

Pengaruh Variasi Kuat Arus dan Waktu Pengelasan Pada Proses Spotwelding Terhadap Kekuatan Tarik Dari Plat Mild Steel Tebal 1 Milimeter

Suwarto ¹⁾, Suparno ²⁾, Arie Ashwin ³⁾

^{1),2),3)} Politeknik Negeri Samarinda

Jl. Dr.Ciptomangunkusumo Kampus Gunung Lipan Samarinda

Email :suwartopoltek78@gmail.com

abstra

Abstrak. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui bagaimana pengaruh variasi kuat arus dan waktu terhadap kekuatan bahan plat 1 milimeter dengan menggunakan Spot Welding. dimana variasi kuat arus yang di gunakan adalah 116.7 A, 125.3 A dan 372.3 A dengan waktu 1 detik, 2 detik dan 3 detik pada proses Spot Welding terhadap kekuatan tarik plat Mild Steel tebal 1 milimeter. Metode yang dilakukan dalam penelitian ini adalah metode deskriptif, yaitu penelitian yang dimaksudkan untuk mengumpulkan informasi dengan pemaparan yang terperinci saat penelitian dilakukan. Hasil yang diperoleh dari uji tarik jika dibandingkan di antara beberapa variasi kuat arus dan waktu pengelasan, kekuatan putus sambungan pada kuat arus 125.3 A dengan angka terbesar, yaitu 195.23 MPa dan angka terkecil 172.38 MPa. Ini menunjukkan presentase yang paling besar dalam berbagai range waktu pengelasan dibanding pada kuat arus 116.7 A dan 372.3 A.

Kata Kunci : Spotwelding, Uji tarik, Mild Steel, Kekuatan tarik

I. Pendahuluan

Las titik tahanan listrik (Spot Welding) telah digunakan secara luas untuk menyambung lembaran logam untuk bodi kendaraan sejak 1950-an dan merupakan metode penyambungan yang utama pada industri kendaraan darat. Kendaraan modern umumnya memiliki 2000 sampai 5000 las titik (Chao, 2003). Kualitas las titik tahanan listrik dipengaruhi oleh beberapa parameter yang meliputi gaya tekanan elektroda, diameter permukaan tekanan elektroda, waktu las, arus dan waktu tegang. Pada proses pengelasan tahanan listrik. Logam mencari sebagian dan terjadi pengaruh panas yang besar di sekitarnya, maka terjadi perubahan struktur mikro logam mempengaruhi sifat mekanik dari suatu logam sehingga perubahan struktur mikro juga akan mengubah sifat mekaniknya. Las titik (Spot Welding) pada umumnya digunakan untuk penyambungan logam tipis. Penggunaan las titik (Spot Welding) dalam konstruksi adalah pada pembuatan kendaraan, di mana las titik (Spot Welding) digunakan untuk pengelasan plat dinding rangka. Las titik (Spot Welding) juga digunakan dalam penyambungan plat-plat pada bodi mobil. Dalam pengelasan kekuatan dari sambungan las sangat penting. Oleh karena itu, mendorong penulis untuk mengetahui kekuatan tarik dari las titik (Spot Welding).

Penelitian Dwi Handoyo (2011), Studi Pengaruh Parameter Pengelasan pada Proses Spot Welding Terhadap Kualitas Produk, Hasil penelitian menunjukkan bahwa variasi arus, waktu dan diameter ujung elektroda berpengaruh terhadap kualitas tegangan geser yang dihasilkan. Nilai tegangan geser tertinggi yaitu 37,4 kg/mm², terdapat pada variasi arus 8938 A, waktu 3,5 dt dan diameter 5 mm. Kondisi optimal dari tegangan geser terjadi pada saat arus dan waktu terbesar sedangkan ujung diameter elektroda paling kecil. Penelitian Tutur Anggara Kusuma (2012), menyatakan tentang Studi Metalografi Hasil Pengelasan Titik (Spot Welding) Pada Pengelasan Di Lingkungan Udara Dan Di Lingkungan Gas Argon, mengetahui sifat fisis komposisi kimia plat logam yang digunakan dalam pengelasan titik (Spot welding) dan juga untuk mengetahui sejauh mana pengaruh parameter-parameter proses pengelasan titik (arus dan waktu) terhadap kualitas hasil pengelasan. Penelitian Adi

Purwanto (2012), menyatakan tentang Studi Karakteristik Hasil Pengelasan Spot Welding Pada Aluminium Dengan Penambahan Gas Argon Hasil penelitian menunjukkan bahwa variasi arus dan waktu serta penambahan gas argon berpengaruh secara signifikan terhadap kekuatan geser hasil pengelasan. Kondisi yang paling optimal terdapat pada arus 5021 A dan waktu 4,5 detik dengan nilai kekuatan geser tertinggi sebesar 7,949 N/mm²

II. Teori

a. Pengertian Spot Welding

Pengelasan adalah suatu proses penggabungan antara dua logam atau lebih yang menggunakan energi panas. Teknologi pengelasan tidak hanya digunakan untuk memproduksi suatu alat tetapi pengelasan juga berfungsi sebagai reparasi dari semua alat-alat yang terbuat dari logam. Sesuai dengan perkembangan teknologi pengelasan maka setiap perusahaan manufaktur dituntut untuk meningkatkan mutu dan kualitas produksinya agar dapat bersaing dengan perusahaan lainnya. Salah satu metode pengelasan yang ada dalam perusahaan manufaktur adalah las titik atau Spot Welding. (Wiryosumarto. H, 2004)

