



**PENGUJIAN KEKUATAN SAMBUNGAN PENGELASAN LAS  
GESEK ALUMINIUM**

**LAPORAN TUGAS AKHIR**

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

**Disusun Oleh :**

**Nama : Ahmad Wijaya**

**NIM : 18020043**

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

**2021**

**HALAMAN PERSETUJUAN**

**LAPORAN TUGAS AKHIR**

**PENGUJIAN KEKUATAN SAMBUNGAN PENGELASAN LAS GESEK  
ALUMINIUM**

Sebagai salah satu syarat untuk mengikuti ujian Tugas Akhir

Disusun oleh :

Nama : Ahmad Wijaya

NIM : 18020043

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

Tegal, 23 Juli 2021

Pembimbing I

**Nur Aidi Ariyanto, M.T**  
NIDN. 0623127906

Pembimbing II

**M. Taufik Qurohman, M. Pd**  
NIDN. 0621028701

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 : PENGUJIAN KEKUATAN SAMBUNGAN PENGELASAN  
LAS GESEK ALUMINIUM

Nama : Ahmad Wijaya

NIM : 18020043

Program Studi : DIII Teknik Mesin

Jenjang : Diploma Tiga (DIII)

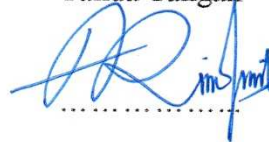
**Dinyatakan LULUS setelah dipertahankan di depan Tim Penguji Laporan Tugas Akhir Program DIII Teknik Mesin Politeknik Harapan Bersama Tegal.**

Tegal, 23 Juli 2021

1. Penguji I

Nur Aidi Ariyanto, M.T  
NIDN. 0623127906

Tanda Tangan



2. Penguji II

Faqih Fatkhurrozak, M.T  
NIDN. 0616079002

Tanda Tangan



3. Penguji III

Amin Nur Akhmadi, M.T  
NIDN. 0622048302

Tanda Tangan



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



M. Taufik Qurrohman, M. Pd  
NIPY: 08.015.265

## HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Ahmad Wijaya

NIM : 18020043

Judul Tugas Akhir : Pengujian Kekuatan Sambungan Pengelasan Las Gesek Aluminium

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, 25 Mei 2021

Yang membuat pernyataan,



**Ahmad Wijaya**  
NIM. 18020043

**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 : Ahmad Wijaya  
NIM : 18020043  
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 :

**PENGUJIAN KEKUATAN SAMBUNGAN PENGELASAN LAS GESEK ALUMINIUM**


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 : 18 Agustus 2021

Yang menyatakan



  
Ahmad Wijaya  
18020043

## **MOTTO DAN PERSEMBAHAN**

### **MOTTO**

1. Apapun yang terjadi tetaplah berjuang menghadapi kenyataan.
2. Ubah pikiranmu tetap semangat dan kau dapat dapat mengubah duniamu.
3. Jika kau tidak suka sesuatu, ubahlah. Jika tak bisa, maka ubahlah cara pandangmu.
4. Hidup itu adalah seni menggambar tanpa penghapus.
5. Tetap ingatlah kepada sang kuasa Allah Swt.

### **PERSEMBAHAN**

1. Kepada ibu dan ayah tercinta.
2. Kepada keluarga besar saya tercinta.
3. Kepada dosen pembimbing yang telah membimbing selama pembuatan Tugas Akhir saya.
4. Kepada teman-teman yang selalu memberikan dorongan semangat kepada saya.

## ABSTRAK

### **Analisis Kekuatan Sambungan Pengelasan Las Gesek Aluminium**

Pengelasan gesek (*friction welding*) merupakan salah satu solusi dalam memecahkan masalah pada proses penyambungan material logam. Pengelasan gesek merupakan proses penyambungan yang memanfaatkan energi panas yang ditimbulkan akibat gesekan dan gaya penekanan pada kedua permukaan material yang akan disambung. Dalam penelitian ini dilakukan pengelasan gesek langsung. Proses yang dilakukan adalah dengan memvariasikan kecepatan putaran gesek yang digunakan sebesar 2300rpm, 3100rpm, tekanan gesek 100Psi dan dalam durasi waktu yang sama yaitu 30 detik sampai temperatur tertentu. Efek dari tekanan gesek, kecepatan gesek, dan durasi waktu gesek terhadap benda kerja dianalisa melalui uji tarik. Dari penelitian ini dapat kekuatan tarik tertinggi diperoleh pada putaran gesek 3100 rpm, tekanan gesek 100 Psi dan durasi waktu 30detik yaitu untuk kuat tarik sebesar  $59,89 \text{ N/mm}^2$ , kuat luluh  $57,19 \text{ N/mm}^2$ , regangan 4,78 % putus di daerah las. Kekuatan tarik terendah pada putaran gesek 2100rpm, tekanan gesek 100Psi dan durasi waktu 30detik menghasilkan kekuatan tarik yaitu sebesar  $66,50 \text{ N/mm}^2$ , kuat luluh  $62,51 \text{ N/mm}^2$ , regangan 3,98% . Perubahan kecepatan gesek, durasi gesek dan tekanan gesek mempengaruhi hasil pengelasan gesek yang berbeda dan mempengaruhi kekuatan uji tarik yang berbeda.

**Kata Kunci :** Aluminium , kekuatan tarik hasil sambungan pengelasan, durasi gesek tekanan gesek, pengelasan gesek berlangsung.

## **ABSTRACT**

### ***Analysis of the Strength of Welding Connections Aluminium***

*Friction welding is one solution in solving problems in the process of joining metal materials. This is a metal-joining process that utilizes the heat energy caused by friction and pressure force of two joined material surfaces, In this study, direct friction welding was carried out. The process carried out is by varying the rotational speed of the friction used by 2300rpm, 3100rpm, frictional pressure of 100Psi and in the same time duration of 30 seconds to a certain temperature. The effects of frictional pressure, frictional speed, and friction time duration on the workpiece were analyzed through tensile tests. From this study, the highest tensile strength was obtained at 3100rpm friction, 100Psi frictional pressure and a time duration of 30 seconds, namely for tensile strength of 59,89 N/mm<sup>2</sup>, yield strength 57,19 N/mm<sup>2</sup>, strain 4,78 % breaking at welding area. The lowest tensile strength at frictional rotation of 2100rpm, frictional pressure of 100Psi and time duration of 30 seconds resulted in a tensile strength of 66,50 N/mm<sup>2</sup>, yield strength 62,51 N/mm<sup>2</sup>, strain 3,98%. Changes in friction speed, duration of friction and frictional pressure affect different friction welding results and affect different tensile test strengths.*

