



**UJI KEKUATAN SAMBUNGAN LAS GESEK DENGAN
BAHAN BAJA ST 60**

LAPORAN TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Menyelesaikan Studi
Akhir Jenjang Program Diploma Tiga

Disusun Oleh :

Nama : Samsudin

NIM : 18020067

**PROGRAM STUDI DIII TEKNIK MESIN
POLITEKNIK HARAPAN BERSAMA TEGAL
2021**

HALAMAN PERSETUJUAN

LAPORAN TUGAS AKHIR

UJI KEKUATAN SAMBUNGAN LAS GESEK DENGAN BAHAN BAJA

ST 60

Sebagai salah satu syarat untuk mengikuti ujian Tugas Akhir

Disusun oleh :

Nama : Samsudin

NIM : 18020067

Telah diperiksa dan dikoreksi dengan baik dan cermat karena itu pembimbing
menyetujui mahasiswa tersebut untuk Sidang Tugas Akhir

Tegal, 23 Juli 2021

Pembimbing I


Ahmad Faoji, M.T
NUPN. 9906977259

Pembimbing II


Nur Aidi Ariyanto, M.T
NIDN. 0623127906

Mengetahui,
Ketua Prodi Studi DIII Teknik Mesin,
Politeknik Harapan Bersama Tegal



M. Taufik Qurohman, M. Pd
NIPY. 08.015.265

HALAMAN PENGESAHAN

LAPORAN TUGAS AKHIR

Judul : UJI KEKUATAN SAMBUNGAN LAS GESEK DENGAN
BAHAN BAJA ST 60

Nama : Samsudin

NIM : 18020067

Program Studi : DIII Teknik Mesin

Jenjang : Diploma Tiga (DIII)

**Dinyatakan LULUS setelah dipertahankan di depan Tim Penguji Laporan
Tugas Akhir Program DIII Teknik Mesin Politeknik Harapan Bersama
Tegal.**

Tegal, 23 Juli 2021

1. Penguji I

Tanda Tangan

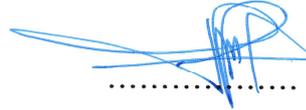
Ahmad Faoji, M.T
NUPN. 9906977259



2. Penguji II

Tanda Tangan

Firman Lukman Sanjaya, M.T
NIDN. 0630069202



3. Penguji III

Tanda Tangan

Drs. Agus Supriyadi, M.T
NIDN. 8800650017



Mengetahui,
Ketua Program Studi DIII Teknik Mesin,
Politeknik Harapan Bersama



M. Taufik Ouhman, M. Pd
NIPY. 08.015.265

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Samsudin

NIM : 18020067

Judul Tugas Akhir : Uji Kekuatan Sambungan Las Gesek Dengan Bahan Baja
ST 60

Menyatakan bahwa Laporan Tugas Akhir ini merupakan karya ilmiah hasil pemikiran sendiri secara orisinil dan saya susun secara mandiri dengan tidak melanggar kode etik hak karya cipta. Laporan Tugas Akhir ini juga bukan merupakan karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar akademik tertentu suatu perguruan tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis di acu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila di kemudian hari ternyata Laporan Tugas Akhir ini terbukti melanggar kode etik karya cipta atau karya yang dikategorikan mengandung unsur plagiarisme, maka saya bersedia melakukan penelitian baru dan menyusun laporan sebagai Laporan Tugas Akhir sesuai ketentuan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya dan sesungguhnya.

Tegal, 19 Juli 2021

Yang membuat pernyataan,



Samsudin
NIM. 18020067

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA TULIS
ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademika Politeknik Harapan Bersama Tegal, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Samsudin
NIM : 18020067
Jurusan/Program Studi : DIII Teknik Mesin
Jenis Karya : Karya Tulis Ilmiah

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Politeknik Harapan Bersama Tegal **Hak Bebas Royalti Noneksklusif** (*Noneexclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul :

UJI KEKUATAN SAMBUNGAN LAS GESEK DENGAN BAHAN BAJA ST 60

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti/Noneksklusif ini Politeknik Harapan Bersama Tegal berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan mempublikasikan karya ilmiah saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya,

Dibuat di : Tegal

Pada tanggal : 23 Juli 2021

Yang menyatakan



Samsudin
NIM. 18020067

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

Motto:

Jangan pernah mudah menyerah selama kita masih bisa berusaha, karena usaha tidak akan mengkhianati hasil. “Bekerjalah untuk duniamu seakan-akan engkau hidup selamanya. Beramallah untuk akhiratmu seakan-akan engkau akan mati besok”

Persembahan:

Laporan Tugas Akhir ini kami persembahkan untuk:

1. Almamater tercinta kita Politeknik Harapan Bersama Tegal
2. Bapak, ibu dan dan sahabat yang telah memberikan semangat dan doa serta dukungan dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Bapak dosen pembimbing 1 dan 2 yang telah memberi arahan serta masukan untuk menyelesaikan Tugas Akhir.

ABSTRAK

UJI KEKUATAN SAMBUNGAN LAS GESEK DENGAN BAHAN BAJA ST 60

Pengelasan 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

TEST THE STRENGTH OF FRICTION WELDING JOINTS WITH STEEL ST 60

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*

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya kepada Penulis, sehingga penulis dapat melewati masa studi dan menyelesaikan Tugas Akhir yang merupakan tahap akhir dari proses untuk memperoleh gelar Ahli Madya Teknik Mesin di Program Studi DIII Teknik Mesin Politeknik Harapan Bersama.

Keberhasilan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini tidak lepas dari bantuan orang-orang yang dengan segenap hati memberikan bantuan, bimbingan dan dukungan, baik moral maupun material. Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. M. Taufik Qurohman, M.Pd selaku dosen Ketua Program Studi DIII Teknik Mesin Politeknik Harapan Bersama.
2. Ahmad Faoji, M.T selaku Dosen Pembimbing I.
3. Nur Aidi Ariyanto, M.Tselaku Dosen Pembimbing II.
4. Bapak, ibu, dan keluarga yang telah memberikan dorongan, do'a dan semangat.

Penulis menyadari bahwa dalam menulis Tugas Akhir ini terdapat kekurangan dan keterbatasan, oleh karena itu kritik dan saran yang sifatnya membangun untuk kesempurnaan dan kemajuan penulis dimasa yang akan datang sangat diharapkan. Akhir kata penulis berharap semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi seluruh pembaca.

Tegal, 19 Juli 2021



Samsudin

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	iv
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	v
ABSTRAK	vi
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR RUMUS	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan.....	4
1.5 Manfaat.....	4
1.6 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II LANDASAN TEORI	7
2.1 Pengertian Pengelasan	7
2.2 <i>Solid State Welding</i>	8
2.3 Las Gesek	10

2.4	Teknik Pengelasan.....	13
2.4.1	<i>Direct-Drive Welding</i>	13
2.5	Faktor Yang Mempengaruhi Las Gesek.....	15
2.5.1	Kecepatan Putaran.....	15
2.5.2	Durasi Gesek	16
2.5.3	Tekanan Aksial.....	16
2.6	Pengujian Kekuatan.....	18
2.6.1	Uji Tarik	18
2.6.2	Uji Komposisi	22
2.7	Material Baja	22
2.7.1	Baja ST 60.....	22
BAB III METODE PENELITIAN		24
3.1	Diagram Alur Penelitian.....	24
3.2	Alat Dan Bahan	25
3.2.1	Alat	25
3.2.2	Bahan.....	30
3.3	Proses Pengujian.....	30
3.3.1	Proses Pengelasan Baja ST 60	30
3.3.2	Hasil Pengelasan Baja ST 60	35
3.3.3	Spesimen Pengujian Tarik.....	36
3.3.4	Langkah – Langkah Pengujian Tarik	37
3.3.5	Hasil Pengujian Tarik.....	38
3.4	Metode Pengumpulan Data	38
3.4.1	Perencanaan Hasil Uji Tarik	38
3.5	Metode Analisis Data	39

