



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

LAPORAN TUGAS AKHIR

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

Disusun Oleh :

Nama : Anjar Wahyu Fahrizal

NIM : 18020046

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

2021

HALAMAN PENGESAHAN

LAPORAN TUGAS AKHIR

Judul : PENGUJIAN KEKUATAN SAMBUNGAN PENGELASAN
LAS GESEK PERPADUAN BAJA ST41 DAN BAJA AISI 1045
Nama : Anjar Wahyu Fahrizal
NIM : 18020046
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. Taufiq Ouhman, M. Pd
NIPY. 08.015.265

HALAMAN PENGESAHAN

LAPORAN TUGAS AKHIR

Judul : PENGUJIAN KEKUATAN SAMBUNGAN PENGELASAN
LAS GESEK PERPADUAN BAJA ST41 DAN BAJA AISI 1045
Nama : Anjar Wahyu Fahrizal
NIM : 18020046
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. Taufiq Qurrohman, M. Pd
NIPY. 08.015.265

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Anjar Wahyu ahrizal
NIM : 18020046
Judul Tugas Akhir : Pengujian Kekuatan Sambungan Pengelasan Las Gesek
Perpaduan Baja ST 41 Dan AISI 1045

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, 23 Juli 2021

Yang membuat pernyataan,



Anjar Wahyu Fahrizal
NIM. 18020046

**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 : Anjar Wahyu Fahrizal
NIM : 18020046
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 PERPADUAN BAJA ST 41 DAN AISI 1045

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



Anjar Wahyu Fahrizal
NIM. 18020046

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO

Allah tidak mebebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya. Ia mendapat pahala (dari kebajikan) yang di usahakannya dan ia mendapat siksa (dari kesejahteraan) yang dikerjakannya.. (QS. Al-Baqarah : 286)

PERSEMBAHAN

1. Kepada ibu dan ayah tercinta yang telah memotivasi dalam penyelesaian laporan Tugas Akhir
2. Kepada sahabat-sahabat saya yang telah medoakan agar dalam penyelesaian Tugas Akhir berjalan dengan lancar.
3. Kepada dosen pembimbing yang telah membimbing selama pembuatan Tugas Akhir saya.
4. Kepada teman-teman yang selalu memberikan dorongan semangat kepada saya.

ABSTRAK

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

Pengelasan gesek adalah pengelasan dengan metode tekanan dimana dua benda kerja yang akan disambung ditempatkan dalam kontak dan diatur gerakan relatif dalam tekanan, maka gesekan akan membangkitkan panas disekitar permukaan kontak, ketika sudah mencapai temperatur tempa maka diberikan tekanan gesek. Pada dasarnya pengelasan ini dipengaruhi oleh kecepatan, durasi gesekan dan tekanan aksial. Dalam penelitian ini dilakukan pengelasan gesek. Proses dilakukan dengan cara memvariasikan kecepatan putar sebesar 2.300 rpm dan 3.100 rpm dengan tekanan gesekan 100 Mpa dalam waktu 30 detik dengan menggunakan perpaduan antara Baja ST 41 dan Baja AISI 1045. Efek dari tekanan gesek, durasi gesek dan kecepatan putaran dianalisa melalui uji tarik. Sebelum speseimen di uji tarik benda yang telah di las lalu dibubut dengan standar ASTM E8. Pengujian uji tarik menggunakan mesin Shimadzu UH-1000 kN. Hasil uji tarik tertinggi sebesar 267,74 N/mm² pada putaran 2300 rpm dan 413,19 N/mm² pada putaran 3100 rpm. Sedangkan hasil uji tarik terendah sebesar 226,78 N/mm² pada putaran 2300 rpm dan 299,12 N/mm²

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

ABSTRACT

STRENGTH TESTING OF FRICTION WELDING JOINTS OF ALLOY ST 41 AND AISI 1045 STEEL

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

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

KATA PENGANTAR

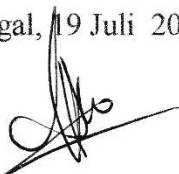
Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya kepada Penulis, sehingga penulis dapat melewati masa studi dan menyelesaikan Tugas Akhir yang merupakan tahap akhir dari proses untuk memperoleh gelar Ahli Madya Teknik Mesin di Program Studi DIII Teknik Mesin 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 Qurohman, 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, 19 Juli 2021



Anjar Wahyu Fahrizal

DAFTAR ISI

LAPORAN TUGAS AKHIR	1
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	v
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	vi
ABSTRAK	vii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR RUMUS	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
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	6
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.....	16
2.6	Pengujian Kekuatan.....	17
2.6.1	Uji Tarik	17
2.6.2	Uji Komposisi	21
2.6.3	Material Baja.....	21
2.6.4	Baja ST 41.....	22
2.6.5	Baja AISI 1045.....	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 gesek	30
3.3.2	Hasil Pengelasan	35
3.3.3	Pembuatan Spesimen Uji Tarik.....	36
3.3.4	Proses Uji Tarik	37
3.4	Metode Pengumpulan Data	38

3.5	Metode Analisis Data	38
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN	40
4.1	Karakteristik Baja ST 41 dan Baja ST AISI 1045.....	40
4.2	Hasil Uji Komposisi	40
4.3	Data Hasil Pengujian Tarik	42
BAB V	PENUTUP.....	44
5.1	Kesimpulan.....	44
5.2	Saran	44
DAFTAR PUSTAKA	46

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Daerah las (a) pengelasan fusi (b) non fusi	7
Gambar 2.2 Mesin Las Gesek	9
Gambar 2.3 Tahapan Proses Friction Welding	10
Gambar 2.4 Sistem Friction Welding dengan Cara Direct-Drive Welding	12
Gambar 2.5 Skema piston hidrolik	16
Gambar 2.6 Uji Tarik	18
Gambar 2.7 Kurva tegangan-regangan.	19
Gambar 2.8 Baja ST 41	22
Gambar 2.9 Baja AISI 1045.....	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 Grinda Potong	27
Gambar 3.6 Stop Watch	28
Gambar 3.7 Tachometer	28
Gambar 3.8 Barometer	29
Gambar 3.9 Mesin Uji Tarik	29
Gambar 3.10 Baja AISI 1045.....	30
Gambar 3.11 Baja ST 41	30
Gambar 3.12 Memotong Benda	31
Gambar 3.13 Meratakan permukaan benda	31
Gambar 3.14 memasang steker	32
Gambar 3.15 Memasang benda kerja pada kedua cekam	32
Gambar 3.16 Menghidupkan mesin	33
Gambar 3.17 menghidupkan dinamo hidrolik	33
Gambar 3.18 Memberikan Tekanan hidrolik.....	34
Gambar 3.19 Bertekanan 100 psi	34
Gambar 3.20 Proses pengelasan.....	35