Las titik atau *Spot Welding* merupakan cara pengelasan yang menggunakan resistansi listrik (*Resistance Welding*) dimana dua permukaan plat yang akan disambung ditekan satu sama lain oleh dua buah elektroda, pada saat yang sama arus listrik yang besar dialirkan melalui kedua elektroda melewati dua buah plat yang dijepit elektroda sehingga permukaan diantara kedua plat menjadi panas dan mencair karena adanya resistansi listrik. Setelah itu arus dihentikan namun tekanan tetap ada dan proses ini disebut waktu tenggang. Kemudian logam dibiarkan mendingin sampai sambungan menjadi kuat dan tekanan di hilangkan dan pelat siap dipindahkan untuk selanjutnya proses pengelasan dimulai lagi untuk titik yang baru. Mesin Las Titik secara umum hampir sama dengan mesin las listrik. Mesin Las Titik berfungsi sebagai penyambung yang digunakan untuk menitik pada plat-plat/body mobil. Las titik ini telah digunakan secara luas terutama dalam roses fabrikasi dan perakitan lembaran-lembaran logam seperti automobile, truck cabin, ail vehicle hingga home applications karena keuntungan dalam efisiensi pengelasan serta kesesuaian dalam otomatisasi. Sebagai contoh adalah dalam proses perakitan body mobil membutuhkan 7.000 hingga 12.000 pengelasan titik sesuai dengan ukurannya sehingga memiliki peran yang penting dalam perakitan body mobil. Pada permukaan plat yang menempel pada elektroda sebenarnya timbul panas akibat adanya resistansi listrik tetapi hal itu tidak akan membuat plat mencair dikarenakan oleh resistansi di permukaan plat lebih kecil dibandingkan resistansi yang ada di antara kedua plat (Amstead, B.H.,1995).

b. Arus Pengelasan

Pada proses las titik, arus yang digunakan dapat berupa arus searah(DC) atau arus bolak-balik(AC). Mesin las akan mengubah saluran daya menjadi tegangan rendah, dengan daya arus pengelasan yang tinggi. Beberapa aplikasi menggunakan arus bolak-balik(AC) single phase yang sama dengan frekwensi saluran daya, biasanya 60 Hz. Arus searah(DC) digunakan untuk proses yang memerlukan arus yang tinggi karena beban dapat diseimbangkan dengan kabel daya 3-fase

2.1. Daerah Hasil dari Las Titik

Fitur yang dibentuk pada las tahanan titik terdiri dari tiga bagian daerah. Bagian tengah, dalam daerah interfase yang telah leleh membentuk suatu struktur tipikal dari daerah *fusion* disebut *weld nugget*. Disekeliling nugget adalah HAZ (*Heat Affected Zone*), menunjukkan logam induk yang mengalami siklus pemanasan dan pendinginan. Permukaan luar dari plat lembaran menunjukkan indentasi akibat tekanan dari elektroda. Reduksi ketebalan pada titik ini tidak boleh lebih dari 10 % pada kondisi normal

1. Kelebihan Las Titik

Keuntungan utama dari las tahanan titik adalah kecepatannya yang tinggi dan kemampuan adaptasi yang baik untuk otomatisasi dalam *assembly* logam lembaran dengan laju produksi yang tinggi. Las titik juga ekonomis dalam banyak operasi *job-shops*, karena lebih cepat dari proses las biasa dan tidak membutuhkan keahlian dalam memakai las titik.

2. Kekurangan Las Titik

- a) Proses pembongkaran untuk maintenance atau perbaikan sangat sulit
- b) Lap joint menambah berat dan ongkos material dari produk bila dibandingkan dengan bolt joint
- c) Ongkos perlengkapan pada umumnya lebih tinggi dari las listrik
- d) Waktu yang pendek, dan kebutuhan listrik arus tinggi membuat kebutuhan kabel listrik tertentu, terutama pada mesin las single phase
- e) Lasan memiliki kekuatan tarik dan fatigue yang rendah

2.2. Baja Karbon Rendah

Baja adalah paduan yang paling banyak digunakan oleh manusia, dikarenakan jenis dan bentuknya sangat banyak. Mengingat luasnya penggunaannya maka baja banyak diklasifikasikan menurut keperluan. Sifat baja banyak ditentukan oleh kadar karbonnya disamping juga oleh unsur paduannya. Baja karbon rendah mempunyai kadar karbon sampai dengan 0,25%. Sangat luas pemakaiannya sebagai konstruksi umum, untuk baja profil, baja tulangan beton, plat lembaran, dan lain sebagainya. Beberapa sifat baja karbon rendah diantaranya adalah mudah dibentuk baik dengan pengerolan maupun pengepresan, sangat korosif, dan pada pengelasan mempunyai kepekaan retak yang rendah dibandingkan baja karbon lainnya.