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	40
4.1 Hasil Pengujian.....	40
4.1.1 Hasil Uji Komposisi.....	40
4.1.2 Hasil Uji Tarik.....	41
4.2 Pembahasan Pengujian	42
4.2.1 Uji Komposisi	42
4.2.2 Kuat Tarik	42
4.2.3 Kuat Luluh	43
4.2.4 Regangan.....	43
BAB V PENUTUP.....	45
5.1 Kesimpulan.....	45
5.2 Saran.....	45
DAFTAR PUSTAKA	47
LAMPIRAN.....	48

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Daerah las (a) pengelasan fusi (b) non fusi.....	8
Gambar 2.2 Mesin Las Gesek	10
Gambar 2.3 Tahapan Proses Friction Welding	11
Gambar 2.4Skema piston hidrolik	17
Gambar 2.5Uji Tarik	19
Gambar 2.6Kurva tegangan-regangan.	20
Gambar 2.7Baja ST 60.....	23
Gambar 3.1 Diagram alur.....	24
Gambar 3.2 Mesin Las gesek.....	25
Gambar 3.3 Meteran.....	26
Gambar 3.4 Jangka sorong.....	27
Gambar 3.5 Gerinda potong.....	27
Gambar 3.6 Stopwatch	28
Gambar 3.7 Tachometer	28
Gambar 3.8 Barometer	29
Gambar 3.9 Mesin Uji Tarik	29
Gambar 3.10 ST 60	30
Gambar 3.11 Pemotongan baja	31
Gambar 3.12Proses pembubutan.....	31
Gambar 3.13 Pengaturan mesin las.....	32
Gambar 3.14 pemasangan benda kerja.....	32
Gambar 3.15 Menghidupkan mesin	33
Gambar 3.16 Mendorong tuas hidrolik	33
Gambar 3.17 Proses pengereman	34
Gambar 3.18 Melepas benda.....	34
Gambar 3.19 Hasil pengelasan rpm 2300	35
Gambar 3.20 Hasil pengelasan rpm 3100	35
Gambar 3.21 Spesimen pengujian Tarik.....	36
Gambar 3.22 spesimen uji Tarik	36
Gambar 3.23 Hasil pengujian Tarik.....	38

Gambar 4.1 Grafik hasil Uji Tarik	42
Gambar 4.2 Grafik Hasil Kuat Luluh.....	43
Gambar 4.3 Grafik Hasil Regangan	44

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Bentuk Tabel	38
Tabel 4. 1 Hasil Uji Komposisi.....	40
Tabel 4.2 Hasil Uji Tarik baja ST 60 kecepatan 2300 rpm.....	41
Tabel 4.3 Hasil Uji Tarik baja ST 60 kecepatan 3100 rpm.....	41

DAFTAR RUMUS

2.1 Rumus Tekanan I	18
2.2 Rumus Tekanan II	18
2.3 Rumus Tegangan	20
2.4 Rumus Regangan I	21
2.5 Rumus Regangan II	21
2.6 Rumus Penampang I	21
2.7 Rumus Penampang II	21

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Sertifikat Uji Komposisi.....	48
Lampiran 2 Sertifikat Uji Tarik rpm 2300 dan 3100	49
Lampiran 3 Sertifikat Uji Tarik rpm 3100	50
Lampiran 4 Sertifikat Uji Tarik rpm 2300	51
Lampiran 5 Spesimen sesudah di Uji Tarik pengelasan 2300 rpm.....	51
Lampiran 6 Spesimen sesudah di Uji Tarik pengelasan 3100 rpm.....	53
Lampiran 7 dokumentasi Mesin Uji Tarik.....	54
Lampiran 8 Dokumentasi di Laboratorium UPTD LIK.....	55

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

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 (Imannudin, 2019)

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)

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)

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 didapatkan nilai tarik pembebanan yang diberikan pada spesimen melalui penerapan gaya-gaya aksial pada 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 (Putra1, 2019).

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 ST60”.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada laporan ini yaitu bagaimana kekuatan sambungan pengelasan las gesek baja ST 60?

1.3 Batasan Masalah

Agar pembahasan tidak meluas maka batasan masalah pada laporan ini yaitu:

1. Hanya mengetahui uji tarik kekuatan hasil pengelasan sambungan las gesek baja ST 60.
2. Menggunakan mesin las gesek dengan motor AC 1Phase 3PK.
3. Dengan variasi putaran 2300 rpm, 3100 rpm.
4. Berdurasi waktu 30 detik.
5. Bertekanan 100 Psi.
6. Baja yang digunakan adalahbaja ST 60 yang banyak dipasaran berdiameter 19 mm.

7. Uji komposisi untuk mengetahui kandungan baja yang akan di gunakan.

1.4 Tujuan

Untuk mengetahui kekuatan sambungan pengelasan las gesek pada sambungan baja ST 60.

1.5 Manfaat

1. Penulis dapat menambah pengetahuan dan mengembangkan ilmu yang didapat, mahasiswa mampu mendalami ilmu material melalui teknik uji tarik ini.
2. Dapat mengetahui kekuatan hasil pengelasan las gesek pada sambungan baja ST 60.
3. Dapat mengetahui kekuatan, keuletan, elastisitas, kekakuan dan ketangguhan pada hasil pengelasan las gesekbaja ST60.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan laporan yang kami buat meliputi :

BAB I PENDAHULUAN

Dalam bab pendahuluan, berisikan latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan, manfaat dan sistematikan penulisan laporan Tugas Akhir.

BAB II LANDASAN TEORI

Dalam bab landasan teori berisikan teori-teori dan tinjauan pustaka dari penelitian terdahulu yang mendukung dalam penyelesaian Tugas Akhir.

BAB III METODE PENELITIAN

Dalam bab metodologi penelitian ini berisikan alur penelitian, alat dan bahan penelitian, metode pengumpulan data penelitian dan metode analisis data.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam bab hasil dan pembahasan, berisikan hasil penelitian dan pembahasan dari penelitian. Pembuatan bab ini bertujuan menjawab secara rinci terkait masalah yang dirumuskan dalam laporan Tugas Akhir. Hasil penelitian identik dengan tabel hasil pengambilan data yang diikuti dengan keterangan. Sedangkan pembahasan identik dengan grafik-grafik sebagai penjelasan perpaduan antara data yang satu dengan yang lainnya maupun ulasan/penjelasan perbandingan dari hasil pengambilan data penelitian.

BAB V PENUTUP

Dalam bab penutup ini berisikan kesimpulan dan saran. Kesimpulan dibuat guna menjawab pertanyaan dalam rumusan masalah yang berlandaskan pada bab hasil dan pembahasan.

Sedangkan saran dibuat untuk memberikan sebuah harapan kepada pembaca guna pengembangan atau penyempurnaan penelitian.