Gambar 3.21 Hasil pengelasan dengan 2300 rpm.....	36
Gambar 3.22 Hasil pengelasan dengan 3100 rpm.....	36
Gambar 3.23 ukuran spesimen uji tarik menurut ASTM E8	36
Gambar 3.24 Hasil spesimen uji tarik	37
Gambar 4.1 Grafik Hasil Uji Tarik	43

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Tabel Spesifikasi mesin las gesek.....	25
Tabel 3.3 Bentuk tabel hasil uji tarik	38
Tabel 4.1 hasil uji komposisi Baja ST 41	40
Tabel 4.2 hasil komposisi Baja AISI 1045	41
Tabel 4.3 Hasil uji tarik dengan 2300 rpm.....	42
Tabel 4.4 hasil uji tarik dengan 3100 rpm.....	42

DAFTAR RUMUS

Rumus 2.1 Tekanan I	17
Rumus 2.2 Tekanan II.....	17
Rumus 2.3 Tegangan.....	19
Rumus 2.4 Regangan I.....	20
Rumus 2.5 Regangan II.....	20
Rumus 2.6 Penampang I	20
Rumus 2.7 Penampang II.....	20

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Sertifikat Hasil Uji Komposisi Baja AISI 1045	47
Lampiran 2. Sertifikat Hasil Uji Komposisi Baja ST 41	48
Lampiran 3. Sertifikat Hasil Uji Tarik Baja ST 41 dan Baja AISI 1045	49

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 dan perpanjangan spesimen dalam bentuk grafik. Dalam pengujian tarik akan didapatkan nilai tarik pembebanan yang diberikan pada spesimen melalui penerapan gaya-gaya aksial ada ujung-ujung spesimen yang disebut dengan tegangan tarik. Nilai tegangan tarik diketahui dengan persamaan nilai gaya (N) dibagi dengan luas penampang spesimen (mm^2). Maka dari hasil tersebut akan didapatkan nilai tegangan tarik spesimen. Uji tarik juga mengalami penambahan panjang akibat tarikan pada ujung-ujung spesimen yang diuji yang disebut regangan. Nilai regangan dapat diketahui dari panjang spesimen setelah pengujian (mm) dikurangi panjang sebelum pengujian (mm). lalu dibagi panjang spesimen sebelum pengujian (mm). kemudian mencari presentase regangan yang terjadi dengan dikali seratus persen (100%). Maka didapatkan presentase regangan yang terjadi akibat pengujian tarik pada spesimen. Selain itu pengujian tarik juga didapatkan ketahanan deformasi elastis untuk mengukur kekakuan spesimen. Nilai kekakuan spesimen disebut *modulus of elastisitas*, yang dapat dihitung dengan cara membagi nilai tegangan (Kg/mm^2) dengan nilai regangan (%). Maka akan didapatkan nilai *modulus of elastisitas* spesimen (Putra, 2019).

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 “Pengujian Kekuatan Sambungan Pengelasan Las Gesek Perpaduan Baja ST 41 dan AISI 1045”.

1.2 Rumusan Masalah

Dari latar belakang diatas dapat dirumuskan yang di bahas dalam laporan ini yaitu bagaimana kekuatan sambungan pengelasan las gesek Perpaduan Baja ST 41 dan AISI 1045?

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 41 dan AISI 1045.
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 adalah Baja ST 41 dan AISI 1045 yang banyak dipasaran berdiameter 19 mm.
7. Uji komposisi untuk mengetahui kandungan baja yang akan di gunakan.

1.4 Tujuan

1. Untuk mengetahui kekuatan sambungan pengelasan las gesek perpaduan Baja ST 41 dan AISI 1045.

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 41 dan AISI 1045.
3. Dapat mengetahui kekuatan, keuletan, elastisitas, kekakuan dan ketangguhan pada hasil pengelasan las gesek Perpaduan Baja ST 41 dan AISI 1045.

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

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Pengertian Pengelasan

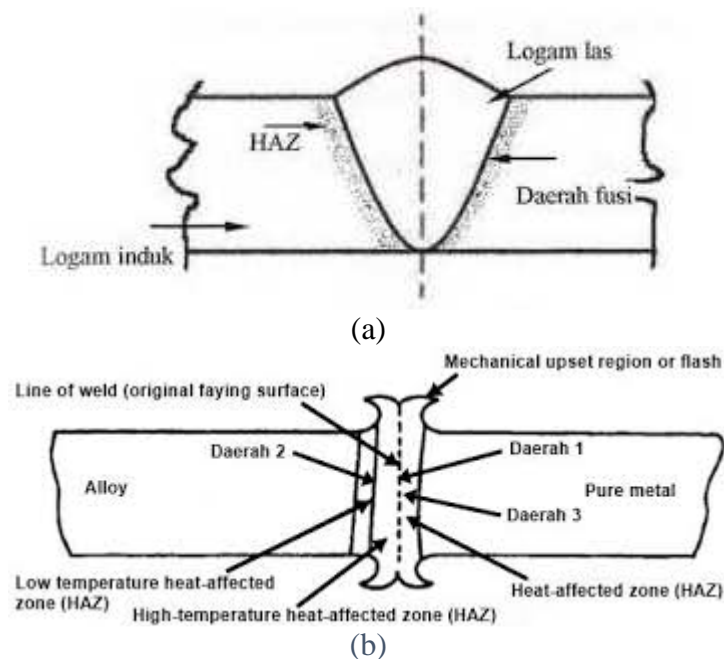
Menurut (Harsono,1991) Pengelasan adalah ikatan metalurgi pada sambungan logam paduan yang dilakukan dalam keadaan lumer atau cair.

Pengelasan adalah proses penyambungan logam atau non logam yang dilakukan dengan memanaskan material yang akan akan disambung hingga temperatur las yang dilakukan dengan cara menggunakan tekanan (*pressure*), dan tanpa menggunakan logam pengisi (Society, 1989).

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.(Satyadianto,2015)

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*).

