

# UJI KEKUATAN SAMBUNGAN LAS GESEK DENGAN BAHAN PERPADUAN BAJA ST 41 DAN ST 60

Eep Saefulloh Fatah<sup>1</sup>, Ahmad Faoji<sup>2</sup>, Nur Aidi Ariyanto<sup>3</sup>

Email : [saefullohfatah49@gmail.com](mailto:saefullohfatah49@gmail.com)

Program Studi D3 Teknik Mesin, Politeknik Harapan Bersama

Jl. Dewi Sartika No. 71, Pesurungan Kidul, Kota Tegal

## ABSTRAK

Menyambungkan dua benda dapat dilakukan dengan beberapa metode salah satunya adalah metode pengelasan. Pengelasan memiliki beberapa jenis tergantung dari penerapan pada saat proses pengelasan dan juga pada jenis bahan yang digunakan. Pengelasan gesek (*friction welding*) adalah metode penyambungan dengan cara memberikan metode tekanan dimana dua benda kerja yang akan disambung ditempatkan dalam kontak dan diatur gerakan relatif dalam tekanan, maka gesekan akan membangkitkan panas disekitar permukaan kontak, ketika sudah mencapai temperatur tempa maka diberikan tekanan tempa. tetapi proses pengelasan ini pada dasarnya sangat dipengaruhi oleh kecepatan putaran, durasi gesekan dan tekanan aksial (gesek, tempa). Dalam penelitian ini dilakukan pengelasan gesek (*friction welding*) langsung. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh tekanan 100 Psi, waktu 30detik, variasi putaran 2300 Rpm dan 3100 Rpm terhadap kuat tarik hasil pengelasan gesek baja ST 41 dan ST 60. Metode pengujian menggunakan Material ST 41 dan ST 60 yang telah di buat spesimen uji tarik dengan standar ASTM E 8 sebanyak 3 spesimen dari masing-masing Rpm. Pengujian kuat tarik material dilakukan dengan alat uji tarik merek Shimadzu UH-1000 kN. Hasil penelitian pada uji tarik tertinggi sebesar 402,98 N/mm<sup>2</sup> pada putaran 2300 Rpm dan 413,19 N/mm<sup>2</sup> pada putaran 3100 Rpm.

**Kata kunci :** ST 41&ST 60, *friction welding*, Uji Tarik.

## ABSTRACT

*Connecting two objects can be done by several methods, one of which is the welding method. Welding has several types depending on the application at the time of the welding process and also on the type of material used. Friction welding is a connection method by providing a pressure method where the two workpieces to be joined are placed in contact and the relative motion is set under pressure, then the friction will generate heat around the contact surface, when it reaches the forging temperature it is given forging pressure. but the welding process is basically greatly influenced by the rotation speed, duration of friction and axial pressure (friction, forging). In this study, direct friction welding was carried out. This study aims to determine the effect of 100 Psi pressure, 30 seconds, 2300 Rpm and 3100 Rpm rotation variations on the tensile strength of ST 41 and ST 60 steel friction welding. The test method uses ST 41 and ST 60 materials which have been made tensile test specimens with ASTM E 8 standard as many as 3 specimens from each Rpm. The tensile strength test of the material was carried out using a Shimadzu UHtensile tester 1000 kN. The highest tensile test results were 237.64 N/mm<sup>2</sup> at 2300 Rpm and 497.49 N/mm<sup>2</sup> at 3100 Rpm.*

**Keywords:** ST 41&ST 60, *friction welding*, Tensile test.

### 1. Pendahuluan

Pengelasan adalah ikatan metalurgi pada sambungan logam paduan yang dilakukan dalam keadaan lumer atau cair. (Harsono, 1991) [1]. Berdasarkan cara kerjanya ada beberapa jenis-jenis pengelasan diantaranya pengelasan cair, pengelasan tekan dan pematrian. Pada pengelasan tekan terdiri dari beberapa macam las, termasuk las gesek. Pada las gesek proses pengelasan menggunakan energi putaran yang nantinya akan terjadi gesekan dan menimbulkan panas yang tinggi dan dapat digunakan untuk proses pengelasan yang biasanya disebut dengan proses *friction welding* (Kalpakjian, 1995) [2].