**Keywords:***Aluminiuml, tensile strength of welded joints, duration of frictional, pressure friction, friction welding takes place*



## 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. Nur Aidi Ariyanto, M.T selaku Dosen Pembimbing I.
3. M. Taufik Quohman, M. Pd selaku 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, 25 mei 2021



Ahmad Wijaya

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN PERSETUJUAN .....</b>	<b>i</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN.....</b>	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN.....</b>	<b>iii</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA TULIS ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS .....</b>	<b>iv</b>
<b>MOTTO DAN PERSEMBAHAN.....</b>	<b>v</b>
<b>HALAMAN ABSTRAK .....</b>	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR RUMUS .....</b>	<b>xv</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xvi</b>
<b>BAB I.....</b>	<b>1</b>
<b>PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan .....	4
1.5 Manfaat .....	4
1.6 Sistematika Penulisan .....	4
<b>BAB II .....</b>	<b>6</b>
<b>LANDASAN TEORI.....</b>	<b>6</b>
2.1 Pengertian Pengelasan .....	6

2.2	Solid State Welding.....	7
2.3	Las Gesek .....	9
2.4	Teknik Pengelasan.....	12
2.4.1	<i>Direct-Drive Welding</i> .....	12
2.5	Faktor Yang Mempengaruhi Las Gesek.....	14
2.5.1	Kecepatan Putaran.....	14
2.5.2	Durasi Gesek .....	15
2.5.3	Tekanan Aksial.....	15
2.6	Pengujian Kekuatan.....	18
2.6.1	Uji Tarik .....	18
2.7	Uji <i>Hardness</i> .....	21
2.8	Aluminium.....	21
<b>BAB III.....</b>		<b>23</b>
<b>METODE PENELITIAN .....</b>		<b>23</b>
3.1	Diagram Alur Penelitian.....	23
3.2	Alat Dan Bahan .....	24
3.2.1	Alat.....	24
3.2.2	Bahan.....	29
3.3	Proses Pengujian .....	30
3.3.1	Proses Pengelasan Aluminium.....	30
3.3.2	Hasil Pengelasan Aluminium.....	34
3.3.3	Spesimen Uji Tarik .....	35
3.3.4	Langkah - Langkah Pengujian Tarik.....	36
3.3.5	Hasil Pengujian Tarik.....	37
3.4	Metode Pengumpulan Data .....	37

3.4.1	Perencanaan Hasil Uji Tarik .....	37
3.5	Metode Analisis Data .....	38
<b>BAB IV</b>	.....	<b>39</b>
<b>HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	.....	<b>39</b>
4.1	Karakteristik Aluminium.....	39
4.2	Hasil uji <i>Hardness</i> .....	39
4.3	Hasil Pengujian Tarik.....	39
<b>BAB V</b>	.....	<b>42</b>
<b>PENUTUP</b>	.....	<b>42</b>
5.1	Kesimpulan.....	42
5.2	Saran .....	42

## DAFTAR GAMBAR

- Gambar 2.1 Daerah las ( a ) pengelasan fusi ( b ) non fusi **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2.2 Mesin Las Gesek ..... **Error! Bookmark not defined.**
- 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). ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2.4 Sistem Friction Welding dengan Cara Direct-Drive Welding (ASM Handbook Vol12,1996)..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2.5 Skema piston hidrolik ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2.6 Uji Tarik ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2.7 Kurva tegangan-regangan. .... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2.8 aluminium **Error! Bookmark not defined. Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3.1 Diagram Alur..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3.2 Mesin Las Gesek ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3.3 Meteran..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3.4 Jangka Sorong ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3.5 Gerinda Potong..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3.6 Stopwatch ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3.7 Tachometer..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3.8 Barometer ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3.9 Mesin Uji Tarik Tipe Shimadzu UH 1000 Kni **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3.10 Baja AISI 1045..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3.11 Memotong Benda Kerja ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3.12 Meratakan Benda kerja..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3.13 Menyeting Mesin..... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 3.14 Memasang Kedua Benda Kerja.....**Error! Bookmark not defined.**  
Gambar 3.15 Menghidupkan Mesin.....**Error! Bookmark not defined.**  
Gambar 3.16 Memberikan Penekanan .....**Error! Bookmark not defined.**  
Gambar 3.17 Proses Pengereman.....**Error! Bookmark not defined.**  
Gambar 3.18 Hasil Pengelasan Aluminium Percepatan 2300rpm..... **Error!**  
**Bookmark not defined.**  
Gambar 3.19 Hasil Pengelasan Aluminium Percepatan 3100rpm..... **Error!**  
**Bookmark not defined.**  
Gambar 3.20 Spesimen Pengujian Tarik.....**Error! Bookmark not defined.**  
Gambar 3.21 Hasil Spesimen Uji Tarik Setelah Di Bubut**Error! Bookmark not defined.**  
**defined.**  
Gambar 3.22 Hasil Pengujian Tarik.....**Error! Bookmark not defined.**

## **DAFTAR TABEL**

Tabel 3.1 Spesifikasi Mesin .....	24
Tabel 3.2 Bentuk Tabel Uji Tatik .....	37
Tabel 4.1 Uji Hardness Aluminium .....	39
Tabel 4.2 Hasil Uji Tarik Aluminium Kecepatan 2300 rpm.....	40
Tabel 4.3 Hasil Uji Tarik Aluminium Kecepatan 3100 rpm.....	40

## DAFTAR RUMUS

- (2.1) Rumus Tekanan Hidrolik 1 .....**Error! Bookmark not defined.**
- (2.2) Rumus Tekanan Hidrolik 2 .....**Error! Bookmark not defined.**
- (2.3) Rumus Tegangan .....**Error! Bookmark not defined.**
- (2.4) Rumus Regangan 1 .....**Error! Bookmark not defined.**
- (2.5) Rumus Regangan 2 .....**Error! Bookmark not defined.**
- (2.6) Rumus Penampang 1 .....**Error! Bookmark not defined.**
- (2.7) Rumus Penampang 2 .....**Error! Bookmark not defined.**



## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Sertifikat Hasil Uji Tarik Aluminium. No.1 menggunakan percepatan 3100rpm , No.2 menggunakan percepatan 2300rpm dengan tekanan gesek yang sama yaitu 100Psi.....	44
Lampiran 2 Sertifikat Hasil Uji Kekerasan.....	45
Lampiran 3 Kegiantan Dipindahkan Mesin Las Gesek. ....	46
Lampiran 4 Sertifikat Hasil Uji Tarik Aluminium menggunakan kecepatan 3100 rpm. ....	47
Lampiran 5 Sertifikat Hasil Uji Tarik Aluminium menggunakan kecepatan 2300 rpm. ....	48

## **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 (Arsyad, 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 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 ( $\text{mm}^2$ ). 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 ( $\text{Kg/mm}^2$ ) 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 “Analisis Kekuatan Sambungan Pengelasan Las Gesek Aluminium”.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Dari latar belakang diatas dapat dirumuskan yang di bahas dalam laporan ini yaitu bagaimana kekuatan sambungan pengelasan las gesek Aluminium?