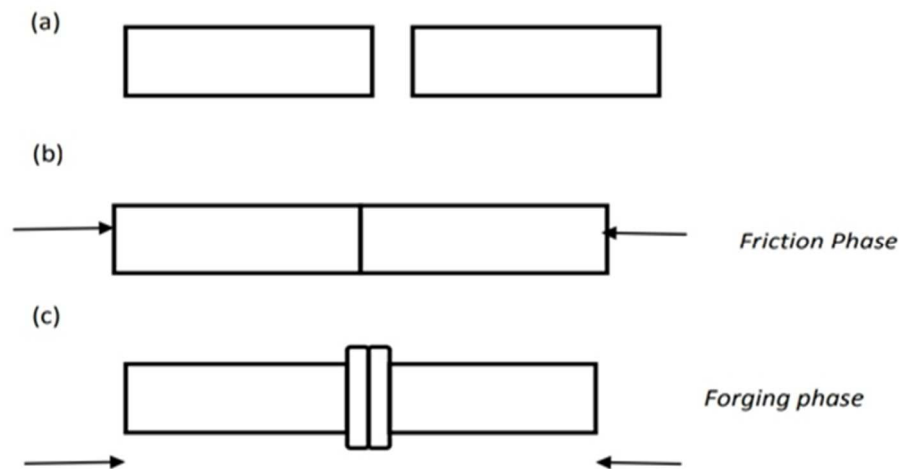
Dalam mekanisme tempa terjadi perbaikan kualitas butiran, porositas menurun dan homogenitas komposisi pada benda kerja, dan semakin tinggi nilai tempa maka perpindahan porositas akan lebih cepat dan menyebabkan kualitas butiran semakin baik. Pada daerah tempa terjadi proses *difusi integrannular* dimana 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. (Satyadianto, 2015)

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 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.

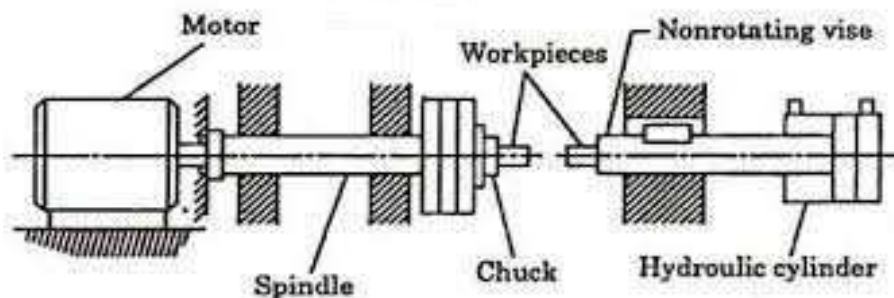
Kemudahan material untuk disambung menggunakan *friction welding* berkaitan dengan kecocokan pada sifat *interface*-nya. Jika kedua sifat material yang akan disambung cocok, panas akan didistribusikan secara seragam pada kedua bagian yang akan disambung. Karakteristik deformasi yang identik akan mempermudah 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. (Kalpakjian, 1995)

2.4 Teknik Pengelasan

Ada 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. (ASM Handbook Vol12, 1996).

2.4.1 Direct-Drive Welding



Gambar 2.4 Sistem *Friction Welding* dengan Cara *Direct-Drive Welding* (ASM Handbook, 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. 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. (ASM Handbook, 1996)

2.5 Faktor Yang Mempengaruhi Las Gesek

2.5.1 Kecepatan Putaran

Kecepatan rotasi dan tekanan aksial 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

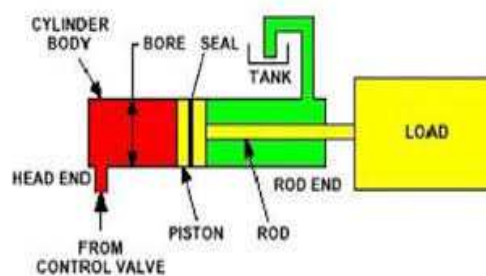
Pengaruh Durasi Gesekan terhadap distribusi temperature saat proses gesekan berlangsung sampai mencapai temperature tempa, sehingga pada permukaan logam dasar terbentuk permukaan tempa. Untuk durasi gesekan yang semakin lama daerah permukaan tempa yang terbentuk akan semakin besar, karena panas gesekan 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 hidrolik yang digunakan dapat menghasilkan tekanan gesek dan tekanan tempa dapat dijelaskan sebagai berikut :

Gaya aksial yang bekerja :



Gambar 2.5 Skema piston hidrolik (Satyadianto, 2015).

$$F = P \cdot A \dots\dots\dots(2.1)$$

(Rumus 1. Tekanan I)

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 :

$$P = F \cdot A \dots\dots\dots(2.2)$$

(Rumus 2. Tekanan II)

Keterangan :

P : Tekanan Benda Kerja (N/m)

F : Gaya Aksial (N)

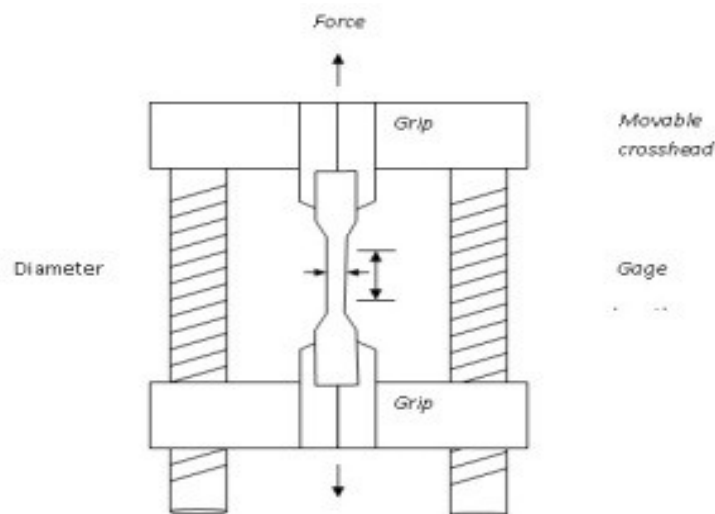
A' : Luas Permukaan Benda Kerja (m)

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

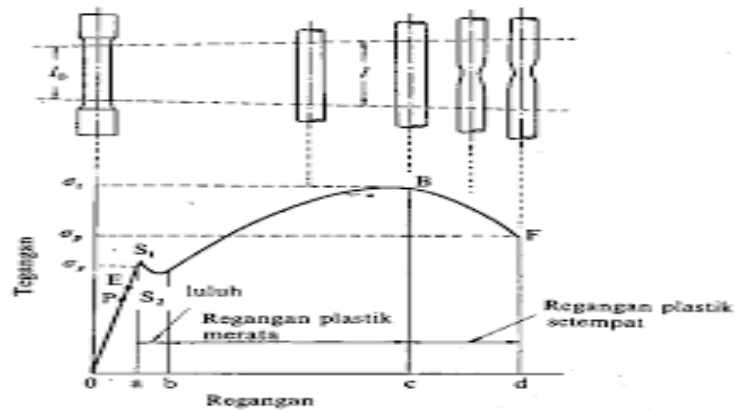
dimaksudkan untuk mengetahui berapa nilai kekuatannya dan dimanakah letak putusnya suatu sambungan las. Pembebanan tarik adalah pembebanan yang diberikan pada benda dengan memberikan gaya tarik berlawanan arah pada salah satu ujung benda.



