

Analisa kegagalan sambungan las spot welding pada komponen air cleaner

Joko Sarwono Utoyo, Salafudin, Sumadi Prabu, Tachli Supriadi, Gatot Eka Pramono

Material and Manufacturing Process Research Laboratory
Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Ibnu Khaldun Bogor
Jl.K.H.Sholeh Iskandar Km 2 kd badak kota Bogor - 16162
sarwonojoko81@yahoo.co.id

Abstrak

Clamp tube merupakan bagian dari komponen *air cleaner* terbuat dari plat baja karbon rendah berfungsi sebagai pengikat selang karburator telah mengalami kegagalan saat proses assembling, Untuk mengetahui kegagalan diperlukan beberapa data pengujian diantaranya: Inspeksi terhadap area nugget, Pengujian sifat mekanika material, pengujian komposisi material dan analisa *life time* diameter elektroda *spot welding*. Penelitian dilakukan menggunakan mesin uji tarik dan *Hardness Rockwell* Sedangkan bahan plate yang digunakan SPCC dengan ketebalan 0,8mm dan Tip spot CuCr Ø1,2mm. Hasil penelitian ditemukan variasi waktu pengelasan atau *weld time* dengan arus aliran atau *current ampere* dan *pressure drop* pada parameter mesin spot welding, *welding time* berkisar 10 detik hingga 20 detik dengan *current ampere* 68A hingga 70A. Hal ini menyebabkan *overheating* pada area nugget yang menimbulkan crack abu dan mempercepat *life time* elektroda sehingga ditemukan aus pada bagian diameter elektroda terlihat deviasi perubahan diameter elektroda berkisar 4,6 hingga 4,8 mm saat dilakukan 1158 kali spot dari range standar Ø1,2 hingga 4,0 mm, Hal ini disebabkan karena kurangnya perawatan pada diameter elektroda setelah pemakaian dan perubahan parameter mesin *spot welding* yang disebabkan oleh operator *welding* yang tidak melaksanakan SOP dengan konsisten, hasil uji tarik sambungan 135 hingga 155 kgf dari spesifikasi standar 175 min kgf dan efek *overheating* menyebabkan distribusi kekerasan yang tidak merata dengan *weld time* 10 detik, 15 detik, 20 detik pada tiga titik uji, Hal ini disebabkan adanya waktu pendinginan yang lambat.

Keywords : Nugget, Tensile strenght, Hardness rockwell, Spot welding, Welded joints, Overheating.

Abstract

Clamp tube is part of the Air cleaner components was made by low carbon steel plate which serves as a binder carburetor hose had failed during the process of assembling. Found out the failure of which required some test data: Inspection of the nugget area, mechanical properties of materials testing, materials testing and analysis of the composition of life time tip spot electrode diameter. Research did by using tensile strength machine and hardness rockwell. Whereas the plate material used by SPCC with thickness 0,8mm and tip spot CuCr Ø1,2mm. The Research found variations in the weld or weld time with the current flow and pressure drop in amperes parameter spot welding machines, welding time ranged from 10 seconds to 20 seconds with a 68A ampere current to 70A, This causing overheating in the area nugget to occur crack ash and the accelerate the electrode life time was found wear on the electrode diameter deviations visible changes in the electrode diameter ranges from 4,6 to 4,8 mm the time of the 1158 spot from the standard range Ø1,2 to 4,0 mm, it is caused by a lack of maintenance on the diameter of the electrodes after use and change spot welding machine parameters caused by the welding operator did not consistently implement the SOP, tensile test results of 135 to 155 kgf connection of a standard specification min 175 kgf and the effects of overheating causing to unsmooth hardness distribution with weld time to 10 seconds, 15 seconds, 20 seconds at three test points, it is obtained from the slow cooling time.