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 berkelanjutan akan terus meningkat. Dengan gaya tekan dan panas pada kedua permukaan hingga pertemuan kedua bahan mencapai suhu leleh (*melting temperature*) maka terjadilah proses las. (Affifi, 2014) [3].

Uji tarik merupakan salah satu cara untuk mengetahui kekuatan dari suatu material, pengujian tarik dilakukan pada mesin *Hydraulic Universal Material Testing Machine* dengan menggunakan metode SNI 8389-2017. Pengujian dilakukan dengan diberikan beban statis yang meningkat secara perlahan sampai spesimen akhirnya patah. Selama pembebanan mesin merekam pertambahan beban dan perpanjangan spesimen dalam bentuk grafik. Dalam pengujian tarik akan di dapatkan nilai tarik pembebanan yang diberikan pada spesimen melalui penerapan gaya-gaya aksial ada ujung-ujung spesimen yang disebut dengan tegangan tarik. Nilai tegangan tarik diketahui dengan persamaan nilai gaya (N) dibagi dengan luas penampang spesimen (mm<sup>2</sup>). Maka dari hasil tersebut akan didapatkan nilai tegangan tarik spesimen. Uji tarik juga mengalami penambahan panjang akibat tarikan pada ujung-ujung spesimen yang diuji yang disebut regangan. Nilai regangan dapat diketahui dari panjang spesimen setelah pengujian (mm) dikurangi panjang sebelum pengujian (mm). lalu dibagi panjang spesimen sebelum pengujian (mm). kemudian mencari presentase regangan yang terjadi dengan dikali seratus persen (100%). Maka didapatkan presentase regangan yang terjadi akibat pengujian tarik pada spesimen. Selain itu pengujian tarik juga didapatkan ketahanan deformasi elastis untuk mengukur kekakuan spesimen. Nilai kekakuan spesimen disebut *modulus of elastisitas*, yang dapat dihitung dengan cara membagi nilai tegangan (Kg/mm<sup>2</sup>) dengan nilai regangan (%). Maka akan didapatkan nilai *modulus of elastisitas* spesimen (Putra, 2019) [4].

Dalam proses pengelasan gesek/*friction welding*, kecepatan putaran merupakan variabel yang sensitif dan dalam hal ini dapat divariasikan jika waktu dan temperatur pemanasan serta tekanan dikontrol dengan baik.

Berdasarkan latar belakang diatas maka Tugas Akhir ini peneliti mengambil judul “Uji Kekuatan Sambungan Las Gesek dengan bahan Perpaduan Baja ST 41 Dan Baja ST 60”.

## 2. Landasan teori

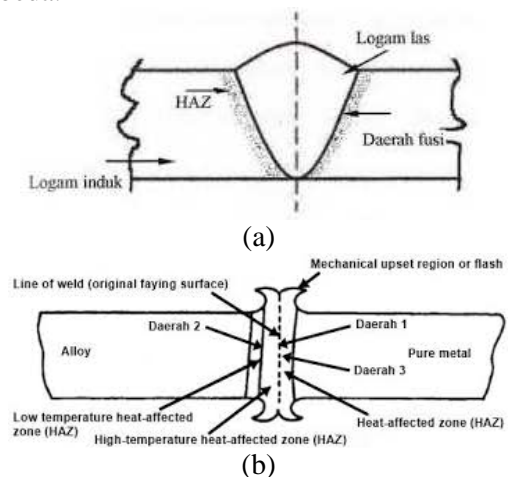
### Pengelasan

Pengelasan adalah ikatan metalurgi pada sambungan logam paduan yang dilakukan dalam keadaan lumer atau cair. (Harsono, 1991) [1]. Proses pengelasan dibagi dalam dua katagori utama, yaitu pengelasan lebur dan pengelasan padat. Pengelasan lebur menggunakan panas untuk melebur permukaan yang akan disambung, beberapa operasi menggunakan logam pengisi dan yang lain tanpa logam pengisi. Pengelasan padat proses penyambungannya menggunakan panas dan

