

FENOMENA LAS GESER (~~MEMERUHI~~)  
DENGAN VARIASI WAKTU GABEK  
PADA MATERIAL 4321 1040  
DENGAN KIBINGAN  
PROJEK AKHIR

Laporan akhir ini dibuat dan diajukan untuk memenuhi salah satu syarat kelulusan  
Sarjana Teknik Manufaktur di Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung



Dibuat oleh :

Kris Sofwan NIM 1041915

POLITEKNIK MANUFAKTUR NEGERI

BANGKA BELITUNG

JANUARI 2023

**FENOMENA LAS GESEK (*FRICTION WELDING*)**

**DENGAN VARIASI WAKTU GESEK**

**PADA MATERIAL AISI 1040**

**DENGAN KUNINGAN**

**PROYEK AKHIR**

Laporan akhir ini dibuat dan diajukan untuk memenuhi salah satu syarat kelulusan Sarjana Terapan/Diploma VI Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung



Disusun oleh :

Ibnu Sofwan NIM 1041915

**POLITEKNIK MANUFAKTUR NEGERI**

**BANGKA BELITUNG**

**TAHUN 2023**

**LEMBAR PENGESAHAN**

**FENOMENA LAS GESEK (*FRICTION WELDING*)**

**DENGAN VARIASI WAKTU GESEK**

**PADA MATERIAL AISI 1040**

**DENGAN KUNINGAN**

Oleh :

Ibnu Sofwan/NIM : 1041915

Laporan akhir ini telah disetujui dan disahkan sebagai salah satu syarat kelulusan  
Program Sarjana Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung

Menyetujui,

Pembimbing 1



(Sugiarto, S. S. T., M. T.)

Pembimbing 2



(Erwanto, S. S. T., M. T.)

Penguji 1



(Yuliyanto, S. S. T., M. T.)

Penguji 2



(Yuli Dharta, S. S. T., M. T.)

## PERNYATAAN BUKAN PLAGIAT

Yang bertanda tangan disini :

Nama : Ibnu Sofwan /NIM : 1041915

Dengan Judul : Fenomena Las Gesek (*Friction Welding*) Dengan Variasi Waktu Gesek Pada Material *AISI 1040* Dengan Kuningan

Menyatakan bahwa laporan akhir ini adalah hasil kerja kami sendiri dan bukan merupakan plagiat. Pernyataan ini kami buat dengan sebenarnya, dan bila ternyata dikemudian hari ternyata melanggar pernyataan ini, kami bersedia menerima sanksi yang berlaku.

Sungailiat, 17 Januari 2023



Ibnu Sofwan

## ABSTRAK

*Las gesek merupakan salah satu metode penyambungan logam, dengan memanfaatkan panas yang dihasilkan dari kontak fisik dua buah logam berupa gesekan yang terjadi terus-menerus pada kedua logam tersebut hingga menghasilkan sambungan las. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui fenomena apa saja yang terjadi pada penyambungan antara AISI 1040 dengan Kuningan. Material yang digunakan adalah AISI 1040 silinder pejal dengan diameter 16 mm dan kuningan silinder pejal diameter 16 mm. Penelitian ini menggunakan metode eksperimental. Waktu gesek yang digunakan adalah 6 menit, 7 menit, dan 8 menit dengan variasi jarak penekanan 3 mm, 4 mm, 5 mm dengan kecepatan putar 1000 rpm. Proses free heat sebesar 200°C dilakukan pada AISI 1040 sebelum proses pengelasan. Dari variasi waktu dan variasi jarak penekanan yang telah dilakukan pada penelitian ini, diperoleh hasil kedua material tersebut tidak terjadi penyambungan. Terjadi beberapa fenomena yang terlihat setelah proses pengelasan seperti terjadinya deformasi plastis pada kuningan dan terbentuknya lapisan termoplastik kuningan yang menempel pada permukaan AISI 1040, pada variasi waktu 6 menit dan 7 menit termoplastik kuningan yang menempel pada AISI 1040 sedikit dan tipis, sedangkan pada variasi waktu 8 menit lapisan termoplastik kuningan yang menempel pada AISI cukup banyak dan tebal namun belum terjadi penyambungan. Metode las gesek (friction welding) ini berkemungkinan dapat menyambungkan antara material AISI 1040 dengan kuningan dengan menambah waktu gesek yang dilakukan.*

**Kata kunci:** Las gesek; AISI 1040; Kuningan, variasi waktu

## **ABSTRACT**

*Friction welding is one of the metal joining methods, by utilizing the heat generated from the physical contact of two metals in the form of friction that occurs continuously on the two metals to produce a welding joint. This research aims to find out what phenomena occur in the connection between AISI 1040 and Brass. The materials used are AISI 1040 solid cylinder with a diameter of 16 mm and brass solid cylinder with a diameter of 16 mm. This research uses experimental method. The friction time used is 6 minutes, 7 minutes, and 8 minutes with a variation of pressing distance of 3 mm, 4 mm, 5 mm with a rotating speed of 1000 rpm. The free heat process of 200 °C was carried out on AISI 1040 before the welding process. From the time variation and pressing distance variation that has been carried out in this study, the results obtained from the two materials do not occur. There are several phenomena seen after the welding process such as the occurrence of plastic deformation in brass and the formation of a brass thermoplastic layer attached to the surface of AISI 1040, in the time variation of 6 minutes and 7 minutes the brass thermoplastic attached to AISI 1040 is small and thin, while in the time variation of 8 minutes the brass thermoplastic layer attached to AISI is quite a lot and thick but no connection has occurred. This friction welding method is likely to connect the AISI 1040 material with brass by increasing the friction time performed.*

**Keywords:** *Friction Welding; AISI 1040; Brass, time variations*

## KATA PENGANTAR

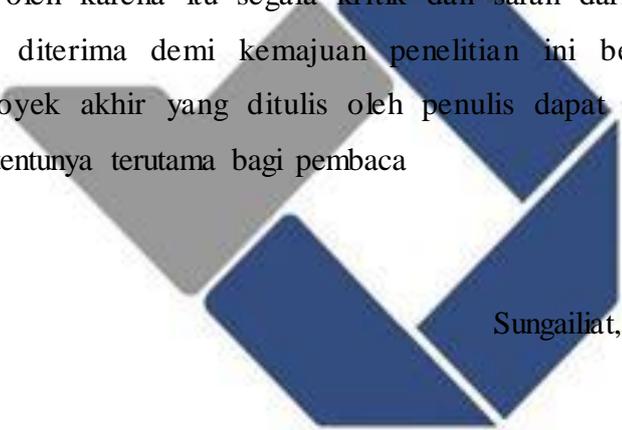
Puji syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT, karena atas rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan makalah proyek akhir ini dengan judul “Fenomena Las Gesek (*Friction Welding*) Dengan variasi waktu Gesek pada Material *AISI 1040* Dengan Kuningan”. Makalah proyek akhir ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat kelulusan Sarjana Terapan pada Jurusan Teknik Mesin, Program Studi Teknik Mesin dan Manufaktur Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.