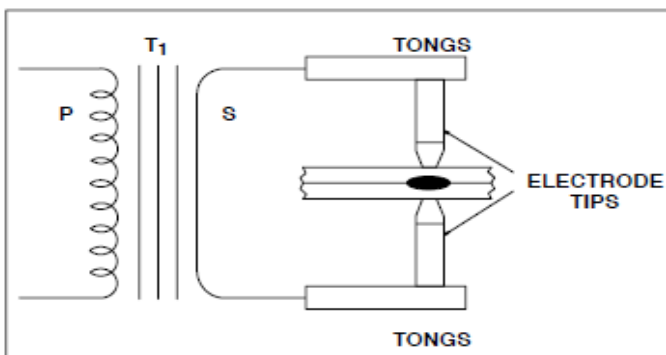
Keywords : Nugget, Tensile strenght, Hardness rockwell, Spot welding, Welded joints, Overheating.

PENDAHULUAN

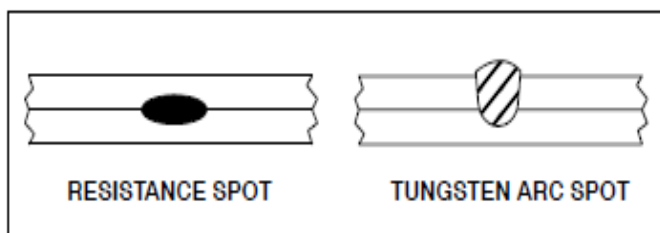
Penelitian ini mempresentasikan kegagalan pada pengelasan *spot welding* akibat terjadinya

overheating yang disebabkan karena pengaruh weld time yang tinggi, hal ini berdampak keausan pada elektroda sehingga menimbulkan crack dan getas (patah).

Sebelum memasuki kepada pembahasan, perlu dijelaskan juga mengenai las titik atau yang lebih dikenal spot welding seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1 (Welds, Miller), *spot welding* merupakan cara las resistansi listrik dimana dua atau lebih lembaran logam dijepit diantara elektroda dan logam. Kemudian siklus las mulai pada saat elektroda bersinggungan dengan logam dibawah pengaruh tekanan sebelum arus dialirkan, waktu yang singkat disebut waktu tekan, kemudian dialirkan arus yang bertegangan rendah diantara elektroda, logam yang saling bersinggungan menjadi panas dan suhu naik sampai mencapai suhu pengelasan segera setelah suhu pengelasan dicapai tekanan antara elektroda memaksa logam menjadi satu dan terbentuklah sambungan las, seperti yang terlihat pada ilustrasi Gambar 2 (Welds, Miller) berikut :



Gambar 1. Ilustrasi Cara kerja Spot welding.



Gambar 2. Ilustrasi Perbandingan antara Resistansi spot dengan Arc Spot.

Sehingga sistem ini butuh tingkat ketelitian yang tinggi dalam hal manajemen parameter mesin *spot welding* sehingga tidak terjadi kegagalan pada suatu produk. maka penanganannya harus mendapat

sertifikasi dari lembaga inspeksi *American society of mechanical engginering section IX (ASME)* dan instansi pemerintah yang menangani masalah keselamatan dan kesehatan kerja (K3) seperti Departemen Tenaga Kerja.

TUJUAN PENELITIAN

Kegagalan yang timbul pada sambungan spot welding ada beberapa faktor penyebab kegagalan, antara lain: Mesin spot welding mengalami *pressure drop* yang dihasilkan saat beroperasi hal ini akibat jarak antar tip spot mengalami *run out* Pada Gambar 8 dari standar operasional yang diijinkan, apakah dengan standar parameter welding yang ada mampu menjamin kualitas suatu produk.

Variasi waktu pengelasan dapat berpengaruh naik turunnya temperatur pengelasan sehingga pada saat temperatur naik akan berdampak perubahan pada diameter tip spot dan perubahan ini yang terkadang membuat *user* lupa akan masa penggunaan atau *life time* daripada tip spot yang digunakan.

Perubahan tip spot akan berpengaruh terhadap luas area nugget terhadap area benda kerja yang memiliki spesifikasi dimensi tertentu, Apabila diameter tip spot lebih besar dari benda kerja maka akan berdampak terhadap kualitas pengelasan dimana luas diameter tip spot akan menghasilkan area *nugget* yang sesuai dengan luas area tip spot.

