

PENGUJIAN KEKUATAN SAMBUNGAN PENGELASAN LAS GESEK PERPADUAN BAJA AISI 1045 DAN BAJA ST60

Akhmad Alwi Malisi¹, Nur Aidi Ariyanto², M. Taufik Qurohman³

Email : alwymalisi1@gmail.com

Program Studi D3 Teknik Mesin, Politeknik Harapan Bersama
Jl. Dewi Sartika No. 71, Pesurungan Kidul, Kota Tegal

ABSTRAK

Pengelasan gesek adalah pengelasan *solid-state* tanpa menggunakan logam pengisi dengan menggunakan 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 langsung. Proses yang dilakukan adalah dengan memvariasikan kecepatan putaran gesek yang digunakan sebesar 2300 rpm, 3100 rpm, tekanan gesek 100 Psi dan dalam durasi waktu yang sama yaitu 30 detik sampai temperatur tertentu. Efek dari tekanan gesek, kecepatan gesek, dan durasi waktu gesek terhadap benda kerja dianalisa melalui uji tarik. Dari penelitian ini dapat kekuatan tarik tertinggi diperoleh pada putaran gesek 3100rpm, tekanan gesek 100Psi dan durasi waktu 30detik yaitu untuk kuat tarik sebesar 700,63 N/mm², kuat luluh 456,71 N/mm², regangan 2,64 % putus di daerah las. Kekuatan tarik terendah pada putaran gesek 2100rpm, tekanan gesek 100Psi dan durasi waktu 30detik menghasilkan kekuatan tarik yaitu sebesar 482,07 N/mm², kuat luluh 408,52 N/mm², regangan 2,92% . Perubahan kecepatan gesek, durasi gesek dan tekanan gesek mempengaruhi hasil pengelasan gesek yang berbeda dan mempengaruhi kekuatan uji tarik yang berbeda.

Kata kunci : Baja AISI 1045 dan baja ST60 , kekuatan tarik hasil sambungan pengelasan, durasi gesek, tekanan gesek, pengelasan gesek berlangsung.

ABSTRACT

Friction welding is a solid-state welding without the use of filler metal using the pressure method where the two workpieces to be joined are placed in contact and the relative motion is regulated under pressure, then friction will generate heat around the contact surface, when it reaches the forging temperature, forging pressure is applied. But this welding process is basically greatly influenced by rotation speed, friction duration and axial pressure (friction, forging). In this study, direct friction welding was carried out. The process carried out is by varying the rotational speed of the friction used by 2300rpm, 3100rpm, frictional pressure of 100Psi and in the same time duration of 30 seconds to a certain temperature. The effects of frictional pressure, frictional speed, and friction time duration on the workpiece were analyzed through tensile tests. From this study, the highest tensile strength was obtained at 3100rpm friction, 100Psi frictional pressure and a time duration of 30 seconds, namely for tensile strength of 700,63 N/mm², yield strength 456,71 N/mm², strain 2,64% breaking at welding area. The lowest tensile strength at frictional rotation of 2100rpm, frictional pressure of 100Psi and time duration of 30 seconds resulted in a tensile strength of 482.07 N/mm², yield strength 408.52 N/mm², strain 2.92% . Changes in friction speed, duration of friction and frictional pressure affect different friction welding results and affect different tensile test strengths.

Keywords: AISI 1045 steel and ST60 steel, tensile strength of welded joints, duration of frictional, pressure friction, friction welding takes place

1. Pendahuluan

Pengelasan adalah sebuah ikatan karena adanya proses metalurgi pada sambungan logam paduan yang dilaksanakan dalam keadaan cair. Dari pengertian tersebut dapat dijabarkan lebih

lanjut bahwa pengertian las adalah sebuah sambungan setempat dari beberapa batang logam dengan menggunakan energi panas (Arsyad, 2019) [5].

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 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. (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 (mm²). 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/mm²) dengan nilai regangan (%).

Maka akan didapatkan nilai *modulus of elastisitas* spesimen (Putra1, 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 “Analisis Kekuatan Sambungan Pengelasan Las Gesek Perpaduan Baja AISI 1045 Dan Baja ST60”.