Penulis menyadari bahwa dalam menyelesaikan makalah tugas akhir ini tidak akan berjalan lancar tanpa adanya bimbingan, bantuan dan dorongan dari berbagai pihak terutama orang tua penulis yang selalu memberikan do'a dan dukungan semangat. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Keluarga saya tercinta. Kedua orang tua penulis ayah Muhammad Zulfikar, dan ibu Elfina, adik saya Nazwa putri Afifah dan Dinda Keyla Oktari, serta saudara-saudara saya yang telah banyak memberikan do'a dan semangat untuk menyelesaikan makalah proyek akhir ini.
2. Bapak Sugiyarto, S.S.T.,M.T selaku dosen pembimbing 1, yang telah banyak memberi masukan, bimbingan, semangat dalam pelaksanaan proyek akhir ini.
3. Bapak Erwanto, S.S.T.,M.T selaku dosen pembimbing 2, yang telah banyak memberi masukan, bimbingan, dan semangat dalam pelaksanaan proyek akhir ini.
4. Bapak Muhammad Subhan, M.T selaku dosen wali.
5. Bapak I Made Andik Setiawan, M.Eng., Ph.D selaku Direktur Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.
6. Bapak Pristiansyah, S.S.T., M.Eng selaku Kepala Jurusan Teknik Mesin.

7. Bapak Boy Rollastin, S.Tr., M.T selaku Kepala Program Studi TeknikMesin dan Manufaktur
8. Seluruh Dosen dan Staf Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.
9. Segenap keluarga besar kelas A Teknik Mesin dan Manufaktur angkatan 26 tahun 2019. Terutama teman satu bimbingan saya Syendy Pranata , dan Fadhlurrohman Abriansyah yang telah bersama-sama bekerja keras dalam menyelesaikan proyek akhir ini.
10. Serta semua pihak sahabat, teman-teman (LHD), dan orang-orang terdekat lainnya yang telah membantu dan memberikan dukungan dalam penyelesaian makalah proyek akhir ini.

Penulis menyadari bahwa laporan tugas akhir ini masih terdapat banyak kekurangan, oleh karena itu segala kritik dan saran dari pembaca yang membangun, diterima demi kemajuan penelitian ini bersama. Semoga penulisan proyek akhir yang ditulis oleh penulis dapat bermanfaat bagi penulis, dan tentunya terutama bagi pembaca



Sungailiat, 17 Januari 2023

Ibnu Sofwan

## DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN .....	iii
PERNYATAAN BUKAN PLAGIAT .....	iv
ABSTRAK.....	v
<i>ABSTRACT</i> .....	vi
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	4
1.3 Tujuan penelitian .....	4
1.4 Batasan Masalah.....	4
1.5 Manfaat penelitian .....	4
2.1 Las Gesek (Friction Welding) .....	5
2.2 <i>AISI</i> 1040 .....	7
2.3 Kuningan.....	8
2.4 Mesin Bubut.....	8
2.5 Kecepatan Putaran Gesek .....	9
2.6 Waktu Gesekan.....	9
2.7 Penelitian Terdahulu.....	10
BAB III METODE PELAKSANAAN .....	13
3.1 Diagram Alir.....	13
3.2 Studi Literatur.....	14
3.3 Rancangan Instrumen Penelitian .....	14

3.4	Persiapan Material dan Alat.....	15
3.5	Proses Las Gesek ( <i>friction Welding</i> ).....	16
3.6	Analisis Hasil Pengelasan Gesek.....	16
3.7	Kesimpulan.....	16
BAB IV PEMBAHASAN.....		17
4.1	Rancangan Eksperimen.....	17
4.2	Persiapan Material dan Alat Untuk Las Gesek.....	17
4.3	Proses Pemotongan Sampel.....	18
4.4	Proses Pengelasan gesek.....	18
4.5	Hasil Proses Las Gesek.....	20
4.4	Analisis Hasil Las Gesek.....	21
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		29
5.1	Kesimpulan.....	29
5.2	Saran.....	29
DAFTAR PUSTAKA.....		31
LAMPIRAN.....		- 1 -
	Lampiran 1 Daftar Riwayat Hidup.....	- 1 -
	Lampiran 2 Gambar alat dan material.....	- 2 -
	Lampiran 3 Sertifikat AISI 1040.....	- 4 -
	Lampiran 4 Sertifikat kuningan.....	- 5 -

## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
3.1 Tabel desain eksperimen.....	20
4.1 Tabel rancangan eksperimen.....	24



## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1 Proses pengelasan gesek ( <i>Friction welding</i> ) [7].	6
2.2 Daerah pengelasan [7].	7
2.3 Mesin bubut	8
3.1 Skema Diagram Alir Penelitian.	13
3.2 Ukuran benda kerja <i>AISI 1040</i>	15
3.3 Ukuran benda kerja Kuningan.	15
4.1(a) <i>AISI 1040</i> , (b) kuningan	18
4.2 Pemotongan benda kerja	18
4.3 Proses las gesek	19
4.4 Proses las gesek	19
4.5 Proses <i>Free Heat</i>	20
4.6 Hasil pengelasan gesek tanpa <i>free heat</i>	20
4.7 Hasil pengelasan gesek dengan <i>free heat</i>	21
4.8 Hasil pengelasan tanpa <i>free heat</i> variasi waktu 6 menit	22
4.9 Hasil pengelasan dengan <i>free heat</i> variasi waktu 6 menit	22
4.10 Hasil pengelasan tanpa <i>free heat</i> dengan variasi waktu 7 menit.	23
4.11 Hasil pengelasan dengan <i>free heat</i> dengan variasi waktu 7 menit.	23
4.12 Hasil pengelasan tanpa <i>free heat</i> dengan variasi waktu 8 menit.	24
4.13 Hasil pengelasan dengan <i>free heat</i> dengan variasi waktu 8 menit	24
4.14 Tampak samping <i>AISI 1040</i> tanpa <i>free heat</i>	25
4.15 Tampak samping <i>AISI 1040</i> dengan <i>free heat</i>	25
4.16 Proses las gesek	26
4.17 Kuningan setelah proses pengelasan	27
4.18 Diagram skematis pembentukan lapisan tipis pelumas keadaan termoplastik [10]	27
4.19 Permukaan <i>AISI 1040</i> dan Kuningan	28

## DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1: Daftar riwayat hidup
- Lampiran 2: Gambar alat dan material
- Lampiran 3: Sertifikat *AISI* 1040
- Lampiran 4: Sertifikat kuningan



# BAB I PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Pengelasan merupakan salah satu proses dalam pembuatan suatu konstruksi yang tidak bisa dilewatkan sebab pengelasan mempunyai peranan selaku sambungan serta pengikat dari komponen sesuatu konstruksi. Pengelasan merupakan proses penyambungan 2 buah logam dengan dengan jalur pemanasan serta pelelehan logam bawah, dimana kedua ujung logam yang hendak disambung dipanaskan sampai titik leburnya dengan busur nyala. Kesulitan dalam metode pengelasan menggunakan busur adalah pada saat mengelas logam yang jenisnya berbeda. Sehingga memerlukan metode pengelasan lain, salah satunya menggunakan metode las gesek (*Friction Welding*) [1].