Ketidakseimbangan parameter antara waktu pengelasan dengan *current ampere(A)* akan menghasilkan crack abu akibat dari *heat* yang dihasilkan saat temperatur naik melebihi *capacity heat* yang dimiliki oleh material plat baja tersebut hal ini yang membuat HAZ (*Heat affect zone*) area tertutup oleh abu ditunjukkan pada Gambar 9.

Faktor penyebab rendahnya kualitas produk dapat disebabkan oleh terjadinya kesalahan dalam perencanaan, pemilihan material, fabrikasi, *assembling* atau pemasangan.

Faktor lain yang takkala pentingnya adalah kesalahan dalam memilih metode pemeliharaan, inspeksi seperti: tidak konsistennya operator mesin dalam menjaga parameter spot welding yang sudah distandarisasikan dalam bentuk SOP dan tidak adanya bentuk pengendalian pada masa penggunaan tip spot, Hal ini yang menyebabkan berkurangnya kualitas pengelasan.

Mengingat potensi resiko yang mungkin dapat terjadi, tentunya keselamatan pengguna dan peralatan yang berada disekitar akan menjadi lebih besar terkena dampaknya hal ini perlu dijamin. Jika terjadi kegagalan pada sambungan las yang diakibatkan oleh terjadinya kerusakan yang tidak terdeteksi sejak awal, maka pada akhirnya akan terjadi kecelakaan yang tentunya akan merugikan. Oleh sebab itu kegagalan yang terjadi harus diantisipasi sejak awal dan hal ini sebenarnya dapat dikontrol dengan pengujian – pengujian yang telah distandarisasikan.

Analisis kerusakan/kegagalan adalah hal yang sangat diperlukan dalam dunia industri terutama peralatan – peralatan yang mempunyai resiko tinggi karena kerusakan yang terjadi akan berdampak pada kerugian ekonomi dan keselamatan manusia.

Dalam penelitian ini dilakukan analisa kegagalan pada sambungan las titik dengan material yang digunakan adalah:

Baja *low carbon* (SPCC-SD) *surface dull finish* dengan Spesifikasi dari data Sertifikasi analisa sebagai berikut (Amsted,B.H, Ostwald, P.F.,Begeman,M.L., Djaprie.S., Jan.,1985.) :

| Reff Standard | Symbol | | C Max | Mn Max | P Max | S Max | TS |
|---------------|--------|----------|-------|--------|-------|-------|---------|
| | | | % | % | % | % | Min |
| JIS G 3141 | SPCC | Standard | 0.120 | 0.500 | 0.040 | 0.045 | 270 Kgf |
| | | aktual | 0.043 | 0.268 | 0.011 | 0.003 | 288.7 |

Gambar 3. Tabel pengujian Material baja rendah (SPCC)

Material Tip spot (Cu Cr) dengan Spesifikasi dari data Sertifikasi analisa sebagai berikut (Dowa Metanik.CO. LTD, Jan., 2006):

| Spesifikasi | Symbol | UTS | YS | Densitas | HRC | Konduktifitas Elektrik |
|-------------|--------|---------|---------|----------|-----|------------------------|
| YCC | CuCr | 450 Mpa | 250 Mpa | 8.9 | 70B | 70 - 85 % |

Gambar 4. Tabel pengujian material tip spot (Cu Cr)

METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan

Adapun spesifikasi alat dan material sebagai berikut:

1. Tensile strength machine

2. Hardness tester “Frank Finotest”
3. Material Tip spot : Cu Cr
4. Material plat : SPCC t 0,8 mm
5. Mesin Spot weld : Merk DAIJI

