

Variasi Parameter Input Spot Welding Design dan Perubahan Nilai Tegangan Geser Sambungan Dissimilar Galvalum - Baja Karbon ST 41

I K.. Purnama Ari Putra, I N. Budiarsa, I N. G. Antara
Program Studi Teknik Mesin Universitas Udayana, Kampus Bukit Jimbaran Bali

Abstrak

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh fluktuasi parameter input desain las titik dan perubahan nilai tegangan geser pada sambungan heterogen galvalum (baja karbon ST 41 dengan elektroda las titik diameter kerucut 6 mm dan 7 mm). Penelitian dilakukan dengan 3 metode pengujian untuk mengetahui pengaruh variasi parameter input Spot Welding Design dan perubahan nilai tegangan geser sambungan dissimilar Galvalum – Baja Karbon ST 41 menggunakan diameter-diameter Spot Welding Electrode Taper 6 mm & 7 mm, yaitu uji tarik buat logam induk (Base Metal), uji geser dalam sambungan las (Weld Joint). Hasil penelitian pertama nilai kekuatan geser yg paling baik dihasilkan dalam spesimen C (\emptyset 6mm, tiga volt, 0,lima detik) menggunakan kekuatan geser homogen-homogen 176,339 MPa & nilai homogen-homogen regangan 0,041 dengan diameter-diameter Spot Welding Electrode Taper 6 mm dan 7 mm, yaitu uji tarik untuk logam induk (Base Metal), uji geser pada sambungan las (Weld Joint). Hasil penelitian menunjukkan nilai kekuatan geser yang paling baik didapatkan pada spesimen C (\emptyset 6mm, 3 volt, 0,5 detik) dengan kekuatan geser rata-rata 176,339 MPa dan nilai rata-rata regangan 0,041.

Kata kunci: Spot Welding, Dissimilar, Tarik, Geser

Abstract

This study aims to determine the effect of variations in the input parameters of Spot Welding Design and changes in the value of shear stress of Galvalume dissimilar joints - ST 41 Carbon Steel with Spot Welding Electrode Taper diameters of 6 mm and 7 mm. This study uses 3 test methods to determine the effect of variations in the input parameters of Spot Welding Design and changes in the value of shear stress and Galvalume dissimilar joints - ST 41 Carbon Steel with a Spot Welding Electrode Taper diameter of 6 mm and 7 mm, namely tensile tests for metals. (Base Metal), shear test on welded joints (Weld Joint). The results showed that the best shear strength value was found in specimen C (\emptyset 6mm, 3 volts, 0.5 seconds) with an average shear strength of 176.339 MPa and an average strain value of 0.041.

Keywords: Spot Welding, Dissimilar, Tensile, Shear

1. Pendahuluan

Perkembangan teknologi saat ini telah menyebabkan peningkatan pesat dalam penelitian penggunaan energi listrik, termasuk pengelasan [2]. Lebih dari 40 jenis pengelasan dilakukan, seperti pengelasan titik, di mana dua logam ditekan bersama dan bergabung untuk mengikat ikatan antara atom dan molekul logam [1]. Pengelasan titik adalah proses pengelasan yang menjepit lembaran logam dengan dua elektroda, dan ketika arus listrik mengalir melalui posisi penjepit, sambungan las dimungkinkan. Salah satu teknik pengelasan yang paling banyak digunakan saat ini adalah teknik penyambungan dua logam yang berbeda (berbeda). Salah satu teknik pengelasan yang paling populer saat ini adalah penyambungan dua logam yang berbeda. Ikatan logam yang tidak sama (tidak rata) mewakili ikatan antara dua logam dengan sifat yang berbeda. Bahan yang digunakan di area ini, seperti rangka dan bagian bodi, harus memenuhi kriteria kemampuan cetakan, kemampuan las, ketahanan korosi, dan kemampuan perbaikan. Alat transportasi seperti sepeda motor, mobil, kereta api, pesawat dan kapal laut merupakan kebutuhan yang sangat

