanasan yang lambat dengan kadar karbon. Diagram ini merupakan dasar pemahaman untuk semua operasi-operasi perlakuan panas. Dimana fungsi diagram fasa adalah memudahkan memilih temperatur pemanasan yang sesuai untuk setiap proses perlakuan panas baik proses anil, normalizing maupun proses pengerasan.

Uji vickers dikembangkan di inggris tahun 1925an. Dikenal juga sebagai Diamond Pyramid Hardness test (DPH). Uji kekerasan vickers menggunakan indenter piramida intan, besar sudut antar permukaan piramida intan yang saling berhadapan adalah 136 derajat . Ada dua rentang kekuatan yang berbeda, yaitu micro (10g – 1000g) dan macro (1kg – 100kg).

Dalam pengujian Vickers ini standar yang dipakai adalah ASTM E92, 2003. Rentang micro (10g – 1000g). Dalam penelitian ini, untuk *hardness test* penulis menggunakan standar ASTM E92, 2003.



Gambar 5. Bentuk Spesimen Uji Vickers

$$VHN = \frac{1,854 \times P}{d^2} \quad (2)$$

Dimana :

- VHN = Vickers Hardness Number
- P = Beban yang diberikan (kgf)
- d = Panjang diagonal rata-rata hasil indentasi

3. Metode Penelitian

Penelitian dalam pengujian *Vickers dan Uji Tarik* ini mempergunakan peralatan dan bahan sebagai berikut:

1. Gerinda potong
2. Amplas
3. Mesin las titik (*Spot Welding*)
4. Alat Uji Tarik
5. Alat Uji Kekerasan (*Hardness Tester*)
6. *Stainless Steel* (baja tahan karat AISI 304)
7. *Mild Steel* (baja karbon rendah SS 400)

Penelitian ini dimulai dengan tahap persiapan, dengan mempersiapkan segala sesuatu yang berhubungan dengan penelitian ini. Penelitian dilakukan dengan metode *spot welding*. Pembuatan spesimen penelitian menggunakan standar AWS D8. 9-97

Proses Pengelasan *dissimilar metal* (*stainless steel dan mild steel*) dilakukan dengan langkah – langkah berikut:

1. Mempersiapkan mesin las titik (*spot welding*)
2. Mempersiapkan specimen yang akan di las
3. Posisi pengelasan dengan pusat titik di tengah
4. Pada pengelasan *spot welding*, ampere meter yang digunakan disetel pada posisi nol untuk mengukur arus, selanjutnya benda kerja yang akan disambungkan dijepit dengan kawat las dari paduan tembaga dan kemudian dalam waktu singkat dialirkan arus listrik. Atur ampere

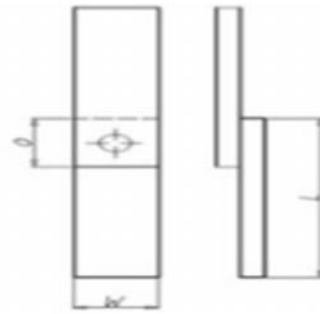
Gambar 1 dan 2 berturut-turut menunjukkan Logam Induk. Sedangkan Gambar 3 menunjukkan ukuran sample penelitian dan Gambar 4 menunjukkan skematik pengujian Tarik



Gambar 6. Logam Induk Stainless Steel AISI 304



Gambar 7. Logam induk baja karbon rendah SS 400



Gambar 8. Ukuran sampel penelitian

Dengan ukuran sampel :

- L : 150 mm
- W : 60 mm
- O : 50 mm



Gambar 9. Skematik pengujian tarik

Setelah menyelesaikan tahap pertama dimana mempersiapkan bahan untuk penelitian, dilanjutkan proses pengelasan. Pada penelitian ini penulis menggunakan metode *spot welding* dengan parameter arus.

(a) Uji Tarik



Gambar 10. Mesin Uji Tarik

Pengujian ini sangat sederhana, tidak mahal dan sudah mengalami standarisasi di seluruh dunia, misalnya di Amerika dengan ASTM E8 dan Jepang dengan JIS 2241.