1. Elastisitas

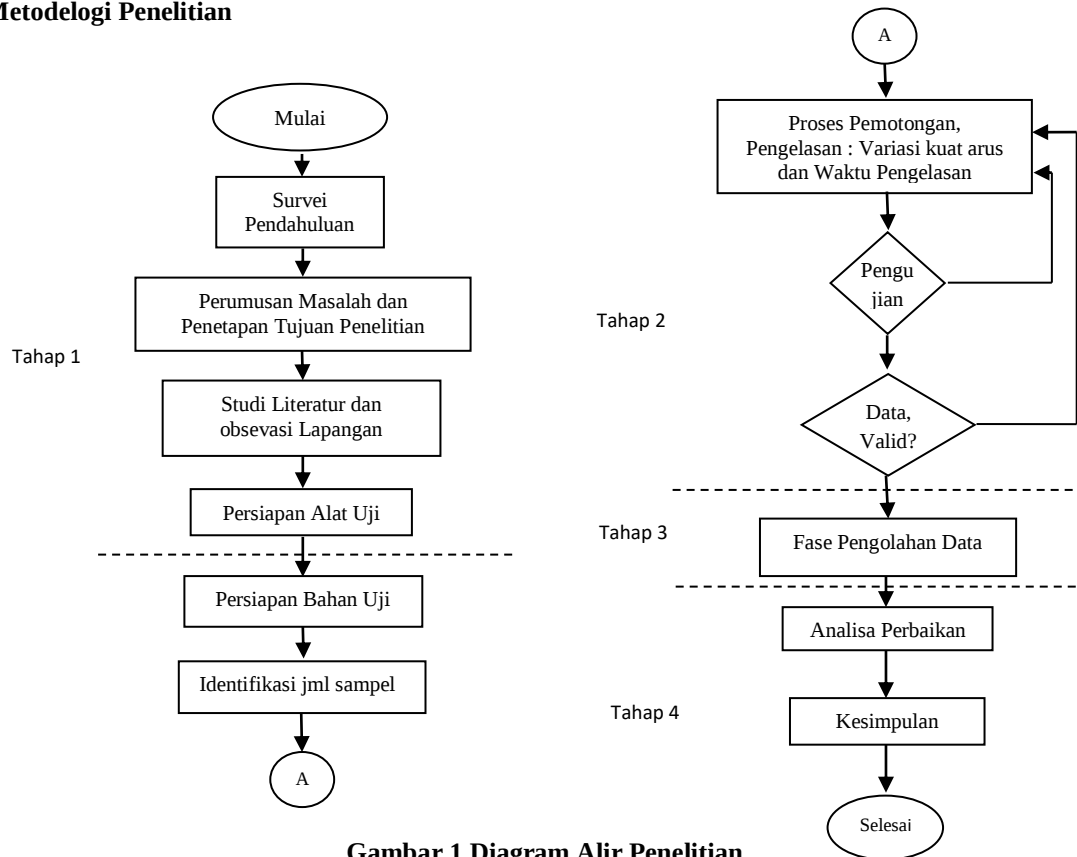
Pengertian elastisitas menurut Kanginan (2013) adalah kemampuan suatu benda untuk kembali ke bentuk awalnya segera setelah gaya luar yang diberikan kepada benda itu dihilangkan (dibebaskan) atau dengan kata lain bahwa elastisitas adalah suatu benda yang diberi gaya akan mengalami perubahan bentuk dan ukuran, namun setelah gaya dilepaskan, maka benda tersebut akan kembali ke keadaan semula. Contoh benda elastis adalah karet gelang, balon, panah, dan lain-lain

2. Kekuatan Bahan

Kekuatan bahan (*Strength of materials*) menyelidiki batang untuk menjamin apakah batang tersebut tidak akan patah atau tidak cukup luwes sehingga batang tersebut melengkung tanpa beban.

Kekuatan bahan berkaitan dengan hubungan antara gaya luar yang bekerja dan pengaruhnya terhadap gaya dalam benda. Selanjutnya, benda tidak lagi dianggap sebagai kaku ideal; meskipun kecil merupakan sasaran utama. Sifat bahan suatu struktur atau mesin mempengaruhi pemilihan dan ukuran yang memenuhi kekuatan dan kekakuan

III. Metodologi Penelitian



Gambar 1 Diagram Alir Penelitian

Prosedur Penelitian

1. Tahap Persiapan

A. Pembuatan Spesimen

Pembuatan specimen dalam eksperimen ini melalui beberapa tahap dan tempat hal ini dilakukan untuk mendapatkan hasil benda uji yang presisi dan hasil yang optimal dalam penelitian

- Memotong plat
Plat yang disiapkan dipotong dengan ukuran 30 mm x 200 mm x 1 mm
- Proses Pengelasan
Langkah-langkah yang dilakukan dalam proses pengelasan adalah :
 - Memasang kabel pada mesin las sesuai dengan pemasangannya
 - Menyetel ampere meter yang digunakan untuk mengukur arus pada posisi jarum ke angka nol, kemudian salah satu penjepitnya dijepitkan pada kabel yang digunakan untuk menjepit elektroda. Mesin las dihidupkan dan elektroda digerakkan pada masa sampai jarum pada empere meter.
 - Setelah semua diatur kemudian lakukan pengelasan dengan posisi mendatar.

2. Pengujian Tarik

Prosedur dan pembacaan hasil pada pengujian tarik adalah sebagai berikut :

- a. Benda uji dijepit pada ragum uji tarik, sebelumnya telah diketahui penampangnya, panjang awal dan ketebalan.
- b. Menyiapkan kertas milimeter blok dan meletakkan kertas pada meja plotter.
- c. Kemudian benda uji dikenai beban dari mesin uji tarik dengan menggunakan tenaga hidrolik hingga benda putus pada beban maksimal yang dapat di tahan benda tersebut.
- d. Gaya atau beban yang maksimal di tandai dengan putus benda uji terdapat pada kertas dan dicatat sebagai data.
- e. Hasil diagram terdapat pada kertas milimeter blok yang ada pada meja plotter.
- f. Hasil terakhir yaitu menghitung secara manual dengan persamaan yang ada sehingga dapat data yang lebih lengkap.

