

ANALISIS KEKUATAN TARIK PADA SAMBUNGAN ALUMINIUM DAN TEMBAGA YANG DISAMBUNG DENGAN LAS GESEK UNTUK KONEKTOR ELEKTRIKAL

Poedji Haryanto¹⁾, AdhyPurnomo²⁾, Carli³⁾
^{1,2,3}Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Semarang
¹phary_phary2000@yahoo.com

Abstrak

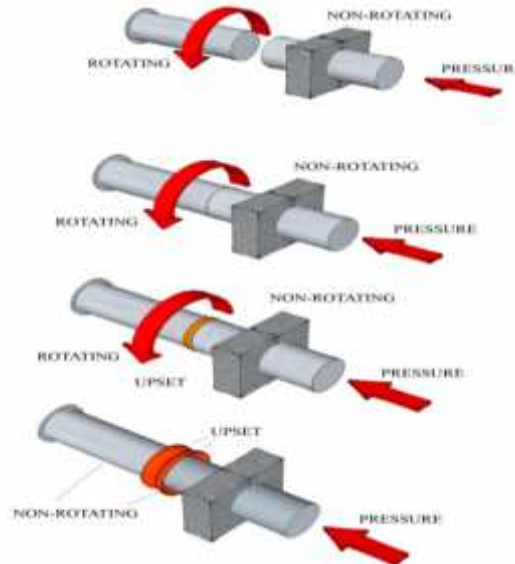
Pengelasan gesek (friction welding, FW) proses penyambungan terjadi akibat panas yang ditimbulkan oleh gesekan antara dua bagian logam yang disambung. Keduabagianlogam yang akan disambung disatukan dibawah pengaruh tekanan aksial, kemudian salah satu diputar sehingga pada permukaan kontakakan timbul panas (mendekati titik cair logam), maka setelah putaran dihentikan akan terbentuk sambungan logam. Keuntungan pengelasan gesek dapat menyambung dua bahan yang berbeda (dissimilar metal). Tembaga (Cu) dan aluminium (Al) merupakan bahan yang akan disambung pada penelitian ini. Dua metoda penyambungan dengan proses las gesek, yaitu penyambungan yang secara langsung dan penyambungan dengan menusuk (Shock). Penyambungan dengan cara menusuk merupakan proses penyambungan Cu dan Al untuk mendapatkan kekuatan sambungan yang lebih besar. Metoda yang telah dilakukan peneliti dengan kontak langsung pada kedua permukaan bahan uji. Penelitian ini tentang penyambungan bahan aluminium dengan tembaga, sambungan Al dan Cu digunakan untuk komponen eletrikal. Proses penyambungan anantara Al dan Cu dalam penelitian ini dengan metoda penyambungan tusuk (shock) untuk mendapatkan sambungan yang lebih kuat dibandingkan dengan sambungan kontak permukaan. Bahan uji Cu dengan Ø 12 mm, diameter tusuk Ø 8 mm dan bahan Al dengan Ø 12 mm. Proses penyambungan dengan mertode friction welding, waktu yang digunakan dalam proses penyambungan 15 detik dan 20 detik. Kapasitas mesin yang digunakan 2,2 kWatt, putaran 1400 RPM dan tekanan hidrolik 25 bar.

Kata kunci: Las gesek, Kontak langsung, Sambungan shock, Tembaga, Aluminium

1. PENDAHULUAN

Pengelasan gesek (*friction welding*) merupakan salah satu solusi dalam memecahkan permasalahan penyambungan logam yang sulit dilakukan dengan *fusion welding* (pengelasan cair). Pada pengelasan gesek (*friction welding*) proses penyambungan logamnya tanpa pencairan (*solid state process*), yang mana proses pengelasan terjadi sebagai akibat penggabungan antara laju putaran salah satu benda kerja dengan gaya tekan yang dilakukan oleh benda kerja yang lain terhadap ujung benda kerja yang berputar. Gesekan yang diakibatkan oleh pertemuan kedua benda kerja tersebut akan menghasilkan panas yang dapat melumerkan kedua ujung benda kerja yang bergesekan sehingga mampu melumerkan dan akhirnya terjadi proses penyambungan (Astrom, P., 2002).