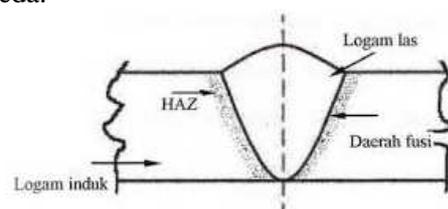
2. Landasan teori

Pengelasan

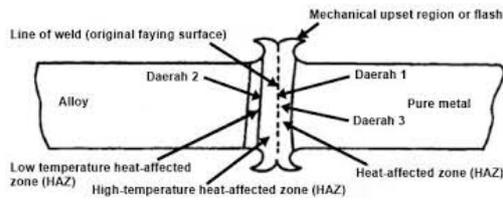
Pengelasan adalah ikatan metalurgi pada sambungan logam paduan yang dilakukan dalam keadaan lumer atau cair. (Harsono, 1991) [5]. Proses pengelasan dibagi dalam dua katagori utama, yaitu pengelasan lebur dan pengelasan padat. Pengelasan lebur menggunakan panas untuk melebur permukaan yang akan disambung, 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) [6].

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.



(a)



(b)

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*).

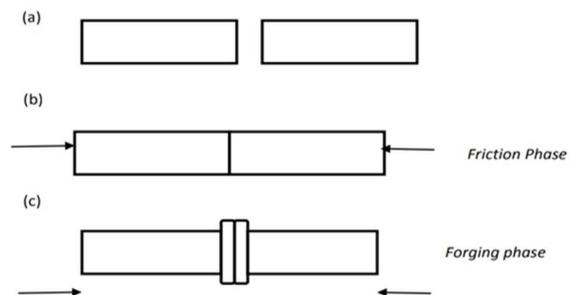
Dalam mekanisme tempa terjadi perbaikan kualitas butiran, porositas menurun dan homogenitas komposisi pada benda kerja, dan semakin tinggi nilai tempa maka perpindahan porositas akan lebih cepat dan menyebabkan kualitas butiran semakin baik. Pada daerah tempa terjadi proses difusi *integrannular* dimana 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).

Las Gesek



Gambar 2. Mesin Las gesek

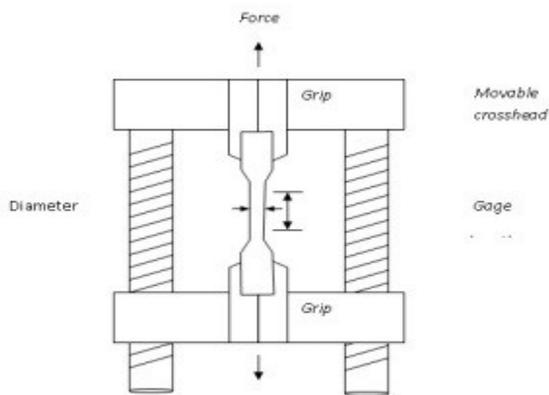
Las Gesek / *Friction welding* termasuk jenis pengelasan *solid state welding* dimana proses pengelasan dilakukan pada fasa padat. Panas pengelasan diperoleh dari konversi langsung energi mekanik menjadi energi termal melalui gesekan. Benda tidak memerlukan sumber panas dari listrik atau pembakaran. 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

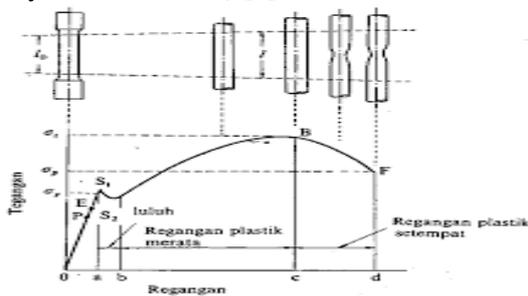
Proses pengujian tarik bertujuan untuk mengetahui kekuatan tarik benda uji. Pengujian tarik untuk kekuatan tarik daerah las dimaksudkan untuk mengetahui apakah kekuatan las mempunyai nilai yang sama, lebih rendah atau lebih tinggi dari kelompok raw material. Pengujian Tarik untuk kualitas kekuatan tarik 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) [1].



Gambar 5. Kurva tegangan-regangan. (Wiryosumarto, 2008)[7].

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) 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 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).