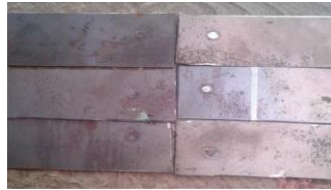
3. Analisa Data

Sesudah pengolahan data selesai, maka dapat dilakukan analisis uji Test untuk mengetahui pengaruh kuat arus dan waktu pada spotwelding terhadap kekuatan tarik plat Mild Steel tebal 1 milimeter. Setelah itu dapat ditarik kesimpulan

IV. Hasil dan Pembahasan

4.1. Hasil Pengambilan Data

Dari percobaan pengelasan titik atau Spot Welding, berikut hasil visual penampang bahan material tersebut dengan variasi waktu pengelasan, tampak bahwa semakin besar waktu pengelasan, maka semakin besar pula luasan area yang terkena dari pengaruh pengelasan resistance spot welding.



Gambar 1 Benda Uji

Berikut ini Dari uji tarik yang dilakukan di PT. Sucofindo sebanyak 64 sample.

Tabel 1. Hasil Uji Tarik

No	Kode Benda Uji	Dimensi Benda Uji		Gaya		Kuat Tarik		Panjang		E Maks (%)
		Ukuran (mm)	Luas (mm)	Lelah (kN)	Putus (kN)	Lelah (MPa)	Putus (MPa)	Awal (mm)	Akhir (mm)	
1	Tanpa Sambungan	30 x 1	30,00	8,76	20,94	292,00	698,00	405,00	458,00	13,09
2	116.7 A Detik I – 1	30 x 2	60,00	8,84	9,86	147,33	164,33	355,00	360,00	1,41
3	116.7 A Detik I – 2	30 x 2	60,00	9,92	10,44	165,00	174,00	370,00	376,00	1,50
4	116.7 A Detik I – 3	30 x 2	60,00	8,16	10,58	136,00	176,00	371,00	375,00	1,00
5	116.7 A Detik I – 4	30 x 2	60,00	8,68	10,08	145,00	168,00	370,00	373,00	1,00
6	116.7 A Detik I – 5	30 x 2	60,00	9,26	10,12	154,00	169,00	370,00	375,00	1,50
7	116.7 A Detik I – 6	30 x 2	60,00	9,68	10,06	161,00	168,00	367,00	372,00	1,50
8	116.7 A Detik I – 7	30 x 2	60,00	8,96	11,10	149,00	185,00	370,00	374,00	1,00
9	116.7 A Detik II – 1	30 x 2	60,00	8,20	10,92	136,67	182,00	360,00	365,00	1,39
10	116.7 A Detik II – 2	30 x 2	60,00	9,58	10,14	159,67	169,00	360,00	365,00	1,39
11	116.7 A Detik II – 3	30 x 2	60,00	8,46	10,12	141,00	168,67	360,00	365,00	1,39
12	116.7 A Detik II – 4	30 x 2	60,00	10,34	10,40	172,33	173,33	360,00	365,00	1,39
13	116.7 A Detik II – 5	30 x 2	60,00	8,20	10,92	136,69	182,33	360,00	365,00	1,39
14	116.7 A Detik II – 6	30 x 2	60,00	10,34	10,40	172,66	174,33	360,00	365,00	1,39
15	116.7 A Detik II – 7	30 x 2	60,00	8,46	10,12	141,33	168,69	360,00	365,00	1,39
16	116.7 A Detik III – 1	30 x 2	60,00	8,54	9,38	142,33	156,33	365,00	370,00	1,37
17	116.7 A Detik III – 2	30 x 2	60,00	8,48	10,56	141,33	176,00	370,00	375,00	1,35
18	116.7 A Detik III – 3	30 x 2	60,00	9,16	10,92	152,67	182,00	370,00	375,00	1,35
19	116.7 A Detik III – 4	30 x 2	60,00	8,02	10,02	133,67	167,00	370,00	375,00	1,35
20	116.7 A Detik III – 5	30 x 2	60,00	8,46	10,12	141,34	168,70	370,00	375,00	1,37
21	116.7 A Detik III – 6	30 x 2	60,00	9,16	10,92	153,00	183,33	370,00	375,00	1,35
22	116.7 A Detik III – 7	30 x 2	60,00	8,54	9,38	142,33	176,00	370,00	37,500	1,37
23	125.3 A Detik I – 1	30 x 2	60,00	9,84	10,96	164,00	182,67	360,00	365,00	1,39
24	125.3 A Detik I – 2	30 x 2	60,00	8,68	9,88	144,67	164,67	360,00	365,00	1,39
25	125.3 A Detik I – 3	30 x 2	60,00	9,84	11,34	164,00	189,00	375,00	380,00	1,33
26	125.3 A Detik I – 4	30 x 2	60,00	8,24	9,34	137,33	155,67	360,00	365,00	1,39
27	125.3 A Detik I – 5	30 x 2	60,00	8,54	9,38	142,66	176,33	360,00	365,00	1,37
28	125.3 A Detik I – 6	30 x 2	60,00	9,84	10,96	164,33	182,68	360,00	365,00	1,39
29	125.3 A Detik I – 7	30 x 2	60,00	8,24	9,34	137,33	155,67	360,00	365,00	1,39
30	125.3 A Detik II – 1	30 x 2	60,00	9,22	11,64	153,67	194,00	364,00	370,00	1,65
31	125.3 A Detik II – 2	30 x 2	60,00	8,72	11,84	145,33	197,33	353,00	360,00	1,98
32	125.3 A Detik II – 3	30 x 2	60,00	9,78	11,84	163,00	197,33	360,00	365,00	1,39
33	125.3 A Detik II – 4	30 x 2	60,00	9,56	11,46	159,33	191,33	365,00	370,00	1,37
34	125.3 A Detik II – 5	30 x 2	60,00	8,72	11,84	145,66	197,66	360,00	370,00	1,98
35	125.3 A Detik II – 6	30 x 2	60,00	9,56	11,46	159,66	191,33	365,00	370,00	1,37
36	125.3 A Detik II – 7	30 x 2	60,00	9,78	11,84	163,33	197,66	365,00	370,00	1,39
37	125.3 A Detik III – 1	30 x 2	60,00	10,98	12,12	183,00	202,00	372,00	380,00	2,15