BAB II

LANDASAN TEORI

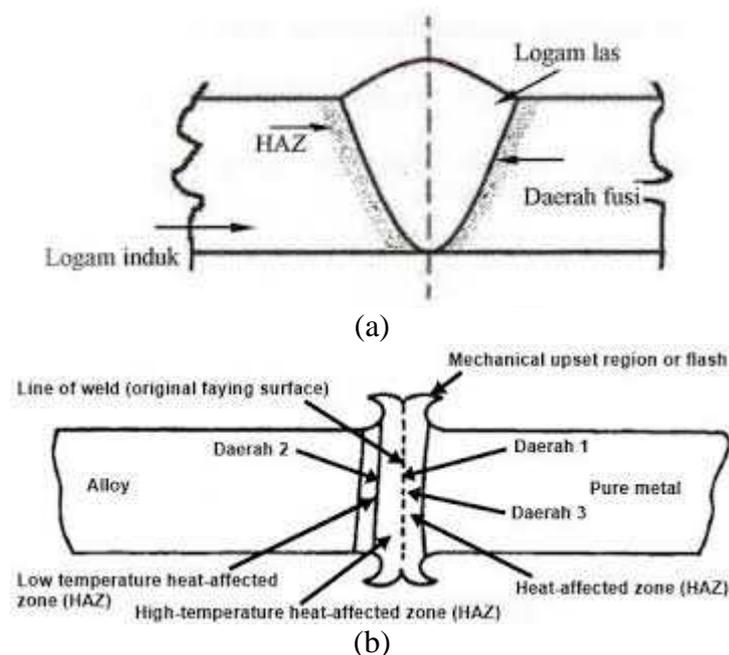
2.1 Pengertian Pengelasan

Pengelasan adalah suatu proses penyambungan logam dimana logam menjadi satu akibat panas dengan atau tanpa tekanan, atau dapat didefinisikan sebagai akibat dari metalurgi yang ditimbulkan oleh gaya tarik menarik antara atom. Sebelum atom-atom tersebut membentuk ikatan, permukaan yang akan menjadi satu perlu bebas dari gas yang terserap.

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.

2.2 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 2.1 Daerah las (a) pengelasan fusi (b) non fusi (Satyadianto 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*).

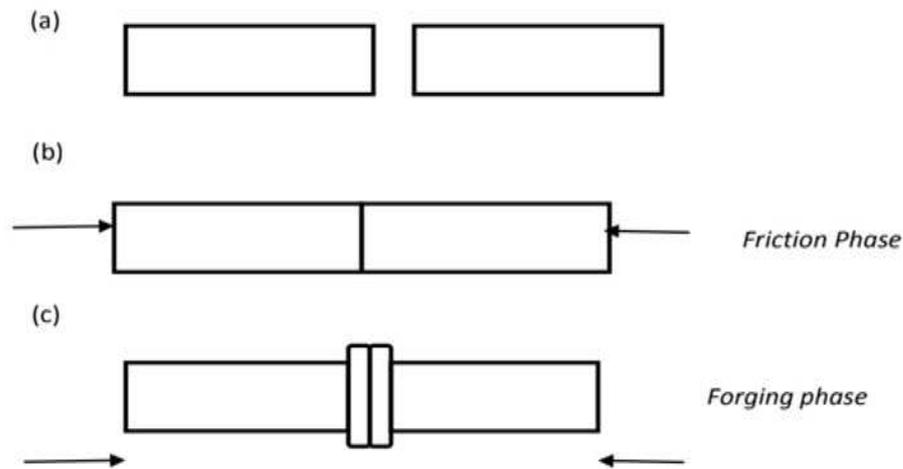
Dalam mekanisme tempa terjadi perbaikan kualitas butiran, porositas menurun dan homogenitas komposisi pada benda kerja, dan semakin tinggi nilai tempa maka perpindahan porositas akan lebih cepat dan menyebabkan kualitas butiran semakin baik. Pada daerah tempa terjadi proses *difusiintegrannular* dimana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

2.3 Las Gesek



Gambar 2.2 Mesin Las Gesek
(Dokumentasi, 2021)

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 2.3 Tahapan Proses *Friction Welding*. a) Tahap pemanasan Dan pemutaran, b) tahap pembangkitan panas akibat Gesekan, c) Tahap akhir penekanan lanjut.(kalpakjian 1995).

Fenomena proses *friction welding* dari pembangkit panas melalui gesekan dan abrasi. Selanjutnya panas yang timbul disimpan dalam material yang disambung hingga menaikkan temperturnya. Pada temperatur tertentu material berada pada sifat plastis sempurna dan adanya tekan akan mudah terdeformasi. Dengan adanya peristiwa difusi secara kimiawi maka akan terjadi proses penyambungan pada permukaan logam yang disambung Keberhasilan *friction welding* dipengaruhi oleh 5 faktor, yang berhubungan dengan sifat material dan kondisi kerja. Adapun kelima faktor tersebut yaitu;

1. Kecepatan relatif antar permukaan.
2. Tekanan yang dikenakan.
3. Temperatur yang terbentuk pada permukaan.
4. Sifat dari material.
5. Kondisi permukaan dan kehadiran lapisan tipis pada permukaan.

Ketiga faktor yang pertama berhubungan dengan kondisi proses pelaksanaan *friction welding*. Sedangkan dua faktor yang terakhir tergantung dari sifat material logam yang disambung.

Selama proses *friction welding* timbulnya panas di permukaan dikontrol oleh kecepatan relatif antar permukaan, tekanan yang dikenakan dan lamanya penekanan. Kondisi temperatur permukaan merupakan parameter yang kritis untuk menghasilkan sambungan yang baik. Dan hal tersebut tergantung dari kondisi proses dan material yang disambung. Sifat *bulk* material dan kondisi permukaan mempengaruhi karakteristik gaya gesek dan tekan dari material yang disambung.

Untuk mendapatkan hasil yang baik diperlukan dua persyaratan yaitu:

1. Material yang disambung harus memiliki sifat mampu tempa (*forgeability*) yang baik.
2. Mampu menimbulkan gesekan pada interface. Oleh karena itu material yang disambung tidak boleh yang memiliki sifat getas dan memiliki *dry lubrication* seperti besi tuang, keramik dan bahan karbida.

Kemudahan material untuk disambung menggunakan *friction welding* berkaitan dengan kecocokan pada sifat *interface*-nya. Jika kedua sifat material yang akan disambung cocok, panas akan didistribusikan secara seragam pada kedua bagian yang akan disambung. Karakteristik deformasi yang identik akan mempermudah proses penyambungan atau penyatuan *interface*. Hal ini akan menghasilkan lasan yang seragam dan hasil sifat lasanya baik. Untuk mekanisme penyambungan pada logam yang tidak sejenis lebih kompleks dan dipengaruhi

oleh beberapa faktor yang meliputi sifat fisis dan mekanis, energi permukaan, struktur kristal, kelarutan serta senyawa antar logam.

2.4 Teknik Pengelasan

Cara untuk melaksanakan proses *friction welding*, yaitu *direct drive welding*. *Direct drive welding* sering disebut sebagai konvensional *friction welding*, menggunakan motor yang memiliki kecepatan konstan untuk energi masukannya.

2.4.1 Direct-Drive Welding

Didalam *direct-drive friction welding*, mesinnya menyerupai sebuah mesin bubut dilengkapi dengan hidrolis. Pengoperasian *Direct-drive friction welding* terdiri dari sebuah fase putar hingga mencapai putaran konstan dan diakhiri dengan sebuah fase pengereman yang diikuti sebuah fase penempaan dengan tekanan. Di mana tekanan diberikan untuk menyambung benda kerja. Hubungan di antara variabel-variabel proses ditunjukkan pada Gambar 2.3 dimana kecepatan rotasi aksial dan tekanan awal sebagai fungsi waktu untuk mengelas. Waktu yang dibutuhkan untuk menghentikan *spindle* juga merupakan variabel penting karena mempengaruhi suhu pengelasan dan waktu gaya penempaan.

Pertama-tama mesin memutar *spindle* hingga mencapai putaran konstan dan secara perlahan benda kerja diberikan tekanan rendah hingga bersentuhan dengan benda kerja lainnya sehingga terjadi fase tekanan awal hingga mencapai waktu yang telah ditentukan pada tahap ini terjadi fase gesekan, setelah kedua fase

tersebut tercapai sesuai dengan waktu yang ditentukan putaran *spindle* diturunkan secara cepat dan diikuti dengan tekanan *weld* dimana kekuatannya harus lebih tinggi dari tekanan awal hingga pada sambungan las terbentuk upset yang lebih banyak inilah fase terakhir yang disebut fase pengelasan.

Kecepatan rotasi adalah variabel yang paling sensitive, bahwa dalam hal ini kecepatan rotasi dapat divariasikan lebih luas jika waktu gesekan dan tekanan dikontrol dengan benar. Untuk baja, kecepatan putaran yang direkomendasikan bervariasi dari 75-215 m / min (250 untuk 700 ft / min).