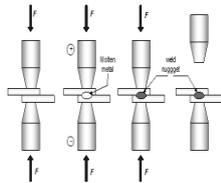
penting, dan mengingat cadangan bahan bakar fosil yang semakin menipis, maka diperlukan transportasi yang murah dan hemat energi. Oleh karena itu, dalam penelitian ini, pengaruh parameter pengelasan titik terhadap sifat mekanik galvalum baja karbon rendah dan ST 41 ditentukan dengan melakukan uji tarik pada galvalum dan baja karbon rendah ST 41 sebagai bahan dasar. Uji geser dan uji ketahanan hasil pengelasan. Berdasarkan fenomena tersebut, penulis tertarik untuk melakukan penelitian yang berjudul “Variasi Parameter Masukan Desain Titik Las dan Perubahan Nilai Tegangan Geser Pada Sambungan Heterogen Galvalum Baja Karbon St41”. Alat transportasi seperti sepeda motor, mobil, kereta api, pesawat terbang maupun kapal laut adalah kebutuhan yang sangat penting. Dengan semakin berkurangnya cadangan bahan bakar fosil, maka diperlukan alat transportasi yang murah dan hemat energy. Oleh karena itu, penelitian ini menentukan pengaruh parameter pengelasan titik terhadap sifat mekanik baja karbon rendah galvalume dan ST 41 dengan melakukan uji tarik pada galvalum sebagai bahan dasar dan baja karbon rendah ST 41. Saya bertujuan untuk itu. , Uji geser dan uji ketahanan

hasil pengelasan. Berdasarkan fenomena tersebut, penulis mengerjakan penelitian yang berjudul “Variasi parameter input desain las titik dan perubahan nilai tegangan geser pada sambungan heterogen galvalum”

2. Dasar Teori

2.1 Las Titik (Spot Welding)

Pengelasan, juga disebut sebagai pengelasan titik (*spot welding*), dilakukan dengan menekan dua pelat dengan jenis yang sama atau berbeda antara kerucut elektroda las titik, dengan aliran arus dan panas yang dihasilkan secara simultan pada permukaan logam, diikuti oleh hambatan listrik, meleleh setelah mencair.



Gambar 1. Proses Pengelasan Las Titik.

(<http://widimaterial.blogspot.com>)

2.2 Spot Welding Electrode Taper

Kerucut elektroda las titik berada di ujung pistol las yang digunakan untuk memberikan tekanan pada benda kerja. Kerucut elektroda las titik tidak hanya menekan benda kerja, tetapi juga membawa arus besar melalui proses pengelasan selama pengelasan titik.



Gambar 2. Spot Welding Elektroda Taper.

Karena elektroda las titik lancip memiliki titik leleh yang berbeda dengan benda yang akan dilas, maka elektroda las titik lancip terbuat dari tembaga sehingga tidak melekat atau melekat pada benda kerja setelah proses pengelasan selesai. Elektroda las digunakan dalam penelitian ini. Kerucut berdiameter 6 mm dan 7 mm [3].

2.3 Galvalum

Galvalum pertama kali dikerjakan pada tahun 1962 dan disempurnakan oleh Bethlehem International Engineering Corporation. Produksi komersial pertama material *Galvalum* adalah pada tahun 1972 untuk meningkatkan ketahanan korosi pada baja ringan dapat dilakukan dengan pelapisan paduan seng dan aluminium.

Tabel 1. Komposisi Kimia *Galvalum*

Komposisi Kimia <i>Galvalum</i> (%)		
Al	Si	Zn
55	1,6	43,4

2.4 Baja Karbon

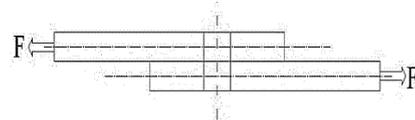
Baja karbon ST 41 merupakan salah satu baja karbon rendah. Bahan ini termasuk dalam golongan baja karbon rendah karena komposisinya mengandung karbon 0,08% dan 0,20%. Baja karbon rendah banyak digunakan pada bagian mesin industri seperti roda gigi, rantai, kopling dan poros. Selain itu, baja ST 41 juga digunakan sebagai pegangan rem, lambung, lambung, pipa, konstruksi jembatan dan paku keling untuk sepeda motor.

