

## Analisis Kekuatan Tarik pada Logam Axle Shaft dengan Pengelasan Gesek (*Friction Welding*)

Muhammad Faisal<sup>(1)</sup>, Muhammad Balfas<sup>(2)</sup> dan Kusno Kamil<sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup> Mahasiswa Program Magister Teknik Mesin, Universitas Muslim Indonesia

<sup>(2)</sup> Dosen Program Magister Teknik Mesin, Universitas Muslim Indonesia

Jl. Urip Sumoharjo No. 225, Kota Makassar

e-mail: [faisal.tychal@gmail.com](mailto:faisal.tychal@gmail.com)

### Abstrak

Pemanfaatan teknologi las gesek dalam upaya penerapan untuk penyambungan logam axle shaft. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kekuatan tarik pada spesimen logam axle shaft apakah hasil pengelasan gesek pada logam axle shaft layak untuk digunakan kembali. Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimen, yaitu suatu cara untuk membandingkan antara dua spesimen yang berbeda dengan menggunakan pengujian tarik. Dari penelitian yang dilakukan Kekuatan tarik pada spesimen logam axle shaft dengan pengelasan gesek meningkat sebesar 817,32 MPa dari spesimen logam axle shaft tanpa pengelasan memiliki kekuatan tarik sebesar 769,22 MPa.

**Kata Kunci :** Las Gesek, Axle shaft, Uji Tarik, Regangan, Tegangan

### A. PENDAHULUAN

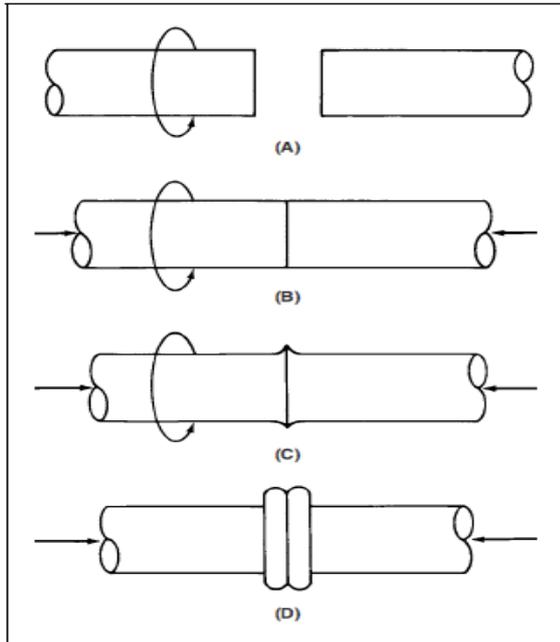
Pengelasan dalam industri manufaktur memiliki peranan penting pada proses penyambungan material. Pada hakekatnya proses pengelasan adalah penyambungan dua material atau lebih yang dilakukan dengan cara mencairkan kedua material sehingga pada saat material sudah dingin menjadi sambungan permanen yang kuat.

Pengujian tarik merupakan salah satu pengujian material yang paling banyak dilakukan di dunia industri. Data yang didapat dari pengujian tarik ini adalah kekuatan tarik (*ultimate tensile strenght*), kekuatan luluh (*yield strenght or yield point*), regangan (*elongation*), elastisitas dan Pengurangan luas penampang (Budiman, 2016).

Pemanfaatan teknologi las gesek dalam upaya penerapan untuk penyambungan logam axle shaft yang mana dalam prakteknya banyak bahan logam axle shaft tersebut mengalami kegagalan. Material logam axle shaft yang dimaksud adalah axle shaft pada truk

dimana sudah mengalami kegagalan. Berdasarkan tujuan tersebut, maka dilakukan penelitian terkait dengan pengelasan gesek dengan menganalisis kekuatan tarik.

Pengelasan gesek adalah proses penggabungan *solid-state* yang menghasilkan penyambungan pada material menggunakan panas yang dikembangkan di antara permukaan melalui kombinasi gerakan gesek yang digerakkan secara mekanik dan beban yang diberikan. Variasi pengelasan gesek di mana energi yang dibutuhkan untuk membuat lasan dipasok melalui koneksi motor langsung untuk periode yang telah ditentukan dari siklus pengelasan (MTI, 1999).

