

## MENGUJI KEKUATAN TARIK PADA SAMBUNGAN LAS GESEK BAJA KARBON RENDAH (AISI 1040) DAN BAJA TAHAN KARAT(AISI 304) DISAMBUNG MENGGUNAKAN MESIN LAS GESEK HASIL PENELITIAN RANCANG BANGUN

Poedji Haryanto<sup>1)</sup>, Bambang Cahyono<sup>2)</sup>, Supandi<sup>3)</sup>  
<sup>1,2,3</sup>Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Semarang  
<sup>1</sup>phary\_phary2000@yahoo.com

### Abstrak

*Pengelasan gesek (friction welding, FW) proses penyambungan terjadi akibat panas yang ditimbulkan oleh gesekan antara dua permukaan logam yang disambung. Kedua bagian logam yang akan disambung disatukan dibawah pengaruh tekanan aksial, kemudian salahsatu diputar sehinggapa 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). Tujuan penelitian ini untuk mengetahui performan mesin las gesek hasil penelitian, dengan melakukan pengujian kekuatan tarik hasil sambungan las. Bahan uji yang digunakan adalah baja karbon rendah (AISI 1040) dan Baja tahan karat (stainless steel) dengan jenis AISI 304. Pengelasan gesek dilakukan dengan menggunakan mesin las gesek dari hasil penelitian sebelumnya. Spesifikasi mesin las gesek power motor spindel utama 3 kWatt, motor bydraulik 1.5 kWatt, putaran 1450 RPM. Bahan uji AISI 1040 dan AISI 304 merupakan bahan uji yang berbeda (dissimilar metal). Ukuran bahan uji panjang 70 mm, diameter 12 mm. Parameter yang digunakan adalah putaran motor (N), tekanan gesek (p) dan waktu gesek (t). Hasil sambungan las dilakukan pengujian terhadap kekuatan tarik dan kekuatan bengkok. Sambungan las bahan uji yang sama AISI 1040, menghasilkan kekuatan tarik 626 MPa, sedangkan kekuatan untuk bahan AISI 1040 sekitar 548 MPa. Kondisi patahan terjadi diluar sambungan las. Kekuatan tarik pada sambungan antara AISI 1040 dan AISI 304 mencapai 558 MPa, patahan mengalami deformasi dengan pengecilan diameter.*

**Kata kunci:** *Las gesek, Bahan berbeda, Baja karbon rendah, Stainless steel*

### 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).

Baja karbon menurut kandungan karbonnya dapat diklasifikasikan menjadi :

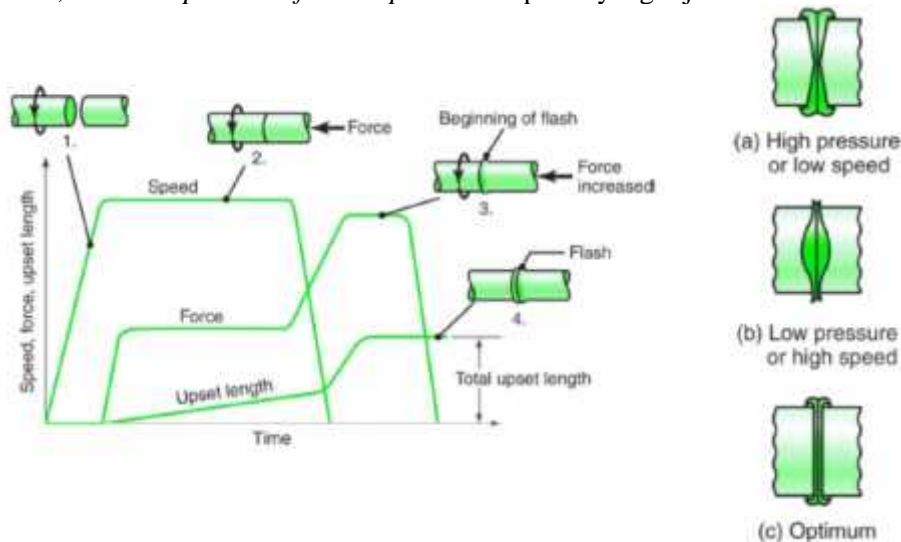
- a. Baja karbon rendah, yaitu baja dengan kandungan karbon kurang dari 0,25 %.
- b. Baja karbon medium, dengan kandungan 0,25-0,60 % C.
- c. Baja karbon tinggi, dengan kandungan karbon 0,60- 1,40 % C.