Tabel 2. Komposisi Kimia Baja ST 41

Komposisi Kimia Baja ST 41 (%)					
Fe	C	Mn	Si	S	P
98,985	0,10	0,6	0,25	0,035	0,03

2.5 Uji Geser

Kekuatan geser merupakan sifat mekanik logam yang diindikasikan penting. Terutama pada perencanaan konstruksi maupun pengerjaan logam tersebut. Kekuatan geser suatu bahan dapat diketahui dengan menguji tarik atau pengujian geser pada bahan yang bersangkutan. Perbedaan pengujian tarik dengan pengujian geser merupakan gaya yang bekerja pada saat proses pengujian berlangsung, gaya yang terjadi pada saat pengujian tarik merupakan gaya arah memanjang (longitudinal), sedangkan gaya yang terjadi pada saat pengujian geser merupakan gaya arah vertical [3]. Untuk pengujian geser ini prosesnya hampir sama dengan pengujian Tarik dikarenakan hanya merubah posisi material yang ingin diujikan. Dari uji geser akan diperoleh sifat sifat sebagai berikut:



Gambar 3. Tegangan Geser

$$\tau = \frac{F}{A} \quad (1)$$

Dimana:

τ : Tegangan geser (MPa)

F : Gaya geser (N)

A : Luas penampang (mm^2)

Regangan yang didapatkan merupakan regangan linear rata-rata, yang diperoleh dengan cara membagi perpanjangan (gauge length) benda uji, dengan panjang awal.

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L_0} \quad (2)$$

Dimana:

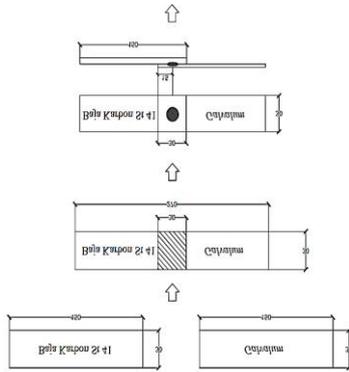
ε : Regangan

ΔL : Pertambahan Panjang (mm)

L_0 : Panjang awal (mm)

3. Metode Penelitian

3.1 Bentuk Spesimen Uji



Gambar 4. Skematik Spesimen

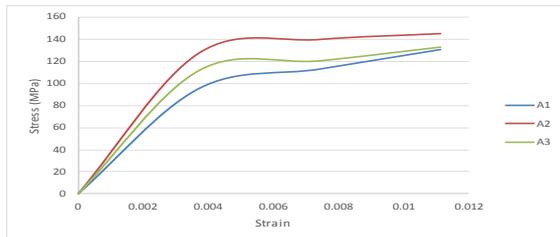
4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Hasil Pengujian Uji Geser pada Sambungan Las

Untuk uji geser sambungan las yang diperoleh dari dua sampel dengan elektroda las diameter kerucut 6 mm dan 7 mm, hasil uji geser sambungan las ini dapat ditunjukkan pada tabel berikut. grafis:

4.1.1 Hasil Uji Geser Sambungan Las Electrode Taper 6 mm

Hasil dari pengujian geser spesimen dengan kode (A) menggunakan variasi electrode taper 6 mm, 1,8 volt dan waktu 0,5 detik dengan data dalam grafik berikut:



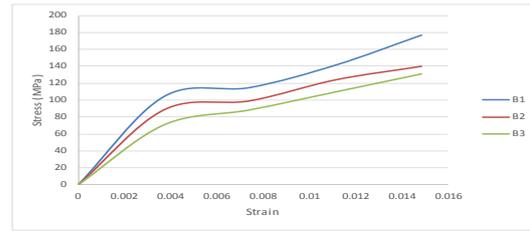
Gambar 5. Grafik Tegangan-Regangan Geser pada Sambungan Las (A)

Berdasarkan hasil uji geser yang ditunjukkan pada grafik di atas, tampilkan data uji geser sambungan las kode (A) dan dapatkan nilai tegangan geser rata-rata dan nilai perpanjangan rata-rata 0,011 untuk ketiga sampel sebesar 136.235 MPa.