Pada pengelasan gesek (*friction welding*) terjadi beberapa fenomena fisik, seperti perubahan panas akibat gesekan, deformasi plastis, solidifikasi, perubahan strukyur dan sebagainya. Adapun parameter penting dalam proses pengelasan gesek (*friction welding*) meliputi *friction time*, *rotation speed* dan *friction pressure* sepeerti yang dijelaskan dalam Gambar 1.



Gambar 1. Proses las gesek

Tembaga merupakan salah satu logam penting sebagai bahan Teknik yang pemakaiannya sangat luas baik digunakan dalam keadaan murni maupun dalam bentuk paduan. Tembaga memiliki kekuatan Tarik 150 N/mm^2 sebagai Tembaga Cor dan dengan proses pengerjaan dingin kekuatan tarik Tembaga dapat ditingkatkan hingga 390 N/mm^2 demikian pula dengan angka kekerasannya dimana Tembaga Cor memiliki angka kekerasan 45 HB dan meningkat hingga 90 HB melalui proses pengerjaan dingin, dengan demikian juga akan diperoleh sifat Tembaga yang ulet serta dapat dipertahankan walaupun dilakukan proses perlakuan panas misalnya dengan Tempering. Sifat listrik dan sebagai penghantar panas yang baik dari Tembaga (*Electrical and Thermal Conductor*) Tembaga dan menduduki urutan kedua setelah Silver namun untuk ini Tembaga dipersyaratkan memiliki kemurnian hingga 99,9 %. Salah satu sifat yang baik dari tembaga ini juga adalah ketahanannya terhadap korosi atmosferic bahkan jenis korosi yang lainnya. Tembaga mudah dibentuk dan disambung melalui penyolderan (*Soldering*), *Brazing* dan pengelasan (*Welding*).

Tembaga murni digunakan secara luas pada industri perlistrikan, dimana salah satu sifat yang baik dari Tembaga (*Copper*) ialah merupakan logam conductor yang baik (*Conductor Electricity*) kendati tegangannya rendah. Aluminium ialah logam yang berwarna putih terang dan sangat mengkilap dengan titik cair 660°C sangat tahan terhadap pengaruh Atmosphere juga bersifat electrical dan Thermal Conductor dengan koefisien yang sangat tinggi. Chromium bersifat non magnetic.

2. KAJIAN LITERATUR

Pengujian Performen Mesin Las Gesek Hasil Rancang Bangun Melalui Pengujian Kekuatan Tarik Hasil Sambungan Las Gesek, Poedji Haryanto, dkk. (2017) Las gesek (*Friction welding*) merupakan proses pengelasan yang memanfaatkan panas yang ditimbulkan akibat gesekan pada kedua permukaan batang yang akan disambung. Gesekan yang berlangsung terus-menerus akibat tekanan pada kedua permukaan, panas akan meningkat sampai mencapai pada temperatur leleh (*melting*). Las gesek sangat baik

digunakan untuk mengelas dua bahan yang berbeda (*dissimilar materials*) dan batang yang mempunyai bentuk geometris yang berbeda.

Spesifikasi mesin las gesek (Gambar 2), motor penggerak 2,2 kWatt, putaran 1400 RPM, tekanan hydraulic 25 bar. Pengujian performen las gesek melalui pengujian kekuatan hasil las gesek. Bahan uji yang digunakan Aluminium, baja karbon rendah (ST.60), stainless steel (AISI 304), tembaga, dengan variable waktu gesek, tekanan gesek dan putaran . Kekuatan yang digunakan adalah kekuatan bengkok dan kekuatan tarik.