Baja karbon memiliki sifat-sifat mekanis yang bervariasi menurut kelasnya. Baja karbon memiliki temperatur leleh sekitar 1538C. Baja karbon rendah relatif lunak dan lemah namun memiliki ketangguhan dan keuletan yang tinggi. Struktur mikronya terdiri dari ferit dan pearlit. Disamping itu baja karbon rendah dengan kekuatan luluh 275 MPa memiliki kekuatan tarik yang bervariasi antar 415-550 MPa.

Besi merupakan logam allotropik, artinya besi akan berada pada lebih dari bentuk kristal tergantung dari temperturnya. Pada suhu kurang dari 912C (1674F) berupa besi alfa. Besi gamma pada suhu 1394C-1538C (2541F – 1538 F). Penambahan unsur karbon kebesi memberikan perubahan yang besar pada fasa-fasa yang ditunjukkan oleh diagram keseimbangan besi karbon. Selain karbon pada baja terkandung juga unsur-unsur lain Si, Mn dan unsur pengotor lain seperti P,S dan sebagainya. Unsur-unsur ini tidak memberikan pengaruh utama kepada diagram fasa sehingga diagram tersebut dapat digunakan tanpa menghiraukan adanya unsur-unsur tersebut. (Surdia dan Saito, 1999:69).

Baja karbon dengan AISI 1040 merupakan baja karbon medium. Baja karbon ini memiliki komposisi 96,8% Fe, 0,4% C, dan 0,75% Mn. Kekuatan tariknya 590 Mpa. Jika dilihat dari diagram fasa diatas maka baja AISI memiliki temperatur rekristalisasi 723 C fasa alpan dan pearlit sedangkan diatas temperatur 723 hingga 1300C memiliki fasa gamma.

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

(ME 4210: Manufacturing Processes and Engineering, Prof. J.S. Colton © GIT 2009)

## 2. KAJIAN LITERATUR

Hasil beberapa penelitian yang pernah dilakukan seputar las gesek antara lain. Motensen, Jensen, Conrad and Losee (2001). Bahan stainless 416 tidak direkomendasikan untuk di las dengan metode fusion welding, mengingat adanya peristiwa resulfurized, tetapi dengan metode las gesek maka bahan tersebut dapat dilas dengan baik. P.Sathiva, S., Aravindan dan A., Noorrrul Hag (2004). Sathiva melakukan penelitian friction welding dengan tekanan gesek sebesar 15-25 bar dan tekanan tempa sebesar 35-45 bar dan kecepatan

poros utama sebesar 1125 rpm. Mumin sahin (2005) dilakukan proses penyambungan dari dua buah logam yang tidak sama yaitu baja HSS dan baja karbon menengah. Akbari mousavi and Rahbar kelishami (2008), adanya struktur mikro yang sangat halus didaerah tengah (weld zone) yang menyebabkan terjadinya nilai kekerasan yang tinggi sesuai dengan Hall-Petch relation. Sehingga kekuatan pada daerah tengah akan lebih tinggi. Juga didapatkan bahwa tekanan awal lebih efektif dibandingkan dengan tekanan akhir.

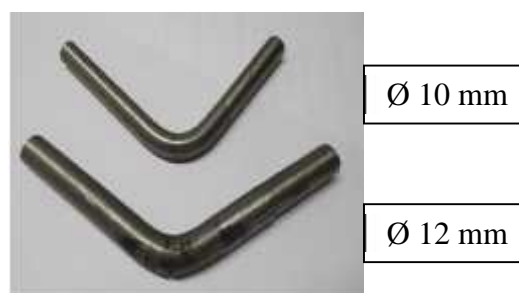
Poedji Haryanto, dkk. (2017) Las gesek (*Friction welding*) merupakan proses pengelasan yang memanfaatkan panas yang ditimbulkan akibat gesekan pada kedua permukaan batang yang akan disambung. Gesekan yang berlangsung terus-menerus akibat tekanan pada kedua permukaan, panas akan meningkat sampai mencapai 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 (Gamabar 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 (AISI 1040), 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  $\text{Ø}12$  mm setelah dilakukan pengujian bending, pada sambungan las mengalami keretakan akibat adanya keropos pada sambungan. Bahan uji dengan  $\text{Ø}1$  mm sambungan las tidak mengalami keropos sambungan baik.



