

PENGUJIAN KEKUATAN SAMBUNGAN PENGELASAN LAS GESEK PERPADUAN BAJA ST 41 DAN AISI 1045

Anjar Wahyu Fahrizal¹, Nur Aidi Ariyanto², M. Taufik Qurohman³

Email : anjarwahyufahrizal@gmail.com

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

ABSTRAK

Pengelasan gesek adalah pengelasan dengan 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 gesek. Pada dasarnya pengelasan ini dipengaruhi oleh kecepatan, durasi gesekan dan tekanan aksial. Dalam penelitian ini dilakukan pengelasan gesek. Proses dilakukan dengan cara memvariasikan kecepatan putar sebesar 2.300 rpm dan 3.100 rpm dengan tekanan gesekan 100 Mpa dalam waktu 30 detik dengan menggunakan perpaduan antara Baja ST 41 dan Baja AISI 1045. Efek dari tekanan gesek, durasi gesek dan kecepatan putaran dianalisa melalui uji tarik. Sebelum spesimen di uji tarik benda yang telah di las lalu dibubut dengan standar ASTM E8. Pengujian uji tarik menggunakan mesin Shimadzu UH-1000 kN. Hasil uji tarik tertinggi sebesar 267,74 N/mm² pada putaran 2300 rpm dan 413,19 N/mm² pada putaran 3100 rpm. Sedangkan hasil uji tarik terendah sebesar 226,78 N/mm² pada putaran 2300 rpm dan 299,12 N/mm²

Kata Kunci : Baja ST 41 dan Baja AISI 1045, Uji Tarik, Pengelasan gesek

ABSTRACT

Friction welding is welding with a pressure method where two workpieces to be joined are placed in contact and regulated relative motion under pressure, then friction will generate heat around the contact surface, when it is When the forging temperature is reached, the frictional pressure is applied. Basically this welding is influenced by speed, duration of friction and axial pressure. In this study, friction welding was carried out. The process is carried out by varying the rotational speed of 2,300 rpm and 3,100 rpm with a friction pressure of 100 MPa in 30 seconds using a combination of Steel ST 41 and Steel AISI 1045. The effects of frictional pressure, friction duration and rotational speed are analyzed through tensile tests. Before the specimen is tested for tensile strength, the welded object is then turned to the ASTM E8 standard. Tensile test using Shimadzu UH-1000 kN engine. The highest tensile test results were 267.74 N/mm² at 2300 rpm and 413.19 N/mm² at 3100 rpm. While the results of the lowest tensile test are 226.78 N/mm² at 2300 rpm and 299.12 N/mm²

Keywords : ST 41 Steel and AISI 1045 Steel, Tensile Test, Friction Welding

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^2). 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^2) 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

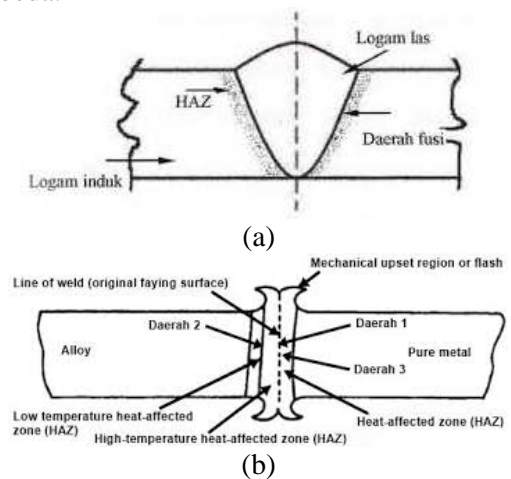
Pengelasan

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*).

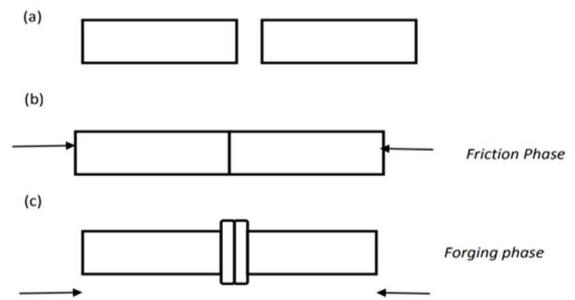
Dalam mekanisme tempa terjadi perbaikan kualitas butiran, porositas menurun dan homogenitas komposisi pada benda kerja, dan semakin tinggi nilai tempa maka perpindahan porositas akan lebih cepat dan menyebabkan kualitas butiran semakin baik. Pada daerah tempa terjadi proses difusi *integrannular* dimana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