Gaya gesekan biasanya diterapkan secara bertahap untuk membantu pengelasan. Untuk baja Karbon, sebuah tekanan gesek direkomendasikan sekitar 70 MPa (10 ksi) diantara permukaan kedua benda yang bertujuan untuk membentuk sambungan yang baik. gaya penempaan berikutnya setelah proses gesekan biasanya digunakan untuk menyelesaikan proses pengelasan. Pada umumnya gaya Penempaan untuk baja karbon adalah sebesar 140 MPa (20 ksi) di antara permukaan sambungan.

spindel pertama-tama diputar hingga mencapai kecepatan konstan yang telah ditetapkan, dan benda kerja di berikan gaya aksial yang telah ditetapkan juga sebagai tekanan awal. Setelah itu gaya tekanan awal dan rotasi dipertahankan secara spesifik dalam periode waktu yang telah ditentukan, sehingga gesekan akan meningkatkan suhu panas di permukaan benda kerja hingga cukup untuk membuat benda kerja menjadi plastis dan cocok untuk pengelasan. Namun pengelasan dari *direct drive friction welding* hampir tidak pernah dibuat dengan menggunakan satu tingkat gaya aksial. Mayoritas pengelasan dibuat menggunakan

minimal dua tingkat gaya aksial. Gaya aksial yang kedua pada dasarnya ditambahkan ketika mencapai siklus las) pada saat *spindle* dilepaskan dari unit mengemudi (putaran motor), dan direm untuk membuat *spindle* berhenti. Pada saat yang sama, gaya aksial akan dinaikkan guna mencapai fase pengelasan dan menghasilkan *upset*.

2.5 Faktor Yang Mempengaruhi Las Gesek

2.5.1 Kecepatan Putaran

Kecepatan rotasi dan tekanan aksial yang lebih rendah biasanya digunakan dalam *inertia drive welding*. Ada rentang yang optimal dari kecepatan putaran untuk setiap kombinasi logam yang disambung. Dalam pengelasan inersia, kecepatan putaran terus menurun selama tahap gesekan, sedangkan pada pengelasan *direct-drivewelding* di kecepatan gesekan tetap konstan. Panas yang dihasilkan dari bahan di permukaan benda kerja menyebabkan deformasi plastik, panas yang dihasilkan oleh gesekan pada fase gesekan, adalah sumber utama dalam tahap penempaan untuk mencegah cepatnya penurunan suhu pada antar permukaan. Maka dapat disimpulkan bahwa kecepatan putaran mempengaruhi cepat lambatnya temperatur yang dibangkitkan, semakin tinggi kecepatan putaran maka torsi dan energi yang dihasilkan juga semakin besar sehingga membutuhkan gaya pengereman yang semakin besar juga (Satyadianto, 2015).

2.5.2 Durasi Gesek

Pengaruh durasi gesekan terhadap distribusi temperature saat proses gesekan berlangsung sampai mencapai temperature tempa, sehingga pada permukaan logam dasar terbentuk permukaan tempa. Untuk durasi gesekan yang semakin lama daerah permukaan tempa yang terbentuk akan semakin besar, karena panas gesekan merupakan perbandingan lurus dengan fungsi bertambahnya waktu. Selain kecepatan putaran yang dipilih untuk menghasilkan baik jumlah energi kinetik, inersia dan jumlah tekanan tempa yang diberikan. Durasi gesekan yang lama diperlukan jika karakteristik kecepatan putaran yang terjadi pada pengelasan pada permukaan rendah.

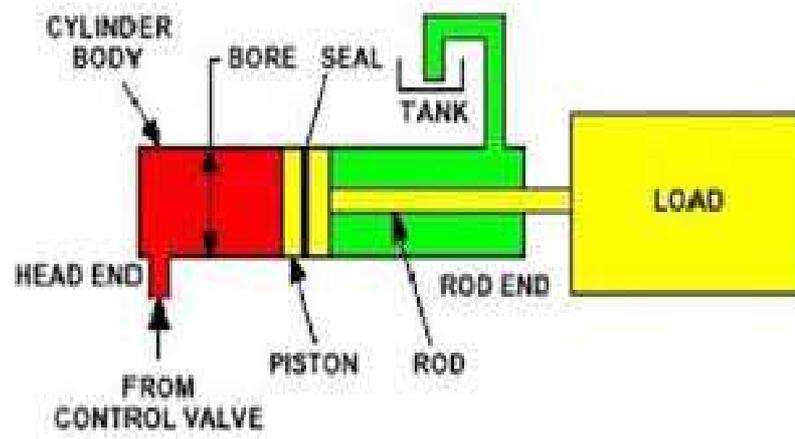
Durasi ini dalam kombinasi dengan tekanan aksial menghasilkan panas. Karena durasi gesekan dimulai pada awal proses gesekan terjadi sampai proses penempatan terjadi, maka jumlah menempa tergantung pada panas yang dibangkitkan dari kecepatan gesekan dan durasi menempa sehingga menghasilkan jumlah energi yang ada pada motor dan inersia yang ada pada poros juga. Jika motor berkecepatan tinggi maka durasi yang dibutuhkan akan semakin rendah, tetapi memiliki jumlah energi kinetik yang sama (Satyadianto, 2015).

2.5.3 Tekanan Aksial

Efek dari berbagai tekanan aksial berlawanan dengan efek dari memvariasikan kecepatan. Tekanan yang berlebihan menghasilkan lasan dengan kualitas yang jelek pada bagian pusat dan memiliki *upsetwelds* dalam jumlah besar, mirip dengan mengelas dibuat pada kecepatan rendah.

Jika ada tekanan aksial berbeda di dalam fase 1 dan 3, proses ini disebut dua tahap pengelasan, yaitu tekanan gesek dan tekanan penempaan, keduanya dimasukkan sebagai parameter gaya aksial las. Di sisi lain ketika tekanan tetap konstan selama proses berlangsung, hal itu disebut satu-tahap pengelasan. Gesekan kedua torsi dalam dua tahap pengelasan secara umum lebih tinggi dari pada satu tahap pengelasan karena gaya aksial yang diterapkan lebih besar, dalam fase 3. Seperti dinyatakan di bagian "*Direct-Drive Friction Welding*", pada satu tahap pengelasan tergantung pada saat pengereman dan peningkatan waktu pengereman. Perhitungan tekanan gesek dan tekanan tempa pada benda kerja yang ditekan oleh hidraulik yang digunakan dapat menghasilkan tekanan gesek dan tekanan tempa dapat dijelaskan sebagai berikut :

Gaya aksial yang bekerja :



Gambar 2.4 Skema piston hidraulik
(Satyadianto, 2015).