Gambar 6. Baja ST 60

Baja AISI 1045

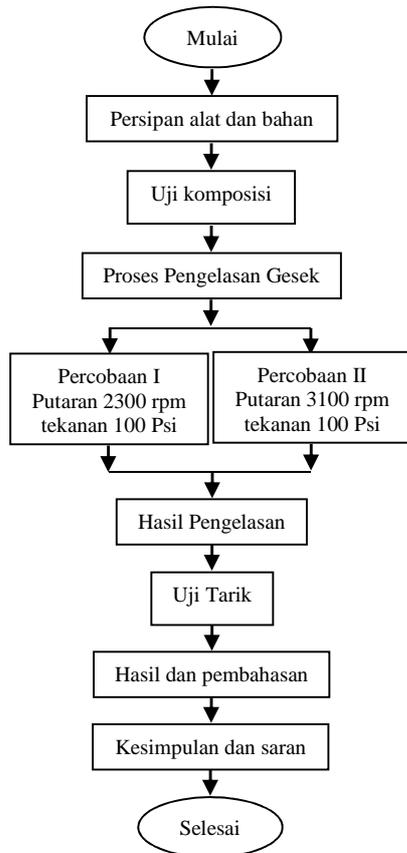
Baja AISI 1045 adalah baja karbon yang mempunyai kandungan karbon sekitar 0,43 - 0,50 dan termasuk golongan baja karbon menengah (Glyn.et.al, 2001). Baja spesifikasi ini banyak digunakan sebagai komponen otomotif misalnya untuk komponen roda gigi pada kendaraan bermotor. Baja AISI 1045 disebut sebagai baja karbon karena sesuai dengan pengkodean internasional, yaitu seri 10xx berdasarkan nomenklatur yang dikeluarkan oleh AISI dan SAE (Society of Automotive Engineers). Pada angka 10 pertama merupakan kode yang menunjukkan plain carbon kemudian kode xxx setelah angka 10 menunjukkan komposisi karbon (Glyn.et.al, 2001). Jadi baja AISI 1045 berarti baja karbon atau plain carbon steel yang mempunyai komposisi karbon sebesar 0,45%. Baja spesifikasi ini banyak digunakan sebagai komponen roda gigi, poros dan bantalan. Pada aplikasinya ini baja tersebut harus mempunyai ketahanan aus yang baik karena sesuai dengan fungsinya harus mampu menahan keausan akibat bergesekan dengan rantai. Ketahanan aus didefinisikan sebagai ketahanan terhadap abrasi atau ketahanan terhadap pengurangan dimensi akibat suatu gesekan. Pada umumnya ketahanan aus berbanding lurus dengan kekerasan. (Avner, 1974) [9].



Gambar 7. Baja AISI 1045

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 ²				
Kuat Luluh	N/mm ²				
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 tiga 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 AISI 1045 termasuk dalam kategori baja karbon menengah yang mengandung kadar karbon 0,655 %. Baja ini memiliki kekuatan Tarik 730,62 N/mm². sedangkan Baja ST60 termasuk baja karbon keras yang mengandung kadar karbon 0,448 %, dengan kekuatan Tarik 706,47 N/mm².

Tabel 2. Hasil uji komposisi baja AISI 1045

Unsur	Kandungan Unsur (%)	STD
Fe	Balance	Balance
C	0,665	-
Si	1,599	-
Mn	0,721	-
P	0,100	-
S	-	-
Cr	0,348	-
Ni	0,038	-
Mo	0,010	-
Cu	0,121	-
Al	0,010	-
V	0,010	-
W	0,100	-
Co	0,0050	-
Nb	0,0050	-
Ti	0,0031	-
Mg	0,0060	-

Tabel 3. Hasil uji komposisi baja ST 60

Unsur	Kandungan Unsur (%)	STD
Fe	Balance	Balance
C	0,448	-
Si	0,215	-
Mn	0,691	-
P	0,100	-
S	-	-
Cr	0,031	-

Ni	0,018	-
Mo	0,010	-
Cu	0,018	-
Al	0,037	-
V	0,010	-
W	0,100	-
Co	0,0050	-
Nb	0,0050	-
Ti	0,00740	-
Mg	0,0051	-

Hasil uji Tarik

Tabel 4. Tabel hasil uji Tarik 2300 rpm

Parameter Uji	Satuan	Hasil Uji 1	Hasil uji 2	Hasil uji 3	Rata - rata
Diameter	mm	12,46	12,36	12,61	12,47
Kuat Tarik	N/mm ²	482,07	702,69	710,64	631,80
Kuat Luluh	N/mm ²	408,52	554,50	436,64	466,55
Regangan	%	2,92	11,04	3,92	5,96
Keterangan	-	Putus di daerah las			

