

# PENGARUH VARIASI BENTUK PERMUKAAN *FORGING* SAMBUNGAN LAS GESEK *ROTARY* TERHADAP KEKUATAN TARIK BAJA *MILD STEEL*

Putra Partomuan<sup>1</sup>, Yohanes<sup>2</sup>,

Laboratorium Teknologi Produksi, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Riau

<sup>1</sup>putrapartomuan88@gmail.com <sup>2</sup>yohanes\_tmesin@yahoo.com

## Abstract

*Along with the times, welding technology has undergone many developments. The new methods in the process of connecting material are an evidence of developments in welding technology, one of which is friction welding. The friction welding is a welding without using electrode, that the connection between the two materials of welding is obtained a homogeneous connection. The friction welding can also be used to connect cylindrical material or non-cylindrical material. This study aims to analyze the effect of variations in the forging surface (chamfer angle) on tensile strength of welded joints of the rotary friction welding using mild steel. In this study used the mild steel material, which a diameter of 8 mm shaped cylindrical. The cylindrical with a length of chamfer 2 mm and diameter forging of 4 mm by variation of the angle of 30°, 45°, and 60° were investigated in this research. Then, the rotational speed was 3800 rpm, friction pressure of 4 bars, and the forging pressure of 6 bars were applied in this research. Result showed work piece surface conditions (chamfer angle) affect the value of the tensile strength of steel mild steel. Specimens with diameter forging of 4 mm have a tensile strength value of an average of 424.63 N/mm<sup>2</sup>, 530.79 N/mm<sup>2</sup> and 563.81 N/mm<sup>2</sup>. The specimen with a chamfer length of 2 mm has an average tensile strength of 585.04 N/mm<sup>2</sup>, 537.86 N/mm<sup>2</sup> and 450.58 N/mm<sup>2</sup>.*

**Keywords:** Friction Welding, Mild Steel, Chamfer Angle, Maximum Tensile Strength.

## 1. Pendahuluan

Proses pengelasan adalah proses penyambungan dua buah logam dengan memanfaatkan energi panas sebagai proses utama dalam proses penyambungan logam dan sumber panas dalam proses pengelasan berasal dari perubahan energi lain. Beberapa jenis energi yang dapat diubah menjadi energi panas adalah energi mekanik, seperti energi gesekan, energi impuls, dan lain-lain. Seiring dengan perkembangan zaman, teknologi pengelasan telah mengalami banyak perkembangan. Dengan metode-metode baru dalam proses penyambungan material merupakan petunjuk adanya perkembangan dalam teknologi pengelasan, salah satunya adalah pengelasan gesek (*friction welding*) [1].

Beberapa kelebihan dari *friction welding* ini adalah penghematan material, memerlukan waktu yang cepat untuk penyambungan dua material yang sama maupun berbeda. *Friction welding* juga dapat menyambung material yang bulat maupun tidak bulat. Sedangkan parameter proses yang penting adalah waktu gesekan, tekanan gesekan, waktu tempa, tekanan tempa dan kecepatan putar [2].

Las Gesek (*friction welding*) lebih baik jika dibandingkan dengan las konvensional dalam hal porositas, karena las gesek (*friction welding*) menghasilkan hasil lasan yang hampir tidak mengandung porositas atau hanya mengandung sedikit porositas mikro [3]. *Friction welding* disamping bertujuan untuk mempermudah proses pengerjaan juga bertujuan mendapatkan efisiensi maksimum. Dimana dalam semua proses las gesek

akan selalu menghasilkan pemendekan yang disebabkan munculnya *flash* yang berbentuk menyerupai cincin. Semakin banyak *flash* yang muncul akan menyebabkan semakin banyaknya material yang terbuang. Agar penggunaan material bisa dilakukan khususnya dalam penghematan dimensi panjang material maka penelitian tentang munculnya *flash* perlu juga dilakukan. Faktor lain yang mempengaruhi kekuatan material yang disambung dengan menggunakan metode las gesek adalah munculnya porositas [4]. Luasnya pengaplikasian teknologi pengelasan gesek (*friction welding*) ini, disebabkan karena beberapa konstruksi pemrosesan yang dibuat dengan teknik penyambungan menjadi lebih sederhana dalam proses pengerjaannya. Selain itu proses pengelasan dapat juga dipergunakan untuk reparasi misalnya menutup lubang pada suatu logam karena berkarat, menambal bagian-bagian mesin yang sudah aus dan lain-lain [3].

