

# Analisa Pengaruh Variasi Pendinginan Baja ST 40 Setelah Proses *Friction Welding* Terhadap Kekuatan Tarik

Moh.Khoiron<sup>1</sup>, R. Djoko Andrijono<sup>2</sup>, Jumiadi<sup>3</sup>

<sup>1,3</sup>*Jurusan Teknik Mesin Universitas Merdeka Malang (institusi)  
Jl. Taman Agung 1 Malang Indonesia*

<sup>1</sup>[mohammadkhoiron14@gmail.com](mailto:mohammadkhoiron14@gmail.com) (penulis korespondensi)

<sup>2</sup>[djoko.andrijono@unmer.ac.id](mailto:djoko.andrijono@unmer.ac.id)

<sup>3</sup>[jumiadi@unmer.ac.id](mailto:jumiadi@unmer.ac.id)

*Abstrak* - Pengelasan gesek (*friction welding*) merupakan teknik pengelasan dengan memanfaatkan panas yang ditimbulkan akibat gesekan. Permukaan dari dua bahan yang akan disambung, salah satu berputar sedang lainnya diam, dikontakkan oleh gaya tekan. Gesekan pada kedua permukaan kontak dilakukan secara kontinu sehingga panas yang ditimbulkan oleh gesekan yang kontinu akan terus meningkat. Dengan gaya tekan dan panas pada kedua permukaan hingga pertemuan kedua bahan mencapai suhu leleh (*melting temperature*) maka terjadilah proses las. Penelitian ini dilakukan untuk menguji pengaruh variasi media pendingin hasil pengelasan gesek terhadap kekuatan lasan. Pada penelitian bahan yang digunakan sejenis yaitu baja ST 40. Putaran dan gesekan yang ditimbulkan dari putaran mesin bubut pada putaran 1300 rpm, waktu 60 detik pada gaya penekanan yang konstan, selanjutnya dilakukan proses pendinginan dengan menggunakan media pendingin udara, air, oli SAE 30, NaOH dan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Hasil yang diperoleh dengan menguji kekuatan Tarik (*tensile strength*) hasil lasan diperoleh masing-masing 35.66 kg/mm<sup>2</sup>, 36.37kg/mm<sup>2</sup>, 13.36 kg/mm<sup>2</sup>, 30.31 kg/mm<sup>2</sup>, 34.99 kg/mm<sup>2</sup>.

Kata Kunci: Pengelasan gesek, suhu leleh, kekuatan tarik

*Abstract*- Examine the effect of variations in the cooling medium resulting from friction welding on the strength of the weld. In the research, the material used is st.40 steel. The rotation and friction caused by the rotation of the lathe at rotation 1300 rpm, time of 60 second at the force of emphasis constant then the cooling Friction welding is a welding technique by utilizing the heat generated by friction. The surfaces of the two materials to be joined, one rotating and the other stationary, are brought into contact by a compressive force. Friction on the two contact surfaces is carried out continuously so that the heat generated by continuous friction will continue to increase. With the compressive force and heat on both surfaces until the meeting of the two materials reaches the melting temperature, a welding process occurs. This research was conducted to process is carried out using air, water, oil, and cooling media. NaOH and H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. The results obtained by testing the tensile strength of the welds were 35.66 kg/mm<sup>2</sup>, 36.37kg/mm<sup>2</sup>, 13.36 kg/mm<sup>2</sup>, 30.31 kg/mm<sup>2</sup>, 34.99 kg/mm<sup>2</sup>

Keywords: : friction welding, melting temperature, tensile strength

## I. PENDAHULUAN

Pengelasan logam sangat berperan penting dalam industri manufaktur. Pengertian pengelasan menurut DIN (*Deutch Industrie Normen*) adalah suatu ikatan metalurgi pada sambungan logam paduan yang dilaksanakan dalam keadaan mencair atau lumer. Secara garis besar pengelasan dibagi menjadi dua macam yaitu las fusi (*fusion welding*) dan las padat (*solid state welding*). Metode pengelasan fusi yaitu dengan mencairkan bahan dasar pada bagian yang akan disambung. Las fusi dapat digunakan untuk pengelasan plat datar, plat siku, pipa-pipa dan lain-lain. Sedangkan las padat yaitu menggunakan metode penggabungan dua logam pada temperatur di bawah titik leleh. Material disambung dengan material tambahan atau tanpa pemberian bahan tambah. Namun telah ditemukan metode pengelasan yang baru salah satunya adalah las gesek (*friction welding*).