tekanan, tetapi tidak terjadi peleburan pada logam dasar dan tanpa penambahan logam pengisi. Bila permukaan yang rata dan bersih ditekan, beberapa kristal akan tertekan dan bersinggungan. Bila tekanan diperbesar daerah singgungan ini akan bertambah luas. Lapisan oksida yang meluas akan rapuh dan pecah sehingga logam mengalami deformasi plastis sehingga batas antara dua permukaan kristal dapat menjadi satu (*difusi*) dan terjadilah sambungan maka disebut pengelasan padat. (Satyadianto, 2015) [5].

### Solid State Welding

(*Solid State Welding*) adalah proses yang menghasilkan penggabungan dari permukaan spesimen pada temperatur di bawah titik leleh logam dasar yang disambung tanpa penambahan logam pengisi. Proses ini melibatkan baik penggunaan deformasi atau difusi dan deformasi terbatas untuk menghasilkan sambungan yang berkualitas tinggi antara bahan serupa maupun berbeda.



Gambar 1 Daerah las (a) pengelasan fusi (b) non fusi

Setyadianto, (2015)

Sambungan logam yang berbeda diperlukan dalam berbagai aplikasi yang memerlukan sifat material dalam komponen yang sama. Bahan berbeda dapat dipilih berdasarkan sifat fisik atau material yang mempengaruhi fenomena yang sedang dipelajari. Untuk alasan apapun, dan metode yang tepat untuk memproduksi sambungan logam berbeda biasanya dapat ditentukan (dengan asumsi bahkan dimungkinkan) dengan memeriksa diagram fase. Jika diagram menunjukkan kesulitan dalam penyambungan dengan bahan (*intermetallics* dan sebagainya), maka proses kondisi padat (*non melting*) mungkin yang berlaku. Ketika proses *non melting* dipilih, hanya akan relatif berhasil jika sambungan kuat yang dihasilkan. Gambar 1. (a) menunjukkan profil dari daerah pengelasan non fusi, di mana terdapat daerah-daerah las yaitu daerah fusi (*Fusion Zone*),

PMZ (*Partially Melted Zone*), daerah terpengaruh panas (HAZ), dan logam induk (*Base Metal*) sedangkan gambar 1. (b) menunjukkan profil daerah pengelasan non fusi dimana terdapat daerah tempa, daerah terpengaruh panas (HAZ) dan logam induk (*Base Metal*).

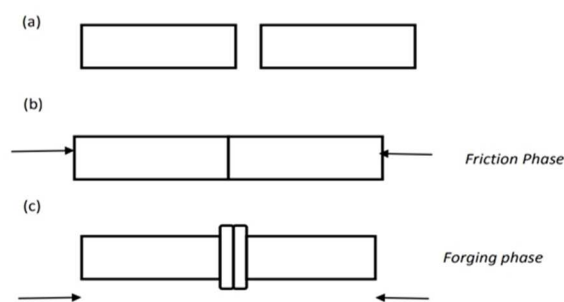
Dalam mekanisme tempa terjadi perbaikan kualitas butiran, porositas menurun dan homogenitas komposisi pada benda kerja, dan semakin tinggi nilai tempa maka perpindahan porositas akan lebih cepat dan menyebabkan kualitas butiran semakin baik. Pada daerah tempa terjadi proses difusi *integrannular* dimana proses tersebut dipengaruhi oleh tekanan tempa, jika tekanan tempa mencapai titik ideal maka kekuatan pada sambungan akan semakin tinggi dan memungkinkan sambungan akan patah pada daerah HAZ ketika dilakukan pengujian tarik karena terjadi kerapatan butiran pada sambungan lasan. (Satyadianto, 2015) [5].