Untuk hampir semua logam, pada tahap sangat awal dari uji tarik, hubungan antara beban atau gaya yang diberikan berbanding lurus dengan perubahan panjang bahan tersebut. Ini disebut daerah linier atau *linear zone*. Di daerah ini, kurva penambahan panjang vs beban mengikuti aturan Hooke sebagai berikut:

Rasio tegangan (*stress*) dan regangan (*strain*) adalah konstan .

$$\text{Stress: } \sigma = F/A \quad (3)$$

F: gaya tarikan, A: luas penampang

$$\text{Strain: } \epsilon = \Delta L/L \quad (4)$$

ΔL : penambahan panjang, L: panjang awal

Hubungan antara stress dan strain dirumuskan:

$$E = \sigma / \epsilon \quad (5)$$



Gambar 11 Alat Uji Vickers

Keterangan:

1. Hidupkan lampu untuk memberikan bantuan cahaya penerangan pada mikroskop optic
2. Atur brightness dari lampu dengan menggunakan control transformer dan arus yang digunakan sebesar 0,6 A
3. Tempatkan unit untuk aplikasi beban pada posisi kerjanya. Tanda arm untuk menggerakkan beban uji pada posisi vertical keatas.
4. Letakkan benda uji di meja atas yang tersedia (saat kalibrasi tempatkan hardness test-block)
5. Atur jarak indenter dengan permukaan benda uji sekitar 3-4 mm. Kalau ujung indenter tidak terlihat karena tertutup oleh pelindung indenter maka jarak ini adalah 0.5 – 1 mm antara indenter dengan permukaan benda. Usahakan ujung indenter terlihat agar indentasi maksimal.
6. Aplikasikan beban mendongkel arm ke depan sehingga indenter mengenai specimen.
7. Setelah arm mencapai posisi putar sepenuhnya berikan penahanan untuk mengeliminasi creep behavior dari specimen, waktu penahanan 1.5 – 2 detik.
8. Kembalikan arm ke posisi semula dari permukaan benda kerja. Hindari gerakan horizontal agar benda kerja tidak terjadi kerusakan dari unit pebebanan bekas indentasi.
9. Geser unit aplikasi beban sehingga unit mikroskop sekarang berada diatas benda uji, atau focus dari objektif sehingga dapat melihat bekas indentasi pada specimen.
10. Yang perlu dicatat dalam melakukan pengukuran adalah berapa jumlah garis atau jarak antara dua garis-garis horizontal yang disebut sebagai "a". skala dari "a" tersebut sesuai pembesaran yang dipakai. Sedangkan posisi "b" disebut skala jaraknya dihitung sama

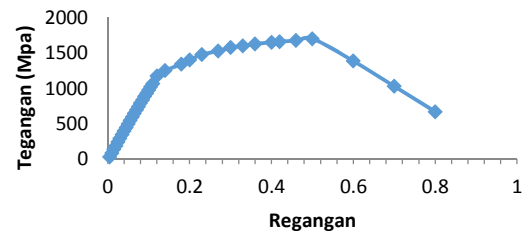
seperti perhitungan jarak "a" – panjang jarak, yang diukur adalah; (a x skala a) + (b x skala b)

4. Hasil dan Pembahasan

4.1. Hasil Pengujian Tarik Pada Logam Induk

Dari hasil proses pengujian Tarik pada logam induk akan didapatkan sifat-sifat mekanik logam dari specimen atau bahan yang di uji tersebut. Hasil dari pengujian tarik pada logam induk dengan ukuran masing-masing benda uji 1,0 mm dapat dilihat pada grafik di bawah ini.

Regangan Vs Tegangan uji tarik untuk base SS400

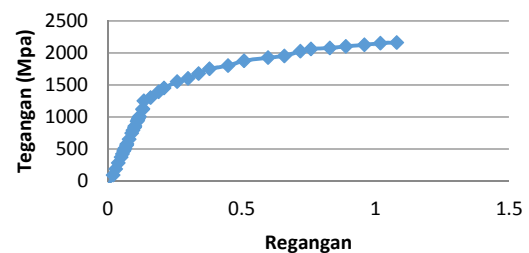


Gambar 12. Grafik Tegangan Regangan Plat 1,0 Mm Logam Induk

Berdasarkan pada hasil pengujian kekuatan tarik yang digambarkan pada Grafik 4.2 diatas menunjukkan kekuatan Tarik material baja karbon rendah SS 400 logam induk. Yaitu :