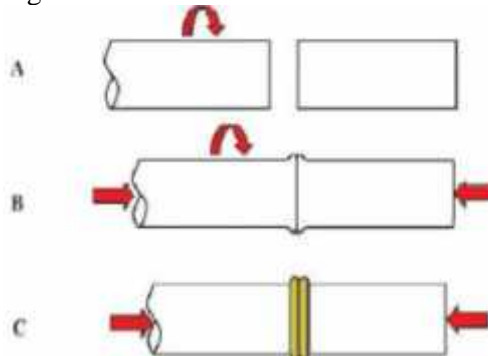
Gambar 2. Mesin Las gesek

Bahan uji las gesek diuji bending (Gambar 3), bahan uji $\varnothing 12$ mm setelah dilakukan pengujian bending, pada sambungan las mengalami keretakan akibat adanya keropos pada sambungan. Bahan uji dengan $\varnothing 1$ mm sambungan las tidak mengalami keropos sambungan baik.

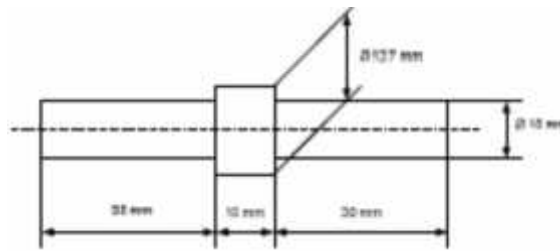


Gambar 3. Bahan uji bending

Adhy Purnomo (2015), Struktur Mikro Sambungan *Friction Welding* Antara Bahan Paduan Tembaga Dan Paduan Aluminium Akibat Waktu Tekanan Berbeda. Adhi Purnomo, penelitian las gesek pada penyambungan Al dan Cu, kedua bahan uji dengan diameter $\varnothing 10$ mm dikontakkan langsung kedua permukaannya. Gambar 4, skema proses pengelasan gesek. Bahan uji dengan dimensi yang sama. Gambar 5. Adalah dimensi bahan uji las gesek.



Gambar 4. Proses penyambungan

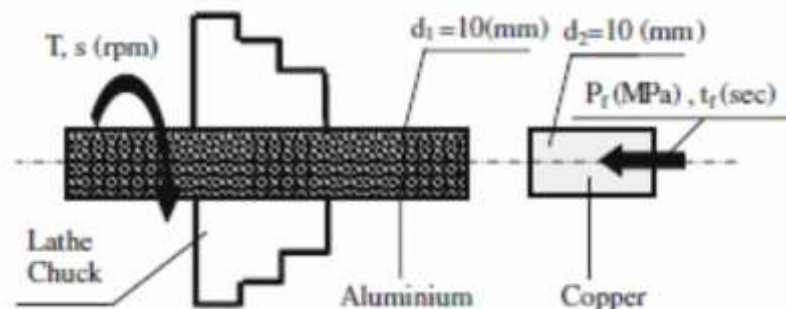


Gambar 5. Dimensi bahan uji



Gambar 6. Sambungan las gesek Al dan Cu

Sambungan las gesek Al dan Cu (Gambar 6), proses pengelasan gesek terjadi pada pada utaran 750 RPM, dengan tekanan gesek 58 Mpa, waktu gesek 450 detik. Mumin Sahin (2010), *Joining of aluminium and copper materials with friction welding*. Mumin Sahin, penelitian las gesek bahan Al dengan Cu, proses penyambungan dengan dimensi yang sama $\varnothing 10 \text{ mm}$.



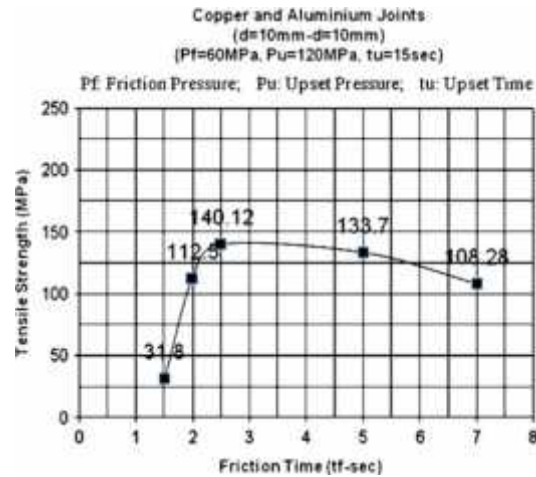
Gambar 7. Proses penyambungan kontak langsung.