### Las Gesek



Gambar 2. Mesin Las gesek

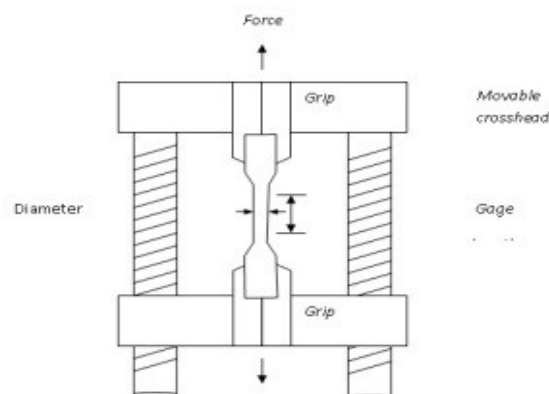
Las Gesek / *Friction welding* termasuk jenis pengelasan *solid state welding* dimana proses pengelasan dilakukan pada fasa padat. Panas pengelasan diperoleh dari konversi langsung energi mekanik menjadi energi termal melalui gesekan. Benda tidak memerlukan sumber panas dari listrik atau pembakaran. Panas yang dihasilkan dari proses gesekan antara *interface* akan menaikkan temperatur benda dalam arah aksial dengan jarak yang relatif sangat pendek. Penyambungan terjadi ketika permukaan *interface* mencapai temperatur dibawah temperatur cair. Pengelasan terjadi akibat pengaruh tekanan pada pencampuran logam plastis dan mekanisme difusi.



Gambar 3. Tahapan Proses *Friction Welding*. (kalpakjian, 1995).

### Uji Tarik

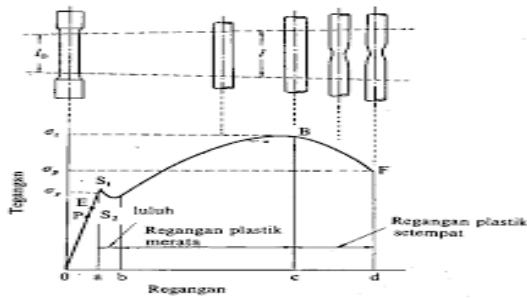
Proses pengujian tarik bertujuan untuk mengetahui kekuatan tarik benda uji. Pengujian tarik untuk kekuatan tarik daerah las dimaksudkan untuk mengetahui apakah kekuatan las mempunyai nilai yang sama, lebih rendah atau lebih tinggi dari kelompok raw material. Pengujian Tarik untuk kualitas kekuatan tarik dimaksudkan untuk mengetahui berapa nilai kekuatannya dan dimanakah letak putusnya suatu sambungan las. Pembebanan tarik adalah pembebanan yang diberikan pada benda dengan memberikan gaya tarik berlawanan arah pada salah satu ujung benda.



Gambar 4. Uji Tarik (WiryoSumarto, 2008).

Penarikan gaya terhadap beban akan mengakibatkan terjadinya perubahan bentuk (deformasi) bahan tersebut. Proses terjadinya deformasi pada bahan uji adalah proses pergeseran butiran kristal logam yang mengakibatkan melemahnya gaya elektromagnetik setiap atom logam hingga terlepas ikatan tersebut oleh penarikan gaya maksimum.

Pada pengujian tarik beban diberikan secara kontinu dan pelan-pelan bertambah besar, bersamaan dengan itu dilakukan pengamatan mengenai perpanjangan yang dialami benda uji dan dihasilkan kurva tegangan regangan (WiryoSumarto, 2000) [6].



Gambar 5. Kurva tegangan-regangan.  
(Wirjosumarto, 2008)

Pada pengujian tarik beban diberikan secara kontinu dan pelan-pelan bertambah besar, bersamaan dengan itu dilakukan pengamatan mengenai perpanjangan yang dialami benda uji dan dihasilkan kurva tegangan-regangan.

### Material Baja

Menurut (Furqon, 2016) [7] Dalam pengaplikasiannya baja karbon sering digunakan sebagai bahan baku untuk pembuatan alat-alat perkakas, komponen mesin, struktur bangunan, dan lain sebagainya, baja karbon dapat diklasifikasikan berdasarkan jumlah persentase komposisi kimia karbon dalam baja yakni sebagai berikut :

1. Baja Karbon Rendah (*Low Carbon Steel*)
2. Baja Karbon Sedang (*Medium Carbon Steel*)
3. Baja Karbon Tinggi (*High Carbon Steel*).

