
**ANALISA PENGARUH PENDINGINAN MESIN LAS TITIK TERHADAP SIFAT
MEKANIS BJLS GALVALUM****Riswan Eko Wahyu Susanto¹, Rahayu Mekar Bisono²**

Program Studi Perawatan dan Perbaikan Mesin, Politeknik Kediri

risone79@gmail.com¹ rahayuyudhaputra@gmail.com²**ABSTRACT**

Resistance Spot welding is widely used in plate grafting techniques with a certain thickness and widely applied for the manufacture of filling cabinets, bookshelves, and so forth. Problems that occur at the point welding machine, such as the engine is less than optimal when overheating and for materials with certain alloys can not be done welding. This research is aimed to get the result of suitable welding joint, obtained by machine optimization, and can understand the influence of cooling system at point welding machine. This research method is true experimental research, Variable Research consists; Cooling pressure free pressure variable at 10 Psi, 20 Psi, and 30 Psi. Variable bound to strong welding current 8 and resistance 4. Control variables BJLS Galvalum plate thickness 0.4 mm. Tensile Testing and Shear testing using Universal Testing Machine (UTM WDW-20). and one way Anova statistical approach was analyzed. The results show that the increase in cooling flow pressure increases the tensile shear strength of spot welds. This indicates that the higher the cooling flow the spot welding machine DN-25 the more effective work as well as BJLS Galvalum material increasingly has high tensile shear strength. Anova analysis showed that cooling flow pressure had significant effect on shear tensile strength with 95 percent confidence level.

Keywords: *Resistant Spot Welding, cooling flow, galvalum, tensile shear strength*

ABSTRAK

Resistance Welding banyak digunakan dalam teknik penyambungan pelat dengan ketebalan tertentu dan banyak diaplikasikan guna pembuatan filling cabinet, rak buku, dan sebagainya. Masalah yang terjadi pada mesin las titik, misalnya mesin kurang optimal apabila terlalu panas dan untuk material dengan paduan tertentu tidak dapat di lakukan pengelasan. Penelitian ini bertujuan agar diperoleh hasil sambungan las yang sesuai, diperoleh optimasi mesin, dan dapat memahami pengaruh sistem pendinginan pada mesin las titik. Metode penelitian ini merupakan true experimental research, Variabel Penelitian terdiri; Variabel bebas tekanan aliran pendinginan pada 10 Psi, 20 Psi, dan 30 Psi. Variabel terikat dengan kuat arus pengelasan 8 dan resistensi 4. Variabel kontrolnya pelat BJLS Galvalum tebal 0,4 mm. Pengujian Tarik Geser menggunakan Universal Testing Mesin (UTM WDW-20). serta dilakukan analisa pendekatan statistik anova satu arah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan tekanan aliran pendinginan meningkatkan kekuatan tarik geser las titik. Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi aliran pendinginan maka mesin las titik DN-25 semakin efektif bekerja serta material BJLS Galvalum semakin memiliki kekuatan tarik geser yang tinggi. Dari hasil analisa Anova diperoleh bahwa tekanan aliran pendinginan berpengaruh nyata terhadap kekuatan tarik geser dengan tingkat keyakinan 95 persen.

Kata Kunci: *Las Titik, aliran pendinginan, galvalum, kekuatan tarik geser*

PENDAHULUAN

Resistance Welding atau lebih sering dikenal dengan las tahanan memiliki beragam jenisnya, misalnya *seam resistance welding* (las tahanan gelindin), *resistance spot welding* (las tahanan titik), dan sebagainya. Las tahanan titik banyak digunakan