Rumus Tekanan I $F = P \cdot A$(2.1)

Keterangan :

F : Gaya Aksial (N)

P : Tekanan Hidraulik (*pressure gauge*) (N/m)

A : Luas Permukaan Piston Hidraulik (m)

Setelah diketahui gaya pada hidraulik maka dapat dicari tekanan gesek dan tekanan tempa pada benda kerja :

Rumus Tekanan II : $P = \frac{F}{A}$(2.2)

Keterangan :

P : Tekanan Benda Kerja (N/m)

F : Gaya Aksial (N)

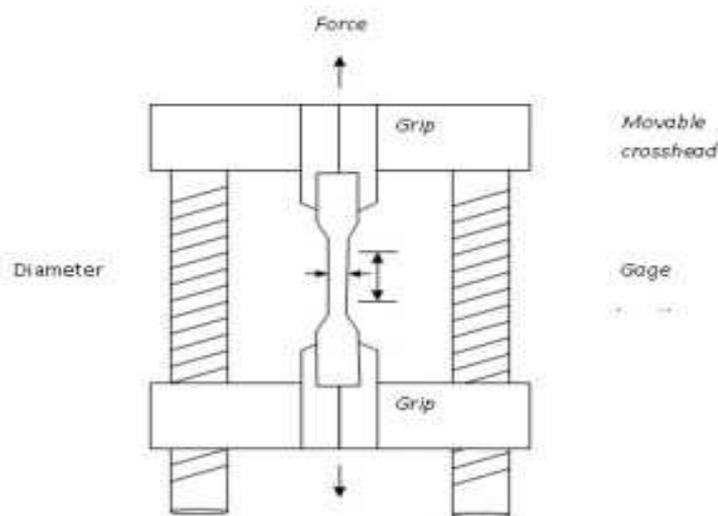
A' : Luas Permukaan Benda Kerja (m)

2.6 Pengujian Kekuatan

2.6.1 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 materials. Pengujian Tarik untuk kualitas kekuatan tarik dimaksudkan untuk mengetahui berapa nilai kekuatannya dan dimanakah letak

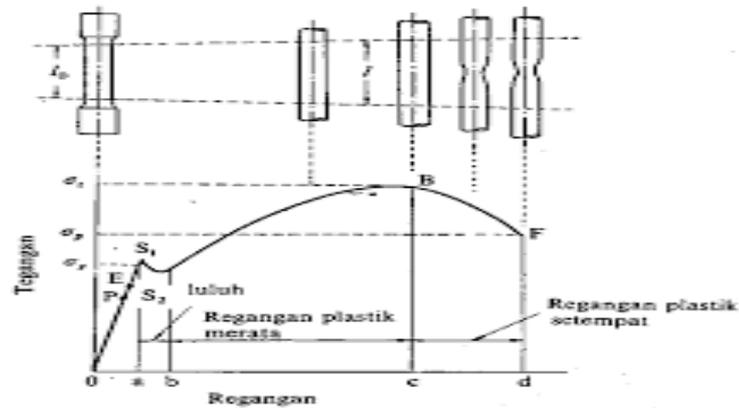
putusnya suatu sambungan las. Pembebanan tarik adalah pembebanan yang diberikan pada benda dengan memberikan gaya tarik berlawanan arah pada salah satu ujung benda.



Gambar 2.5 Uji Tarik
(Wirjosumarto, 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 (Wirjosumarto, 2000).



Gambar 2.6 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.

Tegangan dapat diperoleh dengan membagi beban dengan luas penampang mula benda uji.

$$\text{Rumus Tegangan : } \sigma_u = \frac{F_u}{A_o} \dots \dots \dots (2.3)$$

Keterangan :

σ_u = Tegangan nominal (kg/mm²)

F_u = Beban maksimal (kg)

A_o = Luas penampang mula dari penampang batang (mm²).

Regangan (persentase pertambahan panjang) yang diperoleh dengan membagi perpanjangan panjang ukur (ΔL) dengan panjang ukur mula mula benda uji.

$$\text{Rumus Regangan I : } \varepsilon = \frac{\Delta L}{L_0} \times 100\% \dots\dots\dots(2.4)$$

$$\text{Rumus Regangan II : } \varepsilon = \frac{L-L_0}{L_0} \times 100\% \dots\dots\dots(2.5)$$

Keterangan :

ε = Regangan (%)

L = Panjang akhir (mm)

L_0 = Panjang awal (mm)

Pembebanan tarik dilakukan terus-menerus dengan menambahkan beban sehingga akan mengakibatkan perubahan bentuk pada benda berupa pertambahan panjang dan pengecilan luas permukaan dan akan mengakibatkan kepatahan pada beban. Persentase pengecilan yang terjadi dapat dinyatakan dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Rumus Penampang I : } q = \frac{\Delta A}{A_0} \times 100\% \dots\dots\dots(2.6)$$

$$\text{Rumus Penampang II : } q = \frac{A_0-A}{A_0} \times 100\% \dots\dots\dots(2.7)$$

Keterangan :

q = Reduksi penampang (%)

A_0 = Luas penampang mula (mm²)

A_1 = Luas penampang akhir (mm²)

2.6.2 Uji Komposisi

Uji komposisi kimia ini dilakukan untuk mengetahui berapa % unsur-unsur yang terkandung didalam plat baja karbon rendah yang dijadikan benda uji ini. Untuk mendapatkan harga dari komposisi kimia dapat kita lihat dimonitor alat uji, sehingga didapat data sebagai berikut : Fe= 94,26%; C= 0,236; Si = 1,282 %; Mn = 0,513 %; Ni = 0,251 %; Cr = 176%; Cu =1,085 % dan W =0,161 %, bahan merupakan baja karbon rendah mendekati sedang dengan unsur perbaikan tahan korosi. (Suprijanto, 2013).

2.7 Material Baja

Menurut (Rusydi, 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*)

2.7.1 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

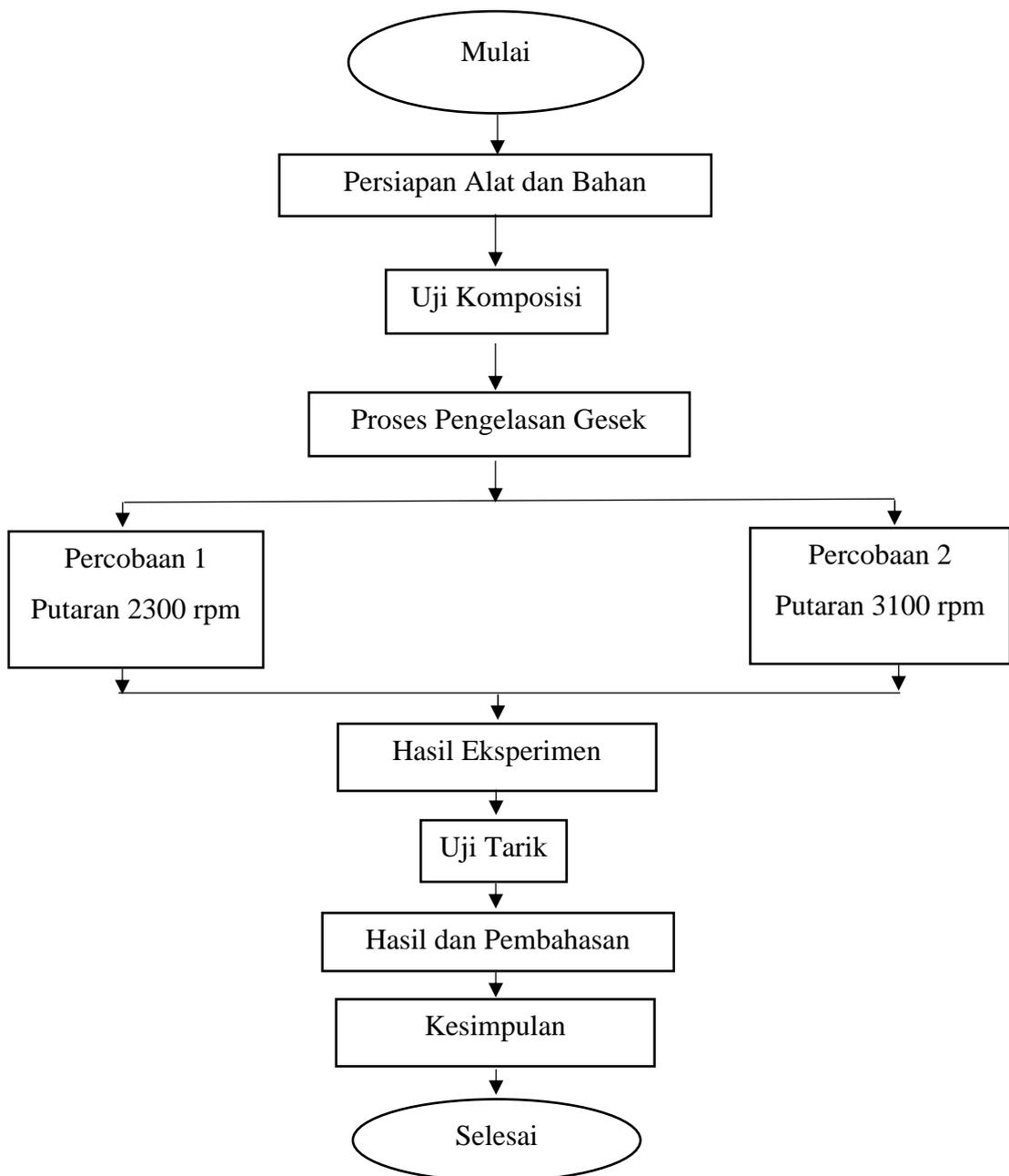
digunakan untuk tangki, perkapalan, jembatan, dan dalam permesinan. Baja karbon sedang kekuatannya lebih tinggi dari pada baja karbon rendah. Sifatnya sulit untuk dibengkokkan, dilas, dipotong. (Rusydi, 2016).