- Regangan : 0,48
- Tegangan Tarik Mak : 1675 Mpa

Regangan Vs Tegangan uji tarik untuk base Stainless Steel 304



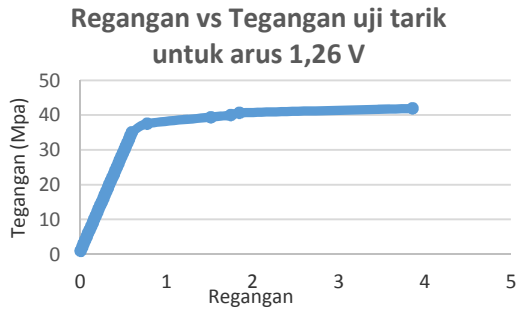
Gambar 13. Grafik Tegangan Regangan Plat 1,0 Logam Induk

Berdasarkan pada hasil pengujian kekuatan Tarik yang digambarkan dalam grafik 4.3 diatas menunjukkan kekuatan Tarik material stainless steel AISI 304 logam induk. Yaitu :

- Regangan : 0,96
- Tegangan Tarik Mak : 2125 Mpa

4.2. Hasil Pengujian Tarik Geser Pada Logam Welded Joint

Hasil dari pengujian Tarik pada gabungan logam weld joint dengan ukuran benda uji 1,0 mm arus 1,26 V dapat dilihat pada grafik dibawah ini :



Gambar 14. Grafik Tegangan - Regangan Benda Uji Arus 1,26 V

Berdasarkan pada hasil pengujian kekuatan Tarik yang digambarkan pada grafik 4.4 diatas menunjukkan kekuatan Tarik gabungan material baja karbon rendah SS 400 dengan stainless steel 304 arus 1,26 V weld joint yaitu:

Tegangan Tarik Geser :

$$F = 320 \text{ kg.F} \quad (6)$$

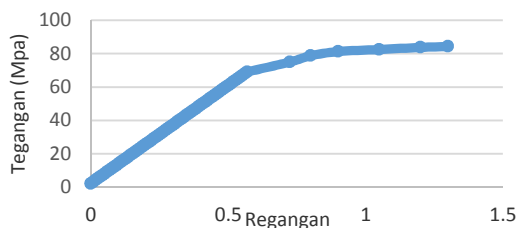
$$= 320 \times 10 \text{ N}$$

$$A = 80 \text{ mm}$$

Tegangan = $3200/80$

- Regangan : 1,75
- Tegangan Tarik Geser Mak : 40 Mpa

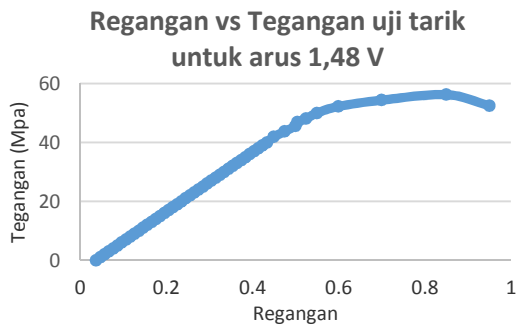
Regangan vs Tegangan uji tarik untuk arus 1,37 V



Gambar 15. Grafik Tegangan-Regangan Benda Uji 1,37 V

Berdasarkan pada hasil pengujian kekuatan tarik geser yang digambarkan pada grafik 4.5 diatas menunjukkan kekuatan Tarik gabungan material baja karbon rendah SS 400 dengan stainless steel AISI 304 arus 1,37 V weld joint yaitu:

- Regangan : 1,3
- Tegangan Tarik Geser Mak : 84 Mpa



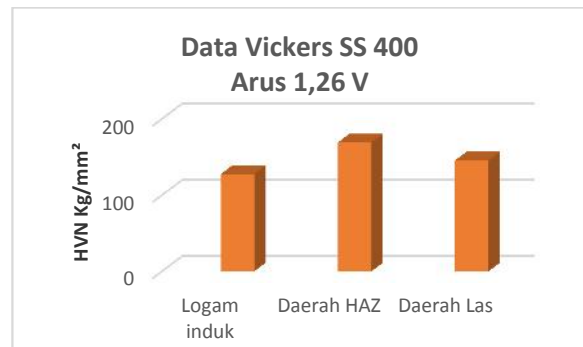
Gambar 16. Grafik Tegangan-Regangan Benda Uji Arus 1,48 V