Gambar 2.6 Uji Tarik
(Wiryosumarto, 2008)

Penarikan gaya terhadap beban akan mengakibatkan terjadinya perubahan bentuk (deformasi) bahan tersebut. Proses terjadinya deformasi pada bahan uji adalah proses pergeseran butiran kristal logam yang mengakibatkan melemahnya gaya elektromagnetik setiap atom logam hingga terlepas ikatan tersebut oleh penarikan gaya maksimum.

Pada pengujian tarik beban diberikan secara kontinu dan pelan-pelan bertambah besar, bersamaan dengan itu dilakukan pengamatan mengenai perpanjangan yang dialami benda uji dan dihasilkan kurva tegangan regangan (Wiryosumarto, 2000).



Gambar 2.7 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.

$$\sigma_u = \frac{F_u}{A_0} \dots \dots \dots (2.3)$$

(Rumus 3. Tegangan)

Keterangan :

σ_u = Tegangan nominal (kg/mm²)

F_u = Beban maksimal (kg)

A_0 = 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.

$$\epsilon = \frac{\Delta L}{L_0} \times 100\% \dots \dots \dots (2.4)$$

(Rumus 4. Regangan I)

$$\varepsilon = \frac{L-L_0}{L_0} \times 100\% \dots\dots\dots(2.5)$$

(Rumus 5. Regangan II)

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:

$$q = \frac{\Delta A}{A_0} \times 100\% \dots\dots\dots(2.6)$$

(Rumus 6. Penampang I)

$$q = \frac{A_0-A}{A_0} \times 100\% \dots\dots\dots(2.7)$$

(Rumus 7. Penampang II)

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. Bahan merupakan baja karbon rendah mendekati sedang dengan unsur perbaikan tahan korosi. (Djoko Suprijanto, 2013).

2.6.3 Material Baja

Menurut (Furqon,2016) Dalam pengaplikasiannya baja karbon sering digunakan sebagai bahan baku untuk pembuatan alat-alat perkakas, komponen mesin, struktur bangunan, dan lain sebagainya, baja karbon dapat diklasifikasikan berdasarkan jumlah persentase komposisi kimia karbon dalam baja yakni sebagai berikut :

1. Baja Karbon Rendah (*Low Carbon Steel*)
2. Baja Karbon Sedang (*Medium Carbon Steel*)
3. Baja Karbon Tinggi (*High Carbon Steel*)

2.6.4 Baja ST 41

Baja ST 41 adalah salah satu dari baja karbon rendah. Bahan ini termasuk dalam golongan baja karbon rendah karena dalam komposisinya mengandung karbon sebesar 0,08%-0,20%. Baja karbon rendah sering digunakan dalam komponen mesin-mesin industri seperti gear, rantai, skrup dan poros. Selain itu juga baja ST 41 juga digunakan sebagai handle rem sepeda motor, bodi mobil, pipa saluran, konstruksi jembatan, rivet. Baja ST 41 juga merupakan baja struktur sifat-sifat yang dimiliki oleh baja ST 41 mempunyai kekuatan yang cukup tinggi, mempunyai nilai kekerasan yang cukup, stabilitas dimensi yang baik.



Gambar 2.8 Baja ST 41
(Dokumentasi 2021)

2.6.5 Baja AISI 1045

Baja AISI 1045 adalah baja karbon yang mempunyai kandungan karbon sekitar 0,43 - 0,50 dan termasuk golongan baja karbon menengah [Glyn.et.al, 2001]. Baja spesifikasi ini banyak digunakan sebagai komponen automotif misalnya untuk komponen roda gigi pada kendaraan bermotor. Baja AISI 1045 disebut