Gambar 2.7 Baja ST 60
(Dokumentasi, 2021)

BAB III
METODE PENELITIAN

3.1 Diagram Alur Penelitian



Gambar 3.1 Diagram alur

3.2 Alat Dan Bahan

3.2.1 Alat

Pada saat akan melakukan analisis sambungan hasil pengelasan las gesek.

Alat penunjang yang paling utama untuk proses pengerjaan ini sebagai berikut :

1. Unit mesin las gesek



Gambar 3.2 Mesin Las gesek
(Dokumentasi, 2021)

Tabel 3.1 Spesifikasi mesin ;

Dinamo Utama	Merk : YC100L2-2
	Power : 3300 Watt
	Daya Elektrik Motor : 3 PK
	Phase Elektrik Motor : 1 Phase
	Input Voltase : 220 V
	Speed Elektrik Motor : 1450 rpm
Dinamo Pompa Hidrolik	Merk : SM
	Power : 250 Watt
	Daya Elektrik Motor : ¼ PK
	Phase Elektrik Motor : 1 Phase

	Input Voltase : 220 V
	Speed Elektrik Motor : 1450 rpm
Puli Dinamo Utama	Kecepatan 2300 rpm Diameter : 75,5 mm
	Kecepatan 3100 rpm Diameter : 101,5 mm
Puli Poros Penggerak	Diameter : 97.1 mm
Puli Dinamo Hidrolik	Diameter : 55,5 mm
Puli Pompa Hidrolik	Diameter : 118,25 mm
Pompa Hidrolik	Merk : NPSK - 18001 130 Kg/cm ²
Kapasitas Tangki Oli	5 Liter , Oli Mesran Super Sae 20W-50
Kekuatan Tekanan Hidrolik	700 Kg

2. Meteran

Berfungsi untuk mengukur panjang bahan yang akan di gunakan untuk proses pengelasan.



Gambar 3.3 Meteran
(Dokumentasi, 2021)

3. Jangka sorong

Berfungsi untuk mengukur diameter luar bahan.



Gambar 3.4 Jangka sorong
(Dokumentasi, 2021)

4. Gerinda potong

Berfungsi untuk memotong bahan yang akan di las.



Gambar 3.5 Gerinda potong
(Dokumentasi, 2021)

5. Stopwatch

Berfungsi untuk mengatur waktu pada saat proses pengelasan dimulai



Gambar 3.6 Stopwatch
(Dokumentasi, 2021)

6. Tachometer

Berfungsi untuk mengukur kecepatan putaran rotasi poros penggerak.



Gambar 3.7 Tachometer
(Dokumentasi, 2021)

7. Barometer

Berfungsi untuk mengetahui tekanan hidrolik mesin las gesek.



Gambar 3.8 Barometer
(Dokumentasi, 2021)

8. Mesin uji Tarik

Untuk pengujian tarik bahan yang telah di sambung pada mesin las gesek.



Gambar 3.9 Mesin Uji Tarik
(Dokumentasi, 2021)

3.2.2 Bahan

Pada saat menganalisa hasil pengelasan las gesek membutuhkan bahan sebagai berikut :

1. Baja

Pada penelitian ini menggunakan baja tipe ST 60



Gambar 3.10 Baja ST 60
(Dokumentasi, 2021)

3.3 Proses Pengujian

3.3.1 Proses Pengelasan Baja ST 60

Adapun proses dalam melakukan proses *friction welding* adalah sebagai berikut (Tiwan, 2005) :

1. Memotong kedua macam baja dengan ukuran diameter 19 mm panjang 150 mm.



Gambar 3.11 Pemotongan baja
(Dokumentasi, 2021)

2. Meratakan permukaan yang akan disambung dengan mesinbubut pastikan kecepatan mesin bubut tidak terlalu cepat.



Gambar 3.12 Proses pembubutan
(Dokumentasi, 2021)

3. Mengatur mesin las gesek untuk pelaksanaan *frictionwelding*.



Gambar 3.13 Pengaturan mesin las
(Dokumentasi, 2021)

4. Memasang benda kerja pada kedua cekam yang pas dan kencang.



Gambar 3.14 pemasangan benda kerja
(Dokumentasi, 2021)

5. Menghidupkan mesin dengan cara meng ON-kan saklar utama sehingga benda kerja berputar dan lainnya diam.



Gambar 3.15 Menghidupkan mesin
(Dokumentasi, 2021)

6. Memberikan penekanan hidrolik pada benda kerja dengan menutup tuas hidrolik.



Gambar 3.16 Mendorong tuas hidrolik
(Dokumentasi, 2021)

7. Pada saat yang tepat memberi tekanan dilanjut dengan menutup tuas hidrolik dan mematikan saklar mesin secara bersamaan.



Gambar 3.17 Proses pengereman
(Dokumentasi, 2021)

8. Melepas benda yang disambung dari kedua cekam.



Gambar 3.18 Melepas benda
(Dokumentasi, 2021)

3.3.2 Hasil Pengelasan Baja ST 60



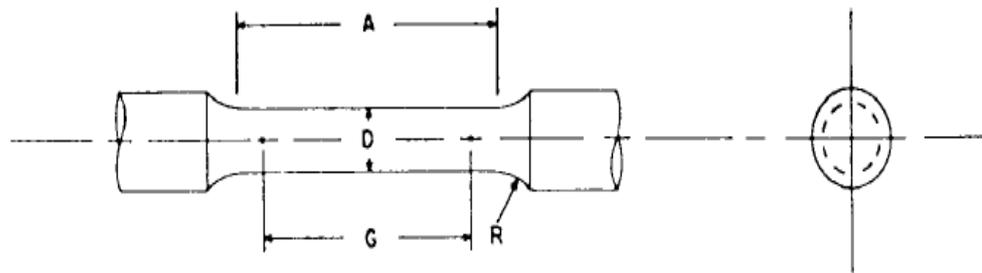
Gambar 3.19 Hasil pengelasan rpm 2300
(Dokumentasi, 2021)



Gambar 3.20 Hasil pengelasan rpm 3100
(Dokumentasi, 2021)

3.3.3 Spesimen Pengujian Tarik

Pembuatan spesimen uji tarik menggunakan standar ASTM E8, baja digunakan dengan panjang 30 cm, berdiameter 19 mm



Gambar 3.21 Spesimen pengujian Tarik

$A = 75 \text{ mm}$

$D = 12.50 \text{ mm}$

$G = 62,5 \text{ mm}$

$R = 10 \text{ mm}$



Gambar 3.22 spesimen uji Tarik
(Dokumentasi, 2021)

3.3.4 Langkah – Langkah Pengujian Tarik

Pengujian tarik ini dilakukan untuk mengetahui kekuatan tarik dari material. Dengan demikian akan dapat diketahui kekuatan atau beban maksimum dari material yang selanjutnya dapat diketahui kekuatan atau beban luluhnya.