## **1.3 Batasan Masalah**

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

1. Hanya mengetahui uji tarik kekuatan hasil pengelasan sambungan las gesek Aluminium.
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. Bahan yang digunakan adalah Aluminium yang banyak dipasaran berdiameter 19 mm.
7. Uji *hardness* untuk mengetahui kekerasan benda kerja yang digunakan.

#### **1.4 Tujuan**

1. Untuk mengetahui kekuatan sambungan pengelasan las gesek Aluminium.

#### **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 Aluminium.
3. Dapat mengetahui kekuatan, keuletan, elastisitas, kekakuan dan ketangguhan pada hasil pengelasan las gesek Aluminium.

#### **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**

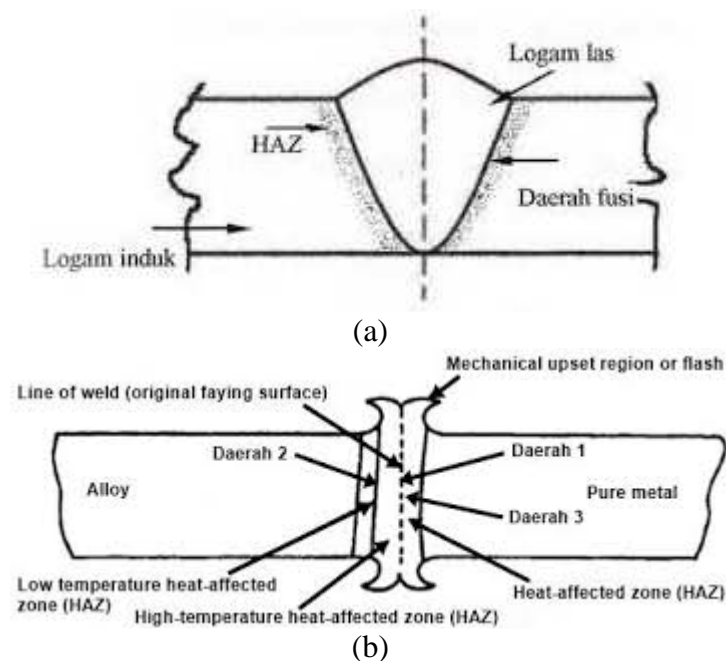
### **LANDASAN TEORI**

#### **2.1 Pengertian Pengelasan**

Pengelasan adalah ikatan metalurgi pada sambungan logam paduan yang dilakukan dalam keadaan lumer atau cair. (Harsono, 1991). 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 diperbesardaerah 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*).

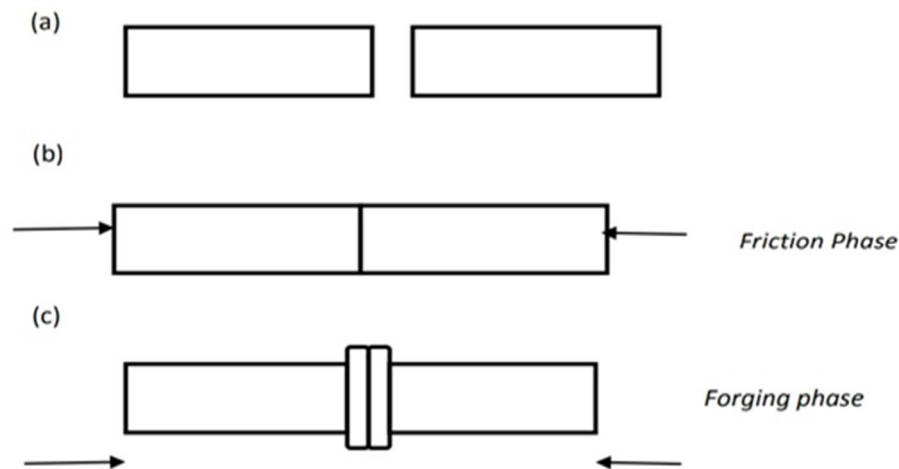
Dalam mekanisme tempa terjadi perbaikan kualitas butiran, porositas menurun dan homogenitas komposisi pada benda kerja, dan semakin tinggi nilai tempa maka perpindahan porositas akan lebih cepat dan menyebabkan kualitas butiran semakin baik. Pada daerah tempa terjadi proses *difusi integrannular* dimana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

### 2.3 Las Gesek



Gambar 2.2 Mesin Las Gesek  
Sumber. (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 Weldin. a) Tahap pemanasan Dan pemutaran, b) tahap pembangkitan panas akibat Gesekan, c) Tahap akhir penekanan lanjut.  
Sumber. (kalpakjian 1995).

Fenomena proses friction welding dari pembangkit panas melalui gesekan dan abrasi. Selanjutnya panas yang timbul disimpan dalam material yang disambung hingga menaikkan temperaturnya. 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.

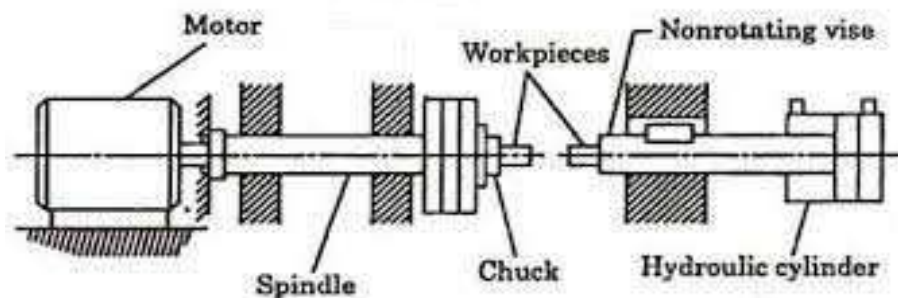
Kemudahan material untuk disambung menggunakan *friction welding* berkaitan dengan kecocokan pada sifat *interface*-nya. Jika kedua sifat material yang akan disambung cocok, panas akan didistribusikan secara seragam pada kedua bagian yang akan disambung. Karakteristik deformasi yang identik akan mempermudah 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 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. (ASM Handbook Vol12,1996)

### 2.4.1 Direct-Drive Welding



Gambar 2.1 Sistem *Friction Welding* dengan Cara *Direct-Drive Welding*  
Sumber. (ASM Handbook Vol12,1996).

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. 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.

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 ketikamencapai 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-drive welding* 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 energy 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 energy 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).