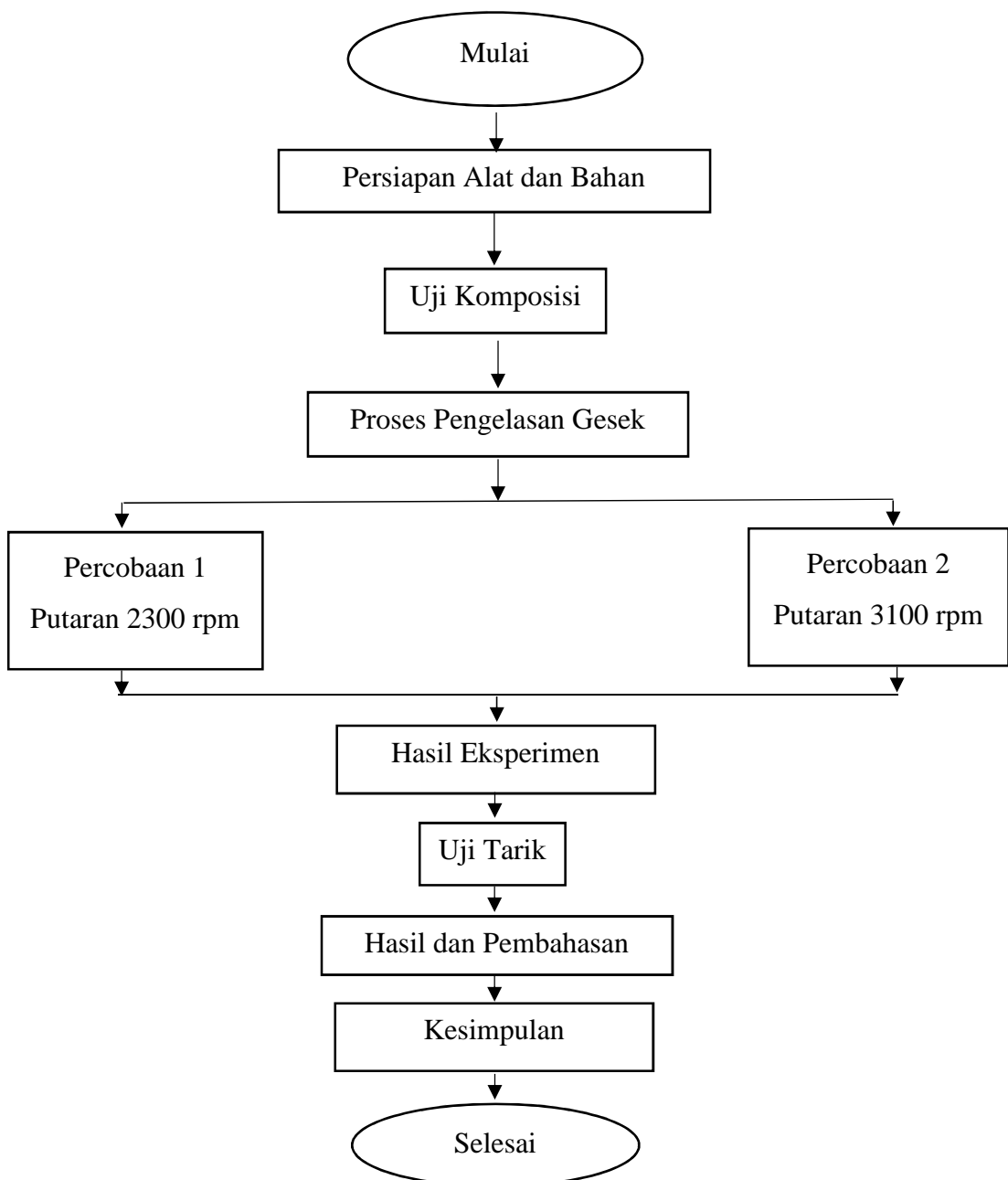
sebagai baja karbon karena sesuai dengan pengkodean internasional, yaitu seri 10xx berdasarkan nomenklatur yang dikeluarkan oleh AISI dan SAE (*Society of Automotive Engineers*). Pada angka 10 pertama merupakan kode yang menunjukkan plain carbon kemudian kode xxx setelah angka 10 menunjukkan komposisi karbon. Jadi baja AISI 1045 berarti baja karbon atau plain carbon steel yang mempunyai komposisi karbon sebesar 0,45%. Baja spesifikasi ini banyak digunakan sebagai komponen roda gigi, poros dan bantalan. Pada aplikasinya ini baja tersebut harus mempunyai ketahanan aus yang baik karena sesuai dengan fungsinya harus mampu menahan keausan akibat bergesekan dengan rantai. Ketahanan aus didefinisikan sebagai ketahanan terhadap abrasi atau ketahanan terhadap pengurangan dimensi akibat suatu gesekan. Pada umumnya ketahanan aus berbanding lurus dengan kekerasan.(Avner, 1974)



Gambar 2.9 Baja AISI 1045
(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
(Dokumentasi 2021)

Tabel 3.1 Tabel Spesifikasi mesin las gesek

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 Grinda Potong

5. Stopwatch

Berfungsi untuk mengatur waktu pada saat proses pengelasan dimulai.



Gambar 3.6 *Stop Watch*

6. Tachometer

Berfungsi untuk mengukur kecepatan putaran rotasi poros penggerak.



Gambar 3.7 *Tachometer*

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 AISI 1045



Gambar 3.10 Baja AISI 1045
(Dokumentasi 2021)

2. Baja ST 41



Gambar 3.11 Baja ST 41
(Dokumentasi 2021)

3.3 Proses Pengujian

3.3.1 Proses pengelasan gesek

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

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



Gambar 3.12 Memotong Benda
(Dokumentasi 2021)

2. Meratakan permukaan yang akan disambung dengan mesin bubut.



Gambar 3.13 Meratakan permukaan benda
(Dokumentasi 2021)

3. Kemudian pasang steker ke stopkontak



Gambar 3.14 memasang steker
(Dokumentasi 2021)

4. Memasang benda kerja pada kedua cekam.



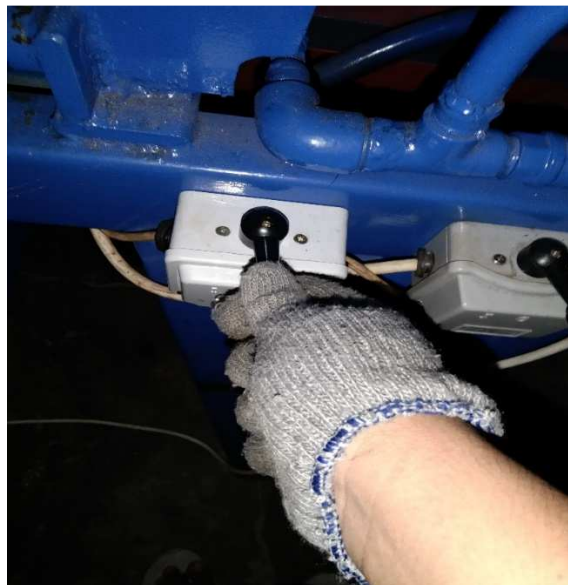
Gambar 3.15 Memasang benda kerja pada kedua cekam
(Dokumentasi 2021)

5. Menghidupkan mesin sehingga benda kerja berputar dan salah satunya menahan.



Gambar 3.16 Menghidupkan mesin
(Dokumentasi 2021)

6. Menyalakan saklar dynamo hidrolik



Gambar 3.17 menghidupkan dinamo hidrolik
(Dokumentasi 2021)

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



Gambar 3.18 Memberikan Tekanan hidrolik (Dokumentasi 2021)

8. Sampai bertekanan 100 psi pada barometer



Gambar 3.19 Bertekanan 100 psi (Dokumentasi 2021)

9. Proses pengelasan saat bertekanan 100 psi



Gambar 3.20 Proses pengelasan
(Dokumentasi 2021)

10. Pada saat waktu selesai beri tekanan lanjut bersamaan mematikan saklas dynamo mesin.
11. Melepas benda yang disambung dari kedua cekam

3.3.2 Hasil Pengelasan

Setelah melakukan pengelasan selesai dengan variasi rpm dan melakukan percobaan tiga kali maka menghasilkan sambungan las.