38	125.3 A Detik III – 2	30 x 2	60,00	10,64	11,86	177,33	197,67	374,00	380,00	1,60
39	125.3 A Detik III – 3	30 x 2	60,00	8,70	12,06	145,00	201,00	372,00	380,00	2,15
40	125.3 A Detik III – 4	30 x 2	60,00	9,64	11,46	160,00	191,00	373,00	380,00	1,88
41	125.3 A Detik III – 5	30 x 2	60,00	10,98	12,12	183,33	202,33	375,00	380,00	2,15
42	125.3 A Detik III – 6	30 x 2	60,00	8,70	12,06	145,33	201,33	375,00	380,00	2,15
43	125.3 A Detik III – 7	30 x 2	60,00	10,64	11,86	177,00	197,00	365,00	370,00	1,60
44	372.3 A Detik I -1	30 x 2	60,00	8,62	9,80	143,67	163,33	353,00	360,00	1,98
45	372.3 A Detik I -2	30 x 2	60,00	6,64	7,12	110,67	118,67	360,00	365,00	1,39
46	372.3 A Detik I -3	30 x 2	60,00	8,76	9,42	146,00	157,00	363,00	370,00	1,93
47	372.3 A Detik I -4	30 x 2	60,00	7,08	13,24	118,00	220,67	360,00	365,00	1,39
48	372.3 A Detik I -5	30 x 2	60,00	6,64	7,12	110,07	118,07	360,00	365,00	1,39
49	372.3 A Detik I -6	30 x 2	60,00	8,76	9,42	146,33	157,33	365,00	370,00	1,93
50	372.3 A Detik I -7	30 x 2	60,00	8,62	9,80	143,88	163,88	360,00	365,00	1,98
51	372.3 A Detik II -1	30 x 2	60,00	7,24	10,82	120,67	180,33	360,00	365,00	1,39
52	372.3 A Detik II -2	30 x 2	60,00	7,04	12,04	117,33	200,67	360,00	365,00	1,39
53	372.3 A Detik II -3	30 x 2	60,00	9,30	12,52	155,00	208,67	370,00	375,00	1,35
54	372.3 A Detik II -4	30 x 2	60,00	8,36	9,60	139,33	160,00	362,00	368,00	1,66
55	372.3 A Detik II -5	30 x 2	60,00	7,04	12,04	117,66	200,88	365,00	370,00	1,39
56	372.3 A Detik II -6	30 x 2	60,00	9,30	12,52	155,33	208,66	365,00	370,00	1,35
57	372.3 A Detik II -7	30 x 2	60,00	7,24	10,82	120,66	180,88	365,00	370,00	1,39
58	372.3 A Detik III -1	30 x 2	60,00	7,04	12,04	117,35	200,55	365,00	375,00	1,38
59	372.3 A Detik III -2	30 x 2	60,00	9,30	12,51	152,66	207,66	377,00	380,00	1,34
60	372.3 A Detik III -3	30 x 2	60,00	8,36	10,61	138,66	159,00	361,00	367,00	1,67
61	372.3 A Detik III -4	30 x 2	60,00	10,12	12,87	168,00	214,22	375,00	385,00	2,40
62	372.3 A Detik III -5	30 x 2	60,00	6,94	11,70	115,60	195,35	374,00	382,00	2,69
63	372.3 A Detik III -6	30 x 2	60,00	9,50	10,31	158,39	171,70	367,00	375,00	2,20
64	372.3 A Detik III -7	30 x 2	60,00	9,54	10,85	159,10	180,22	368,00	375,00	2,60

Untuk menghitung tegangan tarik (kekuatan tarik), salah satu contoh *sample* mengenai hitungan dalam rumus tegangan, untuk gaya (F) adalah 20.94 kN dan luas penampang (A) 30 mm², Tegangan dapat dihitung sebagai berikut : Tegangan = 20.94 kN / 60 mm² = 0.698 N/mm² Kemudian untuk mengkonversi dari N/mm² ke MPa : 0.698 N/mm² x 1000 = 698.00 MPa Dari seluruh nilai rata-rata *sample* 116.7 A, 125.3 A dan 372.3 A dengan waktu 1 detik, 2 detik dan 3 detik.

