

STUDI KOMPARASI KUALITAS PRODUK PENGELASAN *SPOT WELDING* DENGAN PENDINGIN DAN NON-PENDINGIN ELEKTRODA

Muh Alfatih Hendrawan

Jurusan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta
Kampus UMS Jl. Ahmad Yani Tromol Pos I Pabelan, Kartosuro 57102
Telepon: 0271-717417 ext 222
e-mail : alfatih@ums.ac.id

Abstrak

Pengelasan spot welding merupakan jenis pengelasan yang banyak digunakan pada industri otomotif, khususnya untuk penyambungan bodi. Pengelasan ini memanfaatkan tahanan listrik yang timbul akibat dua material yang digabungkan dan dialiri arus listrik. Pada penelitian ini menggunakan design eksperimen 3^3 factorial design dengan variable bebas yaitu parameter pengelasan; arus listrik, waktu pengelasan dan diameter ujung elektroda. Sedangkan variable terukurnya adalah kekuatan geser sambungan yang menunjukkan kualitas produk pengelasan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa arus listrik, waktu pengelasan dan diameter ujung elektroda dengan interval kepercayaan 95 % mempunyai pengaruh yang signifikan terhadap kekuatan geser sambungan. Kekuatan sambungan terbesar pada pengelasan spot welding dengan elektroda yang didinginkan yaitu $41,4 \text{ kg/mm}^2$ adalah lebih besar dibandingkan dengan hasil pengelasan tanpa pendingin elektroda, $30,8 \text{ kg/mm}^2$

Kata kunci: *spot welding, elektroda, factorial design*

PENDAHULUAN

Spot welding merupakan salah satu cara pengelasan resistansi listrik, dimana dua atau lebih lembaran logam dijepit di antara dua elektroda. Kemudian arus yang kuat dialirkan melalui elektroda tembaga, sehingga titik diantara plat logam dibawah elektroda yang saling bersinggungan menjadi panas akibat resistansi listrik hingga mencapai suhu pengelasan, dan mengakibatkan kedua plat pada bagian ini menyatu. (Wiryosumarto, H. 2004).

Pada industry karoseri kekuatan dan kerapian sambungan pada *body* sangat diperhatikan karena akan ikut menentukan kualitas produk. Salah satu cara yang sering direkomendasikan pada industri karoseri adalah dengan menggunakan las *spot welding*, kelebihan dari las ini adalah bentuk sambungan rapi, proses cepat, hemat bahan sambungan, sambungan lebih rapat dan biaya murah.

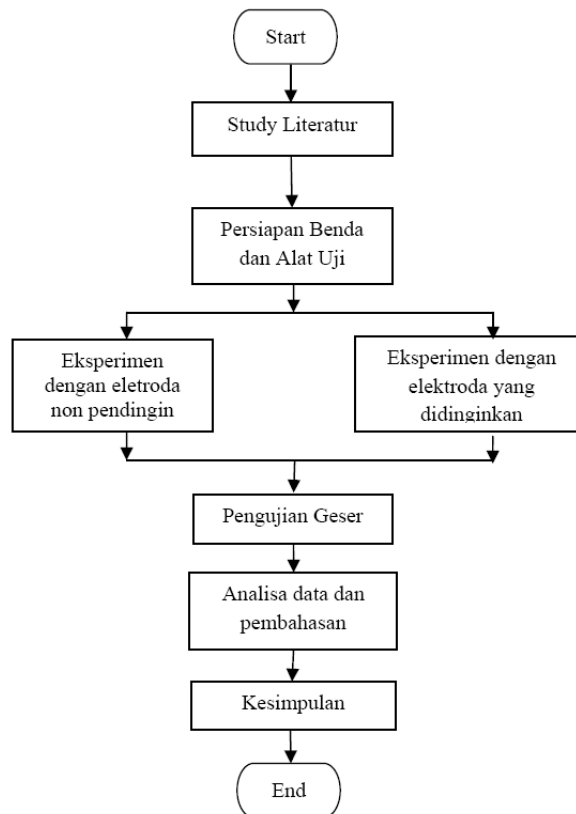
Pengelasan *spot welding* dapat dilakukan dengan atau tanpa menggunakan elektroda yang didinginkan. Padahal dengan adanya pendinginan, maka kondisi elektroda mestinya lebih tahan terhadap keausan, dimana pada akhirnya nanti ujung elektroda akan tetap dalam kondisi semula sehingga aliran arus listrik akan berjalan dengan konstan.