### Baja ST 41

Baja ST 41 adalah salah satu dari baja karbon rendah. Bahan ini termasuk dalam golongan baja karbon rendah karena dalam komposisinya mengandung karbon sebesar 0,08%-0,20%. Baja karbon rendah sering digunakan dalam komponen mesin-mesin industri seperti gear, rantai, skrup dan poros. Selain itu juga baja ST 41 juga digunakan sebagai handle rem sepeda motor, bodi mobil, pipa saluran, konstruksi jembatan, rivet. Baja ST 41 juga merupakan baja struktur sifat-sifat yang dimiliki oleh baja ST 41 mempunyai kekuatan yang cukup tinggi, mempunyai nilai kekerasan yang cukup, stabilitas dimensi yang baik.



Gambar 4. Baja ST 41  
(Dokumentasi 2021)

### Baja ST 60

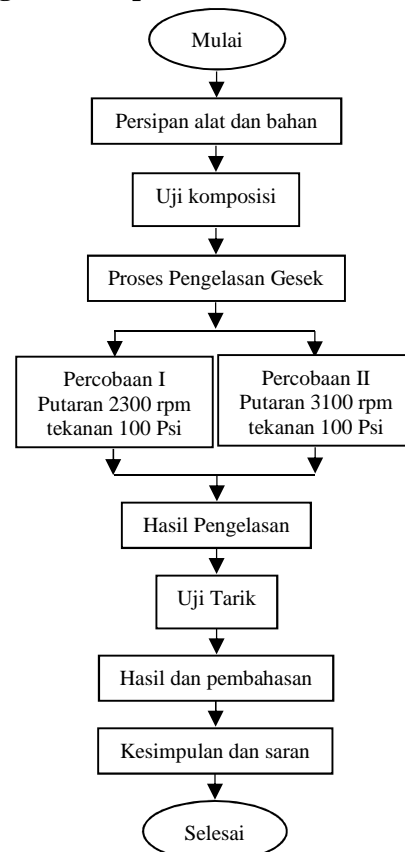
Baja St 60 dijelaskan secara umum merupakan baja karbon sedang dengan persentase kandungan karbon pada besi sebesar 0,3% C – 0,59% C dengan titik didih 1550 °C dan titik lebur 2900 °C, disebut juga baja keras, banyak sekali digunakan untuk tangki, perkapalan, jembatan, dan dalam permesinan. Baja karbon sedang kekuatannya lebih tinggi dari pada baja karbon rendah. Sifatnya sulit untuk dibengkokkan, dilas, dipotong. (Furqon, 2016) [7].



Gambar 5. Baja ST 60

### 3. Metode penelitian

#### Diagram alur penelitian



#### Metode penelitian

Metode pengumpulan data dilakukan dengan cara mencari studi literatur, yaitu mengumpulkan data-data dari internet, buku referensi, dan jurnal-jurnal yang relevan terkait dengan topik penelitian.

Table 1. Bentuk hasil uji Tarik



Parameter Uji	Satuan	Hasil Uji I	Hasil Uji II	Hasil Uji III	Rata-rata
Diameter	Mm				
Kuat Tarik	N/mm <sup>2</sup>				
Kuat Luluh	N/mm <sup>2</sup>				
Regangan	%				
Keterangan	-				

#### Metode analisis data

Dari data yang diambil kemudian dianalisa untuk menentukan variasi kecepatan putaran yang paling baik terhadap mesin las gesek dari hasil pengelasannya. Pada pengujian pertama menggunakan 2300 rpm 3 kali pengujian yang bertekanan 100 Psi.

Pada pengujian kedua menggunakan kecepatan rpm 3100 tiga kali percobaan yang bertekanan 100 psi juga, dengan durasi waktu 30 detik. Disetiap perbedaan kecepatan mengambil data masing-masing agar mudah melihat hasil analisa.