Las gesek atau (*friction welding*) adalah teknik pengelasan dengan kondisi logam mencair atau lumer. Penyambungan logam menggunakan *friction welding* memanfaatkan panas yang timbul dari gesekan antara permukaan logam yang diberi gaya tekan. Gesekan yang terjadi antara ke dua permukaan logam menghasilkan panas sehingga permukaan kedua logam melumer dan terjadi penyambungan [Serope & Steven R. Oswald, Kalpakjian, 2001].

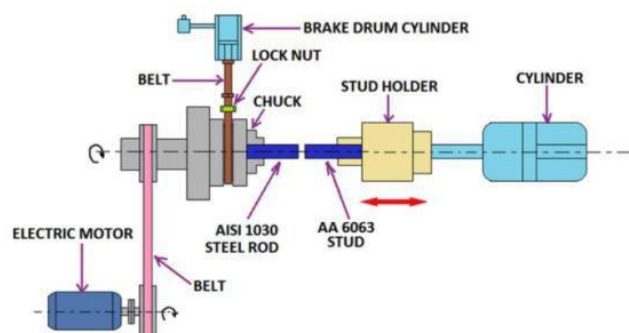


Gambar 1. *friction welding*

<https://studentlesson.com/friction-welding-process-definition-applications-working-advantages-disadvantages/>

Pada proses pengelasan gesek (*friction welding*) akan mengalami perubahan phase yaitu phase solid, dimana panas akan mulai timbul akibat gesekan kedua material dan mengalami peningkatan panas pada saat dilakukan penekakanan dan kecepatan putaran pada mesin bubut demikian juga pada *Friction welding* tidak menggunakan bahan tambah (*filler*). Pengelasan ini juga tidak memerlukan *flux*. Selain itu *Friction welding* juga tidak menggunakan gas pelindung (*shielding gas*) serta tidak terjadi pencairan benda kerja.

Karena memerlukan putaran untuk menghasilkan panas, mesin *friction welding* didesain mirip dengan mesin bubut. Mesin *friction welding* memerlukan *spindle* yang bertenaga untuk memutar salah satu benda kerja pada kecepatan tinggi. Mesin ini juga harus bisa menggeser benda kerja secara aksial baik pada *chuck* yang berputar maupun pada *chuck* yang tidak berputar.

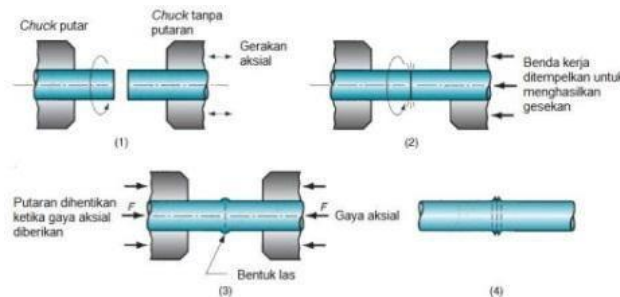


Gambar 2. Metode pengelasan *friction welding*

*Journal of applied research and technology*  
versión On-line ISSN 2448-6736/versión impresa ISSN 1665-6423

### Tahapan Proses *Friction Welding*

- Salah satu *chuck* beserta benda kerjanya berputar.
- Benda kerja ditempelkan untuk menghasilkan gesekan dan panas.
- Putaran dihentikan, gaya aksial diberikan supaya terjadi sambungan.
- Las yang terbentuk. Hal yang harus diperhatikan adalah panjang benda kerja akan berkurang.