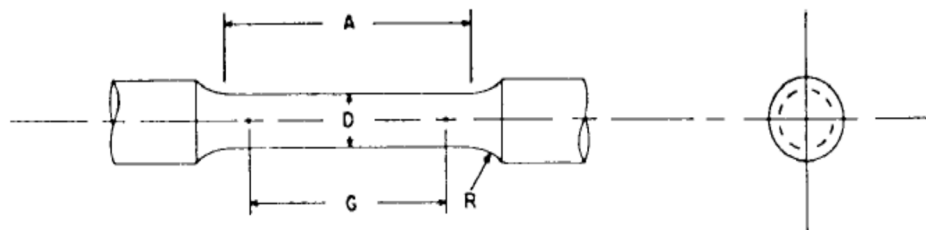
Gambar 3.21 Hasil pengelasan dengan 2300 rpm
(Dokumentasi 2021)



Gambar 3.22 Hasil pengelasan dengan 3100 rpm
(Dokumentasi 2021)

3.3.3 Pembuatan Spesimen Uji Tarik

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



Gambar 3.23 ukuran spesimen uji tarik menurut ASTM E8

adapaun spesifikasi ukuran uji tarik menurut ASTM E8 sebagai berikut $A = 75 \text{ mm}$ $D = 12.50 \text{ mm}$ $G = 62,5 \text{ mm}$ $R = 10 \text{ mm}$



Gambar 3.24 Hasil spesimen uji tarik
(Dokumentasi 2021)

3.3.4 Proses Uji 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.
3. Penarikan dimulai dari beban nol dengan penambahan beban perlahan-lahan dan merata sehingga tidak terjadi beban kejutan.

4. Selama penarikan berlangsung, berarti terjadi perpanjangan dan pengecilan spesimen hingga putus.

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.

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.

Tabel 3.2 Bentuk tabel hasil uji tarik

Parameter Uji	Satuan	Hasil Uji 1	Hasil uji 2	Hasil uji 3	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 dianalisa untuk menentukan variasi kecepatan putaran yang paling baik terhadap mesin las gesek dari hasil pengelasannya. Pada pengujian pertama menggunakan Rpm 2300 tiga kali pengujian yang bertekanan 100 Psi. Pada pengujian kedua menggunakan kecepatan Rpm 3100 tiga kali percobaan yang bertekanan 100 psi juga, dengan durasi waktu

30 detik. Disetiap perbedaan kecepatan mengambil data masing-masing agar mudah melihat hasil Analisa.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Karakteristik Baja ST 41 dan Baja ST AISI 1045

Baja AISI 1045 termasuk dalam kategori baja karbon menengah yang mengandung kadar karbon 0,655 %. Baja ini memiliki kekuatan Tarik 730,62 N/mm². sedangkan Baja ST 41 termasuk baja karbon keras yang mengandung kadar karbon 0,096 % , dengan kekuatan Tarik 392,26 N/mm².

4.2 Hasil Uji Komposisi

Dari proses uji komposisi masing – masing bahan mengandung kandungan yang berbeda dengan hasil sebagai berikut :

Tabel 4.1 hasil uji komposisi Baja ST 41

Unsur	Kandungan Unsur (%)	STD
Fe	Balance	Balance
C	0,096	-
Si	0,102	-
Mn	0,839	-
P	0,107	-
S	-	-
Cr	0,010	-
Ni	0,28	-
Mo	0,010	-
Cu	0,017	-
Al	0,0064	-
V	0,010	-

W	0,100	-
Co	0,0050	-
Nb	0,0050	-
Ti	0,0030	-
Mg	0,0055	-

Tabel 4.2 hasil komposisi Baja AISI 1045

Unsur	Kandungan Unsur (%)	STD
Fe	Balance	Balance
C	0,655	-
Si	1,599	-
Mn	0,721	-
P	0,100	-
S	-	-
Cr	0,348	-
Ni	0,038	-
Mo	0,010	-
Cu	0,121	-
Al	0,010	-
V	0,010	-
W	0,100	-
Co	0,0050	-
Nb	0,0050	-
Ti	0,0031	-
Mg	0,0060	-

4.3 Data 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.

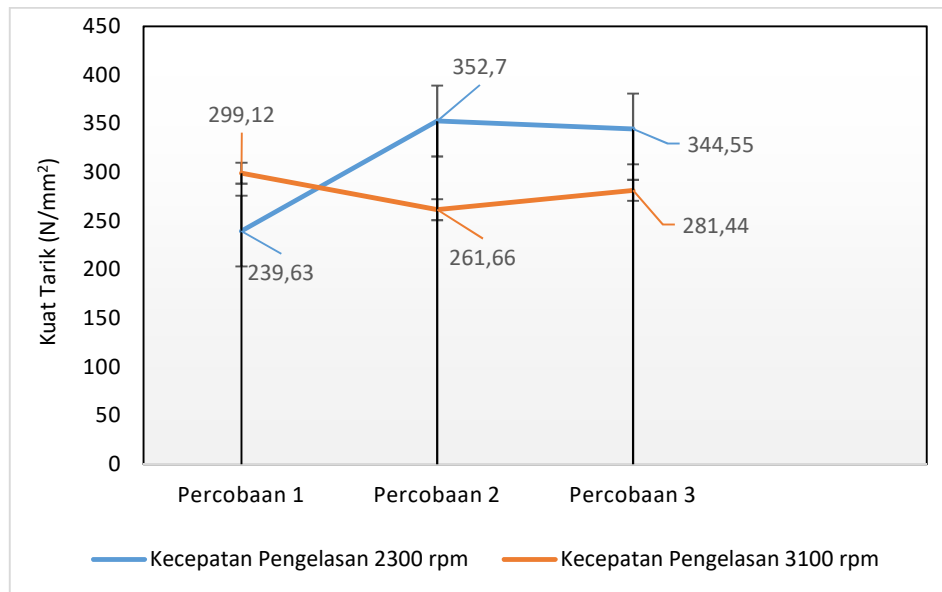
Hasil pengujian kuat Tarik pada spesimen hasil pengelasan las gesek didapatkan pengujian tarik seperti pada tabel berikut :

Tabel 4.3 Hasil uji tarik dengan 2300 rpm

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

Tabel 4.4 hasil uji tarik dengan 3100 rpm

Parameter Uji	Satuan	Hasil Uji 1	Hasil uji 2	Hasil uji 3	Rata - rata
Diameter	mm	12,44	12,22	12,51	12,39
Kuat Tarik	N/mm ²	299,12	261,66	281,44	280,74
Kuat Luluh	N/mm ²	206,25	211,56	219,92	212,57
Regangan	%	0,74	1,0	2,5	1,41
Keterangan	-	Patah di daerah las	Patah di daerah las	Patah di daerah las	Patah 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-2 dengan hasil kuat tarik 352,70 N/mm². Berarti di 3 percobaan pada putaran 2300 rpm mempunyai nilai rata – ratanya 312,29 N/mm². Dan pada putaran 3100 rpm dari 3 percobaan yang menghasilkan kekuatan tarik paling tinggi pada percobaan ke-1 dengan hasil kuat tarik 299,12 N/mm² yang mempunyai nilai rata – ratanya 280,74 N/mm².