Gambar 7. Proses pengelasan gesek, bahan Al berputar dan bahan Cu bergerak linier dengan tekanan, ke dua bahan uji tersebut akan bergesekan saat kedua permukaan kontak. Gesekan yang terus menerus akan menimbulkan panas yang. Temperatur akan meningkat sampai temperatur solid state, proses penyambungan terjadi.



Gambar 8. Sambungan Cu dan Al

Gambar 8, hasil sambungan dengan las gesek, tekanan gesek 60 Mpa dan waktu gesek 3 detik.



Gambar 9. Diagram Tegangan dan waktu gesek

Kekuatan hasil las gesek dipengaruhi oleh waktu gesek dan tekanan gesek (Gambar 9), Aplikasi komponen elektrik yang menggunakan bahan sambungan antara Al dan CU adalah konektor elektrik, sampai saat ini komponen tersebut masih diimpor dari Taiwan. Skun sambung kabel insulated ini berbentuk tabung, biasanya dipakaikan sebagai terminal yang mampu menyambungkan kabel menuju panel.



Gambar 10. Skun kabel AL-Cu

Dalam terminasi kabel, kita sering menjumpai aksesoris kabel seperti pada gambar di atas. Gambar di atas adalah schoen kabel. *Schoen* kabel sering juga disebut sepatu kabel/Cable lug. *Schoen* kabel adalah salah satu accessories kabel yang berfungsi untuk penyambungan kabel ke terminal atau panel dengan dibautkan pada bussbar atau panel. Untuk kebutuhan penyambungan kabel jaringan listrik (Terminasi), *Schoen* kabel terdiri dari beberapa jenis, yaitu :

- Kabel schoen AL (aluminium).
- Kabel schoen CU (tembaga).
- Kabel schoen AL-CU (bimetal).

Adapun keunggulan kabel schoen berbahan aluminium adalah sebagai berikut :

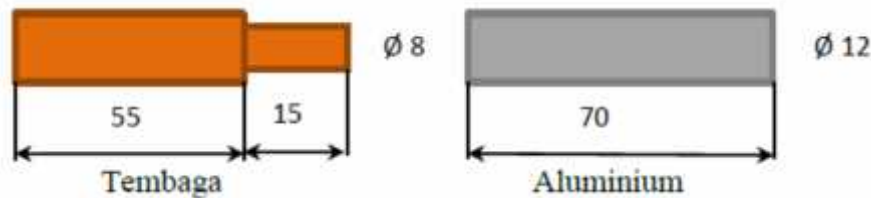
- Aluminium 99,5%.

- Mudah digunakan.
- Mendukung hingga 20 kV.

3. METODE PENELITIAN

3.1 Pembuatan bahan uji

Bahan uji yang akan disambung dengan las gesek Aluminium (Al) dan tembaga (Cu). Dimensi bahan uji \varnothing 12,7 mm diproses pengerjaan dengan menggunakan mesin bubut, bentuk bahan uji seperti pada Gambar 11.



Gambar 11. Bahan uji las gesek Cu dan Al.

3.2 Mesin las gesek yang digunakan merupakan mesin las hasil penelitian rancang bangun mesin las gesek (Gamabar 12), Spesifikasi mesin las gesek tekanan gesek 25 bar, putaran 1400 RPM, motor 2,2 kWatt.



Gambar 12. Mesin las gesek

3.3 Pengujian Las Gesek

Pengujian yang dilakukan adalah pengujian tarik untuk mendapatkan kekuatan pada sambungan las gesek.

3.4 Parameter pengelasan gesek

Parameter yang dipakai dalam pengelasan gesek, waktu gesek (t_f), tekanan gesek (p_f), putaran (N). Bahan uji yang sifatnya relatif lunak, Aluminium dan tembaga yang mempunyai titik cair yang jauh berbeda, maka parameter t_f yang divariasi, putaran tetap dan tekanan tetap.

4. HASIL PENELITIAN

4.1 Bahan uji las gesek

Bahan uji Al dan Cu (Gambar 13), disambung dengan metoda las gesek, bahan Al berputar dan bahan Cu bergerak lurus dengan tekanan.