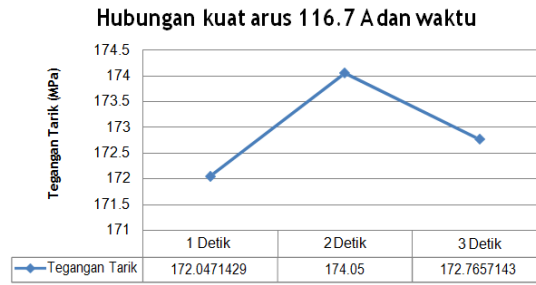
4.2. Analisa hasil percobaan dengan kuat arus pengelasan 116.7 Ampere

Dari hasil data percobaan uji tarik di PT. Sucofindo, tegangan geser sambungan las (MPa) dapat disajikan ada pada Tabel 1. Hasil percobaan tersebut dibuat table, selanjutnya dengan membuat grafik dari hasil rata-rata antara arus 116,7 A dan waktu 1 detik, 2 detik dan 3 detik. Jika di tampilkan dalam bentuk grafik pengaruh kuat arus dan waktu pengelasan terhadap tegangan geser sambungan las dapat disajikan seperti tabel dibawah.

Tabel 2. Hasil percobaan dengan kuat arus pengelasan 116.7 Ampere

Arus	Waktu		
	1 Detik	2 Detik	3 Detik
116.7 A	164.33 MPa	182 MPa	156.33 MPa
	174 MPa	169 MPa	176 MPa
	176 MPa	168.67 MPa	182 MPa
	168 MPa	173.33 MPa	167 MPa
	169 MPa	182.33 MPa	168.7 MPa
	168 MPa	174.33 MPa	183.33 MPa
	185 MPa	168.69 MPa	176 MPa
Average	172.045 MPa	174.05 MPa	172.76 MPa

Jika ditunjukkan dalam grafik presentasi, nilai rata-rata dari hasil 7 sample dalam masing-masing waktu seperti dibawah ini.



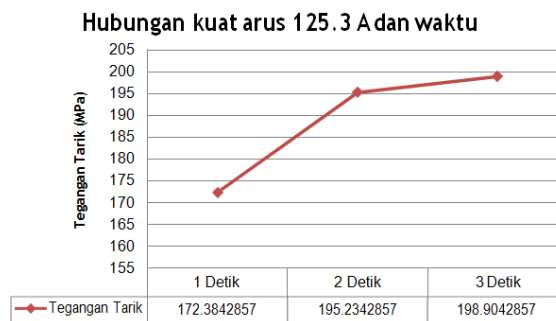
Gambar 2 Grafik hubungan kuat arus 116.7A dan waktu

Dari gambar diatas menunjukkan bahwa arus 116.7 A memiliki rata-rata nilai kekuatan tarik yang tertinggi ada pada waktu ke- 2 yaitu 174.05 MPa. Tetapi bila dilihat lebih rinci dari salah satu 21 *sample* baik 1 detik, 2 detik maupun 3 detik, dari arus 116.7 A angka yang tertinggi yaitu 183.33 MPa pada detik ke-3. Kemudian nilai rata-rata atau *average* dari arus 116.7 A pada waktu 1 detik, 2 detik dan 3 detik memiliki selisih angka yang tidak terlalu jauh.berdasarkan grafik yang telah dibuat. Hal ini karena arus 116.7 A memiliki suhu yang lebih rendah sehingga hasil pengelasannya cukup baik, tetapi kekuatan tariknya tidak sekuat arus diatasnya

4.3. Analisa hasil percobaan dengan kuat arus pengelasan 125.3 Ampere

Tabel 3. Hasil percobaan dengan kuat arus pengelasan 125.3 Ampere

Arus	Waktu		
	1 Detik	2 Detik	3 Detik
125.3 A	182.67 MPa	194 MPa	202 MPa
	164.67 MPa	197.33 MPa	197.67 MPa
	189 MPa	197.33 MPa	201 MPa
	155.67 MPa	191.33 MPa	191 MPa
	176.33 MPa	197.66 MPa	202.33 MPa
	182.68 MPa	191.33 MPa	201.33 MPa
	155.67 MPa	197.66 MPa	197 MPa
Average	172.38 MPa	195.23MPa	198.90MPa



Gambar 3 Grafik hubungan kuat arus 125.3 A dan waktu

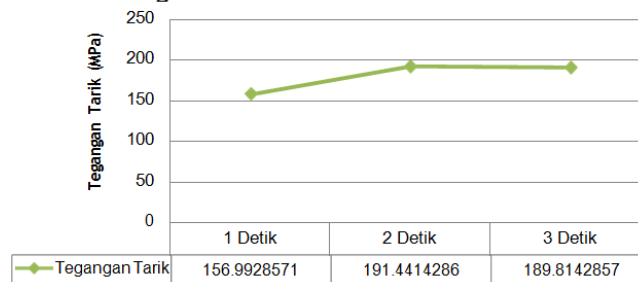
Dari gambar diatas menunjukkan bahwa arus 125.3 A pada waktu 1 detik, 2 detik dan 3 detik. Bahwa rata-rata nilai kekuatan tarik yang tertinggi adalah pada waktu ke- 3, yaitu 195.2342857 MPa. bila dilihat lebih rinci dari salah satu 21 *sample* baik 1 detik, 2 detik maupun 3 detik, dari arus 125.3 A angka yang tertinggi yaitu 202.33 MPa pada detik ke-3. Kemudian dilihat dari nilai rata-rata atau *average* dari semuanya pada grafik diatas bahwa nilai rata-rata yang mempunyai perbedaan cukup jauh adalah pada waktu 1 detik dengan kekuatan gesernya 172.3842857 MPa dibandingkan dengan yang lain yang memiliki angka kekuatan tariknya 195.2342857 MPa dan 198.9042857 MPa (lihat tabel 4.2) . Hal ini dikarenakan arus 125.3 A memiliki angka tegangan tarik yang paling tinggi yang menyebabkan bahwa diantara kedua plat 1 *milimeter* semakin mengikat, terutama pada waktu 3 detik sehingga direkomendasikan untuk menggunakan arus tersebut untuk plat 1 *milimeter*.