Tabel 3. Rata-rata dari Tiga Spesimen Uji Geser pada Sambungan Las (A)

Spesimen	Tegangan Geser Maks. (MPa)	Regangan
A1	130,927	0,011
A2	145,081	0,011
A3	132,696	0,011
Rata-rata	136,235	0,011

Hasil dari pengujian geser spesimen dengan kode (B) menggunakan variasi electrode taper 6 mm, 1,8 volt dan waktu 1 detik dengan data dalam grafik berikut:



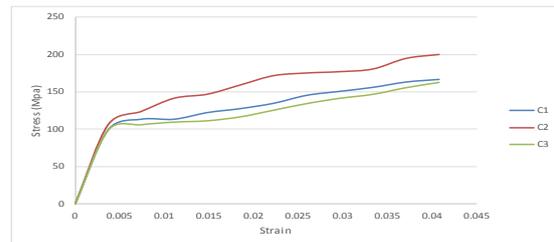
Gambar 6. Grafik Tegangan-Regangan Geser pada Sambungan Las (B)

Berdasarkan hasil dari pengujian geser yang di gambarkan pada grafik pada gambar diatas menunjukkan data uji geser pada sambungan las dengan kode (B) mendapatkan nilai rata-rata tegangan geser dari ketiga spesimen sebesar 149,210 MPa dan nilai rata-rata regangan sebesar 0,015.

Tabel 4. Rata-rata dari Tiga Spesimen Uji Geser pada Sambungan Las (B)

Spesimen	Tegangan Geser Maks. (MPa)	Regangan
B1	176,929	0,015
B2	139,774	0,015
B3	130,927	0,015
Rata-rata	149,210	0,015

Hasil dari pengujian geser spesimen dengan kode (C) menggunakan variasi electrode taper 6 mm, 3 volt dan waktu 0,5 detik dengan data dalam grafik berikut:



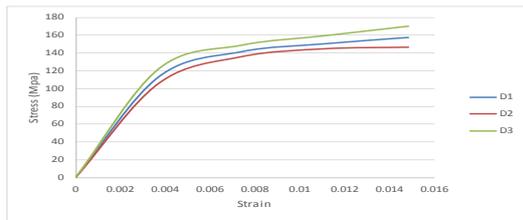
Gambar 7. Grafik Tegangan-Regangan Geser pada Sambungan Las (C)

Berdasarkan hasil dari pengujian geser yang di gambarkan dalam grafik pada gambar diatas menunjukkan data uji geser pada sambungan las dengan kode (C) mendapatkan nilai rata-rata tegangan geser dari ketiga spesimen sebesar 176,339 MPa dan nilai rata-rata regangan sebesar 0,041.

Tabel 5. Rata-rata dari Tiga Spesimen Uji Geser pada Sambungan Las (C)

Spesimen	Tegangan Geser Maks. (MPa)	Regangan
C1	166,313	0,041
C2	199,929	0,041
C3	162,774	0,041
Rata-rata	176,339	0,041

Hasil dari pengujian geser spesimen dengan kode (D) menggunakan variasi electrode taper 6 mm, 3 volt dan waktu 1 detik dengan data dalam grafik berikut:



Gambar 8. Grafik Tegangan-Regangan Geser pada Sambungan Las (D)

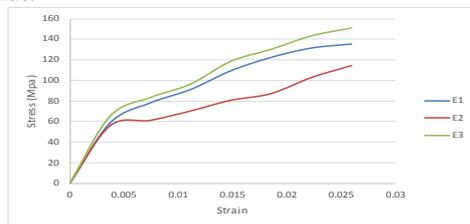
Berdasarkan hasil dari pengujian geser yang di gambarkan pada grafik pada gambar diatas menunjukkan data uji geser pada sambungan las dengan kode (D) mendapatkan nilai rata-rata tegangan geser dari ketiga spesimen sebesar 158,056 MPa dan nilai rata-rata regangan sebesar 0,015.