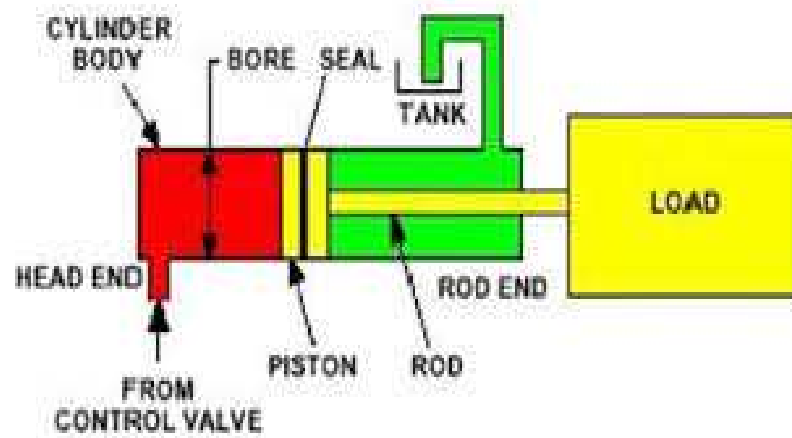
### **2.5.3 Tekanan Aksial**



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 upset *welds* 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 2.2 Skema piston hidrolik  
Sumber. (Satyadianto, 2015).

$$\text{Rumus Tegangan Hidrolik 1 } F = \frac{P}{A} \dots \dots \dots (2.1)$$

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 :

$$\text{Rumus Tegangan Hidrolik 2 } P = F . A \dots \dots \dots (2.2)$$

Keterangan :

P : Tekanan Benda Kerja (N/m)

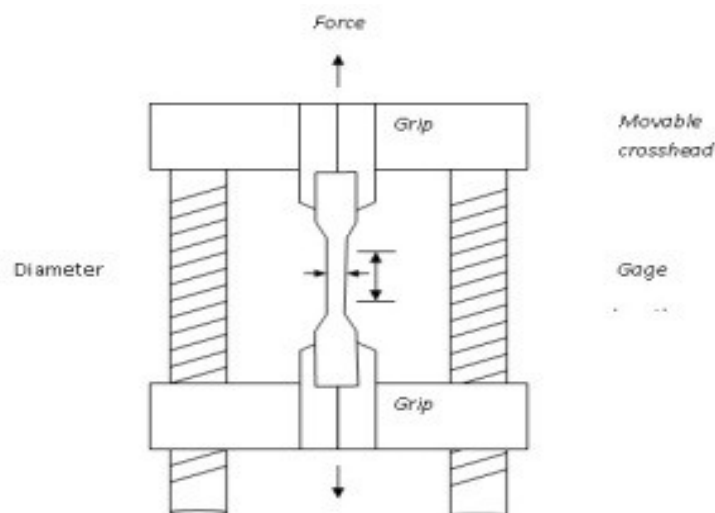
F : Gaya Aksial (N)

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.

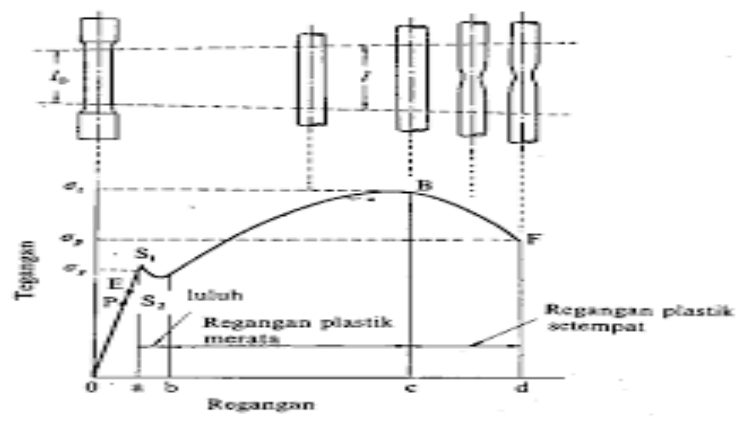


Gambar 2.3 Uji Tarik  
Sumber. (Wirjosumarto, 2008)

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 (Wiryosumarto, 2000).



Gambar 2.4 Kurva tegangan-regangan.

Sumber. (Wiryosumarto, 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.

$$\text{Rumus Tegangan } \sigma u = \frac{Fu}{A_0} \dots \dots \dots (2.3)$$

Keterangan :

$\sigma u$  = Tegangan nominal ( $\text{kg}/\text{mm}^2$ )

$F_u$  = Beban maksimal (kg)

$A_o$  = Luas penampang mula dari penampang batang ( $\text{mm}^2$ ).

Regangan (persentase pertambahan panjang) yang diperoleh dengan membagi perpanjangan panjang ukur ( $\Delta L$ ) dengan panjang ukur mula mula benda uji.

$$\text{Rumus Regangan 1 } \varepsilon = \frac{\Delta L}{L_o} \times 100\% \dots \dots \dots (2.4)$$

$$\text{Rumus Regangan 2 } \varepsilon = \frac{L - L_o}{L_o} \times 100\% \dots \dots \dots (2.5)$$

Keterangan :

$\varepsilon$  = Regangan (%)

$L$  = Panjang akhir (mm)

$L_o$  = 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:

$$\text{Rumus Penampang 1 } q = \frac{\Delta A}{A_o} \times 100\% \dots \dots \dots (2.6)$$

$$\text{Rumus Penampang 2 } q = \frac{A_o - A}{A_o} \times 100\% \dots \dots \dots (2.7)$$

Keterangan :

$q$  = Reduksi penampang (%)

$A_o$  = Luas penampang mula ( $\text{mm}^2$ )

$A_1$  = Luas penampang akhir ( $\text{mm}^2$ )

## 2.7 Uji *Hardness*

Kekerasan (*Hardness*) yaitu kemampuan material logam dalam menerima gaya berupa penetrasi dan kekuatan (*Strength*) yaitu kemampuan material logam dalam menerima gaya berupa tegangan tanpa mengalami patah. Kedua sifat mekanik logam tersebut diatas merupakan sifat mekanik yang menyatakan kemampuan suatu logam atau material dalam menerima suatu beban atau gaya tanpa mengalami kerusakan pada logam tersebut.

## 2.8 Aluminium

Aluminium adalah logam yang ringan dengan berat jenis  $2.7 \text{ gram/cm}^3$  setelah Magnesium ( $1.7 \text{ gram/cm}^3$ ) dan Berilium ( $1.85 \text{ gram/cm}^3$ ) atau sekitar  $1/3$  dari berat jenis besi maupun tembaga. Konduktifitas listriknya 60 % lebih dari tembaga sehingga juga digunakan untuk peralatan listrik. Selain itu juga memiliki sifat penghantar panas, memiliki sifat pantul sinar yang baik sehingga digunakan pula pada komponen mesin, alat penukar panas, cermin pantul, komponen industri kimia dll.