Berdasarkan pada hasil pengujian kekuatan Tarik geser yang digambarkan pada grafik 4.6 diatas menunjukkan kekuatan Tarik geser gabungan material baja karbon rendah SS 400 dengan stainless steel AISI 304 arus 1,48 V weld joint yaitu:

- Regangan : 0,85
- Tegangan Tarik Geser Mak : 56 Mpa

4.3. Hasil Pengujian Kekerasan Vickers

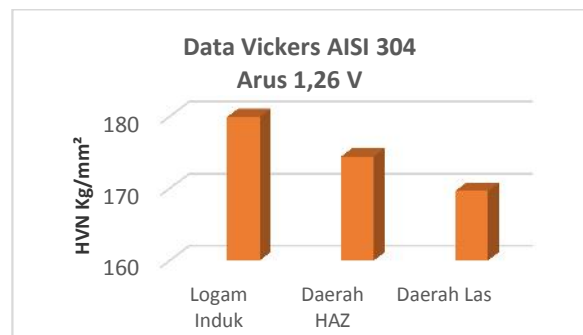
Dari pengujian Vickers yang dilakukan akan diperoleh data kekerasan yang nantiya akan diolah dalam bentuk tabel dan grafik disertai dengan pembahasan teoritis yang berkenaan dengan permasalahan yang diteliti.



Gambar 17. Grafik Rata SS 400 Rata Arus 1,26 V

Tabel 1 Pengujian Kekerasan pada gabungan plat baja karbon rendah SS 400 dengan stainless steel AISI 304 arus 1,26 V.

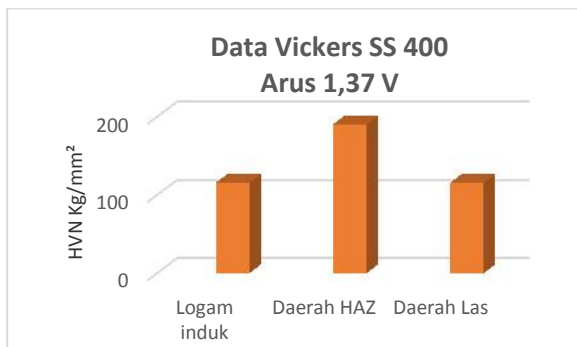
Baja Karbon Rendah SS 400	d1	d2	D	HVN
Logam Induk	0.372	0.392	0.382	127.573
Daerah HAZ	0.354	0.309	0.331	169.214
Daerah Las	0.352	0.362	0.357	145.409



Gambar 18. Grafik Rata AISI 304 Rata Arus 1,26 V

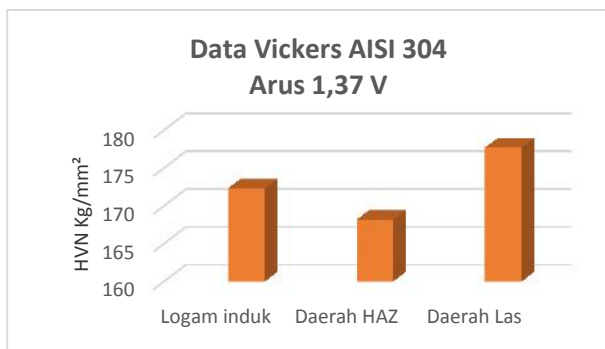
Tabel 2. Pengujian Kekerasan pada gabungan plat baja karbon rendah SS 400 dengan stainless steel 304 arus 1,37 V.