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

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

5.2 Saran

Dari hasil Analisa hasil pengelasan gesek ada beberapa saran yang dapat diberikan untuk penelitian selanjutnya antara lain :

1. Sebelum melakukan pennyambungan/pengelasan pastikan permukaan yang akan di sambung diratakan terlebih dahulu agar semetri dan pengelasan menghasilkan yang bagus.
2. Pastikan bahwa benda yang akan di sambung sudah simetri agar pengelasan lebih cepat.

3. Pada saat memberikan tekanan pastikan jangan sampai berlebihan agar mesin tidak berhenti.
4. Pada system hidrolik sebaiknya di beri chek valve agar pada saat pengereman penahan tidak kembali/mundur secara perlahan.

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. Y. (2011). Makalah Tahapan Pengujian Tarik Bahan. *Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.*
- Arsyad, Z. I. (2019). PENGARUH VARIASI RAPAT ARUS DAN ELEKTRODA DARI PENGELASAN SMAW PADA MATERIAL ASTM A213 TERHADAP STRUKTUR MIKRO DAN DISTRIBUSI KEKERASAN HASIL PENGELASAN. *FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS PASUNDAN BANDUNG.*
- Avner, H. S. (1974). Introduction to physical Metallurgy 2nd edition,. *New Yourk; McGraw Hill Internasional Editions.*
- Firmansyah, D. R. (2019). ANALISIS PENGARUH VARIASI KECEPATAN ALIRAN GAS PELINDUNG HASIL PENGELASAN GMAW TERHADAP KEKUATAN MEKANIK DAN STRUKTUR MIKRO ALUMUNIUM SERI 5083. *Surabaya : Departemen Teknik Kelautan Fakultas Teknologi Kelautan Institut Teknologi Sepuluh Nopember.*
- Gusti Rusydi Furqon S, M. F. (2016). ANALISA UJI KEKERASAN PADA POROS BAJA ST 60 DENGAN MEDIA PENDINGIN YANG BERBEDA. *Banjarmasin : Fakultas Teknik, Universitas Islam Kalimantan Muhammad Arsyad Al Banjari.*
- Handbook, A. (1996). Welding and Brazing. *Vol.12.*
- HARSONO. ((1991)). Teknik Pengelasan Logam Pradiya. *Pradiya Paramita, JAKARTA.*
- 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 Komposisi Baja AISI 1045

ANALISA KOMPOSISI KIMIA
CHEMICAL COMPOSITION

Nomor : 060/LAB/PL/VI/2021
Tanggal : 28 Juni 2021

Pemakai : Anjar Wahyu Fahrizal
Customer

Bahan : Sample Rod
Material

Mesin : ARL Optic Emission Spectrometer
Machine

Obyek : AISI 1045
Object

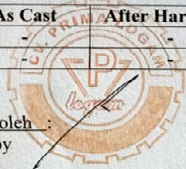
I. Chemical Composition

Unsur	Kandungan Unsur (%)	STD
Fe	Balance	Balance
C	0,655	-
Si	1,599	-
Mn	0,721	-
P	0,100	-
S	-	-
Cr	0,348	-
Ni	0,038	-
Mo	0,010	-
Cu	0,121	-
Al	0,010	-
V	0,010	-
W	0,100	-
Co	0,0050	-
Nb	0,0050	-
Ti	0,0031	-
Mg	0,0060	-

II. Mecanical Properties

	As Cast	After Hardened
1. Hardness Value Average	-	-
2. Tensile Strenght	-	-

Diperiksa/ Disetujui oleh :
Checked/Approved by



Lampiran 2. Sertifikat Hasil Uji Komposisi Baja ST 41

<u>Mesin</u>	: ARL Optic Emission Spectrometer	<u>Obyek</u>	: ST 41
<u>Machine</u>	: Switzerland QTD - 127	<u>Object</u>	


I. Chemical Composition

Unsur	Kandungan Unsur (%)	STD
Fe	Balance	Balance
C	0,096	-
Si	0,102	-
Mn	0,389	-
P	0,107	-
S	-	-
Cr	0,010	-
Ni	0,028	-
Mo	0,010	-
Cu	0,017	-
Al	0,0064	-
V	0,010	-
W	0,100	-
Co	0,0050	-
Nb	0,0050	-
Ti	0,0030	-
Mg	0,0055	-


II. Mecanical Properties

	As Cast	After Hardened
1. Hardness Value Average	-	-
2. Tensile Strenght	-	-

Diperiksa/ Disetujui oleh :
 Checked/Approved by



Lampiran 3. Sertifikat Hasil Uji Tarik Baja ST 41 dan Baja AISI 1045




DINAS PERINDUSTRIAN DAN TENAGA KERJA
KABUPATEN TEGAL
UPTD LABORATORIUM PERINDUSTRIAN
Komplek L.I.K. Takuru 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. : 07/2021.265/UTM/85 Pemakai Jasa : ANJAR WAHYU F Alamat : Politeknik Harapan Bersama Suhu : 23 °C Tgl. Terima : 8 Juli 2021 Tgl. Pengujian : 8 Juli 2021	Benda Uji : Sesuai ASTM Objek uji : BAJA AS ST 41 + BAJA AISI Metode Uji : JIS Z 2241: 2011 Mesin Uji : Shimadzu UH 1000 KNI Jml. Specimen : 2 Pc Halaman : 1 dari 3
--	---


HASIL UJI :

No.	Kode Sampel	Parameter Uji	Satuan	Hasil Uji
1.	85.1	Diameter	mm	12,76
		Kuat Tarik	N/mm ²	299,12
		Kuat Luluh	N/mm ²	206,25
		Regangan	%	0,74
		Keterangan	-	Putus di daerah las
2.	85.2	Diameter	mm	12,44
		Kuat Tarik	N/mm ²	239,63
		Kuat Luluh	N/mm ²	164,81
		Regangan	%	1,98
		Keterangan	-	Putus di daerah las