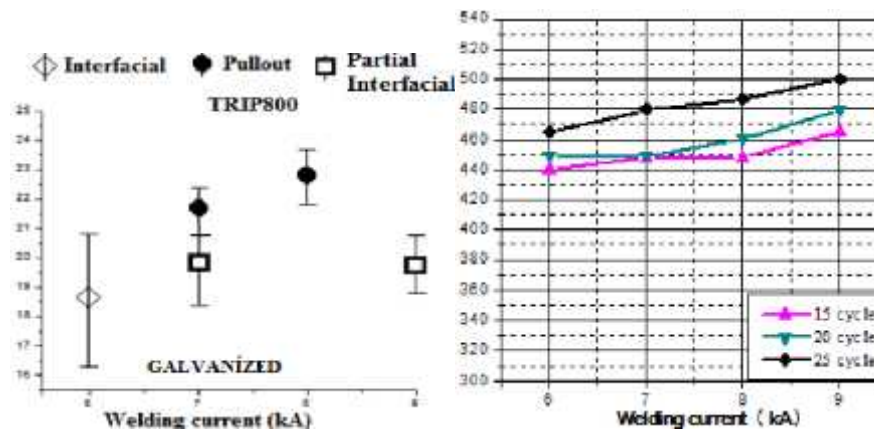
sebagai mesin pengelas pelat dengan ketebalan tertentu yang banyak diaplikasikan guna pembuatan produk filling cabinet, rak buku, dan sebagainya. Karena itu banyak mesin ini dijumpai di institusi pendidikan atau pun perusahaan. Pada institusi pendidikan mesin las ini bukan hanya sebagai alat pembelajaran akan tetapi dapat juga sebagai wahana penggalan ilmu pengetahuan dibidang las titik yaitu dengan cara pengembangan-pengembangan tentunya. Hal ini dibuktikan dengan telah banyak dikembangkannya mesin las titik oleh beberapa peneliti.

Dalam perkembangannya mesin las titik yang digunakan di institusi pendidikan memiliki kendala baik optimalisasi mesin maupun masalah yang berhubungan material-material tertentu yang biasa menggunakan mesin tersebut. Sebagai contoh mesin yang dimiliki oleh institusi Politeknik Kediri. Masalah yang muncul yaitu mesin kurang optimal apabila dalam keadaan terlalu panas dan untuk material dengan seng dengan paduan tertentu tidak dapat di lakukan pengelasan. Dengan sistem pendinginan ini diharapkan bahwa mesin las titik DN-25 lebih optimal bila menggunakan mesin pendingin, hasil sambungan las lebih kuat (kekuatan tarik dan geser), pelat BJLS galvalum memungkinkan untuk disambung dengan system pengelasan, dan diharapkan dengan penelitian ini mahasiswa lebih dapat memahami pentingnya sistem pendinginan pada mesin tertentu dalam waktu tertentu.

Rumusan masalah pada penelitian ini yaitu: “bagaimana analisa menganalisa pengaruh aliran pendinginan mesin las titik DN-25 terhadap sifat mekanis Pelat BJLS Galvalum dengan system *closed flow cooling*”,. Sedangkan tujuan dari penelitian ini: “dapat menganalisa pengaruh aliran pendinginan mesin las titik DN-25 terhadap sifat mekanis Pelat BJLS Galvalum dengan sistem *closed flow cooling*.”. Diharapkan dengan penelitian ini dapat bermanfaat untuk perkembangan keilmuan dan sebagai pengembangan bahan ajar. Diharapkan juga, dari hasil analisa pengaruh aliran pendinginan mesin las titik DN-25 terhadap sifat mekanis Pelat BJLS Galvalum dengan system *Closed Flow Cooling*.”. Serta dapat memberikan prediksi langkah kebijakan dan menentukan penggunaan galvalum dan efisiensi mesin Las Titik.

Penelitian terdahulu yang mendukung penelitian ini diantaranya; penelitian yang diteliti oleh Emre Hayreyye Ertek and Kacar Ramazan (2016) Kurniawan tahun (2010) yang mengkaji “*Resistance Spot Weldability of Galvanize coated and uncoated TRIP Steels*.”. Hasil pengamatan dan pengujian menunjukkan bahwa pengaruh parameter

pengelasan diantaranya waktu pengelasan dan amper pengelasan yang mempengaruhi nugget geometry lasan dari kekuatan tarik geser, ditemukan peningkatan kekerasan pada daerah fusi dan HAZ yang bertransformasi kedalam martensit sehingga diperoleh HAZ galvanis memiliki kekerasan yang sangat besar. Terdapat tiga macam “*failure mode*” pada sambungan las titi diantaranya *Interfacial Failure (IF)*, *Pull out Failure (PF)*, dan *Partial Interfacial Failure (PIF)*.