Metode analisis

$H = I^2RTK$ where H = Heat

$I^2 =$ Current Squared

R = Resistance

T = Time

K = Heat Losses

$\Delta A = A_1 - A_0 \alpha \Delta T$

$\Delta A =$ Perubahan Luas

$A_1 =$ Luas Akhir

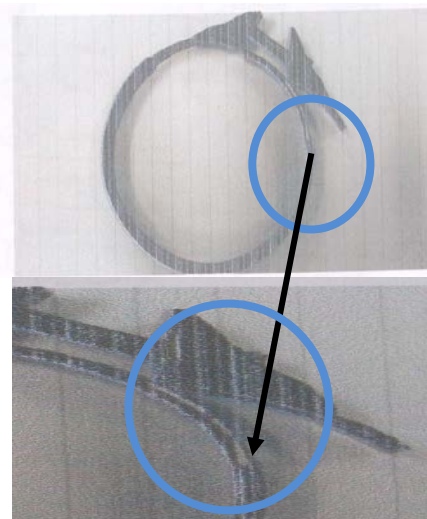
$A_0 =$ Luas awal

$\alpha =$ Koefesien Muai

$\Delta T =$ Perubahan Temperatur

HASIL DAN PEMBAHASAN

Ilustrasi Kegagalan sambungan las



Gambar 5. Ilustrasi produk gagal sambungan las

Analisa data

| No | Item | Symbol | Satuan | Analisa 1 | Analisa 2 | Analisa 3 | Analisa 4 |
|----|-----------------|------------|-------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 1 | Weld time | T | t | 10 | 20 | 20 | 10 |
| 2 | Squeeze time | ST | t | 16 | 16 | 16 | 16 |
| 3 | Hold time | HT | t | 2 | 2 | 2 | 2 |
| 4 | Off time | OT | t | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 5 | Arus Aliran | I | A | 68 | 70 | 68 | 70 |
| 6 | Perubahan Temp. | ΔT | $^{\circ}C$ | 138.7 | 294 | 277.4 | 147 |
| 7 | Heat | H | KJ/Kg | 116.54 | 246.96 | 233.04 | 123.48 |

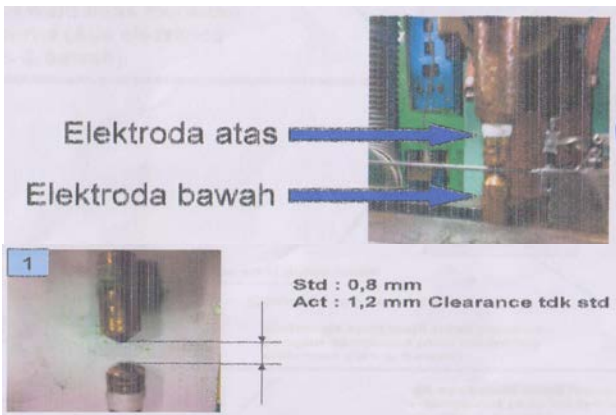
Gambar 6. Tabel Riset dalam menentukan life time tip spot elektroda.

Hasil pengujian mekanika properti

| Item Testing | Standard | Hasil Sampling | | | |
|------------------|-------------|----------------|-----------|-----------|-----------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Tensile strenght | Min 175 kgf | 150 | 135 | 155 | 135 |
| Result | | NG | NG | NG | NG |

Gambar 7. Hasil pengujian tensile strength [2]