Pengelasan merupakan proses penyambungan 2 buah logam dengan dengan jalur pemanasan serta pelelehan logam bawah, dimana kedua ujung logam yang hendak disambung dipanaskan sampai titik leburnya dengan busur nyala [1]. Salah satu las jenis proses pengelasan yang biasa dilakukan untuk menyambungkan dua jenis logam yang berbeda yaitu las gesek. Las gesek merupakan salah metode penyambungan logam, dengan memanfaatkan panas yang dihasilkan dari kontak fisik dua buah logam berupa gesekan yang terjadi terus-menerus yang terjadi pada kedua logam tersebut [2] [3].

Parameter yang harus diperhatikan pada proses pengelasan gesek (*friction welding*), antara lain waktu pengelasan, jarak penekanan, dan kecepatan putaran. Sifat mekanis dari hasil sambungan las gesek sangat berpengaruh pada parameter tersebut. Variasi waktu gesek sangat mempengaruhi kekuatan tarik, kekerasan, metalografi sambungan las gesek. Syarat untuk mendapatkan sambungan las yang

baik adalah mencapai temperatur tempa, untuk mendapatkan temperatur tempa maka diperlukan waktu gesek yang tepat [2].

Pada pengelasan gesek (*friction welding*) terjadi beberapa fenomena fisik seperti perubahan panas akibat gesekan deformasi plastis dan sebagainya. Adapun parameter penting dalam proses pengelasan gesek (*friction welding*) meliputi *friction time*, *rotational speed*, *friction pressure*. Parameter-parameter yang ditunjukkan di atas akan sangat berpengaruh pada hasil pengelasan gesek yang dilakukan [3].

Penyambungan logam menggunakan komposisi dua material berbeda banyak dilakukan pada industri manufaktur karena bisa meningkatkan nilai ekonomis dan efektivitas dalam pengerjaannya. Kuningan dan baja karbon merupakan dua material yang banyak dipergunakan dalam industri manufaktur. Kuningan adalah paduan antara tembaga dan seng. Biasanya kandungan seng kurang lebih 40% [4]. Baja karbon adalah salah satu jenis logam yang digunakan dalam berbagai bidang teknik, terutama untuk keperluan industri. Karena memiliki perbedaan yang besar dalam sifat kimia maupun fisik, pengelasan pada dua material tersebut pada umumnya sulit dilakukan. [5]

Penelitian yang berkaitan dengan pengelasan gesek yang dilakukan oleh Kamaludin yang berjudul “analisa pengaruh kecepatan putar spindle 800 rpm dan 1250 rpm terhadap sifat mekanik pada sambungan baja karbon rendah-kuningan dengan metode FSW (*friction stir welding*) *single track*”. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kekuatan tarik maksimal hasil pengelasan *friction stir welding single track* baja karbon rendah dengan kuningan pada putaran *spindel* 800 rpm dan 1250 rpm serta mengetahui nilai kekerasan hasil pengelasan *friction stir welding* tersebut. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah plat baja karbon rendah dan kuningan, sambungan menggunakan *butt joint*. Parameter yang digunakan adalah kecepatan putar *spindel* 800 rpm dan 1250 rpm, kecepatan pemakanan 12,5 mm/menit, sudut kemiringan 10 dan *Depth plunge* 1,8 mm. Dari hasil pengujian tarik pada putaran 800 rpm didapatkan nilai tegangan tarik rata-

rata 167,77 MPa dan regangan rata-rata 0,31%. Sedangkan pada putaran 1250 rpm didapat nilai tegangan tarik rata-rata sebesar 139,69 MPa dan regangan rata-rata 0,19%. Kemudian pada pengujian kekerasan pada daerah *stir zone* 800 rpm menunjukkan nilai 143,26 HVN. sedangkan pengujian kekerasan pada daerah *stir zone* 1250 rpm yang lebih rendah dengan menunjukkan nilai 141,16 HVN [6].

Dan penelitian yang dilakukan Jian Luo, Junfeng Xiang, Dejie Liu, Fei Li, Keliang Xue tentang Radial Friction welding interface between brass and high carbon steel. Mesin las gesekan inersia khusus CT-130 digunakan untuk menyelesaikan pengelasan dissimilar baja H90 kuningan/D60 ukuran besar (diameter 156 mm). SEM (*Scanning Electron Microscope*), metode EDS (*Energy Dispersive X-Ray Spectroscopy*) digunakan untuk menganalisis karakteristik antar muka sambungan las H90/D60. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada antarmuka pengelasan, beberapa lubang berbentuk alur muncul di ujung sambungan las, dan garis halus terjadi pada antarmuka pengelasan pusat dan jahitan pengelasan yang baik terbentuk. Kuningan termoplastik dibuang dan dialirkan ke tepi antarmuka pengelasan di bawah tekanan radial, yang menjadi lapisan tipis pelumas, dan mengurangi koefisien gesekan tepi sambungan las, yang mengarah ke fenomena itu. Ditemukan bahwa difusi unsur Fe dan Cu muncul pada antarmuka pengelasan. Tetapi kerapatan dan jarak difusi unsur Fe terhadap kuningan H90 lebih besar daripada unsur Cu terhadap baja D60, yang dikaitkan dengan perbedaan bilangan koordinasi kisi dari Fe/Cu [10].

Berdasarkan latar belakang diatas, peneliti ingin mengangkat topik sebagai tugas akhir yaitu fenomena las (*Friction Welding*) dengan variasi waktu gesek pada *AISI* 1040 dengan kuningan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui fenomena apa saja yang muncul pada prose pengelasan gesek yang dilakukan antara material *AISI* 1040 dengan kuningan.

## 1.2 Rumusan Masalah

Apakah las gesek bisa atau tidak menyambungkan material *AISI* 1040 dengan kuningan dan fenomena apa saja yang terjadi pada pengelasan gesek antara material *AISI* 1040 dengan kuningan.

## 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukannya penelitian ini bisa dilihat sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui apakah las gesek ini bisa atau tidak bisa digunakan untuk menyambungkan material *AISI* 1040 dengan kuningan.
2. Untuk mengetahui fenomena yang terjadi pada pengelasan gesek antara material *AISI* 1040 dengan kuningan.

## 1.4 Batasan Masalah

Agar penelitian ini berjalan lancar, tertata dan bisa mencapai tujuan yang diinginkan, maka peneliti member batasan masalah sebagai berikut :

1. Menggunakan *AISI* 1040 dengan kuningan dengan Ø16mm.
2. Variasi waktu gesek yang digunakan, yaitu 6 menit, 7 menit, dan 8 menit.
3. Variasi jarak penekanan yang digunakan, yaitu 3mm, 4mm, dan 5mm.
4. Kecepatan putar yang digunakan 1000 rpm.
5. Tidak membahas mikrostruktur hasil pengelasan gesek.

## 1.5 Manfaat Penelitian

1. Mengetahui proses pengelasan gesek (*Friction welding*) pada penyambungan *AISI* 1040 dengan kuningan.
2. Mengetahui fenomena apa saja yang muncul pada hasil pengelasan gesek pada penyambungan *AISI* 1040 dengan kuningan.
3. Sebagai referensi penelitian selanjutnya.