Tabel 6. Rata-rata dari Tiga Spesimen Uji Geser pada Sambungan Las (D)

Spesimen	Tegangan Geser Maks. (MPa)	Regangan
D1	157,466	0,015
D2	146,851	0,015
D3	169,851	0,015
Rata-rata	158,056	0,015

4.1.2 Hasil Uji Geser Sambungan Las Electrode Taper 7mm

Hasil dari pengujian geser spesimen dengan kode (E) menggunakan variasi electrode taper 7 mm, 1,8 volt dan waktu 0,5 detik dengan data dalam grafik berikut:



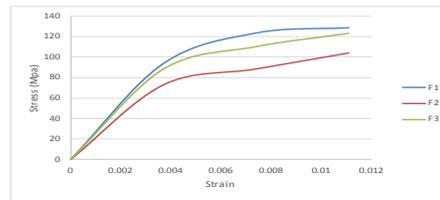
Gambar 9. Grafik Tegangan-Regangan Geser pada Sambungan Las (E)

Berdasarkan hasil dari pengujian geser yang di gambarkan pada grafik pada gambar diatas menunjukkan data uji geser pada sambungan las dengan kode (E) mendapatkan nilai rata-rata tegangan geser dari ketiga spesimen sebesar 133,455 MPa dan nilai rata-rata regangan sebesar 0,026.

Tabel 7. Rata-rata dari Tiga Spesimen Uji Geser pada Sambungan Las (E)

Spesimen	Tegangan Geser Maks. (MPa)	Regangan
E1	135,188	0,026
E2	114,390	0,026
E3	150,786	0,026
Rata-rata	133,455	0,026

Hasil dari pengujian geser spesimen dengan kode (F) menggunakan variasi electrode taper 7 mm, 1,8 volt dan waktu 1 detik dengan data dalam grafik berikut:



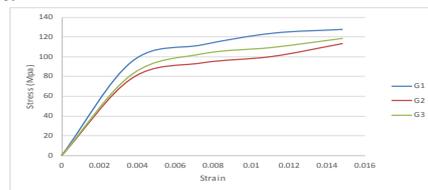
Gambar 10. Grafik Tegangan-Regangan Geser pada Sambungan Las (F)

Hasil dari pengujian geser yang di gambarkan dalam grafik pada gambar diatas menunjukkan data uji geser pada sambungan las dengan kode (F) mendapatkan nilai rata-rata tegangan geser dari ketiga spesimen sebesar 118,723 MPa dan nilai rata-rata regangan sebesar 0,011.

Tabel 8. Rata-rata dari Tiga Spesimen Uji Geser pada Sambungan Las (F)

Spesimen	Tegangan Geser Maks. (MPa)	Regangan
F1	128,688	0,011
F2	103,991	0,011
F3	123,489	0,011
Rata-rata	118,723	0,011

Hasil dari pengujian geser spesimen dengan kode (G) menggunakan variasi electrode taper 7 mm, 3 volt dan waktu 0,5 detik dengan data dalam grafik berikut:



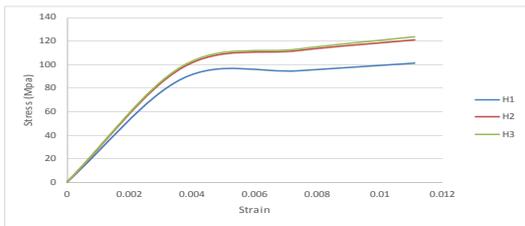
Gambar 11. Grafik Tegangan-Regangan Geser pada Sambungan Las (G)

Berdasarkan hasil dari pengujian geser yang di gambarkan pada grafik pada gambar diatas menunjukkan data uji geser pada sambungan las dengan kode (G) mendapatkan nilai rata-rata tegangan geser dari ketiga spesimen sebesar 119,589 MPa dan nilai rata-rata regangan sebesar 0,015.

Tabel 9. Rata-rata dari Tiga Spesimen Uji Geser pada Sambungan Las (G)

Spesimen	Tegangan Geser Maks. (MPa)	Regangan
G1	127,389	0,015
G2	113,090	0,015
G3	118,289	0,015
Rata-rata	119,589	0,015

Hasil dari pengujian geser spesimen dengan kode (H) menggunakan variasi electrode taper 7 mm, 3 volt dan waktu 1 detik dengan data dalam grafik berikut:



Gambar 12. Grafik Tegangan-Regangan Geser pada Sambungan Las (H)

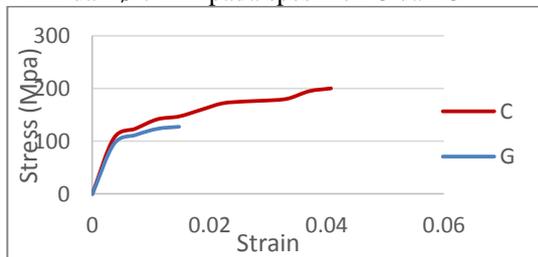
Berdasarkan dari pengujian geser yang di gambarkan pada grafik pada gambar diatas menunjukkan data uji geser pada sambungan las dengan kode (H) mendapatkan nilai rata-rata tegangan geser dari ketiga spesimen sebesar 115,256 MPa dan nilai rata-rata regangan sebesar 0,011.