Pada tahun 2007, Syamsul telah melakukan penelitian tentang hubungan arus dengan besarnya diameter nugget pada daerah las *spot welding*. Kesimpulan yang dihasilkan adalah semakin besar arus yang diberikan, maka diameter nugget akan semakin besar. Akan tetapi pada daerah pengelasan, besarnya arus pengelasan tidak berpengaruh banyak pada distribusi kekerasan. Selain itu, semakin tebal benda yang dilas, maka kekuatan gesernya akan semakin menurun walaupun waktu pengelasan ditingkatkan (Danis, 2010)

Oleh karena itu pada penelitian ini bertujuan untuk mengetahui bagaimana pengaruh variabel proses pengelasan yaitu arus listrik, waktu pengelasan dan ujung diameter elektroda terhadap kualitas hasil produk yang ditunjukkan dengan kekuatan geser dan bagaimana pengaruh besarnya kekuatan geser hasil pengelasan ketika menggunakan elektroda non pendingin dan pendingin.

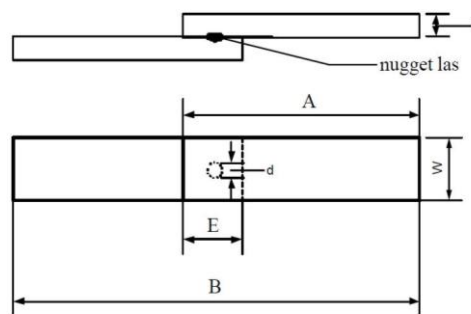
METODOLOGI PENELITIAN

Diagram alir pada penelitian ini dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Diagram alir penelitian

Adapun material benda uji yang digunakan adalah baja karbon rendah (*mild steel*) dengan ketebalan 1 mm. ukuran standar benda uji dengan berdasarkan ASME IX-2001 sebagaimana gambar 2.



Gambar 2. Skema geometri benda uji

- Keterangan:
- A : Panjang Spesimen 101,6 mm
 - B : Panjang Keseluruhan 177 mm
 - E : Jarak OverLap 25,4 mm
 - d : Diameter titik las
 - W : Lebar 25,4 mm

Eksperimen yang dilakukan dengan menggunakan desain eksperimen 3^3 factorial design dan pengulangan 2 kali, jadi total jumlah benda uji adalah 54 buah untuk elektroda non-pendingin dan 54 buah untuk elektroda yang menggunakan pendingin. Variasi yang dilakukan ketika eksperimen adalah arus (6956, 7920, 8938 A), waktu pengelasan (2,5 , 3 , 3,5 detik) dan diameter ujung elektroda (5, 7, 9 mm). Mesin spot welding yang digunakan pada eksperimen adalah model DN-16-1 dengan kapasitas 16 kVA, tegangan maksimum 380 V (3 phase) dan arus maksimum 10000 A.



Gambar 3. Mesin spot welding pada eksperimen

Untuk memperoleh kualitas produk pengelasan yang ditunjukkan dengan kekuatan geser benda uji, maka dilakukan pengujian tarik dengan mesin sebagaimana pada gambar 4.



Gambar 4. Mesin uji tarik

HASIL DAN PEMBAHASAN

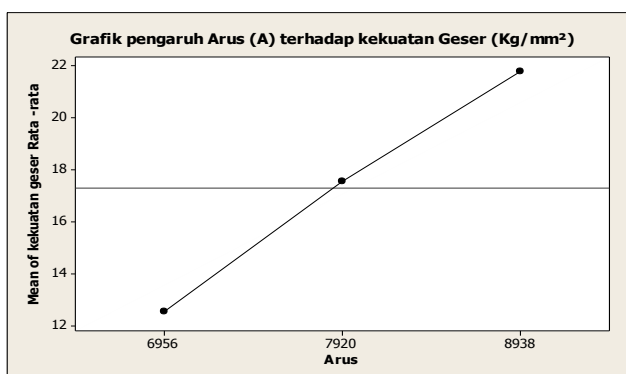
Dari eksperimen yang telah dilakukan diperoleh kekuatan geser sebagaimana pada tabel 1.