Pada penelitian sebelumnya yang telah dilakukan oleh Santoso [5] mengenai pengaruh sudut *chamfer* dan gaya tekan akhir terhadap kekuatan tarik dan porositas sambungan las gesek pada paduan Al-Mg-Si. Dari penelitian tersebut didapat bahwa Kekuatan tarik pada pengelasan gesek aluminium paduan Al-Mg-Si akan meningkat seiring dengan semakin kecilnya sudut *chamfer* dan semakin besarnya gaya tekan akhir dan porositas menurun dengan bertambahnya sudut dan gaya tekan akhir.

Pratama [3] melakukan penelitian untuk mengetahui nilai kekuatan tarik dan nilai kekerasan

dari sambungan las gesek pada baja *mild steel* dengan hasil rata-rata pengujian tarik dari 6 spesimen yang diuji dengan kecepatan putar 1100 rpm mempunyai nilai kekuatan tarik 37 kg/mm<sup>2</sup> dengan nilai rata-rata regangan 7,3%. Hasil penampang patah pada semua spesimen baja karbon rendah, didominasi patahannya bersifat ulet.

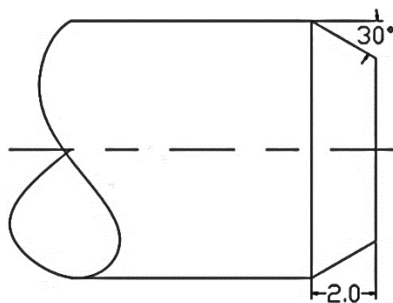
Dari beberapa hasil penelitian di atas masih belum diketahui pengaruh sudut *chamfer* pengelasan kekuatan tank sambungan las gesek pada baja *mild steel*. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian tentang bagaimana pengaruh sudut *chamfer* terhadap kekuatan tarik sambungan las gesek pada baja *mild steel*.

## 2. Metode

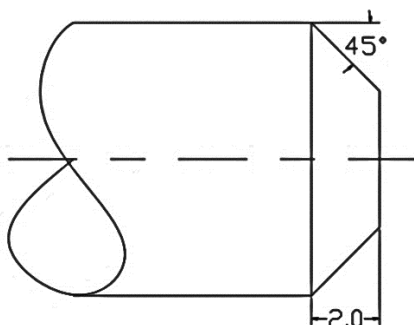
Penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahapan, yaitu :

### 2.1 Pembuatan Sudut *chamfer* Pada Baja *Mild steel*

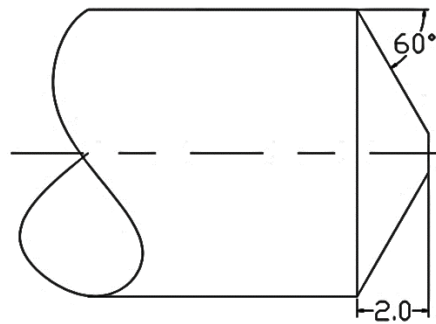
Tahap ini merupakan tahapan pembuatan sudut *chamfer* pada baja *mild steel* yang akan disambung dengan menggunakan las gesek, proses pembuatan sudut *chamfer* dilakukan dengan menggunakan mesin bubut. Sudut *chamfer* yang akan dibuat yaitu 30°, 45°, 60°, dengan 18 spesimen memiliki panjang *chamfer* 2 mm dan 18 spesimen memiliki diameter forging 4 mm. Bentuk *chamfer* yang akan dibuat dapat dilihat pada Gambar 1 sampai Gambar 6.



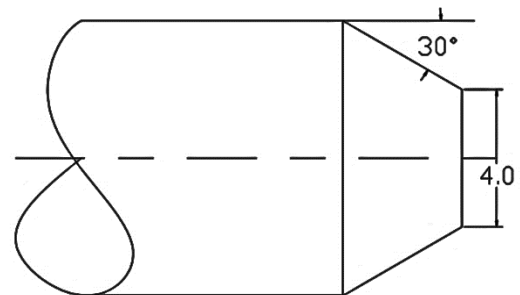
**Gambar 1** Benda Uji dengan sudut *chamfer* 30° dan panjang *chamfer* 2 mm