Baja Tahan Karat AISI 304	d1	d2	D	HVN
Logam Induk	0.3	0.322	0.321	179.912
Daerah HAZ	0.33	0.322	0.326	174.442
Daerah Las	0.33	0.324	0.327	169.622



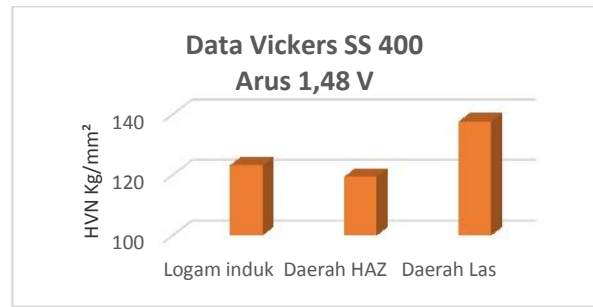
Gambar 19. Grafik Rata SS 400 Rata Arus 1,37 V

Baja Karbon Rendah SS 400	d1	d2	D	HVN
Logam Induk	0.4	0.4	0.4	115.875
Daerah HAZ	0.4	0.424	0.312	190.442
Daerah Las	0.38	0.42	0.4	115.876



Gambar 20. Grafik Rata AISI 304 Rata Arus 1,37V

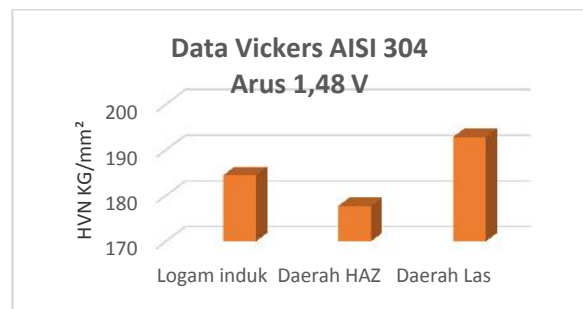
Baja Tahan Karat AISI 304	d1	d2	D	HVN
Logam Induk	0.332	0.324	0.324	172.329
Daerah HAZ	0.334	0.33	0.332	168.194
Daerah Las	0.33	0.316	0.323	177.705



Gambar 21. Grafik Rata SS 400 Rata Arus 1,48 V

Tabel.3 Pengujian Kekerasan pada gabungan plat baja karbon rendah SS 400 dengan stainless steel 304 arus 1,48 V.

Baja Karbon Rendah SS 400	d1	d2	D	HVN
Logam Induk	0.386	0.39	0.388	123.142
Daerah HAZ	0.4	0.384	0.392	119.416
Daerah Las	0.364	0.37	0.367	137.64

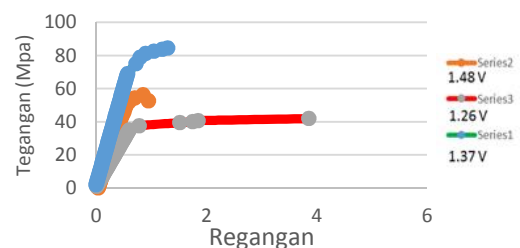


Gambar 22. Grafik Rata AISI 304 Rata Arus 1,48 V

Baja Tahan Karat AISI 304	d1	d2	D	HVN
Logam Induk	0.316	0.318	0.317	184.491
Daerah HAZ	0.324	0.322	0.323	177.705
Daerah Las	0.32	0.3	0.31	192.908

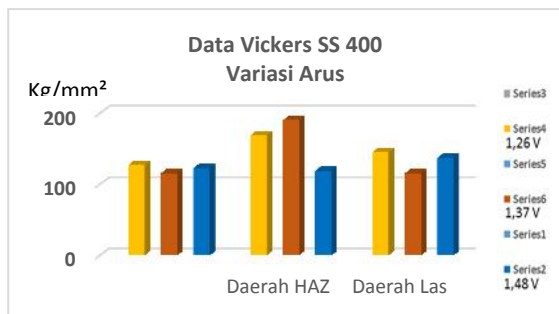
4.4. Pembahasan

Regangan vs Tegangan uji tarik untuk variasi arus



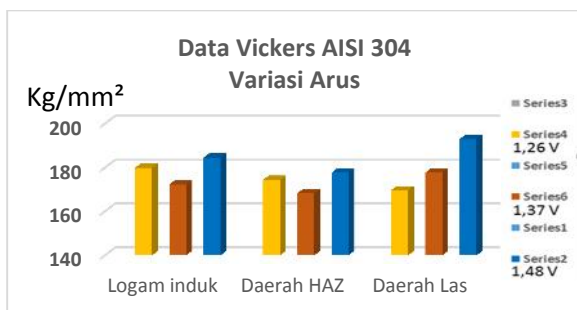
Gambar 23. Tipikal Hasil Pengujian Kekerasan Vickers Pada Arus Berbeda

Pada hasil uji Tarik pelat *weld joint* arus 1,26 V dengan nilai tegangan tarik geser maksimum 40 Mpa - regangan 1,75 ; arus 1,37 V dengan nilai tegangan tarik maksimum 84 Mpa - regangan 1,3 ; arus 1,48 V dengan nilai tegangan tarik maksimum 56 Mpa - regangan 0,85.