Langkah-langkah pengujian tarik adalah :

1. Siapkan spesimen yang akan diuji, tempatkan benda pada mesin uji tarik Shimadzu UH 1000 kNI dan jepit kedua ujung batang secara tegak lurus.
2. Siapkan milimeter book pada ploter yang sudah tersedia dalam mesin uji.
3. Atur skala beban sesuai dengan yang kita kehendaki.
4. Penarikan dimulai dari beban nol dengan penambahan beban perlahan-lahan dan merata sehingga tidak terjadi beban kejutan.
5. Selama penarikan berlangsung, berarti terjadi perpanjangan dan pengecilan spesimen hingga putus.
6. Hasil dari pengujian dapat dilihat pada kertas milimeter book yang telah di pasang di dalam ploter yang berupa grafik, serta penunjuk beban maksimal pada alat mesin uji tarik (Ary, 2011)

3.3.5 Hasil Pengujian Tarik



Gambar 3.23 Hasil pengujian Tarik
(Dokumentasi, 2021)

3.4 Metode Pengumpulan Data

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.

3.4.1 Perencanaan Hasil Uji Tarik

Tabel 3.1 Bentuk Tabel

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	-				

3.5 Metode Analisis Data

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

Pada pengujian kedua menggunakan kecepatan yang berbeda yaitu 3100 rpm 3 kali pengujian yang bertekanan 100 Psi. Dan masing – masing pengujian menggunakan waktu 30 detik. Disetiap perbedaaan kecepatan mengambil data masing – masing hasil pengelasan agar lebih mudah dalam melihat hasil analisa.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Pengujian

4.1.1 Hasil Uji Komposisi

Baja ST 60 termasuk baja karbon keras yang mengandung kadar karbon 0,3% – 0,59%. Dari proses uji komposisi bahan mengandung hasil sebagai berikut:

Tabel 4. 1 Hasil Uji Komposisi

No	Unsur	Kandungan unsur (%)	STD
1	Fe	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	0,074	-
17	Mg	0,0051	-

4.1.2 Hasil Uji Tarik

Hasil pengujian kuat Tarik pada spesimen las gesek didapatkan nilai kuat Tarik, kuat luluh dan regangan seperti pada table berikut :

Tabel 4.2 Hasil Uji Tarik baja ST 60 kecepatan 2300 rpm

Parameter uji	Satuan	Hasil uji I	Hasil uji II	Hasil uji III	Rata-rata
Diameter	Mm	12,95	12,37	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 dalam las	Putus di dalam las	Putus di luar las	-

Tabel 4.3 Hasil Uji Tarik baja ST 60 kecepatan 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 di dalam las	Putus di dalam las	Putus di luar las	-

4.2 Pembahasan Pengujian

4.2.1 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.

4.2.2 Kuat Tarik

Kuat Tarik adalah tegangan maksimum yang bisa ditahan oleh sebuah bahan ketika diregangkan atau ditarik. Berikut hasil uji kuat Tarik sambungan las gesek menggunakan baja ST 60.



Gambar 4.1 Grafik hasil Uji 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.

4.2.3 Kuat Luluh

Adalah tegangan dimana kemiringan kurva tegangan-regangan mulai menyimpang dari linieritas (garis lurus). Berikut hasil uji Tarik sambungan las gesek menggunakan baja ST 60.

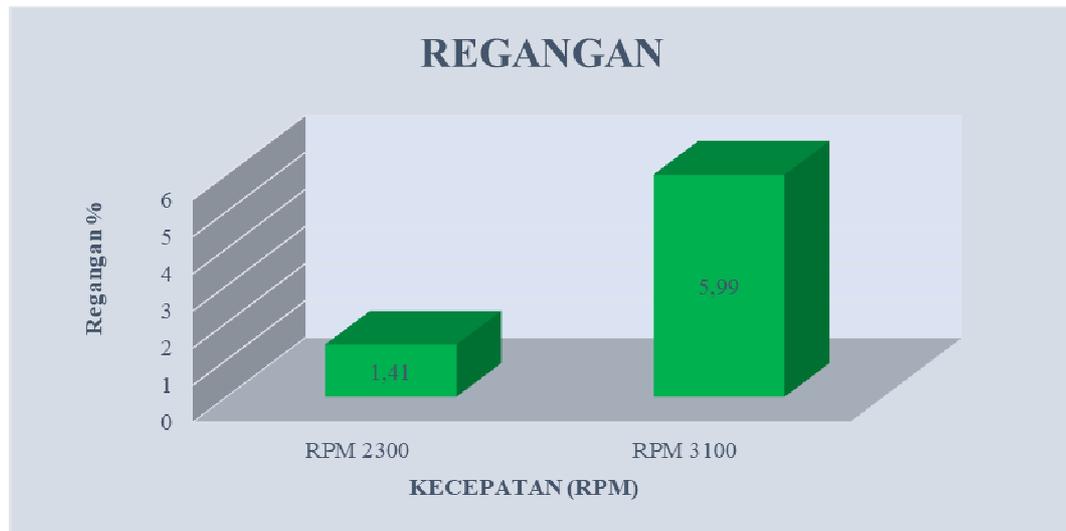


Gambar 4.2 Grafik Hasil Kuat Luluh

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.

4.2.4 Regangan

Adalah pertambahan Panjang suatu benda terhadap Panjang mula-mula yang disebabkan oleh adanya gaya luar. Berikut hasil uji kuat Tarik sambungan las gesek menggunakan baja ST 60.



Gambar 4.3 Grafik Hasil 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 %.

BAB V

PENUTUP

5.1 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.

5.2 Saran

Dari hasil analisa hasil pengelasan las gesek ada beberapa saran yang dapat diberikan untuk penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut ;

1. Setiap melakukan pengelasan benda kerja dibersihkan terlebih dahulu dari kotoran / debu sehingga gesek yang terjadi dapat menimbulkan panas secara baik dan merata.
2. Sebaiknya panel control tekanan hidrolik diganti dengan yang bisa diatur tekanannya. Sehingga pada saat penelitian tidak sering mengulang percobaan yang disebabkan kekurangan atau kelebihan tekanan.

3. Pada setiap pengelasan sebaiknya di cek terlebih dahulu apakah benda kerja sudah benar – benar simetri atau belum, sehingga tidak terjadinya *misalignment*.

DAFTAR PUSTAKA

- Affifi, M. Z. (2014). Rancang Bangun Mesin Las Gesek (Perawatan dan Perbaikan). *Palembang: Politeknik Negeri Sriwijaya Jurusan Teknik Mesin*.
- Anton Ary Wibowo, G. (2011). Makalah Tahapan Pengujian Tarik Bahan. *Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang*.
- 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.
- Handbook, A. (1996). *Welding and Brazing Vol.12*.
- Hasan. (2018 : Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Malang). Pengaruh Variasi Beban Pada Pengelasan Gesek (Friction Welding) Terhadap Kekuatan Tarik Pada Sambungan Poros Baja St 41.
- Kalpakjian, S. (1995). *Manufacturing Processes for Engineering and Technology. addison wesley publishing company*.
- 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.
- Wirjosumarto, H. (1991). *Teknik Pengelasan Logam*.
- Wirjosumarto, H. (2000). *Teknik Pengelasan Logam. Erlangga, Jakarta*.
- Wirjosumarto, H. (2008 : PT Balai Pustaka (Persero)). *Teknik Pengelasan Logam*.