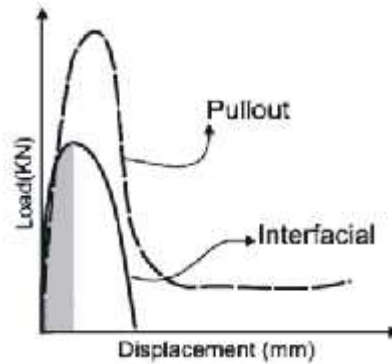


Gambar 1. Pengaruh dari parameter pengelasan pada tipe patahan tarik geser dan lebar HAZ (bahan Galvanis)

Sumber : Emre Hayreye Ertek and Kacar Ramazan, 2016

Kemudian penelitian Youn H.J., Kim D.C., and Kang M.J. (2011) meneliti dengan judul “*Inverter DC resistance spot weldability of 590 MPa galvanized steel for automotive applications*” diperoleh hasil penelitian bahwa di bawah kondisi pengelasan yang sama, baja galvanis GAFC 590 menunjukkan kekuatan tegang yang kurang dari pada baja tidak dilapisi SPFC 5902, kemudian sebagai kekuatan elektroda meningkat, rentang lasan yang dapat diterima saat ini meningkat, dan fraktur antarmuka pada bagian las sebagian besar diamati pada fase arus tinggi.

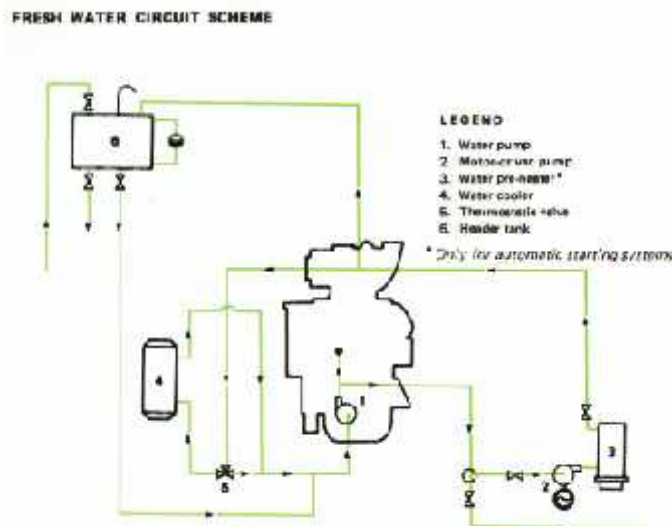
Sedangkan Pournvari M. and Ranjbarnodeh (2011) meneliti tentang “*Resistance Spot Welding Characteristic of Ferrite-Martensite DP 600 Dual Phase Advanced High Strength Steel-Part II: Failure Mode.*”, diperoleh bahwa rekomendasi konvensional $4t0.5$ (t adalah ketebalan lembaran) untuk ukuran pengelasan adalah tidak cukup untuk mendapatkan mode kegagalan penarikan selama uji geser-tarik dari lobang titik resistansi DP. Itu Ukuran zona fusi minimum yang dibutuhkan untuk mendapatkan mode kegagalan penarikan diperkirakan menggunakan mode analisis.



Gambar 1. Mode patahan secara umum pada kekuatan Tarik Geser berupa *pullout* dan *interfacial*

Sumber : Pouranvari M. and Ranjbarnodeh. 2011

Sistem pendinginan memiliki banyak metode atau sistem diantaranya adalah sistem aliran terbuka dan sistem aliran tertutup. Sistem aliran terbuka yaitu merupakan sirkulasi pendinginan baik menggunakan media air, udara atau yang lain dimana aliran masuk ke input dan keluar output. Dengan kata lain sistem terbuka yaitu sistem pendinginan buang. Sedangkan sistem aliran tertutup (*Closed Flow*) merupakan kebalikan dari sistem terbuka dimana aliran pendinginan dari output digunakan kembali pada input dan terus berputar sampai proses pengelasan berhenti (*continues*).



Gambar 2. Mesin Pendingin pada mesin Las

Sumber: Moniz and Miller, 2010

Beberapa hal lain yang juga berpengaruh pada hasil pengelasan yaitu sistem pendinginan. Sistem pendingin berfungsi untuk menjaga suhu optimal pada pengelasan.