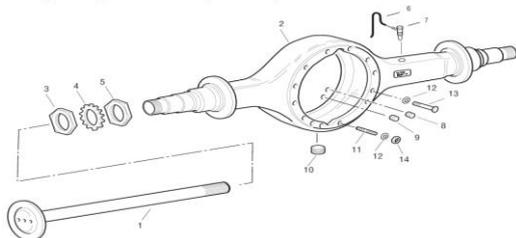


Gambar 1. Proses pengelasan gesek (AWS, 2007)

Langkah-langkah dasar dalam proses pengelasan gesekan diilustrasikan pada Gambar 1. Seperti yang ditunjukkan pada 1.(A), satu benda kerja diputar dan yang lainnya dipegang diam. 1.(B) Ketika kecepatan rotasi yang sesuai tercapai, dua benda kerja disatukan. 1.(C) Abrasi pada antar muka benda kerja secara lokal menjadi leleh dan mengakibatkan pemendekan aksial. Tahap kedua langkah ini terjadi selama gesekan berlangsung. 1.(D) Hingga akhirnya, rotasi benda berhenti dan tersambung (AWS, 2007).

*Axle shaft* atau poros penggerak roda adalah merupakan poros pemutar roda-roda penggerak yang berfungsi meneruskan tenaga gerak dari *differential* keroda-roda (Wahab dkk, 2014).

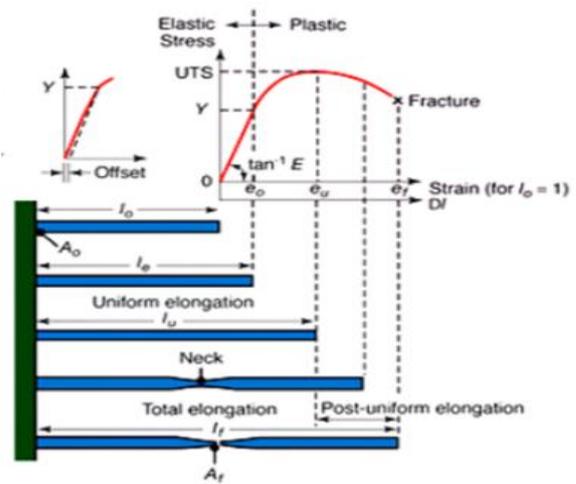
Adapun konstruksi penggerak belakang dapat dilihat pada Gambar 2. yang memperlihatkan posisi *axle shaft*



- 1 - Axle shaft
- 2 - Housing
- 3 - Outer nut
- 4 - Lock washer
- 5 - Inner nut
- 6 - Housing breather tube
- 7 - Housing breather fitting
- 8 - Fill plug
- 9 - Oil sensor plug
- 10 - Drain plug
- 11 - Housing stud
- 12 - Hardened washer
- 13 - Carrier capscrew
- 14 - Nut, stud

Gambar 2. Bagian *axle shaft* pada *housing* (DANA, 2008)

Menurut Mulyadi (2016), Uji tarik merupakan suatu metode yang digunakan untuk menguji kekuatan suatu bahan/material dengan cara memberikan beban gaya yang berlawanan arah. Pengujian uji tarik digunakan untuk mengukur ketahanan suatu material terhadap gaya statis yang diberikan secara lambat. Sifat mekanis logam yang dapat diketahui setelah proses pengujian seperti kekuatan tarik, keuletan dan ketangguhan.