Tegal, 8 Juli 2021

 Manajer Teknis
 Eko Subriyanto, ST
 NIP. 19712312006041093

PERIHALIAN :
 1. Hasil pengujian ini hanya berlaku untuk benda uji yang diuji
 2. Tidak dapat digunakan mengesampingkan laporan pengujian ini kecuali sebelumnya maupun pengujian tertulis dari UPTD Laboratorium Perindustrian Kabupaten Tegal

Sertifikat hasil uji tarik 3100 rpm



DINAS PERINDUSTRIAN DAN TENAGA KERJA
KABUPATEN TEGAL
UPTD LABORATORIUM PERINDUSTRIAN
Komplek L.I.K. 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. : 07/2021.292/UTM/103	Benda Uji : Sesuai ASTM
Pemakai Jasa : ANJAR WAHYU FAHRIZAL	Objek uji : BAJA ST 41 + BAJA AISI 1045
	3100 Rpm
Alamat : Politeknik Harapan Bersama	Metode Uji : JIS Z 2241:2011
Suhu : 23 °C	Mesin Uji : Shimadzu UH 1000 kNI
Tgl. Terima : 21 Juli 2021	Jml. Specimen : 2 Pc
Tgl. Pengujian : 21 Juli 2021	Halaman : 1 dari 3

HASIL UJI :

No.	Kode Sampel	Parameter Uji	Satuan	Hasil Uji
1.	103.3	Diameter	mm	12,22
		Kuat Tarik	N/mm ²	261,66
		Kuat Luluh	N/mm ²	211,56
		Regangan	%	1,0
		Keterangan		Putus di daerah las
2.	103.4	Diameter	mm	12,51
		Kuat Tarik	N/mm ²	281,44
		Kuat Luluh	N/mm ²	219,92
		Regangan	%	2,5
		Keterangan		Putus di daerah las


Tegal, 21 Juli 2021
Manajer Teknis



Eko Supriyanto, ST
NIP. 197412312006041093

PENGALAMAN :
1. Tidak dilaksanakan menggunakan laporan pengujian ini kecuali ada hal yang perlu ditanyakan kepada pihak yang diteliti.
2. Tidak dilaksanakan menggunakan laporan pengujian ini kecuali ada hal yang perlu ditanyakan kepada pihak yang diteliti.

Sertifikat hasil uji tarik 2300 rpm



DINAS PERINDUSTRIAN DAN TENAGA KERJA
KABUPATEN TEGAL

UPTD LABORATORIUM PERINDUSTRIAN
Komplek LJK Takari Jl. Raya Dampyak KM 4 Tegal Telp/Fax : (0283) 357437
Email : labperintg@gmail.com website : lab.disperinaker.tegalkab.go.id

LAPORAN UJI TARIK


Laporan No. : 07/2021.292/UTM/103	Benda Uji : Sesuai ASTM	Pemakai Jasa : ANJAR WAHYU FAHRIZAL	Objek uji : BAJA ST 41 + BAJA AISI 1045
Alamat : Politeknik Harapan Bersama	Metode Uji : JIS Z 2241:2011	Suhu : 23 °C	Mesin Uji : Shimadzu UH 1000 kNI
Tgl. Terima : 21 Juli 2021	Jml. Specimen : 2 Pc	Tgl. Pengujian : 21 Juli 2021	Halaman : 1 dari 3

HASIL UJI :

No.	Kode Sampel	Parameter Uji	Satuan	Hasil Uji
1.	103.1	Diameter	mm	12,45
		Kuat Tarik	N/mm ²	352,70
		Kuat Luluh	N/mm ²	292,64
		Regangan	%	3,84
		Keterangan	Putus di daerah las	
2.	103.2	Diameter	mm	12,21
		Kuat Tarik	N/mm ²	344,55
		Kuat Luluh	N/mm ²	274,90
		Regangan	%	3,62
		Keterangan	Putus di daerah las	

Tegal, 21 Juli 2021

Manajer Teknis



Eko Supriyanto, ST
NIP. 19741231-200604 1 093

PERISTILAHAN

1. Hasil pengujian ini hanya berlaku untuk benda uji yang diuji

2. Tidak dipertanggungjawabkan mengenai pengujian ini kecuali sebelumnya telah dipersiapkan seluruhnya sesuai prosedur mutu dari UPTD Laboratorium Perindustrian, Diperintahkan Kabupaten Tegal







LEMBAR PEMBIMBINGAN TUGAS AKHIR

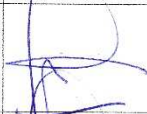





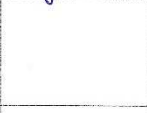


NAMA	: Anjar Wahyu Fahrizal
NIM	: 18020046
Produk Tugas Akhir	: Mesin Las Gesek
Judul Tugas Akhir	: Pengujian Kekuatan Sambungan Pengelasan Las Gesek Bahan Perpaduan Baja ST 41 Dan AISI 1045

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

2021

Rekap Pembimbingan Penyusunan Proposal Tugas Akhir				
PEMBIMBING I			Nama Pembimbing	: Nur Aidi Ariyanto, M.T
			NIDN/NUPN	: 0623127906
No	Hari	Tanggal	Uraian	Tanda tangan
1			- Judul - Latar belakang	
2			- Rumusan masalah - Batasan masalah - Tujuan dan manfaat.	
3			- Landasan Teori - Peminjaman pustaka.	
4			- Penulisan huruf sesuai dengan S.P:O-k	
5			- Sumber referensi huruf ada - Alur penelitian	
6			- Sumber metode penelitian - metode pengumpulan data - jenis dan analisis data	
7				
8				
9				
10				

Rekap Pembimbingan Penyusunan Proposal Tugas Akhir				
PEMBIMBING II			Nama	: M. Taufik Qurohman, M.Pd
			NIDN/NUPN	: 0621028701
No	Hari	Tanggal	Uraian	Tanda tangan
1			- cek Bab I - cek Bab II - cek Bab III	
2			- cek Bab IV dan sistematisasi penulisan laporan TA.	
3			- cek Bab V	
4			- lengkapi dokumen fase	
5			- cek Bab VI - kesimpulan	
6			- Bab VI op - saran	
7			- ace laporan TA	
8				
9				
10				