Dengan suhu yang optimal maka hasil lasan dapat diperoleh sesuai dengan standar. Akibat tidak terdapatnya sistem pendinginan maka elektroda atau komponen pengelas akan mudah aus dikarenakan suhu yang semakin lama semakin tinggi dan tanpa diimbangi dengan pendinginan. Pada gambar 2.7 ditunjukkan sebuah mesin pendingin las yang digunakan pada mesin las TIG. Dari konsep ini peneliti akan merancang mesin pendingin pada mesin las titik.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang akan dilaksanakan merupakan *true experimental research*. Variabel Penelitian terdiri variabel bebas, variabel terikat, dan variabel kontrol. Variabel bebas yang digunakan adalah perbandingan variasi aliran pendinginan pada 10 Psi, 20 Psi, dan 30 Psi. Variabel terikat yang digunakan pada penelitian ini adalah: kuat arus pengelasan 8 dan resistensi 4. Variabel kontrol pada penelitian ini adalah: pelat BJLS Galvalum tebal 0,4mm.

Hasil Pengujian specimen berupa pengujian Tarik dan pengujian Geser menggunakan mesin *Universal Testing Mesin* (UTM WDW-20) untuk mengetahui pengaruh mekanis pada bahan seng BJLS Galvalum. Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah: pelat BJLS Galvalum dengan ketebalan 0,04 mm dan air pendinginan, diameter elektroda 10 mm bahan tembaga.



Gambar 3. Modifikasi Mesin pendingin pada Mesin las titik Stationer

Sumber: Eko Riswan W.S., 2013

Hasil Pengujian dilakukan analisa pendekatan statistic Anova satu arah. Data perulangan yang dipakai pada penelitian ini sebanyak 5 kali, sehingga dari satu kali 3 variabel bebas dan 1 variabel terikat diperoleh 15 kali percobaan.

Tabel 1

Rancangan penelitian

		Pengulangan	Aliran Pendinginan		
			10 Psi	20 Psi	30 Psi
Kekuatan Tarik	1		Y21	Y31	Y41
	2		Y22	Y32	Y42
	3		Y23	Y33	Y43
	i		Y2i	Y3i	Y4i
	<i>Jumlah</i>		$\Sigma Y2i$	$\Sigma Y3i$	$\Sigma Y4i$
Kekuatan Geser	1		Y21	Y31	Y41
	2		Y22	Y32	Y42
	3		Y23	Y33	Y43
	i		Y2i	Y3i	Y4i
	<i>Jumlah</i>		$\Sigma Y2i$	$\Sigma Y3i$	$\Sigma Y4i$

dengan: y = variabel terikat (aliran pendinginan Psi)
 i = pengulangan ke i

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil pengujian menggunakan mesin UTM WDW-20 diperoleh data hasil percobaan kekuatan geser dari material BJLS Galvalum dengan kecepatan aliran yang diatur pada tekanan aliran dari pompa menggunakan *flowmeter* sebesar (10 Psi, 20 Psi, 30 Psi).

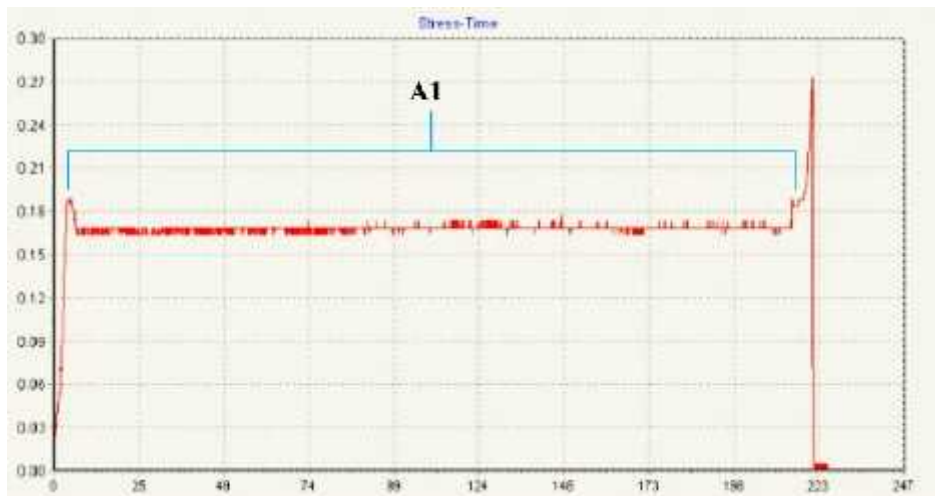


Gambar 4. Spesimen sebelum dan setelah diuji tarik geser (a) Spesimen posisi diuji tarik geser, (b) Spesimen posisi putus setelah uji tarik geser (c) Spesimen las titik siap untuk diuji tarik geser, (d) Spesimen las titik setelah diuji tarik geser

