

UJI KEKUATAN SAMBUNGAN LAS GESEK DENGAN BAHAN BAJA ST 60

Samsudin¹, Ahmad Faoji², Nur Aidi Ariyanto³

Email : samsudinn0605@gmail.com

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

ABSTRAK

Menyambungkan merupakan metode penyambungan dua benda atau lebih secara bersamaan. Ada beberapa macam cara pengelasan yang bisa digunakan salah satunya adalah jenis pengelasan gesek. 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. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh tekanan 100 Psi, waktu 30 detik, variasi putaran 2300 rpm dan 3100 rpm terhadap kuat tarik hasil pengelasan gesek baja ST 60. Metode pengujian menggunakan Material baja 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 uji tarik tertinggi paling tinggi sebesar 693,18 N/mm² pada putaran 2300 rpm dan 702,79 N/mm² pada putaran 3100 rpm.

Kata kunci : Baja ST 60, *friction welding*, ASTM E 8.

ABSTRACT

Welding is a method of joining two or more objects simultaneously. There are several kinds of welding methods that can be used, one of which is friction welding. Friction welding is 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 given. but the welding process is basically greatly influenced by 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 time, 2300 rpm and 3100 rpm rotation variations on the tensile strength of ST60 steel friction welding. The test method uses ST 60 steel material which has made tensile test specimens with the ASTM E 8 standard as many as 3 specimens from each rpm. The tensile strength of the material was tested using a Shimadzu UH 1000 kN tensile tester. The highest tensile test results were 693,18 N/mm² at 2300 rpm and 702,79 N/mm² at 3100 rpm.

Keywords: ST 60 steel, *friction welding*, ASTM E 8.

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 Baja ST 60”.

2. Landasan teori

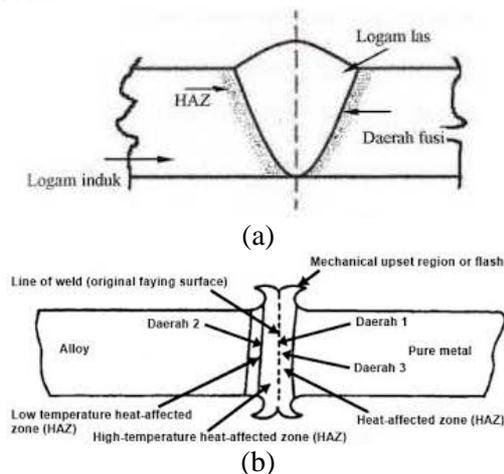
Pengelasan

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.



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*).

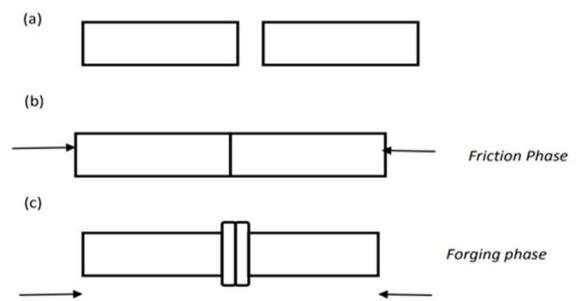
Dalam mekanisme tempa terjadi perbaikan kualitas butiran, porositas menurun dan homogenitas komposisi pada benda kerja, dan semakin tinggi nilai tempa maka perpindahan porositas akan lebih cepat dan menyebabkan kualitas butiran semakin baik. Pada daerah tempa terjadi proses difusi *integrannular* dimana 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) [7].

Las Gesek



Gambar 2. Mesin Las gesek

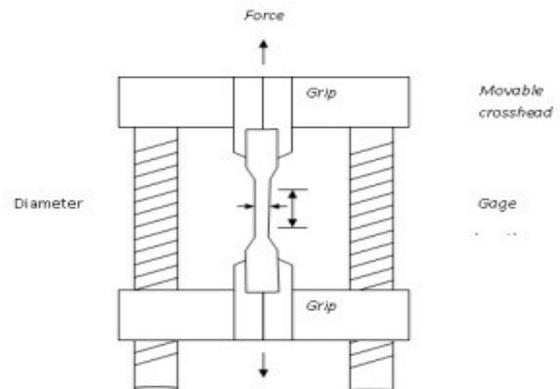
Las Gesek / *Friction welding* termasuk jenis pengelasan *solid state welding* dimana proses pengelasan dilakukan pada fasa padat. Panas pengelasan diperoleh dari konversi langsung energi mekanik menjadi energi termal melalui gesekan. Benda tidak memerlukan sumber panas dari listrik atau pembakaran.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