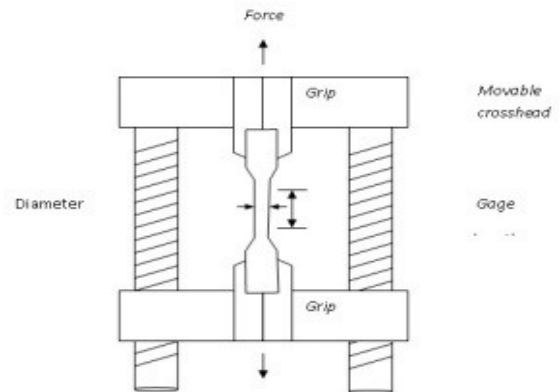
Las Gesek / *Friction welding* termasuk jenis pengelasan *solid state welding* dimana proses pengelasan dilakukan pada fasa padat. Panas pengelasan diperoleh dari konversi langsung energi mekanik menjadi energi termal melalui gesekan. Benda tidak memerlukan sumber panas dari listrik atau pembakaran.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

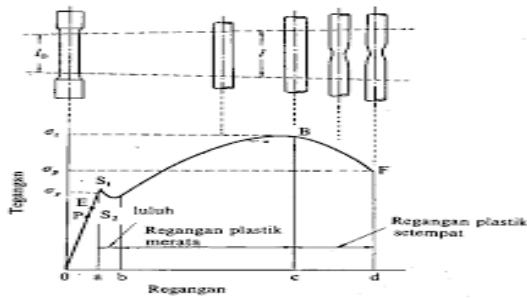
Proses pengujian tarik bertujuan untuk mengetahui kekuatan tarik benda uji. Pengujian tarik untuk kekuatan tarik daerah las dimaksudkan untuk mengetahui apakah kekuatan las mempunyai nilai yang sama, lebih rendah atau lebih tinggi dari kelompok raw material. Pengujian Tarik untuk kualitas kekuatan tarik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

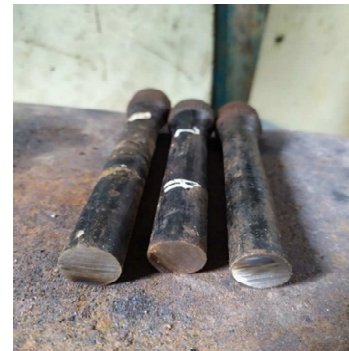
Baja ST 41 adalah salah satu dari baja karbon rendah. Bahan ini termasuk dalam golongan baja karbon rendah karena dalam komposisinya mengandung karbon sebesar 0,08%-0,20%. Baja karbon rendah sering digunakan dalam komponen mesin-mesin industri seperti gear, rantai, skrup dan poros. Selain itu juga baja ST 41 juga digunakan sebagai handle rem sepeda motor, bodi mobil, pipa saluran, kontruksi 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

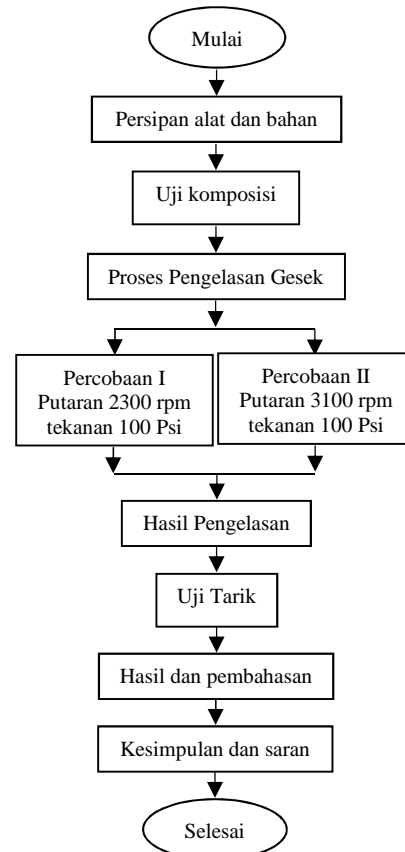
Baja AISI 1045 adalah baja karbon yang mempunyai kandungan karbon sekitar 0,43 - 0,50 dan termasuk golongan baja karbon menengah. Baja spesifikasi ini banyak digunakan sebagai komponen otomotif misalnya untuk komponen roda gigi pada kendaraan bermotor. Baja AISI 1045 disebut sebagai baja karbon karena 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. Jadi baja AISI 1045 berarti baja karbon atau plain carbon steel yang mempunyai komposisi karbon sebesar 0,45%. (Avner, 1974) [7].