Aluminium merupakan logam yang reaktif sehingga mudah teroksidasi dengan oksigen membentuk lapisan aluminium oksida, alumina ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) dan membuatnya tahan korosi yang baik. Namun bila kadar Fe, Cu dan Ni ditambahkan akan menurunkan sifat tahan korosi karena kadar aluminanya menurun. Penambahan Mg, Mn tidak mempengaruhi sifat tahan korosinya.

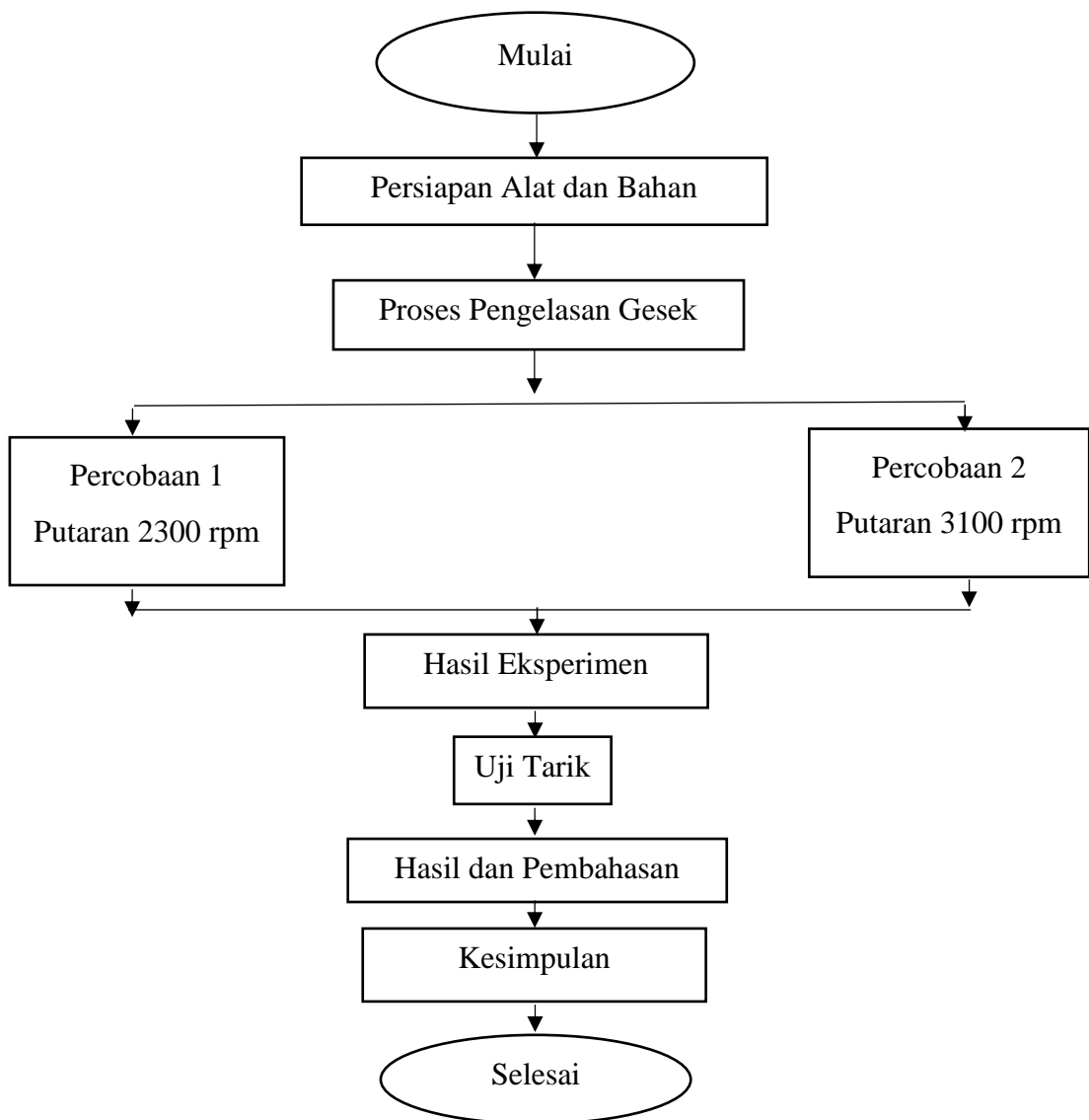
Aluminium bersifat ulet, mudah dimesin dan dibentuk dengan kekuatan tarik untuk aluminium murni sekitar  $4\sim 5 \text{ kgf/mm}^2$ . Bila diproses penguatan regangan seperti dirol dingin kekuatan bisa mencapai  $\pm 15 \text{ kgf/mm}^2$ . (Irawan, 2008).



Gambar 2.4 Aluminium  
Sumber. (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

Berfungsi untuk proses pengelasan.



Gambar 3.2 Mesin Las Gesek  
Sumber. (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	Merk : SM
	Power : 250 Watt
	Daya Elektrik Motor : ¼ PK

Hidrolik	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 <sup>2</sup>
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  
Sumber. (Dokumentasi, 2021)

3. Jangka sorong

Berfungsi untuk mengukur diameter luar bahan.



Gambar 3.4 Jangka Sorong  
Sumber. (Dokumentasi, 2021)

4. Gerinda potong

Berfungsi untuk memotong bahan yang akan di las.



Gambar 3.5 Gerinda Potong  
Sumber. (Dokumentasi, 2021)

5. Stopwatch

Berfungsi untuk mengatur waktu pada saat proses pengelasan dimulai.



Gambar 3.6 Stopwatch  
Sumber. (Dokumentasi, 2021)

6. Tachometer

Berfungsi untuk mengukur kecepatan putaran rotasi poros penggerak.



Gambar 3.7 Tachometer  
Sumber. (Dokumentasi, 2021)

7. Barometer

Berfungsi untuk mengetahui tekanan hidrolik mesin las gesek.



Gambar 3.8 Barometer  
Sumber. (Dokumentasi, 2021)

8. Mesin uji Tarik

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



Gambar 3.9 Mesin Uji Tarik  
Sumber. (Dokumentasi, 2021)

### 3.2.2 Bahan

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

1. Aluminium



Gambar 3.10 Aluminium  
Sumber. (Dokumentasi, 2021)

### 3.3 Proses Pengujian

#### 3.3.1 Proses Pengelasan Aluminium

Adapun tahapan langkah-langkah dalam melakukan proses *friction welding* adalah sebagai berikut :

- a. Memotong Aluminium lunak dengan ukuran diameter 19 mm tinggi 150 mm.