## **BAB II**

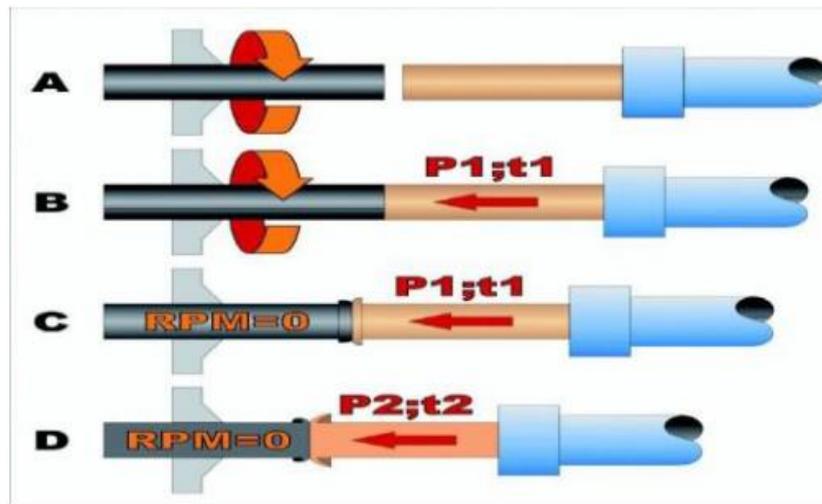
### **DASAR TEORI**

#### **2.1 Las Gesek (Friction Welding)**

Las gesek atau *friction welding* merupakan pengelasan *solid-state* tanpa menggunakan logam pengisian dengan menggunakan metode tekanan dimana dua benda kerja yang akan disambungkan ditempatkan dalam kontak dan diatur gerakan relatif dalam tekanan, maka gesekan akan membangkitkan panas di sekitar permukaan kontak, ketika sudah mencapai temperatur tempa maka diberikan tekanan tempa. Tetapi proses pengelasan ini pada dasarnya sangat dipengaruhi oleh kecepatan putaran, waktu gesekan, dan tekanan aksial (gesek, tempa). Pada pengelasan gesek (*friction welding*) terjadi beberapa fenomena fisik seperti perubahan panas akibat gesekan deformasi plastis dan sebagainya. Adapun parameter penting dalam proses pengelasan gesek (*friction welding*) meliputi *friction time, rotational speed, friction pressure*. Parameter-parameter yang ditunjukkan diatas akan sangat berpengaruh pada hasil pengelasan gesek yang dilakukan [3]. Pengelasan gesek merupakan salah satu metode penyambungan material yang memanfaatkan panas yang berbeda maupun tidak. Penyambungan tanpa memberikan bahan tambahan atau logam pengisi. Jenis-jenisnya yaitu *explosion welding, forge welding, friction welding, radial friction welding* dan lain sebagainya. Adapun metode yang digunakan dalam pengelasan salah satunya adalah pengelasan gesek (*friction welding*).

Proses dalam melakukan las gesek (*friction welding*) ada beberapa tahap yang harus dilakukan seperti mempersiapkan benda kerja, memasang benda kerja pada chuck dan kepala tetap, pengaturan senter antar benda kerja, penempelan antar permukaan kontak benda kerja, kemudian proses penggesekan kedua benda

kerja, hingga pada proses penekanan kedua benda kerja hingga tersambung sama seperti ditunjukkan pada gambar 2.1 berikut ini :



Gambar 2. 1 Proses pengelasan gesek (*Friction welding*) [7].

Tiga daerah hasil pengelasan yang akan terbentuk bila melakukan pengelasan gesek yaitu:

a. Daerah logam las

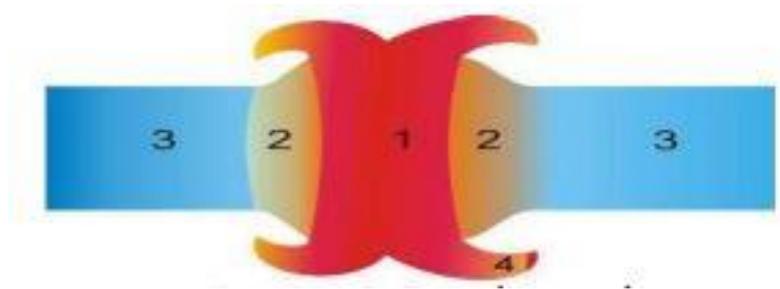
Daerah logam las adalah bagian dari logam yang pada waktu pengelasan mencair dan menjadi padat kembali setelah mengalami proses pengelasan atau juga merupakan daerah penyambungan dua logam.

b. Daerah pengaruh panas atau *Heat Affected Zone* (HAZ)

Daerah pengaruh panas adalah bagian logam dasar yang bersebelahan dengan logam las yang selama proses pengelasan mengalami siklus termal pemanasan dan pendingin cepat sehingga daerah ini yang paling kritis dari sambungan las.

c. Logam induk

Logam induk adalah bagian logam dasar di mana panas dan suhu pengelasan tidak menyebabkan terjadinya perubahan-perubahan struktur dan sifat.



Gambar 2. 2 Daerah pengelasan [7].

1. Daerah inti atau yang berwarna merah adalah daerah utama pengelasan yang mengalami pembekuan. Struktur mikro di logam las dicirikan dengan adanya struktur berbutir panjang (columnar grains).
2. Heat Affected Zone (HAZ) adalah daerah yang mengalami perubahan struktur mikro dan sifat-sifat mekanismenya akibat pengaruh dari panas yang dihasilkan pada daerah inti. Daerah HAZ merupakan daerah paling kritis dari sambungan pengelasan yang terjadi karena panas yang dihasilkan dari gesekan kedua ujung permukaan benda kerja.
3. Logam Induk adalah daerah dimana panas dan suhu pengelasan tidak menyebabkan perubahan struktur mikro dan sifat mekanik.
4. Flash adalah lelehan yang keluar dari pusat bidang gesekan dan tempaan.[7]

## 2.2 AISI 1040

Baja karbon adalah baja dengan campuran karbon sebagai interstisialnya dengan kandungan karbon berkisar 0,12-2,0 %. Secara teoritis baja adalah salah satu bahan baku konstruksi yang mempunyai sifat pengelasan las yang sangat baik, bila memiliki kandungan karbon dibawah 0,45%. Dengan demikian baja yang mempunyai kandungan karbon sebesar 0,15% merupakan baja yang sangat baik dalam sifat mampu lasnya [8].

*AISI 1040* adalah baja yang menggunakan standar *American Iron and Steel Institute*. *AISI 1040* memiliki kekuatan tarik sebesar  $400 \text{ N/mm}^2$ , nilai regangan sebesar 34%, dan massa jenis sebesar  $7,86 \text{ g/mm}^3$ . Baja *AISI 1040* termasuk

dalam golongan baja karbon rendah, dengan kandungan karbon maksimum (C) = 0,15%, Si = 0,27%, Mn = 0,65%, P = 0.026% [9].

Baja ini secara teori memiliki nilai kekerasan yang lebih rendah dibanding dengan besi cor, dengan isi perlit serta ferit karena perlit yang terdapat didalam baja lebih banyak dibanding isi ferit hingga aplikasi pemakaian baja banyak digunakan semacam pembuatan paku, kawat, wiremesh, perlengkapan otomotif, serta selaku bahan baku kisi-kisi jendela ataupun pintu serta jeruji. Baja *AISI 1040* merupakan baja karbon rendah dengan titik lebur di kisaran 1500°C [8].