Gambar 3. Pengujian Tarik (Mulyadi, 2016)

Pengujian tarik pada umumnya menghasilkan parameter kekuatan tarik (*ultimate strength*) maupun luluh (*yield strength*). Keuletan bahan biasanya disajikan dalam bentuk persentase perpanjangan dan kontraksi/ reduksi penampang (*reduction of area*). Ini adalah kurva standar ketika melakukan eksperimen uji tarik dimana perbandingan tegangan ( $\sigma$ ) dan regangan ( $\epsilon$ ) selalu tetap, kurva yang menyatakan hubungan antara strain dan stress seperti ini disingkat kurva SS (*SS curve*) (Mulyadi, 2016).

$$\sigma = \frac{F}{A_0} \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

$\sigma$  = Tegangan (N/m<sup>2</sup>)

$F$  = Beban (N)

$A_0$  = Luas penampang mula-mula (m<sup>2</sup>)

Perbandingan antara pertambahan panjang ( $\Delta l = l_1 - l_0$ ) dengan panjang mula-mula ( $l_0$ ) disebut regangan.

$$\varepsilon = \frac{L_1 - L_0}{L_0}$$

$\varepsilon$  = Regangan

$L_1$  = Panjang setelah diberi beban (m)

$L_0$  = Panjang mula-mula (m)

Gaya beban tarik yang diberikan secara terus-menerus dengan menambahkan beban, sehingga akan mengakibatkan perubahan bentuk pada penampang benda berupa pertambahan panjang dan pengecilan luas permukaan dan berakibat patahnya material uji. Persamaan persentase pengecilan yang terjadi dapat dinyatakan dengan hubungan sebagai berikut : (Mulyadi, 2016).

$$Ra = \frac{\Delta A}{A_0} \times 100\%$$

$Ra$  = Reduksi Penampang (%)

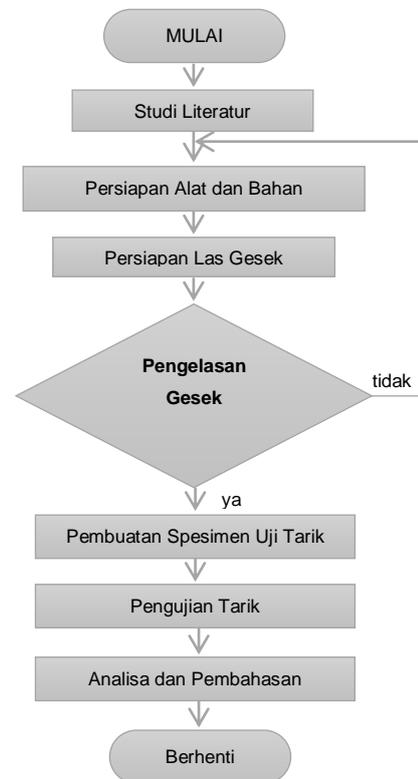
$A_0$  = Luas penampang awal spesimen (mm<sup>2</sup>)

$A_i$  = Luas penampang akhir spesimen (mm<sup>2</sup>)

## B. METODE PENELITIAN

Metode penelitian merupakan suatu cara yang digunakan dalam penelitian, sehingga pelaksanaan dapat dilakukan dengan teratur dan hasil penelitiannya bisa dipertanggung jawabkan secara ilmiah.

Dalam penelitian ini menggunakan metode eksperimen perbandingan, yaitu suatu cara untuk membandingkan antara dua spesimen logam axle shaft murni (tanpa pengelasan dengan sepesimen dengan pengelasan gesek. Diagram alur penelitian dapat dilihat pada Gambar 4.



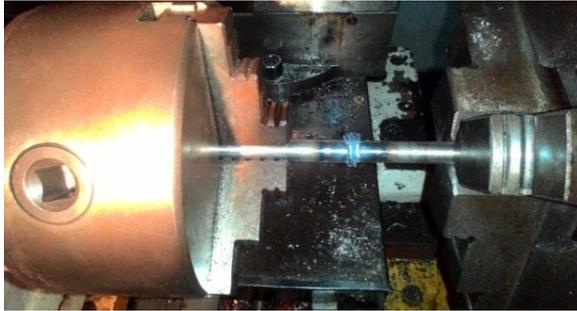
**Gambar 4.** Diagram Alir Penelitian

Pembuatan spesimen diperlihatkan pada Gambar 5. logam *axle shaft* pada truk yang sudah mengalami kegagalan (patah). Sebelum dilakukan pengelasan gesek perlu dilakukan pengupasan logam menggunakan mesin bubut.