Hasil survey

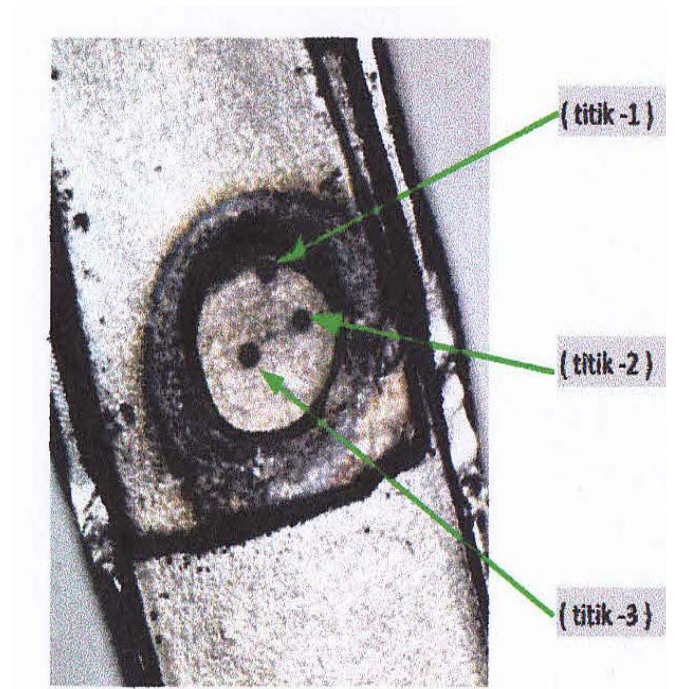


Gambar 8. Ilustrasi aktual kondisi lapangan

Hasil survey

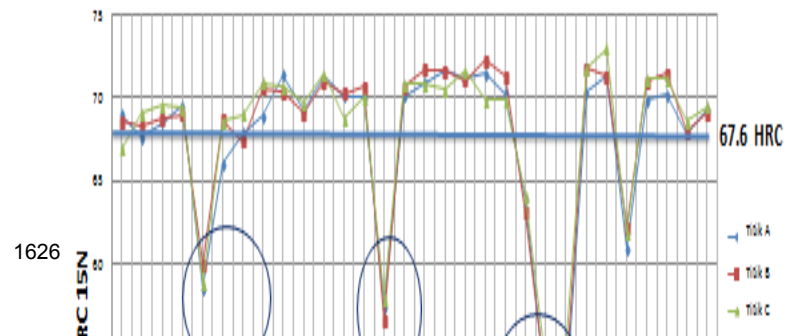


Gambar 9. Ilustrasi aktual kondisi lapangan



Gambar 10. Ilustrasi pengambilan titik hardness

**Grafik Distribusi Hardness
Weld time VS Current Ampere**



Adanya crack abu pada hasil pengelasan terjadi pembakaran antara elektroda dan benda kerja yang menempel pada base material plate baja sehingga menutupi hasil pengelasan. Dan diperkuatnya data dari hasil observasi diproses ditemukannya kurangnya sistem penerapan *Reability Centered Mantanance (RCM)* (Jhon Moubray, 1997.) di manufacture tersebut, hal ini dibuktikan pada laporan *preventif maintenance* atau perawatan mesin tidak efektif dalam kurun waktu 3 hari berturut-turut hal ini merupakan salah satu dampak kegagalan karena kurang diperhatikannya perawatan mesin dan kontrol terhadap parameter mesin spot welding khususnya pada elektroda tip spot las titik atau *spot welding*.

Gambar 11. Grafik hasil hardenes saat dilakukan Variasi waktu pengelasan.

PEMBAHASAN

Dari hasil penelitian terlihat pengaruh *overheating* yang terjadi karena adanya variasi waktu pengelasan atau *weld time* tinggi atau cenderung naik, Hal ini yang berdampak pada kenaikan temperatur sehingga timbul pembakaran pada plat baja ditunjukkan pada Gambar 9 adanya crack yang merupakan kotoran abu, Hal ini yang bisa berpengaruh terhadap kualitas pengelasan dan life time atau masa penggunaan elektroda yang cepat mengalami keausan, Hal ini dibuktikan dari pemakaian 1158 kali spot kondisi tip spot sudah mengalami perubahan diameter ditunjukkan pada Gambar 8, posisi tip spot elektroda terhadap benda kerja yang tidak standar, Hal ini berpengaruh pada variasi tekanan.

Dari hasil pengujian terlihat kualitas pengelasan yang kurang baik terbukti dengan dilakukannya uji tarik, hasil sambungan tidak mampu mencapai nilai yang sudah distandarisasikan Min 175 kgf terlihat pada Gambar 7 (Amsted,B.H, Ostwald, P.F.,Begeman,M.L., Djaprie.S., Jan.,1985.) adanya waktu pendinginan yang lambat, Menimbulkan distribusi kekerasan yang tidak merata ditunjukkan pada Gambar 11 (Wiryosumatro, Harsono, Prof.Dr.Ir Okumura, Prof.Ir.Toshie., 2000.) pada pengambilan ke tiga posisi titik hardness pada Gambar 10 setelah dilakukan pengelasan pada plate baja karbon rendah dengan nilai karbon 0,12% .