Tabel 1. Data pengujian spot welding pada

Eks.	Arus (A)	Waktu (detik)	Diameter Ujung (mm)	Teg. geser rata-rata non pendinginan (kg/mm^2)	Teg. geser rata-rata dgn pendinginan (kg/mm^2)
1	6956	3,5	9	5,8	8
2	6956	3	9	5,3	6.05
3	6956	2,5	9	4,8	5.05
4	7920	3,5	9	8,7	9.85
5	7920	3	9	8,1	9.55
6	7920	2,5	9	7	9.15
7	8938	3,5	9	10,2	11.1
8	8938	3	9	10,2	10.7
9	8938	2,5	9	9	9.65
10	6956	3,5	5	20,6	20.85
11	6956	3	5	18,3	19.1
12	6956	2,5	5	16,6	17.95
13	7920	3,5	5	28,4	32.6
14	7920	3	5	22,2	23
15	7920	2,5	5	21,8	21.8
16	8938	3,5	5	37,4	42.35
17	8938	3	5	33,3	38.3
18	8938	2,5	5	32,5	28.4
19	6956	3,5	7	12,5	13.95
20	6956	3	7	13,3	12.85
21	6956	2,5	7	10,6	9.1
22	7920	3,5	7	15,9	19.35
23	7920	3	7	14,7	18
24	7920	2,5	7	14,4	14.5
25	8938	3,5	7	20,1	20
26	8938	3	7	16,8	19.25
27	8938	2,5	7	16,5	16.15

Dari data yang diperoleh dapat dilihat bahwa pada setiap variasi yang dilakukan mempunyai pengaruh yang cukup signifikan terhadap kualitas hasil produk pengelasan, hal ini dapat dijelaskan sebagai berikut :

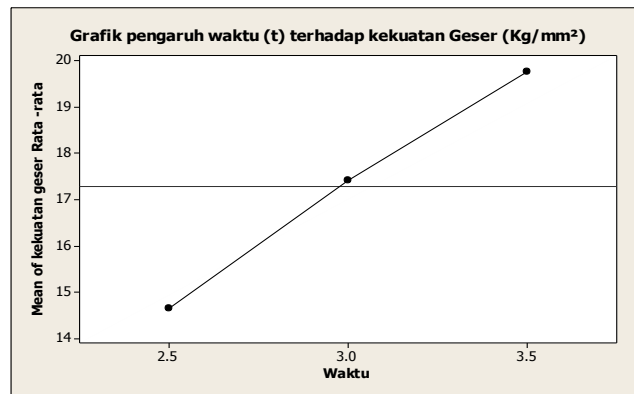
1. Arus listrik



Gambar 5. Pengaruh Arus terhadap kekuatan geser

Dari gambar grafik 5 dapat dilihat bahwa Arus mempunyai pengaruh yang positif terhadap hasil pengelasan. Artinya bahwa semakin besar arus listrik yang digunakan pada saat pengelasan maka semakin besar pula kekuatan geser yang akan dihasilkan.

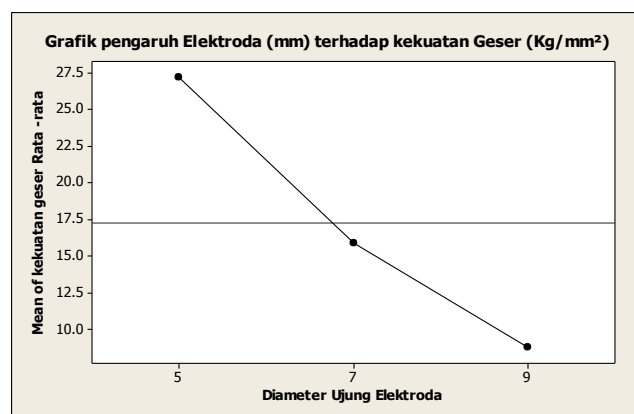
2. Waktu pengelasan



Gambar 6. Pengaruh Waktu terhadap kekuatan geser

Gambar 6 dapat ditunjukkan bahwa waktu mempunyai pengaruh yang positif terhadap hasil pengelasan. Artinya bahwa semakin lama waktu yang digunakan pada saat pengelasan maka semakin besar hasil kekuatan geser yang akan diperoleh.