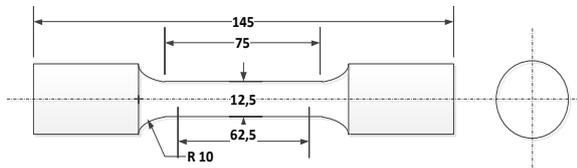
**Gambar 5.** Proses pengupasan logam

Setelah didapatkan ukuran yang sesuai maka dilakukan pengelasan gesek dengan putaran 1120 rpm dan beban gesek digunakan 6 kg dapat dilihat pada Gambar 6.



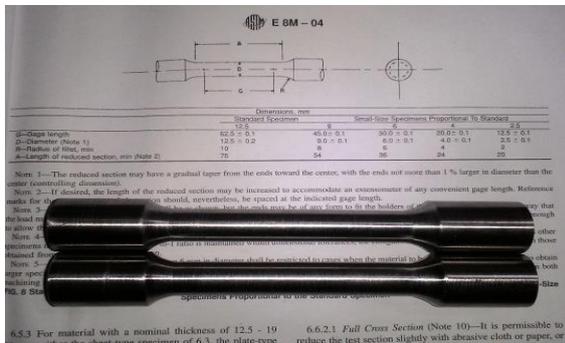
**Gambar 6.** Pengelasan gesek

Selanjutnya setelah dilakukan pengelasan gesek, dibuatlah spesimen uji tarik mengikuti dimensi dengan Standar ASTM E8 dapat dilihat pada gambar 7.



**Gambar 7.** Spesimen Uji Tarik ASTM E-8 (ASTM, 2004)

Diperoleh hasil spesimen uji tarik, diperlihatkan pada gambar 8.



**Gambar 8.** Spesimen Uji Tarik

Adapun proses pengujian tarik adalah sebagai berikut :

- Mempersiapkan spesimen yang dibersihkan terlebih dahulu.
- Dilakukan pengukuran dimensi, meliputi diameter awal dan panjang awal.
- Spesimen dipasang erat pada alat uji.
- Alat uji diatur dan di oprasikan hingga mendapat data dari mesin uji tersebut.

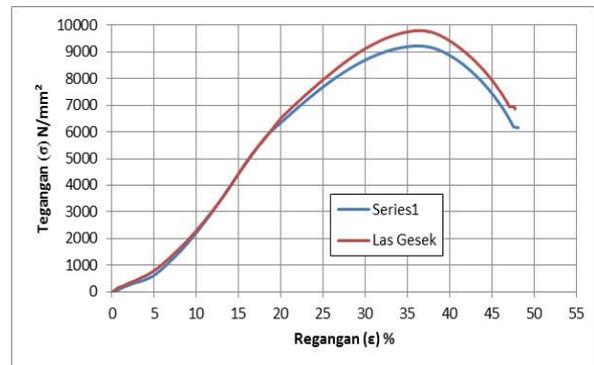
Gambar 9. memperlihatkan proses regangan pada saat pengujian tarik.



**Gambar 9.** Pengujian tarik

**C. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN**

Dari pengujian tarik yang dilakukan didapatkan grafik tegangan dan regangan pada spesimen logam *axle shaf* tanpa pengelasan dan logam *axle shaft* dengan pengelasan gesek.



**Gambar 10.** Grafik hubungan antara tegangan dan regangan

Dari pengujian tarik yang dilakukan didapatkan grafik tegangan dan regangan pada gambar 10. menunjukkan tegangan berbanding lurus dengan regangan. Dimana setelah spesimen mencapai kekuatan tarik maksimum maka akan mengalami penurunan kekuatan sampai mencapai titik putus.