Sumber: Dokumentasi Penulis, 2017

Pada gambar 5., gambar 6., dan gamabr 7. dibawah merupakan salah satu contoh grafik hasil pengujian dari salah satu spesimen uji tarik geser. Dalam gambar tersebut poin A1, A2, dan A3 merupakan posisi awalan proses penarikan spesimen

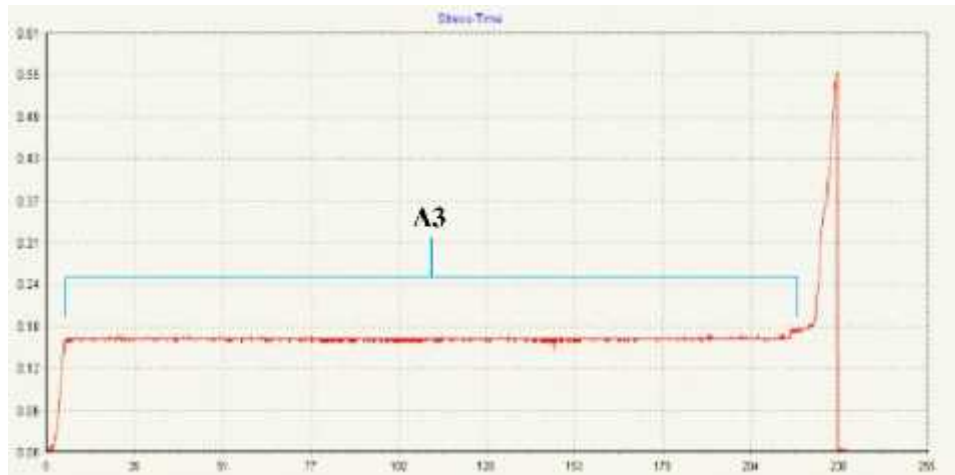
dalam kondisi belum memiliki beban sehingga pada grafik menunjukkan garis yang mendatar, setelah beberapa menit spesimen mulai tertarik dan muncullah grafik/garis yang mulai naik sampai pada titik ultimate strengnya kemudian terjadilah putus pada sambungan las Titik. Dari 15 spesimen putus terjadi pada bagian sambungan (ikatan logam galvalum) pada bagian *spot*/titiknya. Dalam grafik tersebut menunjukkan bahwa mode patahan/putus geser mengalami *interfacial* sama halnya hasil penelitian (Pouranvari M. and Ranjbarnodeh. 2011) seperti halnya ditunjukkan pada gambar 1 pada bab pendahuluan.



Gambar 4. Grafik hasil Uji Tarik Geser 10 Psi (0,27 Mpa)



Gambar 5. Grafik hasil Uji Tarik Geser 20 Psi (0,44 Mpa)



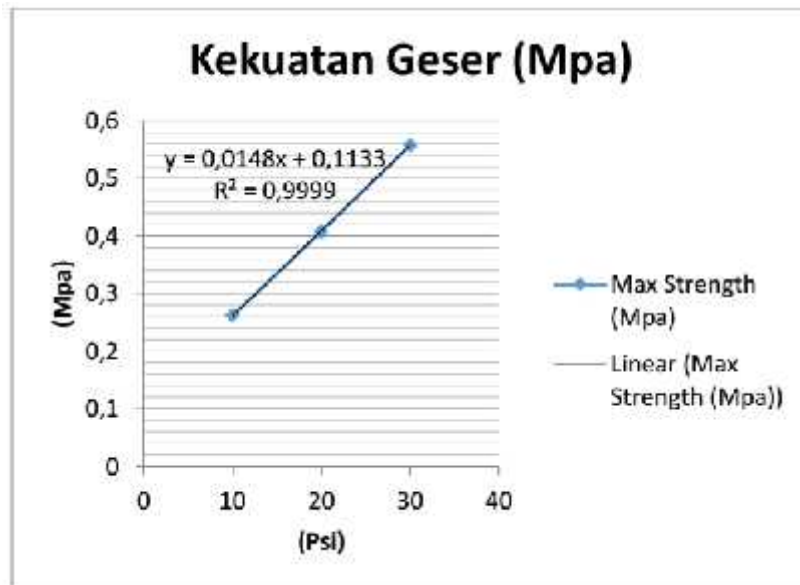
Gambar 6. Grafik hasil Uji Tarik Geser 30 Psi (0,55 Mpa)

Sehingga dari pengujian tarik geser yang diperoleh dengan perulangan 5 kali hasil pengujian tarik geser diperoleh hasil rata-rata pada tekanan aliran pendinginan sebesar 10 Psi sebesar 0,262 Mpa. Kemudian tekanan aliran pendinginan sebesar 20 Psi dengan nilai uji rata-rata sebesar 0,408 Mpa, dan pada tekanan aliran pendinginan sebesar 30 Psi sebesar 0,558 Mpa. Sedangkan gambar pengujian dan hasil uji ditunjukkan pada gambar 2 dibawah.