Gambar 3.11 Memotong Benda Kerja  
Sumber. (Dokumentasi, 2021)

- b. Meratakan permukaan yang akan disambung dengan menggunakan mesin bubut pastikan kecepatan mesin bubut tidak terlalu cepat.



Gambar 3.12 Meratakan Benda Kerja  
Sumber. (Dokumentasi, 2021)

- c. Menyeting mesin las gesek untuk pelaksanaan *friction welding*



Gambar 3.13 Menyeting Mesin  
Sumber. (Dokumentasi, 2021)

- d. Memasang benda kerja pada kedua cekam.



Gambar 3.14 Memasang Benda Kerja Di Cekam  
Sumber. (Dokumentasi, 2021)



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



Gambar 3.15 Menghidupkan Mesin  
Sumber. (Dokumentasi, 2021)

- f. Memberikan penekanan hidrolik pada benda kerja dengan menutup tuas hidrolik secara perlahan – lahan.



Gambar 3.16 Berikan Tekanan

Sumber. (Dokumentasi, 2021)

- g. Pada saat yang tepat dilanjutkan memberi tekanan lanjut dengan menutup tuas hidrolik dan mematikan saklar mesin secara bersamaan.



Gambar 3.17 Proses Pengereman  
Sumber. (Dokumentasi, 2021)

- h. Melepas benda yang disambung dari kedua cekam.



Gambar 3.18 Selesai Pengelasan  
Sumber. (Dokumentasi, 2021)

### 3.3.2 Hasil Pengelasan Aluminium



Gambar 3.19 Hasil Pengelasan Aluminium Kecepatan 2300 Rpm  
Sumber. (Dokumentasi, 2021)

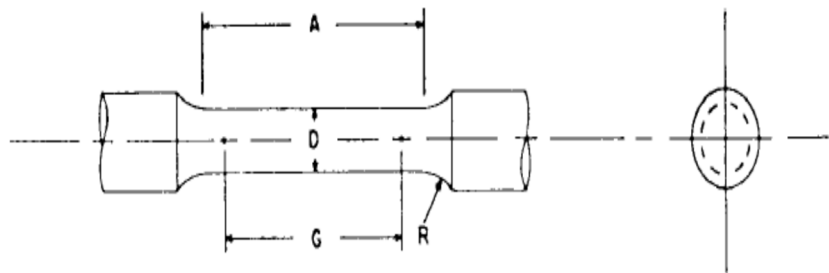


Gambar 3.20 Hasil Pengelasan Aluminium Kecepatan 3100 Rpm

Sumber. (Dokumentasi, 2021)

### 3.3.3 Spesimen Uji Tarik

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



Gambar 3.21 Spesimen Uji Tarik  
Sumber. (ASTM E8 M, Vol. 3.01)

A (Length of reduce section) = 75mm

D ( Diameter) = 12.50mm

G (Gage length) = 62,5mm

R (Radius) = 10mm



Tarik 3.22 Hasil Spesimen Setelah Di Bubut  
Sumber. (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 servopulser (Wibowo, 2011)

### 3.3.5 Hasil Pengujian Tarik



Gambar 3.23 Hasil Uji Tarik  
Sumber. (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 3.2 Bentuk Tabel Uji Tatik

Parameter Uji	Satuan	Hasil Uji 1	Hasil Uji 2	Hasil Uji 3	Rata-Rata
Diameter	Mm				

Kuat Tarik	N/mm <sup>2</sup>				
Kuat Luluh	N/mm <sup>2</sup>				
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 2300Rpm 3kali pengujian yang bertekanan 100Psi .

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

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari percobaan dengan variasi durasi gesek, tekanan gesek dan tekanan tempa yang telah dilakukan, didapatkan data sifat mekanik yaitu kekuatan uji tarik dari masing-masing parameter.

#### 4.1 Karakteristik Aluminium

Aluminium bersifat ulet, mudah dimesin dan dibentuk dengan kekuatan tarik untuk aluminium 70,17 N/mm<sup>2</sup>.

#### 4.2 Hasil uji *Hardness*

Tabel 4.1 Uji *Hardness* Aluminium

Parameter Uji	Hasil Uji		Satuan	Keterangan
	Daerah uji	Nilai Kekerasan		
Kekerasan Brinell	Titik 1	51,75	HB	- Beban permukaan $F = 613 \text{ N}$ - Waktu penekanan 15 detik - Indentor $\varnothing 2,5 \text{ mm}$
	Titik 2	46,76		
	Titik 3	46,51		
	Rata-rata	48,38		

#### 4.3 Hasil Pengujian Tarik

Dari percobaan dengan variasi durasi gesek, tekanan gesek dan tekanan tempa yang telah dilakukan, didapatkan data sifat mekanik yaitu kekuatan uji tarik dari masing-masing parameter.

Hasil pengujian kuat Tarik pada spesimen hasil pengelasan las gesek didapatkan pengujian tarik seperti pada tabel berikut :

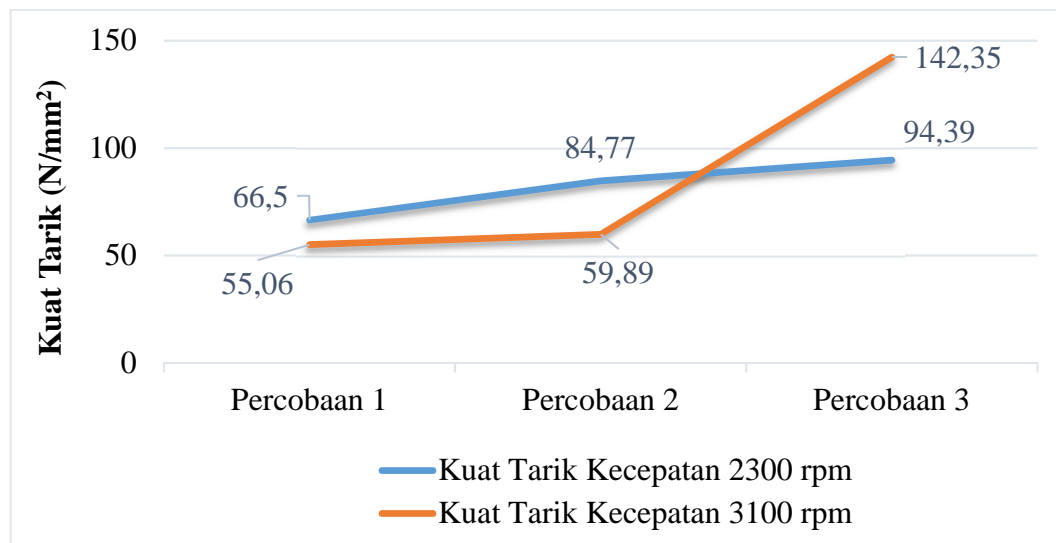


Tabel 4.2 Hasil Uji Tarik Aluminium Kecepatan 2300 rpm

Parameter Uji	Satuan	Hasil Uji 1	Hasil Uji 2	Hasil Uji 3	Rata-Rata
Diameter	Mm	12,23	12,89	12,37	12,49
Kuat Tarik	N/mm <sup>2</sup>	66,50	84,77	94,39	81,88
Kuat Luluh	N/mm <sup>2</sup>	62,51	75,19	89,97	75,89
Regangan	%	3,98	3,16	3,84	3,66
Keterangan	–	Putus di daerah las	Putus di daerah las	Putus di daerah las	Putus di daerah las