Tabel 10. Rata-rata dari Tiga Spesimen Uji Geser pada Sambungan Las (H)

Spesimen	Tegangan Geser Maks. (MPa)	Regangan
H1	101,391	0,011
H2	120,889	0,011
H3	123,489	0,011
Rata-rata	115,256	0,011

Dalam pengelasan titik ada beberapa parameter yang mempengaruhi kekuatan sambungan las titik yaitu diameter taper, waktu penekanan, dan voltase. Berikut adalah hasil dari analisa pengaruh parameter terhadap uji geser.

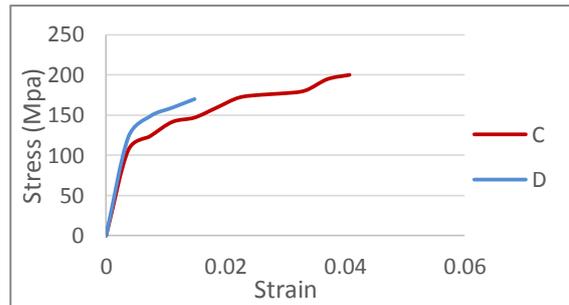
- Pengaruh perbedaan diameter elektrode taper ϕ 6 mm dan ϕ 7 mm pada spesimen C dan G



Gambar 13. Pengaruh Perbedaan Diameter Elektrode Taper ϕ 6 mm dan ϕ 7 mm Pada Spesimen C dan G

Pada perbedaan diameter elektrode taper ini didapatkan hasil teganggang geser maksimal dari grafik diatas yaitu spesimen C dengan parameter (ϕ 6 mm, 3 V, 0,5 detik) sebesar 199,929 MPa sedangkan spesimen G dengan parameter (ϕ 7 mm, 3 V, 0,5 detik) sebesar 127,389 MPa. Dapat dilihat dari nilai tegangan geser maksimal spesimen C lebih baik dibandingkan dengan spesimen G.

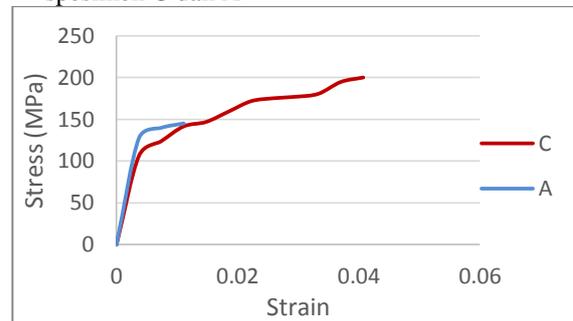
Pengaruh perbedaan waktu tekan 0,5 detik dan 1 detik pada spesimen C dan D. Pada perbedaan voltase ini didapatkan hasil teganggang geser maksimal dari grafik diatas yaitu spesimen C dengan parameter (ϕ 6 mm, 3 V, 0,5 detik) sebesar 199,929 MPa sedangkan spesimen A dengan parameter (ϕ 6 mm, 1,8 V, 0,5 detik) sebesar 145,081 MPa. Dapat dilihat dari nilai tegangan geser maksimal spesimen C lebih baik dibandingkan dengan spesimen A.



Gambar 14. Pengaruh Perbedaan Waktu Tekan 0,5 Detik dan 1 Detik Pada Spesimen C dan D

Pada perbedaan waktu tekan ini didapatkan hasil teganggang geser maksimal dari grafik diatas yaitu spesimen C dengan parameter (ϕ 6 mm, 3 V, 0,5 detik) sebesar 199,929 MPa sedangkan spesimen D dengan parameter (ϕ 6 mm, 3 V, 1 detik) sebesar 169,851 MPa. Dapat dilihat dari nilai tegangan geser maksimal spesimen C lebih baik dibandingkan dengan spesimen D. Menurut [8] semakin lama waktu tekan maka nilai tegangan geser maka akan cenderung menurun. Hal ini dikarenakan adanya kondisi las mengalami getas akibat dari arus yang besar dan waktu penekanan yang lama dan mengakibatkan hasil las mengalami kerapuhan. Dengan demikian waktu tekan 0,5 detik sangat tepat untuk pengelasan las titik pada penelitian ini.