Gambar 3. Bahan uji bending

### 3. METODE PENELITIAN

#### 3.1 Pembuatan bahan uji

Bahan uji yang akan disambung dengan las gesek AISI 1040 dan AISI 304. Dimensi bahan uji  $\text{Ø} 12,7$  mm, panjang 70 mm, diproses pengerjaan dengan menggunakan mesin bubut, bentuk bahan uji seperti pada Gambar 4.



Gambar 4. Bahan uji las gesek AISI 1040 dan AISI 304

### 3.2 Mesin las gesek

Mesin las gesek yang digunakan merupakan mesin las hasil penelitian rancang bangun mesin las gesek (Gamabar 5). Spesifikasi mesin las gesek tekanan gesek 25 bar, putaran 1400 RPM, motor 3 kWatt.



Gambar 5. Mesin las gesek

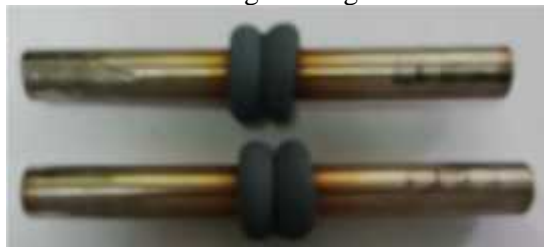
### 3.3 Pengujian Las Gesek

Pengujian yang dilakukan adalah pengujian tarik untuk mendapatkan kekuatan pada sambungan las 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 divariasasi, putaran tetap dan tekanan tetap.

Hasil sambungan las gesek, tekanan gesek ( $p$ ) = 2,2 MPa, Putaran (N) = 1450 RPM, Waktu gesek ( $t$ ) = 15 detik. Hasil sambungan di tunjukkan pada Gambar 6,7 dan 8.



Gambar 6. Sambungan Las gesek AISI 1040



Gambar 7. Sambungan Las gesek AISI 304



Gambar 8. Sambungan Las gesek AISI 304 dan AISI 1040

#### 4. HASIL PENELITIAN

Hasil sambungan las dilakukan pengujian terhadap kekuatan tarik dan kekuatan bengkok. Sambungan las bahan uji yang sama AISI 1040, menghasilkan kekuatan tarik 626 MPa, sedangkan kekuatan untuk bahan AISI 1040 sekitar 548 MPa. Kondisi patahan terjadi diluar sambungan las (Gambar 9).



Gambar 9. Patahan hasil uji kekuatan tarik

Kekuatan tarik pada sambungan antara AISI 1040 dan AISI 304 mencapai 558 MPa, patahan mengalami deformasi dengan pengecilan diameter (Gambar 10).



Gambar 10. Patahan bahan uji AISI 1040 dan AISI 304

Sambungan las gesek juga diuji terhadap pembebanan bengkok (Gambar 11), bahan uji dengan bahan yang sama AISI 1040 dengan beban bengkok mencapai 12.000 N, dan untuk bahan uji AISI 304 beban mencapai 8000 N.



Gambar 11. Bahan uji las gesek dengan beban bengkok

## 5. SIMPULAN

Penelitian kualitas sambungan las gesek pada bahan uji baja AISI 40 dan Baja AISI 304 melalui pengujian kekuatan tarik dan pembebanan bengkok, diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

- a. Sambungan las gesek pada bahan AISI 1040 (bahan sama), kekuatan tarik pada sambungan las lebih tinggi dibandingkan bahan asli (base material). Hal ini ditunjukkan hasil patahan diluar dari sambungan las.
- b. Sambungan las gesek pada bahan AISI 304, kekuatan tarik pada sambungan las gesek, patah pada sambungan las, dan mengalami deformasi diameter dengan pengecilan penampang pada sambungan las gesek.
- c. Sambungan las gesek dilakukan pengujian dengan pembebanan bengkok, pada sambungan las tidak mengalami retakan, bahan uji dibengkok sampai sudut 120°.

## 6. REFERENSI

- Haryanto P., Ismail R., Jamari, Nugroho S., (2011). "Pengaruh gayatekan, kecepatan putardan waktukontak padapengelasan gesekbaja 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 gesekbaja 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 Labotratorium 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.