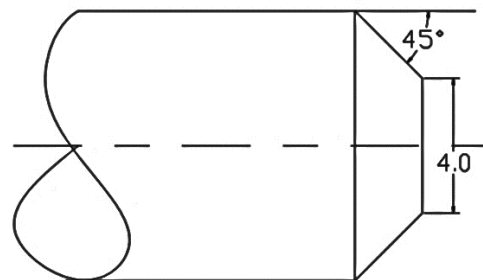
**Gambar 2** Benda Uji dengan sudut *chamfer* 45° dan panjang *chamfer* 2mm



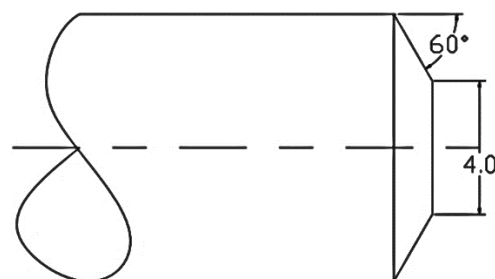
**Gambar 3** Benda Uji dengan sudut *chamfer* 60° dan panjang *chamfer* 2mm



**Gambar 4** Benda Uji dengan sudut *chamfer* 30° dan diameter *forging* 4mm



**Gambar 5** Benda Uji dengan sudut *chamfer* 45° dan diameter *forging* 4mm



**Gambar 6** Benda Uji dengan sudut *chamfer* 60° dan diameter *forging* 4mm

## 2.2 Pengelasan Dengan Mesin Las Gesek

Tahap ini merupakan tahapan dilakukannya pengelasan pada baja *mild steel*. Proses pengelasan dilakukan terhadap spesimen dengan ukuran diameter 8mm yang telah diberikan sudut *chamfer* sebelumnya, proses pengelasan dilakukan pada putaran motor 3800 rpm, tekanan pendorong 4 bar, tekanan *forging* 6 bar, dan durasi pengelasan 20 detik. Pada proses ini satu spesimen dicekan dengan menggunakan chuck yang bertujuan memberikan tekanan dan satu spesimen dicekam pada chuck yang berputar.



**Gambar 7** Mesin Las Gesek Rotary

## 2.3 Pengambilan Data Uji Tarik

Tahap ini merupakan tahapan dilakukannya pengambilan data akhir, pengambilan data yang dilakukan diantaranya adalah melakukan uji tarik terhadap 18 spesimen yang telah dilakukan pengelasan sebelumnya. Pengujian spesimen dilakukan dengan menggunakan standar ASTM E8-M. Setelah spesimen telah dibentuk menjadi bentuk standar ASTM-E8M tahapan selanjutnya adalah melakukan pengujian tarik dengan menggunakan *Universal Testing Machine* untuk mengetahui gaya tarik maksimum pada sambungan las gesek baja *mild steel* yang nantinya akan digunakan untuk menghitung *ultimate tensile strength* (kekuatan tarik maksimum) pada sambungan las gesek rotary baja *mild steel*.

## 3. Hasil

**Tabel 1** Hasil Pengujian Tarik

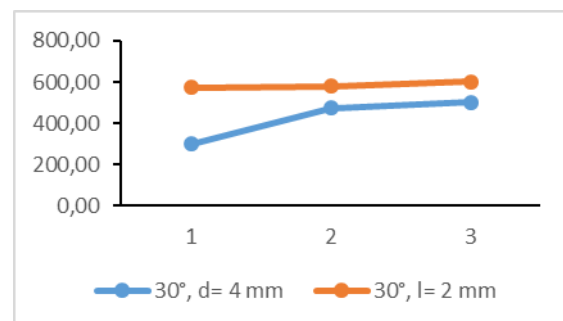
| Sudut        | Spesimen | Kekuatan Tarik (N/mm <sup>2</sup> ) |
|--------------|----------|-------------------------------------|
| 30°, d= 4 mm | 1        | 297,24                              |
|              | 2        | 474,17                              |
|              | 3        | 502,48                              |
| 45°, d= 4 mm | 1        | 523,71                              |
|              | 2        | 530,79                              |
|              | 3        | 537,86                              |
| 60°, d= 4 mm | 1        | 537,86                              |
|              | 2        | 559,09                              |
|              | 3        | 594,48                              |

|              |   |        |
|--------------|---|--------|
| 30°, l= 2 mm | 1 | 573,25 |
|              | 2 | 580,33 |
|              | 3 | 601,56 |
| 45°, l= 2 mm | 1 | 530,79 |
|              | 2 | 537,86 |
|              | 3 | 544,94 |
| 60°, l= 2 mm | 1 | 431,71 |
|              | 2 | 445,86 |
|              | 3 | 474,17 |

Berdasarkan hasil pengujian tarik yang disajikan pada Tabel 1 dapat diketahui nilai rata-rata kekuatan tarik dari spesimen untuk masing – masing variasi sudut dengan panjang *chamfer* 2 mm dan diameter *forging* 4 mm.