Tabel 4.3 Hasil Uji Tarik Aluminium Kecepatan 3100 rpm

Parameter Uji	Satuan	Hasil Uji 1	Hasil Uji 2	Hasil Uji 3	Rata-Rata
Diameter	Mm	12,89	12,37	12,16	12,47
Kuat Tarik	N/mm <sup>2</sup>	55,06	59,89	142,35	85,76
Kuat Luluh	N/mm <sup>2</sup>	50,39	57,19	99,29	68,95
Regangan	%	0,78	4,78	18,68	8,08
Keterangan	–	Putus di daerah las	Putus di daerah las	Putus di Luar las	Putus di daerah las



Gambar 4.1 Grafik Hasil Uji Tarik

Hasil pengelasan gesek dengan putaran 2300 rpm dari 3 percobaan yang menghasilkan kekuatan tarik paling tinggi pada percobaan ke-3 dengan hasil kuat tarik 94,39 N/mm<sup>2</sup>. Berarti di 3 percobaan pada putaran 2300 rpm mempunyai nilai rata – ratanya 81,88 N/mm<sup>2</sup>. Dan pada putaran 3100 rpm dari 3 percobaan yang menghasilkan kekuatan tarik paling tinggi pada percobaan ke-3 dengan hasil kuat tarik 142,35 N/mm<sup>2</sup> (keterangan : Putus di luar las) yang mempunyai nilai rata – ratanya 85,76 N/mm<sup>2</sup>.

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1 Kesimpulan**

Kesimpulan penelitian tentang pengelasan gesek material aluminium dapat disimpulkan bahwa pengelasan gesek sama 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 81,88 N/mm<sup>2</sup> lebih tinggi dibandingkan kuat tarik aluminium sebesar 70,17 N/mm<sup>2</sup>. Sedangkan pada pengujian ke dua kecepatan 3100 rpm, , bertekanan 100 Psi durasi waktu 30 detik menghasilkan kekuatan tarik yaitu sebesar 85,76 N/mm<sup>2</sup> lebih tinggi dibandingkan kuat tarik aluminium sebesar 70,17 N/mm<sup>2</sup>.

#### **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*.
- ASTM, “*Annual Book of ASTM Standard*”, West Conshohocken, 200
- Anton Ary Wibowo, G. Y. (2011). Makalah Tahapan Pengujian Tarik Bahan. *Fakultas Teknik Universitas Negri Semarang*.
- Arsyad, Z. I. (2019). PENGARUH VARIASI RAPAT ARUS DAN ELEKTRODA DARI PENGELESAAN SMAW PADA MATERIAL ASTM A213 TERHADAP STRUKTUR MIKRO DAN DISTRIBUSI KEKERASAN HASIL PENGELESAAN. *FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS PASUNDAN BANDUNG*.
- Firmansyah, D. R. (2019). ANALISIS PENGARUH VARIASI KECEPATAN ALIRAN GAS PELINDUNG HASIL PENGELESAAN GMAW TERHADAP KEKUATAN MEKANIK DAN STRUKTUR MIKRO ALUMINIUM SERI 5083. *Surabaya : Departemen Teknik Kelautan Fakultas Teknologi Kelautan Institut Teknologi Sepuluh Nopember*.
- Handbook, A. (1996). *Welding and Brazing. Vol.12*.
- HARSONO. ((1991)). *Teknik Pengelasan Logam Pradiya. Pradiya Paramita, JAKARTA*.
- Irawan, Yudy Surya., 2008, *Material Teknik*.
- Idra Putra1, A. K. (2019). ANALISIS KEKUATAN TARIK DAN IMPACT HASIL SAMBUNGAN LAS GESEK PADA BAJA ST 37. *Padang: Universitas Negeri Padang, Indonesia*.
- Kalpakjian, S. (1995). *Manufacturing Engineering and Technology. Addison Wesley Publishing Company*.
- Satyadianto, D. (2015). Pengaruh Variasi Tekanan Gesek, Tekanan Tempa Dan Durasi Gesek Terhadap Kekuatan Impact Pada Sambungan Las Gesek (Friction Welding) Dengan Menggunakan Baja Paduan AISI 4140. *SURABAYA : FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER* .
- Suprijanto, D. (2013). Pengaruh Bentuk Kampuh Terhadap Kekuatan Bending Las Sudut SMAW Posisi Mendatar Pada Baja Karbon Rendah. *Jurusan Teknik Mesin STTNAS Yogyakarta, SLEMAN*.
- wiryosumarto. (2000). *Teknologi Pengelasan Logam. Erlangga, JAKARTA*.
- Wiryosumarto. (2008). *Teknologi Pengelasan Logam. Balai Pustaka, JAKARTA*.

## LAMPIRAN

Lampiran 1 Sertifikat Hasil Uji Tarik Aluminium. No.1 menggunakan percepatan 3100rpm , No.2 menggunakan percepatan 2300rpm dengan tekanan gesek yang sama yaitu 100Psi.




**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. : 07/2021.260/UTM/80	Benda Uji : Sesuai ASTM
Pemakai Jasa : AHMAD WIJAYA	Objek uji : AS ALUMINIUM
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.	80.1	Diameter	mm	12,23
		Kuat Tarik	N/mm <sup>2</sup>	66,50
		Kuat Luluh	N/mm <sup>2</sup>	62,51
		Regangan	%	3,98
		Keterangan	-	Putus di daerah las
2.	80.2	Diameter	mm	12,16
		Kuat Tarik	N/mm <sup>2</sup>	142,35
		Kuat Luluh	N/mm <sup>2</sup>	99,29
		Regangan	%	18,68
		Keterangan	-	Putus di luar las

Tegal, 8 Juli 2021  
Manajer Teknis  
  
Eko Supriyanto, ST  
NIP. 19741231 200604 1 093


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



Lampiran 3 Kegiatan Dipindahkan Mesin Las Gesek.