Hasil perbandingan kekuatan tarik antara logam *axle shaft* tanpa pengelasan dan logam *axle shaft* setelah pengelasan gesek ditunjukkan pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Perbandingan Kekuatan Tarik

No	Sifat Mekanik	Logam Axle Shaft	
		Murni (tanpa pengelasan)	Setelah pengelasan
1	Teg. Tarik, $\sigma$ (MPa)	769,22	817,32
2	Regangan, $\epsilon$ (%)	9,51	10,84
3	Modulus Elastis, $E$ (GPa)	69	71,5
4	Gaya Tarik Max, $F$ (kN)	94,35	100,25
5	Reduksi Penampang (%)	65,52	61,46

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan, perbandingan kekuatan tarik perbedaannya sangat kecil antara spesimen logam *axle shaft* tanpa pengelasan dan spesimen logam *axle shaft* setelah pengelasan gesek, ditunjukkan pada kekuatan tarik spesimen logam *axle shaft* setelah pengelasan gesek meningkat dari spesimen logam *axle shaft* tanpa pengelasan. Hasil kekuatan tarik yang tinggi terjadi pada spesimen logam *axle shaft* setelah pengelasan gesek yaitu sebesar 817,32 MPa, sedangkan kekuatan tarik spesimen logam *axle shaft* tanpa pengelasan yaitu sebesar 769,22 MPa.

Hasil regangan maksimum ditunjukkan pada spesimen logam *axle shaft* setelah pengelasan gesek yaitu sebesar 10,84 %. Sedangkan untuk hasil regangan yang minimum ditunjukkan pada spesimen logam *axle shaft* tanpa pengelasan yaitu sebesar 9,51 %. Penyebab perbedaan antara spesimen logam *axle shaft* tanpa pengelasan dengan spesimen logam *axle shaft* setelah pengelasan gesek yaitu spesimen logam *axle shaft* setelah pengelasan gesek karena adanya perubahan suhu thermal, itulah menyebabkan berubahnya struktur mikro material pada logam *axle shaft* setelah pengelasan gesek sehingga spesimen menjadi keras yang mana hasilnya ditunjukkan dengan modulus elastisitas yang tinggi adalah sebesar 71,5 GPa,

## D. Kesimpulan

Berdasarkan pada hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Dari hasil uji tarik diperoleh kekuatan tarik meningkat sebesar 817,32 MPa pada spesimen logam *axle shaft* dengan pengelasan gesek dari pada spesimen logam *axle shaft* tanpa pengelasan sebesar 769,22 MPa. Hal tersebut menunjukkan bahwa logam *axle shaft* yang patah dapat digunakan kembali dengan penyambungan logam menggunakan pengelasan gesek.
2. Pengelasan gesek dapat menjadi *alternative* proses penyambungan logam *axle shaft* dengan memperhatikan pada saat pemotongan poros yang akan digunakan untuk penyambungan poros logam *axle shaft* dengan memberi toleransi pada panjang poros yang akan disambung. Nilai toleransi ini diberikan karena akan terjadi pengurangan panjang dari benda kerja ketika dilakukan penyambungan las gesek.

## DAFTAR PUSTAKA

- ASTM. (2004). Standard Test Methods for Tension Testing of Metallic Materials. *ASTM Standards*.
- AWS. (2007). *Welding Handbook*. (A. O'Brien & G. Carlos, Eds.) (9th ed., Vol. 3). Miami.
- Budiman, H. (2016). *Analisis Pengujian Tarik (Tensile Test) Pada Baja St37 Dengan Alat Bantu Ukur Load Cell*. J-Ensatec, 3(1), 9–13.
- DANA. (2008). *Service Manual-Single Reduction & Single Reduction with Differential Lock*. Spicer. USA.
- MTI. (1999). *Friction Welding*. Washington: www.mtiwelding.com.
- Mulyadi. (2016). *Pengaruh Model Speciment Uji Tarik Pada Pengelasan Besi Fc-30 Di Lihat Dari Kekuatan*

*Tarik Pengelasan*. *Rekayasa Energi Manufaktur*, 1(2), 29–36.

Wahab, R., Tangkuman, S., & Arung Padang, T. (2014). *Analisis Kelelahan*

*Axle Shaft Truk Isuzu Elf*. *Jurnal Online Poros Teknik Mesin*, 6(2), 139–150.