Gambar 3. Tahapan Pengelasan *Friction Welding*

<http://teknikmesinmanufaktur.blogspot.com/2015/05/friction-welding-frw.html>

Bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu baja ST 40 dengan menggunakan putaran mesin 1300 rpm, dengan waktu gesekan 60 detik, dan temperature gesekan  $360^{\circ}\text{C}$  setelah proses pengelasan dilakukan pendinginan dengan menggunakan variasi pendinginan yaitu udara, air, oli SAE 30,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , dan  $\text{NaOH}$ . Adapun pengujian sifat mekanik yang dilakukan adalah pengujian kekuatan tarik.

Tujuan dari penelitian ini adalah

- Untuk mempelajari proses penyambungan baja St 40 silinder pejal dengan *friction welding*
- Untuk mengetahui kekuatan tarik dari sambungan *friction welding*

### Tipe Proses *Friction Welding*

Beberapa tipe dari *friction welding* adalah (Sushant Sukumar Bhate, 2016)

#### a. *Linear friction welding*

Yaitu pengelasan dengan menggunakan gaya gesek linier

#### b. *Rotary friction welding*

Yaitu pengelasan di mana satu komponen diputar melawan yang lain, adalah yang paling umum digunakan di antara proses pengelasan gesekan.

#### c. *Inertia friction welding*

Yaitu penelasan yang menggunakan energi simpanan flywheel sebagai energi masukan dalam proses penyambungan.

#### d. *Friction surfacing*

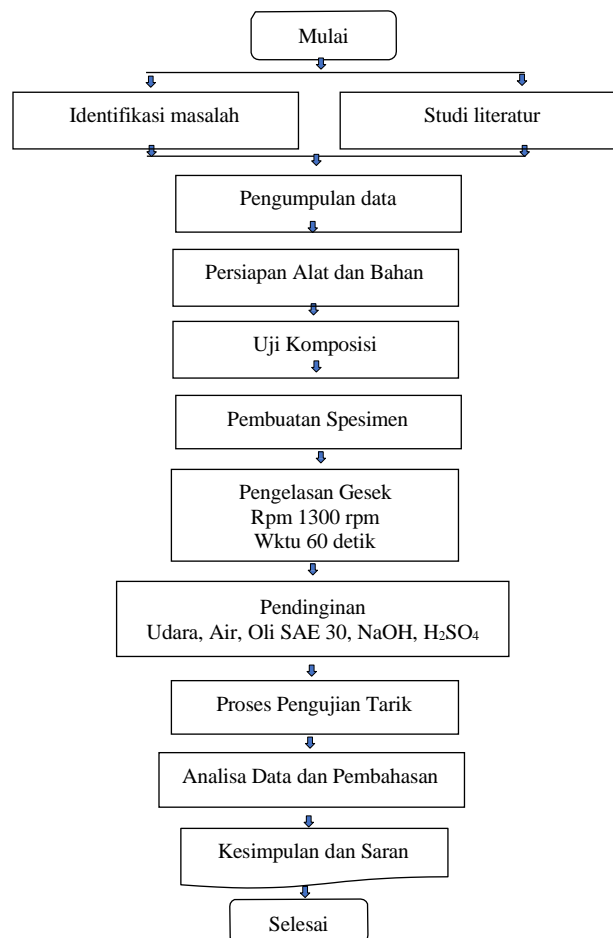
Yaitu jenis pengelasan gesekan dimana bahan pelapis berupa batangan yang digosok di bawah tekanan ke permukaan benda kerja untuk membentuk lapisan dengan menggerakkan benda kerja ke muka batang berputar

#### e. *Friction stir welding*

Yaitu pengelasan dengan memanfaatkan gesekan antara benda kerja yang diam dengan benda kerja yang bergerak. Gesekan yang terjadi dapat bisa melunakkan bagian tersebut. Hal ini dilakukan dalam keadaan *solid state joining*.

## 2. METODE PENELITIAN

### 2.1 Diagram Alir Penelitian



Gambar 4. Diagram Alir Penelitian

### 2.2. Material benda uji

#### 2.2.1. Komposisi

Sampel uji adalah adalah baja karbon rendah St 40 dengan komposisi:

C	Mn	P	S	Si	Cu	etc	Fe
0,0829	0.4392	0,01567	0,0128	0,1407	0.0139	0,066	99,68

#### 2.2.2. imensi

Benda uji yang digunakan pada penelitian ini untuk uji tarik menggunakan poros silinder pejal sesuai standar ASTM 370 panjang total 200 mm panjang takik 31 mm, diameter 8,1 mm.