Gambar 24. Tipikal Hasil Pengujian Kekerasan Vickers 400 Pada Arus Berbeda

Pada benda uji baja karbon rendah SS 400 arus 1,26 V nilai kekerasan yang paling tinggi pada daerah HAZ Dengan HVN rata-rata 169,21 Kg/mm² kemudian pada arus 1,37 V nilai kekerasan yang paling tinggi nilai kekerasan paling tinggi pada daerah HAZ dengan HVN rata-rata 190,44 Kg/mm² dan pada benda uji arus 1,48 V nilai kekerasan yang paling tinggi pada daerah Las dengan HVN rata-rata 137,64 Kg/mm².



Gambar 25. tipikal hasil pengujian kekerasan Vickers AISI 304 pada arus berbeda

Pada benda uji *Stainless Steel* AISI 304 arus 1,26 V nilai kekerasan yang paling tinggi pada Daerah logam induk Dengan HVN rata-rata 179,912 Kg/mm² kemudian pada arus 1,37 V nilai kekerasan yang paling tinggi nilai kekerasan paling tinggi pada daerah Las dengan HVN rata-rata 177,705 Kg/mm² dan pada benda uji arus 1,48 V nilai kekerasan yang paling tinggi pada daerah Las dengan HVN rata-rata 192,908 Kg/mm².

5. Kesimpulan

Setelah melakukan analisa dan pembahasan terhadap pengujian Tarik, uji kekerasan, maka dapat diambil beberapa kesimpulan, yaitu :

1. Pada pengujian Tarik Geser terhadap arus yang berbeda didapat hasil uji Tegangan Tarik Geser maksimum arus 1,37 V adalah 84 Mpa dengan regangan 1,3, dimana dari grafik data

menunjukkan grafik arus 1,37 V memiliki tegangan yang lebih tinggi.

2. Pada pengujian kekerasan *Vickers* terhadap arus yang berbeda di dapat 2 hasil dari data Vickers SS 400 dan AISI 304, dimana pada data Vickers SS 400 nilai HVN tertinggi ada pada daerah HAZ arus 1,37 V dan nilai HVN terendah ada pada daerah Las arus 1,37 V. Sedangkan pada data Vickers AISI 304 nilai HVN tertinggi ada pada daerah Las arus 1,48 V dan nilai HVN terendah ada pada daerah HAZ arus 1,37 V.

Daftar Pustaka

- [1] Amstead, B.H., Djaprie, S. (Alih Bahasa), 1995, *Teknologi Mekanik*, jilid I, PT. Erlangga, Jakarta.
- [2] Wiryosumarto, Harsono. Dkk., 2000, *Teknologi Pengelasan Logam*. Jakarta, PT Pradnya Paramita.
- [3] Anaraki A.G., Pipelzadeh M.K., and Stephen J., 2002, *Experimental and numerical analysis of low cycle fatigue of spot welded joints under peel-tension loading*, Mechanical Computational, vol 221, pp.786-804.
- [4] Rinomo Muhammad Fahmi. 2015. **Studi Metalografi Pengaruh Arus Dan Holding Time Pada Pengelasan Spot Welding Material Stainless Steel**. Skripsi. Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- [5] Masyrukan, 2005, *Penelitian Sifat Fisis Dan Mekanis Baja Karbon Rendah Akibat Pengaruh Proses Pengarbonan Dari Arang Kayu Jati*, Media Mesin, Vol. 7, No. 1,pg 40-46



Dewi Maya Puspitasari menyelesaikan studi SMK di SMK Negeri 1 Denpasar, pada tahun 2015, kemudian melanjutkan program sarjana di Jurusan T Mesin Universitas Udayana pada tahun 2015, dan menyelesaikannya pada tahun 2020.

Bidang penelitian yang diminati adalah topik-topik yang berkaitan dengan Teknologi Pengelasan