## 4. Pembahasan

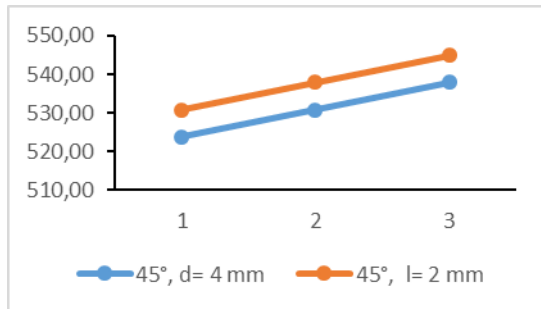
Berdasarkan pada Tabel 1 didapatkan grafik perbandingan antara diameter *forging* 4 mm dan panjang *chamfer* 2 mm untuk sudut *chamfer* 30°, 45°, 60°. Berdasarkan Gambar 8 terlihat bahwa untuk spesimen dengan sudut *chamfer* 30°, kekuatan tarik pada spesimen dengan panjang *chamfer* 2 mm lebih tinggi dari kekuatan tarik dengan diameter *forging* 4 mm. Untuk pengujian spesimen dengan panjang *chamfer* 2 mm nilai kekuatan tarik terendah yaitu sebesar 297,24 N/mm<sup>2</sup>, sedangkan nilai kekuatan tarik terendah untuk spesimen dengan diameter *forging* 4 mm yaitu sebesar 573,25 N/mm<sup>2</sup>. Untuk nilai kekuatan tarik tertinggi dari spesimen dengan panjang *chamfer* 2 mm yaitu sebesar 502,48 N/mm<sup>2</sup> sedangkan nilai kekuatan tarik tertinggi untuk spesimen dengan diameter *forging* 4 mm yaitu sebesar 601,56 N/mm<sup>2</sup>.



**Gambar 8** Grafik Perbandingan Kekuatan Tarik Maksimum Spesimen Dengan Sudut Chamfer 30°

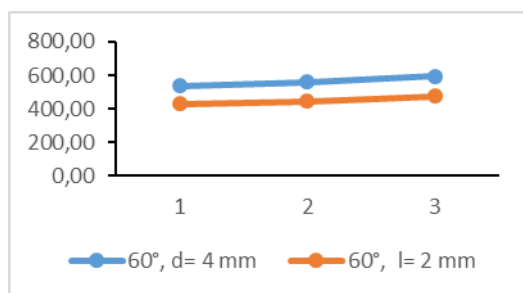
Berdasarkan Gambar 9 terlihat bahwa untuk spesimen dengan sudut *chamfer* 45°, kekuatan tarik pada spesimen dengan panjang *chamfer* 2 mm lebih tinggi dari kekuatan tarik dengan diameter *forging* 4 mm. Untuk pengujian spesimen dengan panjang *chamfer* 2 mm nilai

kekuatan tarik terendah yaitu sebesar 523,71 N/mm<sup>2</sup>, sedangkan nilai kekuatan tarik terendah untuk spesimen dengan diameter *forging* 4 mm yaitu sebesar 530,79 N/mm<sup>2</sup>. Untuk nilai kekuatan tarik tertinggi dari spesimen dengan panjang *chamfer* 2 mm yaitu sebesar 537,86 N/mm<sup>2</sup> sedangkan nilai kekuatan tarik tertinggi untuk spesimen dengan diameter *forging* 4 mm yaitu sebesar 544,94 N/mm<sup>2</sup>.