Tabel 2
Hasil Pengujian Tarik Geser (kekuatan Geser)

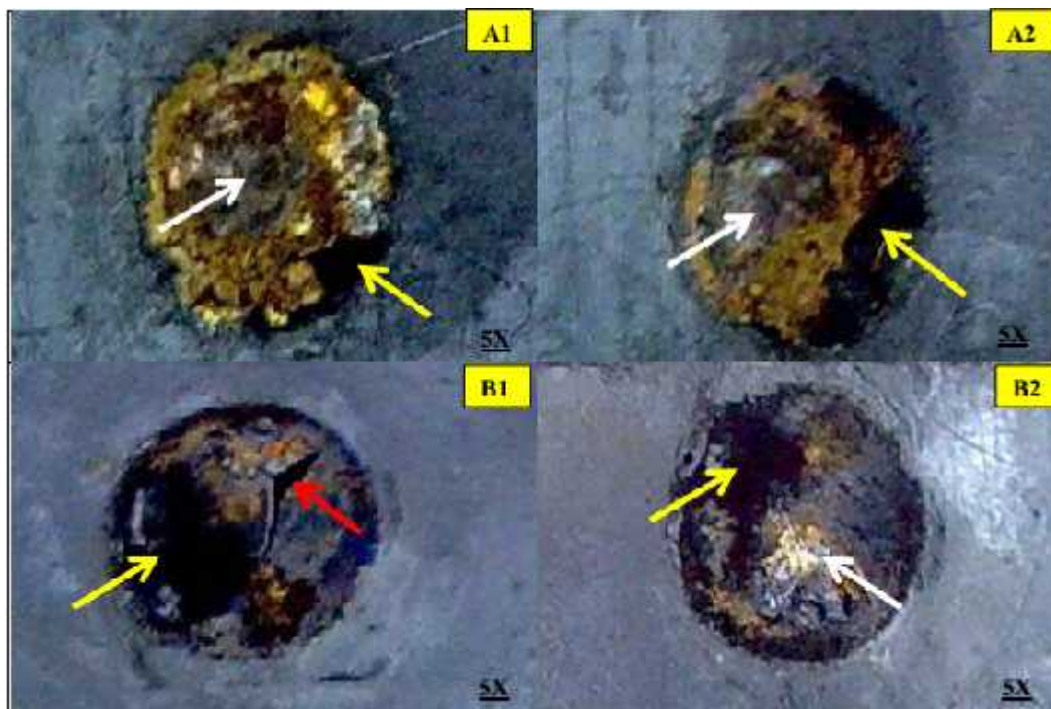
KEKUATAN GESER	
Tekanan Aliran Pendinginan	Max Strength (Mpa)
10 Psi	0,262
20 Psi	0,408
30 Psi	0,558

Pada proses pengelasan titik, elektroda sangat berperan sebagai penghantar arus untuk menyambung material yang umumnya berupa lembaran baja tipis. Mutu dari hasil pengelasan di samping tergantung dari pengerjaan lasnya sendiri juga sangat tergantung dari persiapannya sebelum pelaksanaan pengelasan. karena itu persiapan pengelasan harus mendapatkan perhatian dan pengawasan yang sama dengan pelaksanaan pengelasan. Persiapan umum dalam pengelasan meliputi penyediaan bahan, pemilihan mesin las, penunjukan juru.las, penentuan alat perakit dan beberapa hal lainnya lagi.



Gambar 7. Grafik kekuatan Tarik Geser

Dari hasil rata-rata perhitungan hasil uji geser diperoleh ukekuatan geser sebesar 0,262 Mpa untuk tekanan aliran pendinginan 10 Psi, sedangkan untuk tekanan 20 Psi diperoleh kekuatan sebesar 0,408 Mpa, dan untuk tekanan aliran pendinginan 30 Psi sebesar 0,558 Mpa. Pada gambar 7 diatas dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi tekanan aliran pendinginan maka kekuatan gesernya semakin. Serta tingkat linieritas grafik sebesar 0,9999.