#### 4. Hasil dan pembahasan

##### Hasil uji komposisi

Baja ST 41 termasuk termasuk dalam golongan baja karbon rendah karena dalam komposisinya mengandung karbon sebesar 0,08%-0,20% C.

tabel 2. Hasil uji komposisi baja ST 41

No	Unsur	Kandungan Unsur (%)	STD
1	Fe	Balance	Balance
2	C	0,096	-
3	Si	0,102	-
4	Mn	0,839	-
5	P	0,107	-
6	S	-	-
7	Cr	0,010	-
8	Ni	0,28	-
9	Mo	0,010	-
10	Cu	0,017	-
11	Al	0,0064	-
12	V	0,010	-
13	W	0,100	-
14	Co	0,0050	-
15	Nb	0,0050	-
16	Ti	0,0030	-
17	Mg	0,0055	-

Baja ST 60 termasuk baja karbon sedang dengan persentase kandungan karbon pada besi sebesar 0,3% C – 0,59%.

Tabel 3. Hasil uji komposisi baja ST 60

No	Unsur	Kandungan Unsur (%)	STD
1	Fe	Balance	Balance
2	C	0,448	-
3	Si	0,215	-

4	Mn	0,691	-
5	P	0,100	-
6	S	-	-
7	Cr	0,031	-
8	Ni	0,018	-
9	Mo	0,010	-
10	Cu	0,018	-
11	Al	0,037	-
12	V	0,010	-
13	W	0,100	-
14	Co	0,0050	-
15	Nb	0,0050	-
16	Ti	0,00740	-
17	Mg	0,0051	-

##### Hasil uji Tarik

Tabel 4. Tabel hasil uji Tarik 2300 rpm

Parameter Uji	Satuan	Hasil Uji I	Hasil Uji II	Hasil Uji III	Rata-rata
Diameter	Mm	11,98	11,97	12,19	12,04
Kuat Tarik	N/mm <sup>2</sup>	226,78	350,18	402,98	326,64
Kuat Luluh	N/mm <sup>2</sup>	185,75	287,70	368,18	280,54
Regangan	%	1,26	2,1	3,12	2,16
Keterangan	-	Putus di daerah las	Putus di daerah las	Putus di daerah las	Putus di daerah las

Tabel 5. Tabel hasil uji Tarik 3100 rpm

Parameter Uji	Satuan	Hasil Uji I	Hasil Uji II	Hasil Uji III	Rata-rata
Diameter	Mm	12,49	12,26	12,32	12,35
Kuat Tarik	N/mm <sup>2</sup>	413,19	275,57	265,81	318,19
Kuat Luluh	N/mm <sup>2</sup>	290,76	226,07	239,86	252,23
Regangan	%	8,7	1,54	1,04	3,76
Keterangan	-	Putus daerah las	Putus daerah las	Putus daerah las	Putus daerah las

##### Pembahasan Uji Komposisi

Dalam pengujian bahan ST 41 dan ST 60 menggunakan uji komposisi pada baja ST 41 menghasilkan kadar karbon 0,096% C. Hasil ini menunjukkan bahwa material uji ini adalah material baja karbon rendah sedangkan pada baja ST 60 menghasilkan kadar karbon 0,448% C. hasil ini menunjukkan bahwa material uji ini adalah material baja karbon sedang.

##### Kuat Tarik

Kuat Tarik adalah tegangan maksimum yang bias ditahan oleh sebuah benda/material ketika diregangkan atau ditarik. Berikut hasil uji kuat Tarik sambungan las gesek menggunakan baja ST 41 dan ST 60.



Gambar 6. Grafik kuat Tarik.

Dari hasil pengujian diatas menunjukkan bahwa semakin tinggi kecepatan mesin semakin rendah pula kekuatan Tarik sambungan las tersebut. Kuat Tarik tertinggi terjadi pada kecepatan 2300 rpm sebesar 326,64 N/mm<sup>2</sup>.