Lampiran 4 Sertifikat Hasil Uji Tarik Aluminium menggunakan kecepatan 3100 rpm.

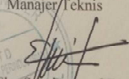

**DINAS PERINDUSTRIAN DAN TENAGA KERJA  
KABUPATEN TEGAL**  
**UPTD LABORATORIUM PERINDUSTRIAN**  
 Komplek LIK Takaru Jl. Raya Dampyak KM 4 Tegal Telp/Fax : (0283) 357437  
 Email : labperintg@gmail.com website : lab.disperinnaker.tegalkab.go.id

**LAPORAN UJI TARIK**

Laporan No. : 07/2021.290/UTM/101      Benda Uji : Sesuai ASTM  
 Pemakai Jasa : AHMAD WIJAYA      Objek uji : AS ALUMINIUM 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.	101.3	Diameter	mm	12,73
		Kuat Tarik	N/mm <sup>2</sup>	59,89
		Kuat Luluh	N/mm <sup>2</sup>	50,39
		Regangan	%	4,78
		Keterangan	Putus di daerah las	
2.	101.4	Diameter	mm	12,29
		Kuat Tarik	N/mm <sup>2</sup>	55,06
		Kuat Luluh	N/mm <sup>2</sup>	35,56
		Regangan	%	0,56
		Keterangan	Putus di daerah las	

Tegal, 19 Juli 2021  
 Manajer Teknis  
  
 Eko Supriyanto, ST  
 NIP. 19741231 200604 1 093

PERNYATAAN :  
 1. Hasil pengujian ini hanya berlaku untuk benda uji yang diuji  
 2. Tidak dipergunakan untuk menggaransi atau menjamin pemenuhan nilai kecuai, sedangkan untuk persetujuan tertulis dari UPTD Laboratorium Perindustrian Disperinnaker Kabupaten Tegal



Lampiran 5 Sertifikat Hasil Uji Tarik Aluminium menggunakan kecepatan 2300 rpm.



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.disperinaker.tegalkab.go.id

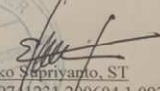
**LAPORAN UJI TARIK**

Laporan No. : 07/2021.290/UTM/101	Benda Uji : Sesuai ASTM
Pemakai Jasa : AHMAD WIJAYA	Objek uji : AS ALUMINIUM 2300 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.	101.1	Diameter	mm	12,37
		Kuat Tarik	N/mm <sup>2</sup>	94,39
		Kuat Luluh	N/mm <sup>2</sup>	89,97
		Regangan	%	3,84
		Keterangan		Putus di daerah las
2.	101.2	Diameter	mm	12,89
		Kuat Tarik	N/mm <sup>2</sup>	84,77
		Kuat Luluh	N/mm <sup>2</sup>	75,19
		Regangan	%	3,16
		Keterangan		Putus di daerah las

Tegal, 19 Juli 2021  
Manajer Teknis



Eko Supriyanto, ST  
NIP. 19741231 200604 1 093



PERHATIAN :  
1. Hasil pengujian ini hanya berlaku untuk benda uji yang diuji  
2. Tidak dipergunakan untuk pengambilan laporan pengujian ini kecuali seluruhnya tanpa pengecualian tertulis dari UPTD Laboratorium Perindustrian Kabupaten Tegal



**PENGAJUAN KESEDIAAN PEMBIMBING DAN JUDUL TUGAS AKHIR**

Kami yang bertanda tangan dibawah ini :

No	NIDN/NUPN	Nama (lengkap dengan gelar)	Keterangan
1	0623127906	Nur Aidi Ariyanto, M.T	Pembimbing I
2	0621028701	M. Taufik Qurohman, M.T	Pembimbing II

Menyatakan **BERSEDIA / TIDAK BERSEDIA** membimbing Tugas Akhir mahasiswa berikut :

NAMA	: Ahmad Wijaya
NIM	: 18020043
Produk Tugas Akhir	: Mesin Las Gesek
Judul Tugas Akhir	: Pengujian Kekuatan Sambungan Pengelasan Las Gesek Aluminium

Sesuai dengan waktu yang telah disepakati, Tugas Akhir dilaksanakan mulai bulan November tahun 2020 sampai dengan pelaksanaan Sidang Tugas Akhir bulan Juli tahun 2021

Tegal, 6 September 2021

Pembimbing I

(Nur Aidi Ariyanto, M.T)  
NIDN. 0623127906

Pembimbing II

(M. Taufik Qurohman, M.Pd)  
NIDN. 0621028701




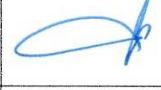


# LEMBAR PEMBIMBINGAN TUGAS AKHIR



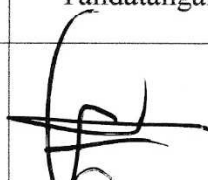
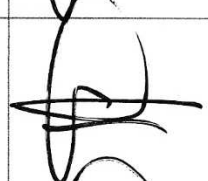


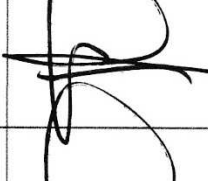


NAMA : Ahmad Wijaya  
NIM : 18020043  
Produk Tugas Akhir : Las Gesek  
Judul Tugas Akhir : Pengujian Kekuatan Sambungan Pengelasan Las Gesek Aluminium.

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

**Rekap Pembimbingan Penyusunan Laporan Tugas Akhir**

PEMBIMBING I		Nama Pembimbing	: Nur Aidi Ariyanto, M.T	
		NIDN/NUPN	: 0623127906	
No	Hari	Tanggal	Uraian	Tandatangan
1	Senin	12/6 2021	Revisi Bab I	
2	Selasa	13/6 2021	Revisi Bab II	
3	Rabu	14/6 2021	Revisi Bab III	
4	Kamis	15/6 2021	Revisi Bab IV	
5	Jumat	16/6 2021	Revisi Bab V	
6	Senin	19/6 2021	Acc	
7				
8				
9				
10				

**Rekap Pembimbingan Penyusunan Laporan Tugas Akhir**

PEMBIMBING II			Nama	: M. Taufik Qurohman, M.Pd
			NIDN/NUPN	: 0621028701
No	Hari	Tanggal	Uraian	Tandatangan
1	Senin	12/6 2021	Revisi Bab I	
2	Selasa	13/6 2021	Revisi Bab II	
3	Rabu	14/6 2021	Revisi Bab III	
4	Kamis	15/6 2021	Revisi Bab IV	
5	Jumat	16/6 2021	Revisi Bab V	
6	Senin	19/6 2021	Revisi Kesimpulan	
7	Selasa	20/6 2021	Acc	
8				
9				
10				