KESIMPULAN

Dari hasil pengujian dan analisa yang telah dilakukan, Maka dapat di ambil kesimpulan bahwa kegagalan pada hasil sambungan las titik disebabkan adanya crack abu yang masih menempel pada base material plat efek dari *overheating* ditunjukkan pada Gambar 9.

Adapun faktor-faktor yang dapat menimbulkan *overheating*:

- Adanya variasi waktu pengelasan.
- Adanya penurunan tekanan pada mesin spot welding.
- Tidak konsistennya operator welding dalam melaksanakan SOP Mesin .

Kegagalan sambungan pengelasan yang menyebabkan distribusi kekerasan yang tidak merata ditunjukkan pada Gambar 11.

Berikut faktor-faktor yang dapat menimbulkan distribusi kekerasan yang tidak merata:

- Adanya waktu pendinginan yang lambat.
- Adanya penurunan tekanan pada mesin spot welding.
- Diameter elektroda tip spot lebih besar dari benda kerja.

Tingkat *rejection* tertinggi akibat kegagalan sambungan las disebabkan oleh faktor kelalaian operator welding dalam mengoperasikan mesin dan kurangnya perawatan secara berkala.

SARAN

- Menjaga Parameter mesin spot welding dengan mengoptimalkan penerapan *Reability centered maintenance*. (Jhon Moubray, 1997).
- Parameter kontrol Waktu pengelasan berkisar 10~15 detik dengan Current ampere 60 ~ 70 A dan squazze time konstan di 16 detik.
- Agar dilakukannya perawatan setelah pemakaian mesin spot khususnya pada elektroda tip spot.
- Sudah distandarisasikan masa penggunaan elektroda tip spot.
- Menjaga posisi jarak tip spot untuk menghindari penurunan tekanan pada mesin.
- Memberikan pelatihan kepada operator welding agar melaksanakan SOP mesin dengan konsisten.

UCAPAN TERIMAKASIH

Dengan kerendahan hati Penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar besarnya kepada Bapak Dr. Yogi sirodz gaos, S.T, M.T. selaku kepala jurusan Teknik mesin Universitas Ibnu Khaldun dan Bapak Tachli supriadi, M.T. selaku kepala *Research laboratory Material and manufacturing process* Teknik mesin Universitas Ibnu Khaldun yang telah memberikan banyak arahan dalam penulisan makalah ini.

Nomenklatur

| | |
|-------|------------------------------|
| I^2 | Current squered (A) |
| P | pressure (Nm ⁻²) |
| C | celcius (°C) |
| N | Newton (kgf) |

Greek letters

| | |
|----|--|
| Q | Heat transfer coefficient (W m ⁻²) |
| cp | Capacity heat (KJ/kg °C) |
| H | Heat (KJ/kg) |
| A | Current ampere (A) |
| p | Massa jenis (kg/mm ²) |
| TS | Tensile strength (kgf) |

Subsripts

| | |
|-----|--------------------------------------|
| Min | Minimum |
| RCM | <i>Reability Centered Mantanance</i> |

| | |
|-----|--------------------------------|
| SOP | Standard Operational Prosedure |
| HRC | Hardness rockwell |
| JIS | Japan Industrial Standard |

REFERENCE

Amsted,B.H, Ostwald,P.F., Begeman,M.L., Djaprie.S., "Teknologi Mekanika", Edisi ketujuh, Versi Sl., Jakarta: Erlangga, Jan., 1985.

American society of mechanical engginering section IX (ASME).

DOWA METANIX CO. LTD, Jan., 2006.

Jhon Moubray Reliability Centered Maintenance, 1997.

Welds, Miller: Handbook for resistance spot welding.

Wiriyosumatro, Harsono, Prof. Dr. Ir. Okumura, Prof. Ir. Toshie., "Teknologi Pengelasan", Jakarta Paramita, Cetakan Delapan ,2000.