Gambar 8. Makostruktur kekuatan Tarik Geser (5x pembesaran)

Pada Gambar 8 menunjukkan hasil las titik setelah spesimen diuji geser dimana gambar A1 dan A2 merupakan pasangan las titik begitu juga B1 dan B2 merupakan pasangan las titik. Pada gambar A1, A2, B1, dan B2 pada tanda panah kuning menunjukkan ikatan logam karena penekanan, sedangkan tanda panah putih menunjukkan ikatan logam bagian pusat dari las titik. Sedangkan tanda panah merah menunjukkan sobekan pelat karena tarik geser dari sambungan las titik yang terlalu kuat sehingga pelat ikut terbawa sehingga sobek. Sobekan atau patahan sambungan terjadi diawali dari bagian samping sambungan, karena bagian inti tidak mengalami *fusion* penggabungan kedua sisi logam yang dilas. Hal ini menyebabkan tidak ada atau hanya ada sedikit bagian yang tertarik (*pull out*) atau dalam bahasa lainnya tidak terdapat *pull out* (adalah interfasial) permukaan yang merata. Hal ini sesuai dengan teori dalam penelitian yang disampaikan oleh Pournavari M. and Ranjbarnodeh tahun 2011.

Analisis Varian digunakan untuk mengetahui ada tidaknya pengaruh tekanan aliran pendinginan terhadap kekuatan Geser pelat BJLS Galvalum sehingga dapat diketahui hasil analisis variannya. Apabila nilai F_{hitung} yang diperoleh lebih besar dari F_{tabel} berarti faktor yang diuji berpengaruh nyata. Namun apabila F_{hitung} lebih kecil dari F_{tabel} berarti faktor yang diuji tidak berpengaruh (Harinaldi, 2010). Tahapan sebagai berikut:

1. $H_0: \mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_k$ (Tidak ada pengaruh nyata), H_1 : tidak seluruh mean populasi sama $\mu_1 \neq 0$ (Ada pengaruh nyata)
2. Pemilihan Tingkat Kepentingan (*Level of Significance*), $\alpha = 0,05$
3. Nilai-nilai dari distribusi F disajikan dalam tabel-F (pada lampiran), yang ditentukan dengan 3 hal yaitu:
 - a. Tingkat kepentingan (*level of Significance*), $\alpha = 0,05$
 - b. $df_{num} = 5 - 1, v_1 = 4$
 - c. $df_{den} = T - k$; $T = 12$ maka $v_2 = 12 - 4 = 8$
4. $F_{tabel} = 3,838$
5. Tolak H_0 dan terima H_1 jika $RU_F > F_{cr}$ Jika tidak demikian, terima H_0
6. Perhitungan Rasio Uji (RU)

Tabel 3.
Tabulasi Perhitungan Tekanan terhadap Kekuatan Geser

	Tekanan 10 Psi			Tekanan 20 Psi					
	x_1	$x_1 - \bar{x}_1$	$(x_1 - \bar{x}_1)^2$	x_2	$x_2 - \bar{x}_2$	$(x_2 - \bar{x}_2)^2$	x_3	$x_3 - \bar{x}_3$	$(x_3 - \bar{x}_3)^2$
1	0,33	-0,01	0,0001	0,47	-0,01	0,0001	0,57	-0,04	0,0016
2	0,35	0,01	0,0001	0,47	-0,01	0,0001	0,59	-0,03	0,0009
3	0,36	0,02	0,0004	0,49	0,01	0,0001	0,61	0,00	0,0
4	0,37	0,03	0,0009	0,51	0,03	0,0009	0,63	0,02	0,0004
5	0,29	-0,05	0,0025	0,47	-0,01	0,0001	0,65	0,04	0,0016
Σ	1,31	0,000	$\Sigma d_1^2 =$ 0,004	2,04	0,01	$\Sigma d_2^2 =$ 0,0013	2,04	-0,01	$\Sigma d_3^2 =$ 0,0045
	$\bar{x}_1 = 1,31/5 =$ 0,34			$\bar{x}_2 = 2,04/5 =$ 0,482			$\bar{x}_3 = 2,04/5 =$ 0,61		