Gambar 13. Bentuk benda uji las gesek Al dan Cu

Hasil sambungan las gesek Al dan Cu (Gambar 14), merupakan hasil penyambungan antara AL dan Cu dengan proses las gesek (*friction welding*).



Gambar 14. Sambungan AL-CU dengan proses las gesekan

Bahan uji disambung dengan las gesek, tekanan gesek 2,2 Mpa, waktu gesek 20 detik, posisi aluminium dicekam di spindel utama dan tembaga dicekam pada silinder hidrolik.

4.2 Pengujian Kekuatan Tarik

Bahan uji Al dan Cu yang disambung dengan metode gesekan. Gambar 15, merupakan bahan uji untuk pengujian tarik yang telah mengalami proses pemesinan. Diameter 11 mm, panjang 165 mm.



Gambar 15. Bahan uji tarik Al dan Cu

Bahan uji hasil las gesek antara Al dan Cu, selanjutnya dilakukan pengujian tarik, sambungan hasil las mengalami patah pada pembebanan sekitar 3000 N – 4700 N.



Gambar 16. Bahan yang telah di uji tarik

Kekuatan tarik sambungan las gesek antara Al dan Cu sangat rendah, karena kedua bahan uji tersebut mempunyai sifat yang sangat berbeda, terutama titik leleh Aluminium sekitar 600 °C, dan tembaga sekitar 900 °C. Perbedaan temperatur leleh mengakibatkan kedua bahan tersebut tidak dapat menyambung dengan sempurna.

Sambungan Al dan Cu pada skun tidak memerlukan kekuatan tarik yang besar, sambungan skun akan diklem untuk menahan tarikan kabel.

5. SIMPULAN

- Proses penyambungan Al dan Cu dilakukan dengan metoda shock untuk menambah kekuatan sambungan.
- Kekuatan tarik sambungan las gesek antara Al dan Cu sangat rendah, karena kedua bahan uji tersebut mempunyai sifat yang sangat berbeda, terutama titik leleh Aluminium sekitar 600 °C, dan tembaga sekitar 900 °C. Perbedaan temperatur leleh mengakibatkan kedua bahan tersebut tidak dapat menyambung dengan sempurna.

- c. Sambungan Al dan Cu pada skun tidak memerlukan kekuatan tarik yang besar, sambungan skun akan diklem untuk menahan tarikan kabel.

6. REFERENSI

- Haryanto P., Ismail R., Jamari, Nugroho S., (2011). "Pengaruh gayatekan, kecepatan putar dan waktu kontak pada pengelasan gesek baja ST 60 terhadap kualitas sambungan las" Prosiding Seminar Nasional, Fakultas Teknik Universitas Wahid Hasyim, Semarang, pp. D88-D93
- Haryanto P., Ismail R., Jamari, Nugroho S., (2011), "Pengaruh tekan gesek, pada pengelasan gesek baja ST 60 dengan AISI 304 terhadap kualitas sambungan las", Prosiding Seminar Nasional, Teknik Industri Universitas Gajah Mada, Yogyakarta, pp. D086-D091
- Sahin M., (2005), "An Investigation into Joining of Austenitic-Stainless Steel (AISI 304) with Friction Welding", Industrial Lubrication Tribology, Volume 55, pp140-145
- Haryanto P., (2012), "Rekayasa Kepala Lepas (*Tail-Stock*) Mesin Bubut Sebagai Alat Penekan Untuk Pengelasan Gesek", Rekayasa Mesin, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Semarang, vol. 7. pp. 64-79
- Haryanto P., (2012), "Proses Penyambungan Batang dan Kepala Baut Klem dengan Perangkat *Direct-Drive Friction Welding*", Teknis, Politeknik Negeri Semarang, vol. 7. pp. 88-91.
- Haryanto P., dkk, (2013), Rancang Bangun Mesin Las Gesek Untuk Pengembangan Laboratorium Teknik Mesin Politeknik Negeri Semarang, Politeknik Negeri Semarang.
- Haryanto P., dkk, (2017), Rancang Bangun Mesin Las Gesek Untuk Skala Laboratorium, Seminar Jurusan Teknik Mesin, Universitas Diponegoro.