3. Diameter ujung elektroda



Gambar 7. Pengaruh Diameter elektroda terhadap kekuatan geser

Gambar 7 dapat dilihat bahwa diameter ujung elektroda mempunyai pengaruh yang negatif terhadap maka semakin kecil hasil kekuatan geser yang dihasilkan, sebaliknya semakin kecil diameter ujung elektroda semakin besar kekuatannya.

Adapun pada eksperimen yang menggunakan elektroda yang didinginkan diperoleh grafik pengaruh yang sama dengan eksperimen dengan elektroda tanpa pendingin. Akan tetapi jika dibandingkan kedua eksperimen tersebut dapat dilihat bahwa kekuatan geser pada eksperimen dengan pendingin lebih besar daripada hasil eksperimen non pendinginan, dimana kekuatan geser terbesarnya adalah 41,4 kg/mm² untuk elektroda dengan pendingin dan 30,8 kg/mm² untuk elektroda tanpa pendinginan.

$$H = I^2.R.T.K \dots\dots\dots (1)$$

dimana, H = Panas (joule)
 I = Arus (amper)
 R = Resistan/hambatan (Ω)
 T = Waktu (dt)
 K = Rugi kalor

Sedangkan Hambatan (R) mempunyai persamaan ,

$$R = \rho \frac{l}{A} \dots\dots\dots (2)$$

Dimana, ρ = hambatan jenis material
 l = panjang
 A = luas penampang

Hal ini disebabkan bahwa adanya pendinginan pada elektroda mengakibatkan laju keausan ujung elektroda menjadi rendah, sehingga diameter ujung elektroda lebih terjaga kondisinya dibandingkan tanpa pendinginan. Akibatnya elektroda yang konstan akan menghasilkan kekuatan geser lebih besar dibanding hasil pengelasan dengan elektroda yang ujungnya membesar karena keausan. Fenomena ini sejalan dengan perumusan pada pengelasan spot welding bahwa,

Oleh karena itu semakin besar ujung diameter elektroda (A) menyebabkan hambatan yang terjadi semakin kecil, sehingga panas yang diakibatkan (H) oleh pengelasan semakin kecil dimana pada akhirnya pelelehan material bagian atas dan bawah menjadi kurang cair. Kondisi ini mengakibatkan bagian material atas dan bawah dari benda uji tidak akan menyatu dengan baik, sehingga kekuatan gesernya menjadi lebih rendah.

KESIMPULAN

Dari analisa data yang diperoleh dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Arus listrik, waktu pengelasan dan diameter ujung elektroda mempunyai pengaruh yang signifikan terhadap kekuatan geser benda uji.
2. Kekuatan geser dengan elektroda yang didinginkan lebih besar daripada tanpa pendinginan.

DAFTAR PUSTAKA

ASME IX, 2001, *Standard of Welding Test*, Ohio, USA
Danis, M.T., Erry 2010, *Pengaruh Variasi Waktu dan Ketebalan Plat Pada Las Titik Terhadap Sifat Fisis dan Mekanis Sambungan Las Baja Karbon Rendah*, Tugas Akhir S-1, UMS.
Electric Miller, Mfg. Co., 2005, *Handbook for Resistance Spot Welding*, Appleton, WI 54914, USA.
Shamsul, J.B., dan Hasyam, M.M., 2007, *penelitian tentang hubungan diameter Nugget dan Arus Listrik Pada Pengelasan Titik Baja Stainless Steel Tipe 304 dan Pengaruh Besar Arus Listrik pada Distribusi Kekerasan Mikro*, Jurnal Teknik Mesin Unhas.
Wiryosumarto, 2004, *Teknologi Pengelasan logam*, PT. Pradnya Paramita, Jakarta.