### 2.3 Kuningan

Kuningan merupakan logam yang dibuat dari kombinasi tembaga dengan seng. Pada biasanya kandungan seng dalam logam kuningan 40%. Perpaduan dengan warna logam merah kekuning-kuningan mempunyai paduan seng sebesar 40%. Terdapat pula yang mempunyai warna kuning kemerah-merahan mempunyai paduan seng sebesar 30%. Kuningan mempunyai ketahanan terhadap korosi serta elastis lebih baik dari pada baja karbon, tetapi tidak sebaik perunggu maupun stainless steel. Tetapi kuningan sendiri mempunyai keunggulan dalam perihal harga yang lebih murah serta memiliki keahlian cor yang sangat baik. Kuningan mempunyai titik lebur diantara 1030°C hingga 1200°C [4].

### 2.4 Mesin Bubut



Gambar 2. 3 Mesin bubut

Mesin bubut merupakan salah satu *metal cutting machine* dengan gerak utama berputar, tempat benda kerja dicekam serta berputar pada sumbuinya, sedangkan alat potong bergerak memotong sepanjang benda kerja, sehingga akan

terjadi pemotongan benda kerja. Fungsi dari mesin bubut pada proses pengelasan gesek merupakan alat untuk pengelasan gesek yang memanfaatkan putaran *spindel* mesin bubut tersebut, dan juga menggunakan kepala lepas (*tailstock*) pada mesin bubut tersebut sebagai pencekam benda kerja serta sebagai alat pengukur seberapa jauh jarak penekanan pada proses pengelasan tersebut.

## 2.5 Kecepatan Putaran Gesek

Kecepatan rotasi dan tekanan aksial yang lebih rendah biasanya digunakan dalam *direct drive friction welding*. Ada rentang yang optimal dari kecepatan putaran untuk setiap kombinasi logam yang disambung.[14]

Dalam pengelasan gesek, kecepatan putaran terus-menerus selama tahap gesekan, panas yang dihasilkan dari bahan di permukaan benda kerja menyebabkan deformasi plastis, panas yang dihasilkan oleh gesekan pada proses pengelasan gesek merupakan sumber utama tahap penempaan untuk mencegah cepatnya penurunan suhu pada antar permukaan. Maka kecepatan putaran mempengaruhi cepat lambatnya kenaikan suhu yang ditimbulkan pada pengelasan gesek tersebut. Semakin cepat putaran yang dilakukan maka semakin besar energi panas yang dihasilkan sehingga semakin cepatnya benda kerja tersebut panas dan mencapai titik suhu tempa[14].

## 2.6 Waktu Gesekan

Pengaruh waktu waktu Gesekan terhadap distribusi temperatur saat proses gesekan berlangsung sampai mencapai temperatur tempa, sehingga pada permukaan logam dasar terbentuk permukaan tempa. Untuk waktu 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. Waktu gesekan yang lama diperlukan jika karakteristik kecepatan putaran yang terjadi pada pengelasan pada permukaan rendah. Waktu ini dalam kombinasi dengan tekanan aksial menghasilkan panas[14]. Karena waktu gesekan dimulai

pada awal proses gesekan dimulai hingga terjadi penyambungan, maka jumlah penekanan tergantung pada panas yang ditimbulkan dari kecepatan gesekan dan waktu pengelasan sehingga menghasilkan jumlah energi yang ada pada putaran dan inersia yang dilakukan. Jika putaran berkecepatan tinggi maka waktu yang dibutuhkan akan semakin rendah, tetapi memiliki jumlah energi kinetik yang sama[14].

## 2.7 Penelitian Terdahulu

Penelitian di bawah ini merupakan penelitian yang berkaitan dengan penelitian yang penulis lakukan penelitian berikut akan menjadi acuan dan pembandingan pada penelitian yang penulis lakukan.

Penelitian yang berkaitan dengan pengelasan gesek yang dilakukan oleh Kamaludin yang berjudul “analisa pengaruh kecepatan putar spindle 800 rpm dan 1250 rpm terhadap sifat mekanik pada sambungan baja karbon rendah-kuningan dengan metode FSW (*friction stir welding*) *single track*”. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kekuatan tarik maksimal hasil pengelasan *friction stir welding single track* baja karbon rendah dengan kuningan pada putaran *spindel* 800 rpm dan 1250 rpm serta mengetahui nilai kekerasan hasil pengelasan *friction stir welding* tersebut. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah plat baja karbon rendah dan kuningan, sambungan menggunakan *butt joint*. Parameter yang digunakan adalah kecepatan putar *spindel* 800 rpm dan 1250 rpm, kecepatan pemakanan 12,5 mm/menit, sudut kemiringan 10 dan *Depth plunge* 1,8 mm. Dari hasil pengujian tarik pada putaran 800 rpm didapatkan nilai tegangan tarik rata-rata 167,77 MPa dan regangan rata-rata 0,31%. Sedangkan pada putaran 1250 rpm didapat nilai tegangan tarik rata-rata sebesar 139,69 MPa dan regangan rata-rata 0,19%. Kemudian pada pengujian kekerasan pada daerah *stir zone* 800 rpm menunjukkan nilai 143,26 HVN. sedangkan pengujian kekerasan pada daerah *stir zone* 1250 rpm yang lebih rendah dengan menunjukkan nilai 141,16 HVN [6].

Penelitian yang dilakukan Jian Luo, Junfeng Xiang, Dejie Liu, Fei Li, Keliang Xue tentang Radial Friction welding interface between brass and high

carbin steel. Mesin las gesekan inersia khusus CT-130 digunakan untuk menyelesaikan pengelasan dissimilar baja H90 kuningan/D60 ukuran besar (diameter 156 mm). SEM (*Scanning Electron Microscope*), metode EDS (*Energy Dispersive X-Ray Spectroscopy*) digunakan untuk menganalisis karakteristik antar muka sambungan las H90/D60. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada antarmuka pengelasan, beberapa lubang berbentuk alur muncul di ujung sambungan las, dan garis halus terjadi pada antarmuka pengelasan pusat dan jahitan pengelasan yang baik terbentuk. Kuningan termoplastik dibuang dan dialirkan ke tepi antarmuka pengelasan di bawah tekanan radial, yang menjadi lapisan tipis pelumas, dan mengurangi koefisien gesekan tepi sambungan las, yang mengarah ke fenomena itu. Ditemukan bahwa difusi unsur Fe dan Cu muncul pada antarmuka pengelasan. Tetapi kerapatan dan jarak difusi unsur Fe terhadap kuningan H90 lebih besar daripada unsur Cu terhadap baja D60, yang dikaitkan dengan perbedaan bilangan koordinasi kisi dari Fe/Cu [10].