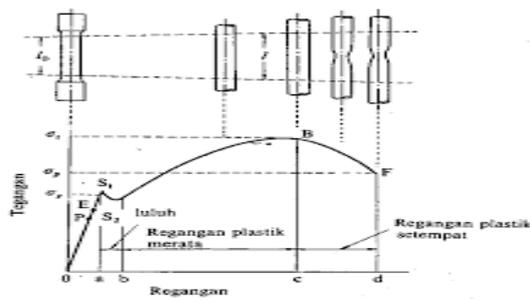
Proses pengujian tarik bertujuan untuk mengetahui kekuatan tarik benda uji. Pengujian tarik untuk kekuatan tarik daerah las dimaksudkan untuk mengetahui apakah kekuatan las mempunyai nilai yang sama, lebih rendah atau lebih tinggi dari kelompok raw material. Pengujian Tarik untuk kualitas kekuatan tarik 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) [8] 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

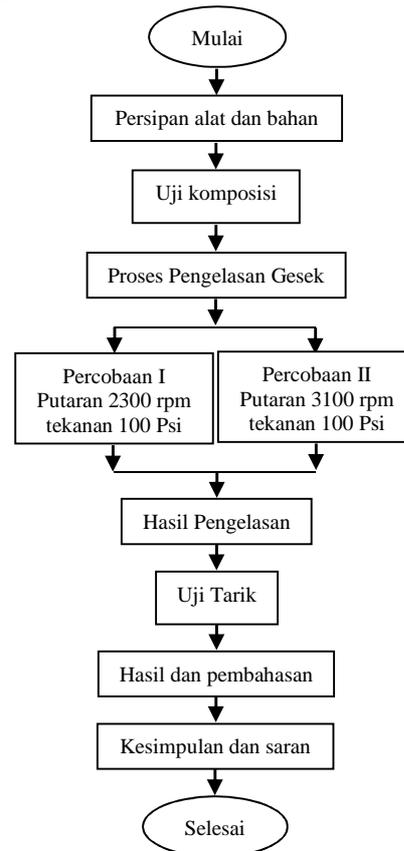
Baja St 60 dijelaskan secara umum merupakan baja karbon sedang dengan persentase kandungan karbon pada besi sebesar 0,3% C – 0,59% C dengan titik didih 1550 °C dan titik lebur 2900 °C, disebut juga baja keras, banyak sekali digunakan untuk tangki, perkapalan, jembatan, dan dalam permesinan. Baja karbon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



Gambar 4. 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 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 60 termasuk baja karbon sedang dengan persentase kandungan karbon pada besi sebesar 0,3% C – 0,59%.

Tabel 2. 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 3. Tabel hasil uji Tarik 2300 rpm

Parameter Uji	Satuan	Hasil Uji I	Hasil Uji II	Hasil Uji III	Rata-rata
Diameter	Mm	12,95	12,73	11,82	12,38
Kuat Tarik	N/mm ²	222,34	572,84	693,18	496,12
Kuat Luluh	N/mm ²	185,57	419,17	517,18	373,97
Regangan	%	0,46	3,78	-	1,41
Keterangan	-	Putus di daerah las	Putus di daerah las	Putus di diluar las	

Tabel 4. Tabel hasil uji Tarik 3100 rpm

Parameter Uji	Satuan	Hasil Uji I	Hasil Uji II	Hasil Uji III	Rata-rata
Diameter	Mm	12,48	12,61	12,35	12,48
Kuat Tarik	N/mm ²	289,95	575,02	702,79	522,58
Kuat Luluh	N/mm ²	250,61	417,12	442,44	370,05
Regangan	%	0,46	3,38	14,14	5,99
Keterangan	-	Putus daerah las	Putus daerah las	Putus diluar las	

Pembahasan Uji Komposisi

Baja ST 60 dijelaskan secara umum merupakan baja karbon sedang dengan persentase kandungan karbon pada besi sebesar 0,3% C – 0,59% C. dari hasil pengujian komposisi yang

dilakukan menghasilkan kadar karbon 0,448. 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 60.



Gambar 5. Grafik kuat Tarik.

Dari hasil pengujian diatas menunjukkan bahwa semakin tinggi kecepatan mesin semakin tinggi pula kekuatan Tarik sambungan las tersebut. Kuat Tarik tertinggi terjadi pada kecepatan 3100 rpm sebesar 522,58 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.



Gambar 6. Grafik kuat luluh.

Dari hasil pengujian diatas menunjukkan bahwa semakin tinggi kecepatan mesin maka semakin rendah kekuatan Luluh sambungan las tersebut. Kuat luluh tertinggi terjadi pada kecepatan 2300 rpm sebesar 373,97 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.



Gambar 7. Grafik regangan.

Dari hasil pengujian diatas menunjukkan bahwa semakin tinggi kecepatan mesin semakin tinggi pula regangan sambungan las tersebut. Kuat luluh tertinggi terjadi pada kecepatan 3100 rpm sebesar 5,99 %.

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

- [1] Wiryosumarto, H. (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*.
- [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.
- [8] 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.