### 2.3. roses Penyambungan las Gesek

Proses penyambungan dengan las gesek dilakukan dengan menggunakan mesin bubut dengan putaran 1300 rpm waktu 60 detik dan dilengkapi dengan proses pengereman.

### 2.4. Proses Pendinginan

Proses pendinginan dengan menggunakan media pendingin udara, air, oli SAE 30, NaOH dan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.

### 2.5. Peralatan yang digunakan

Peralatan yang digunakan adalah

a. Alat uji Komposisi kimia (*Optical Emission Spectroscopy* /OES)

- b. Mesin las gesek (*Machine Lathe*)
- c. Mesin uji tarik (*Universal Testing Machine*)
- d. Alat ukur waktu (*Stopwatch*)

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1. Data Hasil Pengujian Komposisi Kimia

Tabel 1. Data uji komposisi kimia

Unsur Kimia	Komposisi Kimia(%)	Unsur Kimia	Komposisi Kimia (%)
Karbon (C)	0,0829	Niobium (Nb)	0,0033
Mangan (Mn)	0.4392	Nikel (Ni)	0,0215
Posfor (P)	0,01567	Kalsium (Ca)	0
Sulfur (S)	0,0128	Cobalt (Co)	0,0084
Silikon (Si)	0,1407	Molibdenum (Mo)	0,00915
Sodium Sulfide (Sn)	0,0032	Boron (B)	0
Aluminium (Al)	0.00206	Nitrogen (N)	0,0069
Tembaga (Cu)	0.0139	Titanium (Ti)	0,00019
Chromium (Cr)	0,0132		

Sumber: PT. Ispatindo Sidoarjo

Tabel merupakan data hasil uji komposisi kimia baja ST 40 sebelum dilakukan proses las gesek. Unsur karbon yang terdapat pada baja ST 40 setelah di uji komposisi sebesar 0,0829% C, sesuai pada teori dapat diketahui bahwasannya baja ST 40 termasuk dalam jenis baja karbon rendah.

#### 3.2. Spesimen Pengujian Tarik



Gambar 5. Spesimen Uji tarik

#### 3.3. Data Hasil Pengujian Tarik

Tabel 2. Hasil Pengujian Tarik

No	Bahan	Lo (mm)	Do (mm)	Lf (mm)	Df (mm)	Ao (mm <sup>2</sup> )	Gaya maksimal Pmax (Kg)
1	Dasar	31	8.1	34	8	51.50	2060
2	Udara	27	8.4	29	8	55.39	1975
3	Air	28	8.5	30	7.8	56.72	2063
4	SAE	30	8.1	31	8.1	51.50	688
5	NaOH	28	8.2	30	8.1	52.78	1600
6	H2SO4	26	8.4	28	8.2	55.39	1938

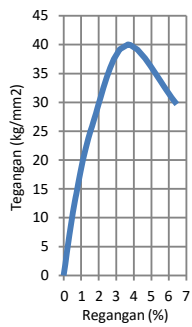
### 3.4. Data Hasil Perhitungan

Tabel 3. Rekapitulasi hasil perhitungan perubahan panjang dan beban maksimum

Pendinginan	Perubahan Panjang (mm)	Beban maksimum (kg)
Logam dasar	3	2060
Udara	2	1975
Air	2	2063
Oli SAE20	1	688
NaOH	2	1600
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	2	1938

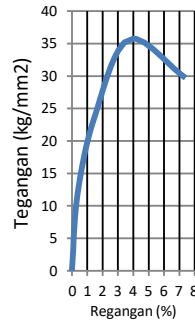
### 3.5. Analisa Perhitungan Kekuatan Sambungan Las

Diagram Tegangan vs Regangan



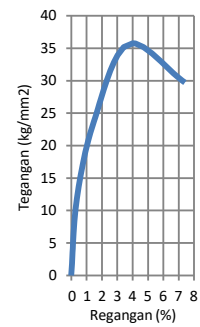
(a)