Penelitian yang dilakukan Yingping Ji, Sujun Wu, dan Dalong Zhao tentang "*Microstructure and Mechanical Properties of Friction Welding Joints with Dissimilar Titanium Alloys*". Paduan titanium, yang penting dalam aplikasi kedirgantaraan, menawarkan sifat yang berbeda melalui perubahan paduan. Ketika kompleksitas desain dan permintaan layanan meningkat, pengelasan yang berbeda paduan titanium menjadi minat khusus. Pengelasan gesekan linier (LFW) adalah relatif teknik ikatan baru dan telah berhasil diterapkan untuk menggabungkan paduan titanium. Dalam makalah ini, sambungan yang berbeda dengan paduan Ti-6Al-4V dan Ti-5Al-2Sn-2Zr-4Mo-4Cr diproduksi dengan proses LFW. Struktur mikro dipelajari melalui mikroskop optik dan pemindaian mikroskop elektron (*SEM*), sementara komposisi kimia di seluruh sampel yang dilas diidentifikasi dengan sinar-X dispersif energi spektroskopi. Uji mekanis dilakukan pada sampel yang dilas untuk mempelajari mekanik sambungan mekanik sambungan dan karakteristik fraktur. *SEM* dilakukan pada permukaan rekahan untuk mengungkapkannya mode fraktur. Perubahan mikrostruktur yang signifikan dengan butiran rekristalisasi yang halus pada *welding zone* dan butiran

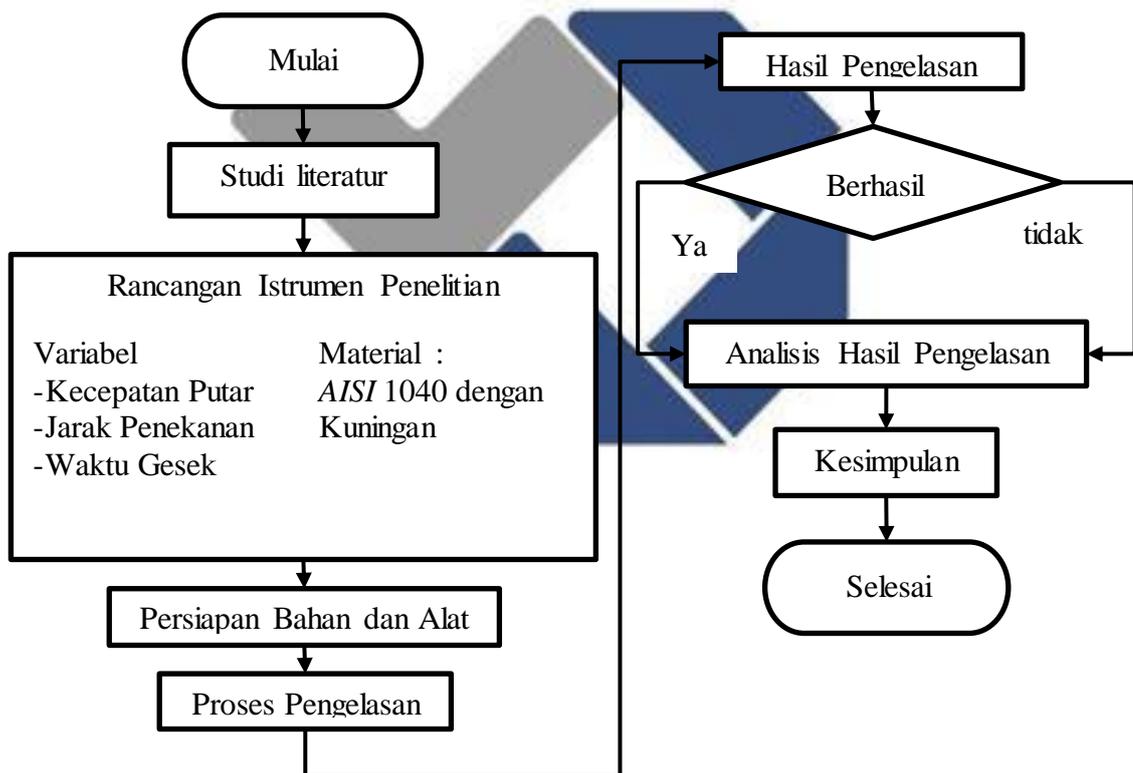
rekristalisasi kecil di zona yang terpengaruh secara termo-mekanis pada *Ti-6Al-4V* ditemukan pada sambungan yang berbeda. Profil kekerasan mikro asimetris yang khas dengan maksimum di *welding zone* diamati. Sifat tarik dari sambungan yang berbeda sebanding dengan logam dasar, tetapi ketangguhan benturan menunjukkan nilai yang lebih rendah.



### BAB III METODE PELAKSANAAN

Metode penelitian yang digunakan peneliti dalam melakukan penelitian ini yaitu dengan metode eksperimental untuk menganalisis hasil pengelasan pada sambungan las gesek (*friction welding*) antara *AISI 1040* dengan kuningan. Pelaksanaan penelitian ini akan dilakukan dari bulan Agustus 2022 hingga bulan Januari 2023, tempat penelitian ini akan dilakukan di Laboratorium Teknik Mesin Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung. Alur atau skema metodologi penelitian ini dapat dilihat pada diagram alir berikut :

#### 3.1 Diagram Alir



Gambar 3. 1 Skema Diagram Alir Penelitian

### 3.2 Studi Literatur

Untuk penelitian ini data dan referensi diperoleh dari sumber pustaka, seperti jurnal, buku referensi, karya ilmiah, dan lain sebagainya.

### 3.3 Rancangan Instrumen Penelitian

Rancangan instrumen penelitian bertujuan untuk mempermudah proses sebuah kegiatan penelitian agar penelitian yang diteliti tidak berantakan dan sesuai dengan tahapan yang telah dirancang. Untuk parameter yang akan digunakan pada penelitian ini dapat dilihat sebagai berikut :

1. Variasi waktu gesekan 6 menit, 7 menit, 8 menit.
2. Variasi Jarak penekanan 3 mm, 4 mm, dan 5 mm.
3. Kecepatan putaran yang digunakan 720 rpm.
4. *AISI* 1040 silinder pejal dengan diameter  $\varnothing 16$  mm
5. Kuningan silinder pejal dengan diameter  $\varnothing 16$  mm
6. Menggunakan mesin bubut

Untuk benda kerja yang digunakan pada proses pengelasan gesek menggunakan *AISI* 1040 dengan besaran dimensi  $\varnothing 16$  mm dan poros kuningan dengan dimensi  $\varnothing 16$  mm. Pengelasan dilakukan pada mesin bubut Geminis untuk pembuatan spesimennya. Setelah melakukan pengelasan gesek maka tahapan selanjutnya yaitu tahapan analisis hasil pengelasan dengan mengamati hasil pengelasan gesek tersebut.