4.4. Analisa hasil percobaan dengan kuat arus pengelasan 372.3 Ampere

Tabel 4. Hasil percobaan dengan kuat arus pengelasan 372.3 Ampere

Arus	Waktu		
	1 Detik	2 Detik	3 Detik
372.3 A	163.33 MPa	180.33 MPa	200.55 MPa
	118.67 MPa	200.67 MPa	207.66 MPa
	157 MPa	208.67 MPa	159 MPa
	220.67 MPa	160 MPa	214.22 MPa
	118.07 MPa	200.88 MPa	195.35 MPa
	157.33 MPa	208.66 MPa	171.7 MPa
	163.88 MPa	180.88 MPa	180.22 MPa
Average	156.99 MPa	191.44MPa	189.81 MPa

Hubungan kuat arus 372.3 A dan waktu

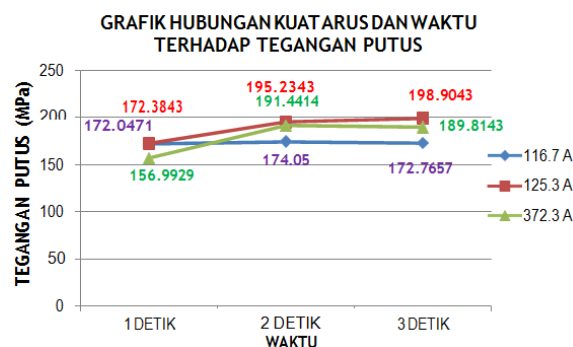


Gambar 4 Grafik hubungan kuat arus 372.3 A dan waktu

Pada gambar diatas menunjukkan bahwa arus 372,3 A pada waktu 1 detik, 2 detik dan 3 detik, rata-rata nilai kekuatan tarik yang tertinggi ada pada waktu 2 detik, yaitu 191.4414286 MPa. Tetapi dari diantara semua *sample*, secara garis besar bahwa salah satu dari 21 *sample* yang tertinggi adalah pada waktu 1 detik dengan angka 220.67 MPa. Hal ini dikarenakan jika arus 372.3 A digunakan untuk pengelasan dengan plat 1 *milimeter*, hasil dari pengelasan titik tersebut meleleh sehingga kekuatan tariknya tidak terlalu mengikat pada plat 1 mm. Seperti pada waktu 1 detik, angka kekuatan tariknya paling rendah dibandingkan dengan arus 116.7 A dan 125.3 A dengan waktu yang sama. Ini juga disebabkan pada suhu elektroda yang sangat tinggi. Dari tabel diatas menunjukkan nilai rata-rata pada waktu 1 detik, 2 detik dan 3 detik (7 *sample*) dengan ketiga arus yang berbeda-beda dibuat agar bisa dilihat bagaimana perbedaan pada nilai rata-rata tersebut guna mengetahui mana nilai rata-rata yang paling kuat.

Tabel 5. Hasil Pengujian B1

Kuat Arus	Waktu		
	1 Detik	2 Detik	3 Detik
116.7 A	172.0471429 MPa	174.05 MPa	172.7657143 MPa
125.3 A	172.3842857 MPa	195.2342857 MPa	198.904285 7 MPa
372.3 A	156.9928571 MPa	191.4414286 MPa	189.8142857 MPa



Gambar 5 Grafik hubungan kuat arus dan waktu terhadap tegangan putus

Dari gambar diatas menunjukkan bahwa arus 116.7 A memiliki rata-rata nilai kekuatan putus yang tertinggi ada pada waktu ke- 2 yaitu 174.05 MPa. Tetapi bila dilihat lebih rinci dari salah satu 21 *sample* baik pada waktu 1 detik, 2 detik maupun 3 detik, dari arus 116.7 A angka yang tertinggi yaitu 183.33 MPa pada waktu 3 detik. Berdasarkan grafik yang telah dibuat. Hal ini karena kuat arus 116.7 A memiliki suhu pengelasan yang lebih rendah sehingga hasil pengelasannya cukup baik, tetapi kekuatan tariknya tidak sekuat pada arus lainnya. Untuk kuat arus 125.3 A pada waktu 1 detik, 2 detik dan 3 detik. Bahwa rata-rata nilai kekuatan putus yang tertinggi adalah pada waktu ke- 3, yaitu 195.2342857 MPa. bila dilihat lebih rinci dari salah satu 21 *sample* baik 1 detik, 2 detik maupun 3 detik, dari arus 125.3 A angka yang tertinggi yaitu 202.33 MPa pada detik ke-3.