Diagram Tegangan vs Regangan



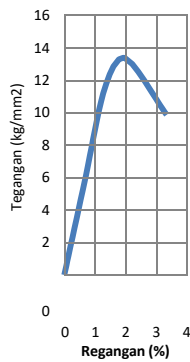
(b)

Diagram Tegangan vs Regangan



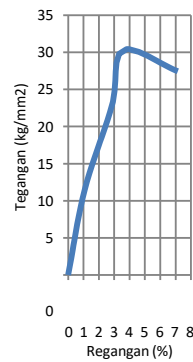
(c)

Diagram Tegangan vs Regangan



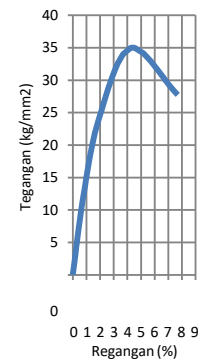
(d) (e)

Diagram Tegangan vs Regangan



(f)

Diagram Tegangan vs Regangan



Gambar 6. Diagram Tegangan –regangan, (a) logam dasar (b) pendinginan udara (c) air (d) oli SAE 30 (e) NaOH (f) H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>

Dengan melakukan perhitungan tegangan bahan dan regangannya maka dapat dilihat pada tabel 4. berikut:

Tabel 4. Hasil Perhitungan Tegangan Tarik dan Regangan

Pendinginan	Tegangan (kg/mm <sup>2</sup> )	Regangan (%)
Logam dasar	40.00	9.68
Udara	35.66	7.41
Air	36.37	7.14
Oli SAE20	13.36	3.33
NaOH	30.31	7.14
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	34.99	7.69

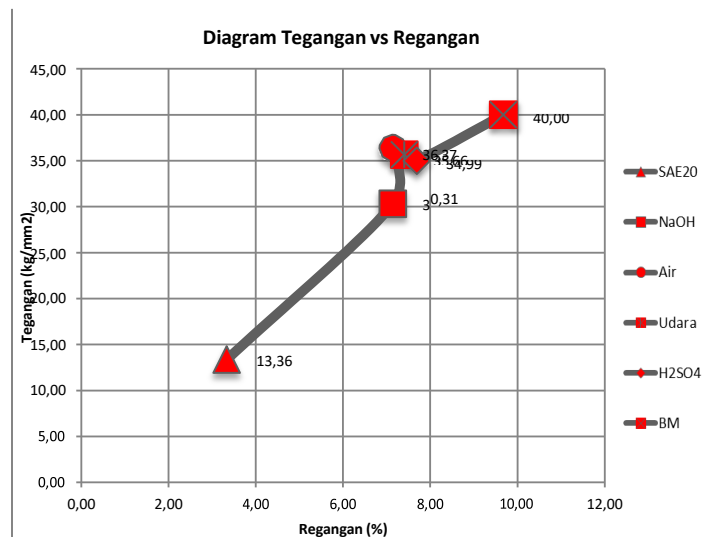
#### 4. PEMBAHASAN

Pengelasan gesekan (*Friction Welding*) merupakan teknik pengelasan dengan cara menggesekkan dua permukaan bahan las hingga mencapai sekitar 60 - 80% titik cair bahan. Dalam proses pengelasan gesekan, salah satu bahan berputar, sedangkan bahan lainnya tetap, sehingga terjadi gaya yang menghasilkan panas. Setelah mencapai temperatur las gesek, maka diberikan gaya tekan sehenerunya penyambungan bahan kedua. Pada penelitian ini mesin yang digunakan dengan menggunakan mesin bubut, dimana salah satu specimen berputar dan specimen yang lainnya tetap, specimen yang digunakan menggunakan specimen jenis specimen dengan bahan yang sama yaitu baja St.40. Kontak antara dua permukaan dan putaran serta tekanan memberikan panas yang tinggi sehingga menyebabkan permukaan specimen menjadi lumer sehingga menimbulkan sambungan antara kedua sisi permukaan. Panas yang ditimbulkan pada permukaan spesies menyebabkan perubahan struktu mikro bahan dan apabila dilakukan proses pendinginan maka akan menyebabkan terjadinya perubahan stuktur. Pada penelitian ini pendinginan yang digunakan yaitu menggunakan pendingin udara, air, oli, NaOH dan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.