### Kuat Luluh

Kuat luluh adalah tegangan minimum ketika suatu material kehilangan sifat elastisnya. Berikut hasil uji kuat luluh sambungan las gesek menggunakan baja ST 41 dan ST 60.

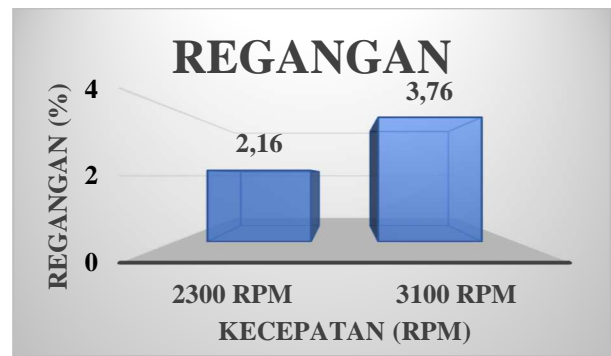


Gambar 7. Grafik kuat luluh.

Dari hasil pengujian diatas menunjukkan bahwa semakin tinggi kecepatan mesin semakin rendah pula kekuatan Luluh sambungan las tersebut. Kuat luluh tertinggi terjadi pada kecepatan 2300 rpm sebesar 280,54 N/mm<sup>2</sup>.

### Regangan

Regangan adalah pertambahan Panjang suatu benda terhadap Panjang mula-mula yang disebabkan adanya gaya Tarik. Berikut hasil uji regangan sambungan las gesek menggunakan baja ST 41 dan ST 60.



Gambar 8. Grafik regangan.

Dari hasil pengujian diatas menunjukkan bahwa semakin tinggi kecepatan mesin semakin tinggi pula regangan sambungan las tersebut. Regangan tertinggi terjadi pada kecepatan 3100 rpm sebesar 3,76%.

## 5. Penutup

### Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian pengelasan gesek material baja ST 41 dan baja ST 60 dapat disimpulkan bahwa pengelasan gesek beda jenis bahan menghasilkan kekuatan Tarik yang berbeda, pada pengujian dengan kecepatan 2300 rpm bertekanan 100 Psi berdurasi 30 detik menghasilkan kuat Tarik 326,64 N/mm<sup>2</sup> lebih rendah dibandingkan dengan kuat Tarik baja ST 41 yaitu sebesar 414,54 N/mm<sup>2</sup>. Sedangkan dengan kecepatan 3100 rpm bertekanan 100 Psi berdurasi 30 detik menghasilkan kuat Tarik sebesar 318,19 N/mm<sup>2</sup> lebih rendah dibandingkan dengan kuat Tarik Baja ST 60 yaitu sebesar 761 N/mm<sup>2</sup>.

### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Harsono. (1991). Teknk Pengelasan Logam.
- [2] Kalpakjian, S. (1995). Manufacturing Processes For Engineering And Technology. Addison Wesley Publishing Company.
- [3] Affifi, M. Z. (2014). Rancang Bangun Mesin Las Gesek (Perawatan Dan Perbaikan). Palembang: Politeknik Negeri Sriwijaya Jurusan Teknik Mesin.
- [4] Idra Putra1, A. K. (2019). ANALISIS KEKUATAN TARIK DAN IMPACT HASIL SAMBUNGAN LAS GESEK PADA BAJA ST 37. Padang: Universitas Negeri Padang, Indonesia.
- [5] Setyadianto, D. (2015 : Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya). Pengaruh Variasi Tekanan Gesek, Tekanan Tempa Dan Durasi Gesek Terhadap Kekuatan Impact Pada Sambungan Las Gesek (Friction

Welding) Dengan Menggunakan Baja  
Paduan Aisi 4140.

[6] wiryosumarto. (2000). Teknologi Pengelasan  
Logam. *Erlangga, JAKARTA*.

[7] Gusti Rusydi, M. F. (2016 : Fakultas Teknik,  
Universitas Islam Kalimantan Muhammad  
Arsyad Al Banjari). Analisa Uji Kekerasan  
Pada Poros Baja St 60 Dengan Media  
Pendingin Yang Berbeda.