Untuk memperjelas rancangan instrumen penelitian ini maka dibuatlah sebuah tabel eksperimen benda uji seperti tabel berikut :

Tabel 3.1 Desain eksperimen

No Bk.	Waktu Gesek	Jarak Penekanan
1.	6 menit	3 mm
2.	6 menit	4 mm
3.	6 menit	5 mm
4.	7 menit	3 mm
5.	7 menit	4 mm
6.	7 menit	5 mm
7.	8 menit	3 mm
8.	8 menit	4 mm

---

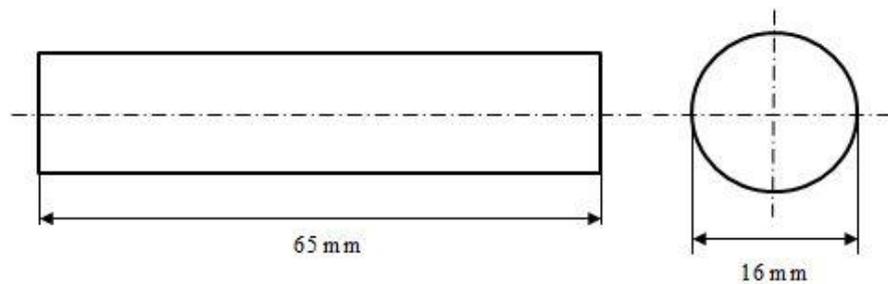
9. 8 menit 5 mm

### 3.4 Persiapan Material dan Alat

Untuk material dan alat pada penelitian pengelasan gesek ini sebagai berikut :

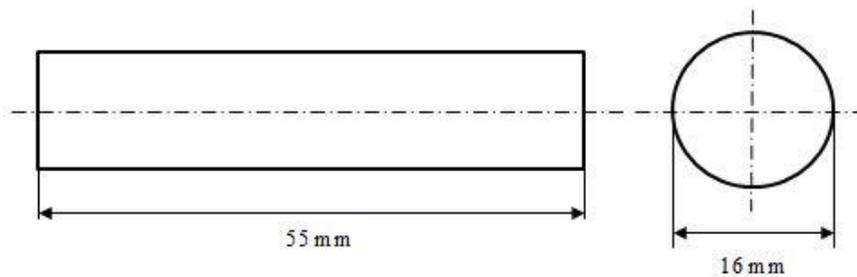
1. Persiapan material :

Material yang digunakan untuk pengelasan poros *AISI 1040* dengan kuningan ukuran  $\varnothing 16 \text{ mm} \times 65 \text{ mm}$ .



Gambar 3. 2 Ukuran benda kerja *AISI 1040*

Material kuningan dengan ukuran  $\varnothing 16 \text{ mm} \times 55 \text{ mm}$ .



Gambar 3. 3 Ukuran benda kerja Kuningan

2. Persiapan alat :

- Mesin Bubut
- *Thermogun*
- *Stopwatch*
- *Flame gun*
- Kacamata

### **3.5 Proses Las Gesek (*friction Welding*)**

Untuk benda kerja yang digunakan pada proses pengelasan gesek menggunakan poros *AISI 1040* dengan besaran dimensi  $\varnothing 16$  mm dan poros kuningan dengan dimensi  $\varnothing 16$  mm. Pengelasan dilakukan pada mesin bubut sebagai alat proses pengelasan gesek. Proses dimulai dengan mencekam benda kerja pada *chuck* untuk material baja, dan pada *tailstock* untuk material kuningan. Proses pengelasan gesek ini dilakukan dengan variasi yang telah ditetapkan dan sesuai tabel eksperimen yang telah dibuat, setelah mencapai waktu yang telah ditetapkan kemudian ditekan dengan jarak penekanan sesuai variasi yang telah ditentukan, sehingga menjadi sambungan las.

### **3.6 Analisis Hasil Pengelasan Gesek**

Menganalisis apakah hasil dari pengelasan gesek yang dilakukan terjadi penyambungan atau tidak terjadi penyambungan antara material *AISI 1040* dengan kuningan.

### **3.7 Kesimpulan**

Setelah didapatkan hasil analisis pengelasan yang dilakukan, kemudian ditarik kesimpulan dari semua hasil yang didapatkan.



## BAB IV PEMBAHASAN

### 4.1 Rancangan Eksperimen

Berikut ini merupakan rancangan eksperimen penelitian yang akan dilakukan. Rancangan eksperimen dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 4.1 Rancangan eksperimen

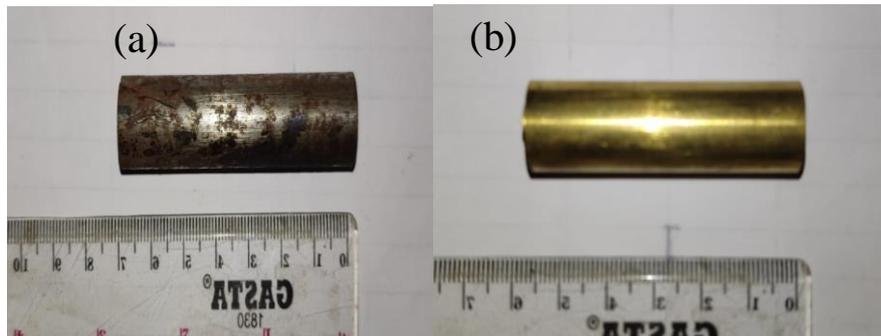
Jenis Pengelasan	Variable			Material
	Kecepatan Putar	Jarak Penekanan	Waktu Gesek	
Las Gesek ( <i>Friction Welding</i> )	1000 rpm	<ul style="list-style-type: none"><li>• 3 mm</li><li>• 4 mm</li><li>• 5 mm</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• 6 Menit</li><li>• 7 Menit</li><li>• 8 Menit</li></ul>	AISI 1040 dengan Kuningan

### 4.2 Persiapan Material dan Alat Untuk Las Gesek

Material dan alat yang digunakan untuk proses pengelasan gesek pada penelitian ini dapat dilihat sebagai berikut :

- Alat :
  1. Mesin Bubut
  2. *Thermogun*
  3. *Flame gun*
  4. *Stopwatch*
  5. Kacamata
- Material :

AISI 1040 dengan kuningan silinder pejal  
Dimensi AISI 1040 :  $\varnothing 16 \text{ mm} \times 65 \text{ mm}$   
Dimensi kuningan :  $\varnothing 16 \text{ mm} \times 55 \text{ mm}$



Gambar 4. 1(a) *AISI* 1040, (b) kuningan

### 4.3 Proses Pemotongan Sampel

Pada proses pemotongan sampel ini dilakukan menggunakan mesin gergaji besi, untuk ukuran sampel adalah  $\varnothing 16 \text{ mm} \times 65 \text{ mm}$  untuk *AISI* 1040 dan  $\varnothing 16 \text{ mm} \times 55 \text{ mm}$  untuk kuningan.



Gambar 4. 2 Pemotongan benda kerja

### 4.4 Proses Pengelasan gesek

Proses pengelasan yang dilakukan dengan memanfaatkan putaran *spindel* pada mesin bubut. Variasi waktu yang digunakan pada penelitian ini yaitu, 6 menit, 7 menit, dan 8 menit dengan kecepatan putar mesin bubut yaitu 1000 rpm, dan jarak penekanan 3 mm. Penelitian ini dilakukan di sektor pemesinan dasar laboratorium teknik mesin di Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.

#### 4.4.1. Langkah-Langkah Proses Pengelasan :

Proses pengelasan yang dilakukan dibagi menjadi dua proses yaitu yang pertama tanpa menggunakan proses *free heat* dan menggunakan proses *free heat*.