**Gambar 9** Grafik Perbandingan Kekuatan Tarik Maksimum Spesimen Dengan Sudut Chamfer 45°

Berdasarkan Gambar 10 terlihat bahwa untuk spesimen dengan sudut *chamfer* 60°, kekuatan tarik pada spesimen dengan panjang *chamfer* 2 mm lebih rendah dari kekuatan tarik dengan diameter *forging* 4 mm. Untuk pengujian spesimen dengan panjang *chamfer* 2 mm nilai kekuatan tarik terendah yaitu sebesar 431,71 N/mm<sup>2</sup>, sedangkan nilai kekuatan tarik terendah untuk spesimen dengan diameter *forging* 4 mm yaitu sebesar 537,86 N/mm<sup>2</sup>. Untuk nilai kekuatan tarik tertinggi dari spesimen dengan panjang *chamfer* 2 mm yaitu sebesar 474,17 N/mm<sup>2</sup> sedangkan nilai kekuatan tarik tertinggi untuk spesimen dengan diameter *forging* 4 mm yaitu sebesar 594,48 N/mm<sup>2</sup>.



**Gambar 10** Perbandingan Kekuatan Tarik Maksimum Spesimen Dengan Sudut Chamfer 60°

Berdasarkan data diatas terlihat bahwa kekuatan tarik maksimum pada baja *mild steel* dengan panjang *chamfer* 2 mm semakin berkurang seiring dengan semakin besar sudut yang diberikan. Sedangkan kekuatan tarik maksimum pada baja *mild steel* dengan diameter 4 mm semakin bertambah besar dengan semakin besar sudut yang diberikan. Hal ini disebabkan karena pada

spesimen dengan panjang sudut *chamfer* 2 mm semakin besar sudut yang diberikan maka bidang kontak sambungan las gesek akan semakin mengecil sehingga pada saat proses pengelasan daerah yang melebur dan menjadi satu menjadi semakin kecil sehingga mengakibatkan kekuatan tarik maksimum dari sambungan las gesek baja *mild steel* tersebut semakin menurun, sedangkan untuk spesimen dengan diameter *forging* 4 mm semakin besar sudut *chamfer* yang diberikan maka panjang dari sudut *chamfer* tersebut akan semakin pendek sehingga pada saat dilakukan proses pengelasan dan terjadi peleburan maka sudut terbesar yang memiliki panjang sudut *chamfer* terpendek akan semakin cepat mencapai sudut kontak maksimum yaitu 8 mm sehingga mengakibatkan kekuatan tarik dari sambungan las gesek baja *mild steel* tersebut semakin besar.

## 5. Simpulan

Adapun simpulan dari penelitian ini adalah: kondisi permukaan benda kerja (pemberian sudut *chamfer* dengan variasi diameter *forging* dan panjang sudut *chamfer*) mempengaruhi nilai kekuatan tarik dari baja *mild steel*. Hal ini terlihat dengan diameter *forging* yang sama (panjang sudut *chamfer* bervariasi) untuk semua sudut *chamfer* menyebabkan nilai kekuatan tarik dari baja *mild steel* semakin meningkat dengan semakin besarnya sudut *chamfer* yang diberikan dan juga dengan panjang sudut *chamfer* yang sama (diameter *forging* bervariasi) untuk semua sudut *chamfer* menyebabkan nilai kekuatan tarik dari baja *mild steel* semakin meningkat dengan semakin kecilnya sudut *chamfer* yang diberikan.

## Daftar Pustaka

- [1].Suratman, Maman. 2001. "Teknik Mengelas". Cetakan I, Pustaka Grafika, Bandung.
- [2].Imawan, B. Irawawan, Y. S dan Soenoko, R, 2003. "Pengaruh Sudut *Chamfer* Dan Kekasaran Permukaan Terhadap Kekuatan Tarik Sambungan Las Gesek Al-Mg-Si". Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya. Jurnal Mahasiswa Mesin. Volume V No: 021.8.1.04
- [3].Pratama Irvan Aria, 2014, "Penyambungan Baja Karbon Rendah Dengan Metode *Friction Welding*" Program Studi Diploma Tiga Teknik Mesin Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta
- [4].W H Jiang, R Kovacevic, 2004, "Feasibility study of friction stir welding of 6061-T6 aluminium alloy with AISI 1018 steel", Research Centre for Advanced Manufacturing, Southern Methodist University, Richardson, Texas, USA, Journal of Engineering Manufacture. Vol.218.10,pp1323-1331
- [5].Santoso, E. B, Irawan, Y. S dan Sutikno, S 2012. "Pengaruh Sudut *Chamfer* Dan Gaya Tekan Akhir Terhadap Kekuatan Tarik Dan

Porositas Sambungan Las Gesek Pada Paduan Al-Mg-S<sup>”</sup>. Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, Malang, Jurnal Rekayasa Mesin. Vol.03.01,pp 293-298