Tabel 5. Tabel hasil uji Tarik 3100 rpm

Parameter Uji	Satuan	Hasil Uji 1	Hasil uji 2	Hasil uji 3	Rata - rata
Diameter	mm	12,31	12,74	12,54	12,50
Kuat Tarik	N/mm ²	602,33	610,65	700,63	637,87
Kuat Luluh	N/mm ²	462,28	398,60	456,71	439,20
Regangan	%	3,34	5,18	2,64	3,72
Keterangan	-	Putus di daerah las			

Pembahasan Uji Komposisi

Dalam pengujian bahan baja ST 60 dan baja AISI 1045 menggunakan uji komposisi pada baja ST60 menghasilkan kadar karbon 0,448% C. Hasil ini menunjukkan bahwa material uji ini adalah material baja karbon sedang dijelaskan secara umum merupakan baja karbon sedang, sedangkan pada baja AISI 1045 menghasilkan kadar karbon 0,665% C. Hasil ini menunjukan bahwa material uji ini adalah material baja karbon tinggi.

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 60 dan baja AISI 1045.



Gambar 8. Grafik kuat Tarik.

Dari hasil pengujian diatas menunjukan bahwa semakin tinggi kecepatan mesin semakin tinggi pula kekuatan Tarik sambungan las tersebut. Kuat Tarik tertinggi terjadi pada kecepatan 3100 rpm sebesar 637,87 N/mm².

Kuat Luluh

Kuat luluh adalah tegangan minimum ketika suatu material kehilangan sifat elastisnya. Berikut hasil uji kuat luluh sambungan las gesek menggunakan baja ST 60 dan baja AISI 1045.



Gambar 9. Grafik kuat luluh.

Dari hasil pengujian diatas menunjukan bahwa semakin tinggi kecepatan mesin maka semakin rendah kekuatan Luluh sambungan las tersebut. Kuat luluh tertinggi terjadi pada kecepatan 2300 rpm sebesar 466,55 N/mm².

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 60 dan baja AISI 1045.



Gambar 10. Grafik regangan.

Dari hasil pengujian diatas menunjukkan bahwa semakin tinggi kecepatan mesin maka semakin rendah regangan sambungan las tersebut. Regangan tertinggi terjadi pada kecepatan 2300 rpm sebesar 5,96 %.

5. Penutup Kesimpulan

Kesimpulan penelitian tentang pengelasan gesek material baja ST 60 dapat disimpulkan bahwa pengelasan gesek dengan sama jenis bahan menghasilkan kekuatan uji tarik yang berbeda, menggunakan kecepatan 2300 rpm dan 3100 rpm bertekanan 100 Psi dengan waktu 30 detik menggunakan 3 kali percobaan. Dari hasil percobaan pada 2300 rpm didapatkan hasil kuat Tarik yang baik pada pengujian ke-3 dengan nilai Tarik sebesar 693,18 N/mm². Sedangkan pada pengujian 3100 rpm juga didapatkan hasil kuat tarik yang baik pada pengujian ke- 3 dengan nilai Tarik sebesar 702,79 N/mm².

DAFTAR PUSTAKA

- [3] Affifi, M. Z. (2014). Rancang Bangun Mesin Las Gesek (Perawatan dan Perbaikan). *Palembang: Politeknik Negeri Sriwijaya Jurusan Teknik Mesin.*
- [1] Arsyad, Z. I. (2019). PENGARUH VARIASI RAPAT ARUS DAN ELEKTRODA DARI PENGELASAN SMAW PADA MATERIAL ASTM A213 TERHADAP STRUKTUR MIKRO DAN DISTRIBUSI KEKERASAN HASIL PENGELASAN. *FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS PASUNDAN BANDUNG.*
- [9] Avner, H. S. (1974). Introduction to physical Metallurgy 2nd edition,. *New Yourk; McGraw Hill Internasional Editions.*
- [4] Idra Putra¹, A. K. (2019). ANALISIS KEKUATAN TARIK DAN IMPACT HASIL SAMBUNGAN LAS GESEK PADA BAJA ST 37. *Padang: Universitas Negeri Padang, Indonesia.*
- [2] Kalpakjian, S. (1995). Manufacturing Processes for Engineering and Technology. *addison wesley publishing company.*
- [6] 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.

- [1] Wiryosumarto, H. (2000). Teknik Pengelasan Logam. *Erlangga, Jakarta.*
- [7] Wiryosumarto, H. (2008 : PT Balai Pustaka (Persero)). Teknik Pengelasan Logam.