Lampiran 2 Sertifikat Uji Tarik rpm 2300 dan 3100



DINAS PERINDUSTRIAN DAN TENAGA KERJA
KABUPATEN TEGAL
UPTD LABORATORIUM PERINDUSTRIAN
Komplek LIK Takaru Jl. Raya Dampyak KM 4 Tegal Telp/Fax : (0283) 357437
Email : labperintg@gmail.com website : lab.disperinnaker.tegalkab.go.id

LAPORAN UJI TARIK

Laporan No. : 07/2021.258/UTM/78	Benda Uji : Sesuai ASTM
Pemakai Jasa : SAMSUDIN	Objek uji : BAJA ST 60
Alamat : Politeknik Harapan Bersama	Metode Uji : JIS Z 2241: 2011
Suhu : 23 °C	Mesin Uji : Shimadzu UH 1000 kNI
Tgl. Terima : 7 Juli 2021	Jml. Specimen : 2 Pc
Tgl. Pengujian : 7 Juli 2021	Halaman : 1 dari 3

HASIL UJI :

No.	Kode Sampel	Parameter Uji	Satuan	Hasil Uji
1.	78.1	Diameter	mm	12,35
		Kuat Tarik	N/mm ²	702,79
		Kuat Luluh	N/mm ²	442,44
		Regangan	%	14,14
		Keterangan	-	Putus diluar lasan
2.	78.2	Diameter	mm	12,37
		Kuat Tarik	N/mm ²	572,84
		Kuat Luluh	N/mm ²	419,17
		Regangan	%	3,78
		Keterangan	-	Putus di daerah las



Tegal, 8 Juli 2021
Manajer Teknis
Eko Supriyanto, ST
Eko Supriyanto, ST
NIP. 19731231 200604 1 093

PERHATIAN :
1. Hasil pengujian ini hanya berlaku untuk benda uji yang diuji
2. Tidak dipertanggungjawabkan mengenai pengujian ini kecuali seluruhnya maps persetujuan tertulis dari UPTD Laboratorium Perindustrian Disperinnaker Kabupaten Tegal

Lampiran 3 Sertifikat Uji Tarik rpm 3100



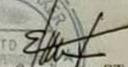
**DINAS PERINDUSTRIAN DAN TENAGA KERJA
KABUPATEN TEGAL**
UPTD LABORATORIUM PERINDUSTRIAN
Komplek LIK Takaru Jl. Raya Dampyak KM 4 Tegal Telp/Fax : (0283) 357437
Email : labperintgl@gmail.com website : lab.disperinnaker.tegalkab.go.id

LAPORAN UJI TARIK

Laporan No. : 07/2021.287/UTM/98	Benda Uji : Sesuai ASTM
Pemakai Jasa : SAMSUDIN	Objek uji : BAJA ST 60 3100 Rpm
Alamat : Politeknik Harapan Bersama	Metode Uji : JIS Z 2241: 2011
Suhu : 22 °C	Mesin Uji : Shimadzu UH 1000 kNI
Tgl. Terima : 16 Juli 2021	Jml. Specimen : 2 Pc
Tgl. Pengujian : 16 Juli 2021	Halaman : 1 dari 3

HASIL UJI :

No.	Kode Sampel	Parameter Uji	Satuan	Hasil Uji
1.	98.3	Diameter	mm	12,48
		Kuat Tarik	N/mm ²	289,95
		Kuat Luluh	N/mm ²	250,61
		Regangan	%	0,60
		Keterangan		Putus di daerah las
2.	98.4	Diameter	mm	12,61
		Kuat Tarik	N/mm ²	575,02
		Kuat Luluh	N/mm ²	417,12
		Regangan	%	3,38
		Keterangan		Putus di daerah las

Tegal, 19 Juli 2021

Eko Supriyanto, ST
 NIP. 19741231-300604 1 093

PERHATIAN :
 1. Hasil pengujian ini hanya berlaku untuk benda uji yang diuji
 2. Tidak dipertanggungjawabkan menggunakan laporan pengujian ini kecuali seluruhnya lupia persetujuan tertulis dari UPTD Laboratorium Perindustrian Disperinnaker Kabupaten Tegal

Lampiran 4 Sertifikat Uji Tarik rpm 2300



**DINAS PERINDUSTRIAN DAN TENAGA KERJA
KABUPATEN TEGAL**
UPTD LABORATORIUM PERINDUSTRIAN
Komplek LIK Takaru Jl. Raya Dampyak KM 4 Tegal Telp/Fax : (0283) 357437
Email : labperintgl@gmail.com website : lab.disperinnaker.tegalkab.go.id

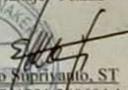
LAPORAN UJI TARIK

Laporan No. : 07/2021.287/UTM/98	Benda Uji : Sesuai ASTM	Objek uji : BAJA ST 60 2300 Rpm
Pemakai Jasa : SAMSUDIN	Metode Uji : JIS Z 2241:2011	Mesin Uji : Shimadzu UH 1000 kNI
Alamat : Politeknik Harapan Bersama	Jml. Specimen : 2 Pc	Halaman : 1 dari 3
Suhu : 22 °C		
Tgl. Terima : 16 Juli 2021		
Tgl. Pengujian : 16 Juli 2021		

HASIL UJI :

No.	Kode Sampel	Parameter Uji	Satuan	Hasil Uji
1.	98.1	Diameter	mm	11,82
		Kuat Tarik	N/mm ²	693,18
		Kuat Luluh	N/mm ²	517,18
		Regangan	%	- ¹⁾
		Keterangan		Putus diluar lasan
2.	98.2	Diameter	mm	11,95
		Kuat Tarik	N/mm ²	222,34
		Kuat Luluh	N/mm ²	185,57
		Regangan	%	0,46
		Keterangan		Putus di daerah las

¹⁾Putus diluar gauge length.

Tegal, 19 Juli 2021
Manajer Teknis

Eko Supriyanto, ST
NIP. 197412312006041093



PERHATIAN:
1. Hasil pengujian ini hanya berlaku untuk benda uji yang diuji
2. Tidak dipertanggungjawabkan menggunakan laporan pengujian ini kecuali setelahnya tanpa persetujuan tertulis dari UPTD Laboratorium Perindustrian Kabupaten Tegal

Lampiran 5 Spesimen sesudah di Uji Tarik pengelasan 2300 rpm



Lampiran 6 Spesimen sesudah di Uji Tarik pengelasan 3100 rpm



Lampiran 7 dokumentasi Mesin Uji Tarik



Lampiran 8 Dokumentasi di Laboratorium UPTD LIK



LEMBAR PEMBIMBINGAN TUGAS AKHIR



NAMA : Samsudin

NIM : 18020067

Produk Tugas Akhir : Mesin Las Gesek

Judul Tugas Akhir : Uji Kekuatan Sambungan Pengelasan Gesek Dengan
Bahan Baja ST 60

**PROGRAM STUDI DIII TEKNIK MESIN
POLITEKNIK HARAPAN BERSAMA**

2021

Rekap Pembimbingan Penyusunan Proposal Tugas Akhir

PEMBIMBING I			Nama Pembimbing :	Ahmad Faoji, M.T
			NIDN/NUPN :	9906977259
No	Hari	Tanggal	Uraian	Tanda tangan
1			- Bab I - Bab II - Bab III	
2			- Cek bab IV dan sistematika penulisan laporan tugas Akhir	
3			- Bab IV	
4			- Bab IV, melengkapi dokumentasi dll	
5			- Bab V	
6			- Bab V - kesimpulan - Saran	
7			- Hasil data	
8			- Bab V selesai	
9			<u>Atc Faoji T.A.</u>	
10				

Rekap Pembimbingan Penyusunan Proposal Tugas Akhir

PEMBIMBING II			Nama :	Nur Aidi Ariyanto, M.T
			NIDN/NUPN :	0623127906
No	Hari	Tanggal	Uraian	Tanda tangan
1			<ul style="list-style-type: none"> - Judul - Latar belakang 	
2			<ul style="list-style-type: none"> - Penulisan Caporan Tugas Akhir 	
3			<ul style="list-style-type: none"> - Rumusan Masalah - Batasan masalah - Tujuan dan manfaat 	
4			<ul style="list-style-type: none"> - Landasan teori - Tinjauan pustaka 	
5			<ul style="list-style-type: none"> - Diagram alur - Metode pengambilan data - Metode analisa data 	
6			<ul style="list-style-type: none"> - Acc Caporan tugas akhir 	
7				
8				
9				
10				