Kemudian dilihat dari nilai rata-rata atau *average* dari semuanya pada grafik diatas bahwa nilai rata-rata yang mempunyai perbedaan cukup jauh adalah pada waktu 1 detik dengan kekuatan putusnya 172.3842857 MPa dibandingkan dengan yang lain yang memiliki angka kekuatan putusnya 195.2342857 MPa dan 198.9042857 MPa. Hal ini dikarenakan bahwa kuat arus 125.3 A memiliki angka tegangan putus yang paling tinggi yang menyebabkan bahwa diantara kedua plat 1 *milimeter* semakin mengikat, terutama pada waktu 3 detik sehingga direkomendasikan untuk menggunakan arus tersebut untuk plat 1 *milimeter*. Pada gambar diatas menunjukkan bahwa arus 372,3 A pada waktu 1 detik, 2 detik dan 3 detik, rata-rata nilai kekuatan putus yang tertinggi ada pada waktu 2 detik, yaitu 191.4414286 MPa. Tetapi dari diantara semua *sample*, secara garis besar bahwa salah satu dari 21 *sample* yang tertinggi adalah pada waktu 1 detik dengan angka 220.67 MPa. Hal ini dikarenakan jika arus 372.3 A digunakan untuk pengelasan dengan plat 1 *milimeter*, plat akan meleleh sehingga kekuatan putusnya tidak terlalu mengikat pada plat 1 *milimeter*. Seperti pada waktu 1 detik, angka kekuatan tarik kuat arus 372.3 A paling rendah dibandingkan dengan kuat arus 116.7 A dan 125.3 A. Ini juga disebabkan pada suhu elektroda yang sangat tinggi juga mengingat bahan elektroda yang terbuat dari kuningan, sehingga dapat menghantarkan panas dengan cepat

V. Kesimpulan dan Saran

1. Kesimpulan

1. Hasil yang diperoleh dari uji tarik jika dibandingkan di antara beberapa variasi kuat arus dan waktu pengelasan kekuatan tarik sambungan pada kuat arus 125.3 A. Ini menunjukkan prosentase yang paling besar dalam berbagai range waktu pengelasan dibanding variasi kuat arus yang lain ini berarti pada kuat arus tersebut meskipun dilakukan dalam waktu yang singkat dapat menghasilkan kekuatan las yang lebih besar yang ditunjukkan oleh besarnya gaya tarik yang besar pula dibandingkan dengan yang lain, sehingga melihat hal ini dapat bahwa nilai optimum dari pengelasan *spot welding* pada kuat arus 125.3 A. Angka terbesar pada arus ini yaitu 195.23 MPa dan angka terkecil yaitu 172. 38 MPa
2. Pada Arus 125.3 A tidak memiliki nilai yang signifikan pada waktu 2 detik dan 3 detik dengan kekuatan tariknya yaitu 195.23 MPa dan 198.90 MPa.

2. Saran

Berdasarkan hasil kesimpulan adapun berupa saran yang ingin di sampaikan oleh penulis untuk penelitian selanjutnya yaitu :

1. Dalam mengelas titik, hal-hal yang mengalami faktor-faktor tertentu adalah mulai dari pengelasan, pendinginan yang stabil jika diperhatikan akan menghasilkan yang terbaik.
2. Untuk penelitian berikutnya khususnya bidang pengetahuan bahan dapat diuraikan pada baja berbentuk batang yang biasa digunakan sehari-hari.
3. Mengenai kajian tentang ilmu bahan dibolehkan untuk penelitian berikutnya pada bahan yang berbeda karena bahan diatas 1 *milimeter* dengan arus yang sama belum terungkap.

Daftar Pustaka

- [1]. Althouse, A., D. 1984. Modern Welding. South Holland: The GoodheartWillcoxs Company.inc
- [2]. Amsted, B.H.,1995, Teknologi Mekanik, terj. Sriati Djapri, Edisi ke-7 jilid1, Erlangga, Jakarta
- [3]. ANSI/AWS/SAE/D8.9-97 An American National Standard, 1997. Recommended Practices for Test Methods for Evaluating the Resistance Spot Welding Behavior of Automotive Sheet Steel Materials, American Welding Society, Miami, p. 33-37
- [4]. Annual Book of ASME IX Standard, 2001, Qualification Standard for Welding and Brazing Prosedures, Welder, Brazers, and Welding and Brazing Operations, p.166-168, The American Society of Mechanical Engineers, New York
- [5]. Dieter, G.E., 1988, Mechanical Metallurgy, McGraw-hill, Singapore
- [6]. Handoyo, Dwi (2011). Studi Pengaruh Parameter Pengelasan pada Proses Spot Welding Terhadap Kualitas Produk, Universitas Muhammadiyah Surakarta.

- [7]. Kusuma, Tuter Angga (2012). Studi Metalografi Hasil Pengelasan Titik (Spot Welding) Pada Pengelasan Di Lingkungan Udara Dan Di Lingkungan Gas Argon, Universitas Muhammadiyah Surakarta
- [8]. Singer, Ferdinand L, Pytel Andrew dan Sebayang, Darwin, Ir (1985). Kekuatan Bahan. (Ir. Darwin Sebayang, Penerjemah). Edisi Ketiga. Penerbit Erlangga. Jakarta.
- [9]. Kusuma, Tuter Angga (2012). Studi Metalografi Hasil Pengelasan Titik (Spot Welding) Pada Pengelasan Di Lingkungan Udara Dan Di Lingkungan Gas Argon, Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- [10]. Ruukki. 2007. Resistance Welding Manual. Finland : Rautaruukki Corporation
- [11]. Purwanto, Adi (2012). menyatakan tentang Studi Karakteristik Hasil Pengelasan *Spot Welding* Pada Aluminium Dengan Penambahan Gas Argon, Universitas Muhammadiyah Surakarta
- [12]. Surdia, T., 1991, Pengetahuan Bahan Teknik, PT Pradya Paramita, Jakarta
- [13]. Wiryosumarto H., Okumura T. 2000. Teknologi Pengelasan Logam. Jakarta. Pradya Paramita