Pengujian Tarik dilakukan guna mengetahui kekuatan sambungan las masing-masing bahan yang menggunakan media pendingin yang berbeda. Pengujian Tarik menggunakan mesin uji tarik jenis *Universal Testing Machine* dengan menggunakan standart specimen ASTM 370. Dari hasil pengujian tarik menunjukkan besarnya beban maksimum dan perpanjangan, yaitu untuk pendingin udara sebesar 1975 kg, untuk pendingin air 2063 kg, untuk oli SAE20 688 kg, NaOH 1600 kg dan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 1938 kg. adapun untuk perpanjangannya diperoleh masing-masing 2mm, 2mm, 1mm, 2mm dan 2mm.

Dengan melakukan perhitungan tegangan bahan dan regangannya maka dapat dilihat pada (tabel 4)

Dari analisa kekuatan lasan dan regangan dapat diketahui bahwa tegangan terbesar adalah dari pendinginan air yaitu sebesar 36,37 kg/mm<sup>2</sup>, sedangkan regangan terbesar adalah pendinginan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> yaitu sebesar 7,69 %, hal ini dapat dilihat pada (gambar 7) berikut :



Gambar 7 harga tegangan dan regangan tiap sampel pengujian

Namun demikian dari keseluruhan hasil pengelasan gesek, baik yang dilakukan dengan menggunakan pendinginan yang ada tetap masih dibawah kekuatan atau tegangan dan regangan logam dasar yaitu  $40 \text{ kg/mm}^2$  dan regangan sebesar 9,68 %. Hal ini disebabkan pada proses pengelasan terjadi proses penyambungan dimana pada proses penyambungan terdapat banyak cacat yang terjadi sehingga kekuatan dan regangan yang terjadi masih di bawah tegangan dan regangan logam dasarnya (*base metal*).

## 5. SIMPULAN

1. Hasil perhitungan tegangan diperoleh data tertinggi yaitu dengan menggunakan pendinginan air sebesar  $36.37 \text{ kg/mm}^2$
2. Hasil perhitungan regangan diperoleh data tertinggi yaitu pada pendinginan  $\text{H}_2\text{SO}_4$  yaitu sebesar 7.69 %
3. Besarnya nilai tegangan tarik akan menunjukkan kekuatan sambungan pengelasan gesek.
4. Besarnya nilai regangan tarik akan menunjukkan keuletan sambungan pengelasan gesek.

## REFERENSI

- [1] <https://studentlesson.com/friction-welding-process-definition-applications-working-advantages-disadvantages/>
- [2] [Journal of applied research and technology](#) versión On- line ISSN 24486736versión impresa ISSN 1665-6423
- [3] <http://teknikmesinmanufaktur.blogspot.com/2015/05/friction-welding-frw.html>
- [4] Sushant Sukumar Bhate\* et al.(Ijitr) International Journal Of Innovative Technology And Research Volume No.4, Issue No.1, December - January 2016, 2601 – 2604.
- [5] ASM International, 2003. Trends in Welding Research. Materials Park, Ohio: ASM International. ISBN 0-87170-780-2.
- [6] Kalpakjian, Serope, 2001. Manufacturing Engineering and Technology. Prentice Hall. ISBN 0-201-36131-0.
- [7] Welding Hand Book, Welding Processes, Part 2, Ninth Edition Volume 3 American Welding Society 550 N.W. LeJeune Road Miami, FL 33126
- [8] Jesudoss Hynes, N. Rajesh, Journal of applied research and technology, Optimization of friction stud welding process parameters by integrated Grey-Fuzzy logic approach, J. appl. res. technol vol. 16n. 4
- [9] Ates, H., Turker, M., & Kurt. A. (2007). Effect of friction pressure on the properties of friction welded MA956 iron-based super alloy. *Materials & Design*, 28, 948-953.