Kemudian data hasil uji divalidasi kedalam uji statistik ANOVA. Deviasi Standar (*Standart Deviation*) atau simpangan baku merupakan ukuran penyebaran yang paling sering digunakan. Mayoritas data cenderung dalam satu deviasi standar dari *mean*, dan hanya sebagian kecil saja diluar dari lima deviasi standar meannya. Dari data hasil uji dengan 5 perulangan maka standar deviasinya adalah sebagai berikut:

Tabel 4
Hasil analisis varian tekanan aliran pendinginan terhadap kekuatan Geser

	10 Psi	20 Psi	30 Psi
1 Beban rata-rata : \bar{x}	0,262	0,408	0,558
2 Estimator Standar deviasi (s):	0,267	0,41	0,56
3 Error standar dari mean ($\sigma_{\bar{x}}$):	0,119	0,183	0,25
4 <i>Chance of error</i> (α):	0,05	0,05	0,05
5 Derajat kebebasan (df	$(-0,253 \leq \mu_x \leq 0,777)$	$(-0,381 \leq \mu_x \leq 1,197)$	$(-0,519 \leq \mu_x \leq 1,635)$

Berdasarkan tabel 4. dapat ditarik kesimpulan: $F_{hitung} > F_{tabel}$;, maka H_0 : ditolak dan H_1 : diterima berarti tekanan aliran pendinginan berpengaruh nyata terhadap kekuatan geser pelat bjls Galvalum dengan tingkat keyakinan 95%.

SIMPULAN

Dari hasil yang diperoleh dapat diambil beberapa kesimpulan yakni sebagai berikut: Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan tekanan aliran pendinginan meningkatkan kekuatan Tarik geser dan kekuatan tarik las titik. Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi aliran pendinginan maka mesin las titik DN-25 semakin efektif bekerja serta material BJLS Galvalum. Semakin besar tekanan aliran pendinginan kekuatan tarik gesernya semakin meningkat dengan nilai terbesar 0,558 Mpa pada

aliran pendinginan 30 Psi. Sedangkan kekuatan terendah pada kekuatan tarik geser 0,262 Mpa dengan tekanan aliran pendinginan 10 Psi. Mode patahan kekuatan tarik geser terjadi secara *interfasial Failure*, sedangkan pada makrostruktur menunjukkan ikatan *un fusion* pada *weld zone* dan awalan patahan sambungan diawali dari sisi kanan dan kiri dari penampang yang ditarik. Kemudian dari hasil analisa Anova diperoleh bahwa tekanan aliran pendinginan berpengaruh nyata terhadap kekuatan tarik dan kekuatan geser dengan tingkat keyakinan 95 persen.

DAFTAR PUSTAKA

- Daryanto, (2012). Teknik Las, Bandung: Penerbit Alfabeta, Februari 2012
- Eko Riswan W.S., (2013), Rancang Bangun Mesin Pendingin Pada Mesin Las Titik menggunakan Metode Closed flow. *Jurnal Teknik Mesin ISSN 2252-4444 Vol.2 Tahun 2013* hal.230
- Emre Hayreye Ertek and Kacar Ramazan, 2016, Resistance Spot Weldability of Galvanize coated and uncoated TRIP Steels, *Departement of Manufacturing Engineering, Karabuk 78050, Turkey Published: 28 November 2016*
- Harinaldi, (2010). Statistik Dasar Penelitian kualitatif. Penerbit: Bandung
- Lincoln, etc., (2000) Modern Welding, The Goodheart Wilcox Company, Inc. 2000
- Moniz and Miller., (2010). *Welding Skill, Fourth Edition, American Technican Publisher, Inc. Orland Park, Illionis,*
- Pouranvari M. and Ranjbarnodeh. (2011). Resistance Spot Welding Characteristic of Ferrite-Martensite DP600 Dual Phase Advanced High Strength Steel-Part II: Failure Mode. *World Applied Sciences Journal 15 (11): 1527-1531, 2011 ISSN 1818-4952*
- Youn H.J., Kim D.C., and Kang M.J. (2011). Inverter DC Resistance Spot Weldability of 590 MPa Galvannealed Steel for Automotive Applications. *Scientific Journal published monthly by the World Academy of Materials and Manufacturing Engineering. Volume 49, Issue 2, June 2011, Pages 112-117*