- Pengaruh perbedaan voltase 3 V dan 1,8 V pada spesimen C dan A



Gambar 15. Pengaruh Perbedaan Voltase 3 V dan 1,8 V Pada Spesimen C dan A

Semakin besar tegangan yang digunakan maka semakin besar juga daya maksimum mesin yang digunakan serta berpengaruh pada arus yang dikeluarkan. Dari persamaan yang ada ($H = I^2 \cdot R \cdot T$) yaitu semakin besar arus (I) yang diberikan maka nilai masukan panas (H) akan semakin besar. Dapat diartikan semakin besar tegangan sangat berpengaruh pada kekuatan sambungan las dalam proses pengelasan las titik.

5. Kesimpulan

Dari Penelitian yang dilakukan pada sambungan Dissimilar Galvalum – Baja Karbon ST 41 dengan variasi parameter input *spot welding design* dapat disimpulkan sebagai berikut:

sambungan las titik yang telah dilakukan spesimen (C) menghasilkan nilai tegangan geser maksimum tertinggi dengan rata-rata nilai tegangan geser

sebesar 176,339 MPa dan rata-rata nilai pada regangan sebesar 0,041. Sedangkan spesimen (H) menghasilkan nilai tegangan geser terendah dengan rata-rata nilai tegangan geser terbilang 115,256 MPa dan rata-rata nilai regangan sebesar 0,011.

Daftar Pustaka

- [1] De, A., 2008, Spot welding. *Science and Technology of Welding and Joining*, **13(3)**, 213–214.
<https://doi.org/10.1179/174329308X326318>
- [2] Fachruddin, Suryanto H., Solichin, 2016, *Pengaruh Variasi Arus Listrik Pengelasan Titik (Spot Welding) Terhadap Kekuatan Geser, Kekerasan Dan Struktur Mikro Pada Sambungan Dissimilar Baja Stainless Steel Aisi 304 Dengan Baja Karbon Rendah St 41*, Jurnal Teknik Mesin, Tahun 24, No. 2, 2.
- [3] Fallis A., 2013, 済無 No Title No Title. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), 1689–1699.
<https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- [4] IN Budiarsa., IDGA Subagia., IW Widhiada., NPG Suardana. (2015). *Characterization of Material Parameters by Reverse Finite Element Modelling Based on Dual Indenters Vickers and Spherical Indentation*. *Procesia Manufacturing* 2, 124-129
- [5] IN Budiarsa., IN Antara., IMG Karohika. (2019). *Indentation Size Effect of the Vickers Indentation to Improve the Accuracy of Inverse Materials Properties Modelling Based on Hardness Value*. *IOP Conference Series : Earth and Environmental Science* 248 (1), 012009
- [6] IN Budiarsa., ING Antara., IM Astika., IW Widhiada. 2019). *Determining Plastic Properties of Material Through Instrumented Indentation Approach*. *International Journal of Advanced Research in Engineering and Technology* 10(1)
- [7] IW Widhiada., IN Budiarsa., IM Widyarta., T Colitore. (2019). *Comparison of PID and Fuzzy Logic to Control the Motions of Robotic Prosthetic Limbs*. *IOP Conference Series : Materials Science and Engineering* 673 (1), 012109
- [8] Sahrevy M.A., 2021, *Analisa Pengaruh Kuat Arus Dan Waktu Las Pada Proses Las Titik (Resistansi Spot Welding) Terhadap Kekuatan Tarik Pada Hasil Sambungan Las Pelat Ss 400*, 5(2), 114–119.

- [9] Santoso J., 2006, *Pengaruh Arus Pengelasan Terhadap Kekuatan Tarik Dan Ketangguhan Las Smaw Dengan Elektroda E7018*, Skripsi, 1–125.