Gambar 5. 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 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 AISI 1045 termasuk dalam kategori baja karbon menengah yang mengandung kadar karbon 0,655 %. Baja ini memiliki kekuatan Tarik 730,62 N/mm²Tabel

3. Hasil uji komposisi baja AISI 1045

No	Unsur	Kandungan Unsur (%)	STD
1	Fe	Balance	Balance
2	C	0,655	-
3	Si	1,599	-
4	Mn	0,721	-
5	P	0,100	-
6	S	-	-
7	Cr	0,348	-
8	Ni	0,038	-
9	Mo	0,010	-
10	Cu	0,121	-
11	Al	0,010	-
12	V	0,010	-
13	W	0,100	-
14	Co	0,0050	-
15	Nb	0,0050	-
16	Ti	0,0031	-
17	Mg	0,0060	-

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	12,76	12,45	12,21	12,47
Kuat Tarik	N/mm ²	239,63	352,70	344,55	312,29
Kuat Luluh	N/mm ²	164,81	292,64	274,90	244,11
Regangan	%	1,98	3,84	3,62	3,14
Keterangan	-	Putus di daerah las	Putus di daerah las	Putus di daerah las	Putus di daerah las

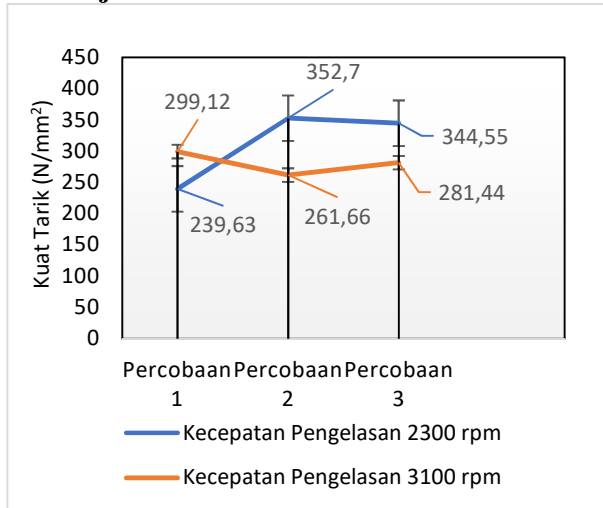
Tabel 5. Tabel hasil uji Tarik 3100 rpm

Parameter Uji	Satuan	Hasil Uji I	Hasil Uji II	Hasil Uji III	Rata-rata
Diameter	Mm	12,44	12,22	12,51	12,39
Kuat Tarik	N/mm ²	299,12	261,66	281,44	280,74
Kuat Luluh	N/mm ²	206,25	211,56	219,92	212,57
Regangan	%	0,74	1,0	2,5	1,41
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 AISI 1045 menghasilkan kadar karbon 0,655% C.

Hasil Uji Tarik



Gambar 6. Grafik Hasil Uji Tarik.

Hasil pengelasan gesek dengan putaran 2300 rpm dari 3 percobaan yang menghasilkan kekuatan tarik paling tinggi pada percobaan ke-2 dengan hasil kuat tarik 352,70 N/mm². Berarti di 3 percobaan pada putaran 2300 rpm mempunyai nilai rata – ratanya 312,29 N/mm². Dan pada putaran 3100 rpm dari 3 percobaan yang menghasilkan kekuatan tarik paling tinggi pada percobaan ke-1 dengan hasil kuat tarik 299,12 N/mm² yang mempunyai nilai rata – ratanya 280,74 N/mm².

5. Penutup

Kesimpulan

Kesimpulan penelitian tentang pengelasan gesek material baja AISI 1045 dengan baja ST 41 dapat disimpulkan bahwa pengelasan gesek beda jenis bahan menghasilkan kekuatan tarik yang berbeda, pada pengujian pertama kecepatan 2300 rpm, bertekanan 100 Psi durasi waktu 30 detik menghasilkan kekuatan tarik yaitu sebesar 312,29 N/mm² lebih rendah dibandingkan kuat tarik baja ST 41 sebesar 392,26 N/mm². Sedangkan pada pengujian ke dua kecepatan 3100 rpm, bertekanan 100 Psi durasi waktu 30 detik menghasilkan kekuatan tarik yaitu sebesar 280,74 N/mm² lebih rendah dibandingkan kuat tarik baja AISI 1045 sebesar 730,62 N/mm².

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Harsono. (1991). *Teknik 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] Avner, H. S. (1974). *Introduction to physical Metallurgy 2nd edition*,. New Yourk; McGraw Hill Internasional Editions.