Gambar 4. 3 Proses las gesek

#### 4.4.1.1 Proses Pengelasan Tanpa *Free Heat*

1. Proses pemasangan benda kerja pada *chuck* untuk benda kerja Kuningan, dan kepala lepas (*Tail Stock*) untuk benda kerja *AISI 1040*. Disini perlu diperhatikan center benda kerja agar kedua permukaan spesimen rata.
2. Dekatkan kedua benda kerja sedekat mungkin namun jangan sampai bersentuhan dan pastikan bidang yang bersentuhan senter dan rata.
3. Proses pengelasan dengan menghidupkan mesin bubut dengan kecepatan yang telah ditentukan dan lakukan penekanan hingga tercipta gesekan pada benda kerja.
4. Setelah mencapai waktu yang telah ditentukan, lakukan penekanan sesuai dengan jarak penekanan yang telah ditentukan dengan mematikan mesin bubut hingga *chuck* benar-benar berhenti baru dilakukan penekanan hingga menjadi sambungan las.



Gambar 4. 4 Proses las gesek

#### 4.4.1.2 Proses Pengelasan Dengan *Free Heat*



Gambar 4. 5 Proses *Free Heat*

1. Proses pemasangan benda kerja pada *chuck* untuk material *AISI 1040*, dan kepala lepas (*Tail Stock*) untuk material kuningan. Disini perlu diperhatikan center benda kerja agar kedua permukaan spesimen rata.
2. Proses pemanasan material *AISI 1040* menggunakan *Flame Gun* hingga mencapai suhu 200°C.
3. Dekatkan kedua benda kerja sedekat mungkin namun jangan sampai bersentuhan dan pastikan bidang yang bersentuhan senter dan rata.
4. Proses pengelasan dengan menghidupkan mesin bubut dengan kecepatan yang telah ditentukan dan lakukan penekanan hingga tercipta gesekan pada benda kerja.
5. Setelah mencapai waktu yang telah ditentukan, lakukan penekanan sesuai dengan jarak penekanan yang telah ditentukan dengan mematikan mesin bubut hingga *chuck* benar-benar berhenti baru dilakukan penekanan hingga menjadi sambungan las.

#### 4.5 Hasil Proses Las Gesek

Hasil dari proses pengelasan gesek yang telah dilakukan pada penelitian ini dapat dilihat sebagai berikut :

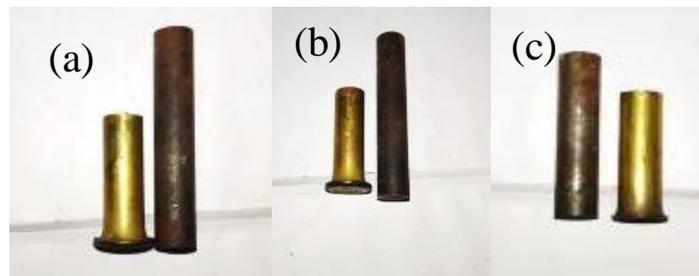
##### 4.5.1 Hasil Proses Las Gesek Tanpa *Free Heat*



Gambar 4. 6 Hasil pengelasan gesek tanpa *free heat*, (a) waktu 6 menit, (b) waktu 7 menit, (c) waktu 8 menit

Pada pengelasan tanpa menggunakan proses *Free heat* saat percobaan pertama menggunakan variasi waktu 6 menit dengan jarak penekanan 3 mm dengan hasil tidak terjadi penyambungan. Pada percobaan kedua dilakukan dengan variasi waktu 7 menit dengan jarak penekanan 3 dengan hasil percobaan tidak terjadi penyambungan. Dan percobaan terakhir dengan menggunakan variasi waktu 8 menit dan jarak penekanan 3 mm masih dengan hasil tidak terjadi penyambungan.

#### 4.5.2 Hasil Proses Las Gesek dengan *Free Heat*



Gambar 4. 7 Hasil pengelasan gesek dengan *free heat*, (a) waktu 6 menit, (b) waktu 7 menit, (c) waktu 8 menit

Pada percobaan pengelasan dengan menggunakan proses *Free heat* pada percobaan pertama dilakukan *Free heat* dengan waktu 15 menit dengan menghasilkan suhu 200 °C pada *AISI 1040*, dilakukan dengan variasi waktu 6 menit dan jarak penekanan 3 mm dengan hasil percobaan tidak terjadi penyambungan. Pada percobaan kedua dengan proses *Free heat* sama seperti percobaan pertama dengan menggunakan variasi waktu 7 menit dan jarak penekanan 3 mm hasil pengelasannya tidak terjadi penyambungan. Dan pada percobaan terakhir dengan menggunakan variasi waktu 8 menit dan jarak penekanan 3 mm dengan hasil pengelasan tidak terjadi penyambungan.

#### 4.4 Analisis Hasil Las Gesek

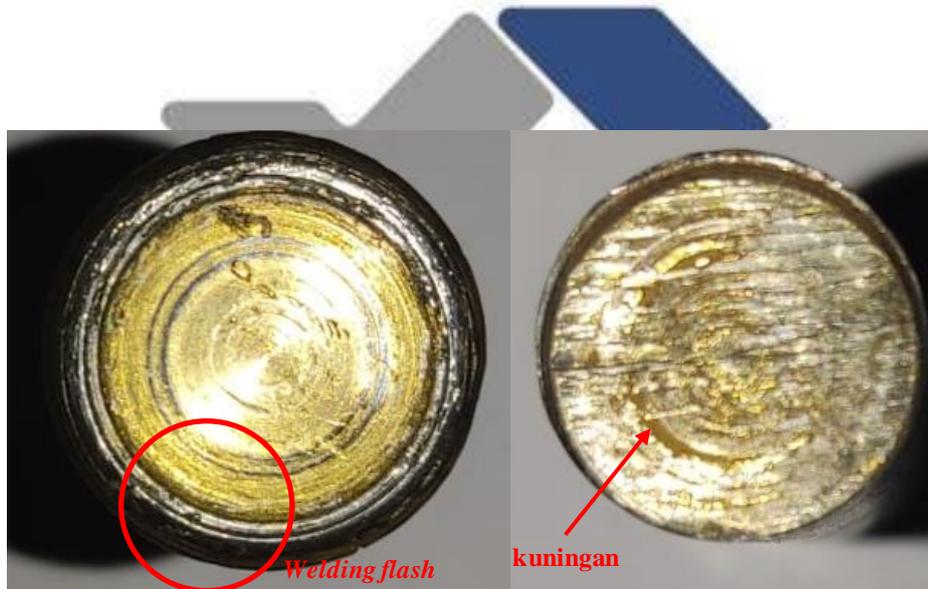
Dari hasil percobaan pengelasan yang telah dilakukan dengan menggunakan variasi yang telah ditentukan dan penambahan proses *Free heat* dapat dilihat dan diamati sebagai berikut.

#### 4. 4. 1 Fenomena Hasil Las Gesek

a. Pada variasi 6 menit



Gambar 4. 8 Hasil pengelasan tanpa *free heat* variasi waktu 6 menit



Gambar 4. 9 Hasil pengelasan dengan *free heat* variasi waktu 6 menit

Pada variasi waktu 6 menit ini tidak terjadi penyambungan pada kedua material tersebut. Pada permukaan *AISI 1040* terdapat lapisan-lapisan kuningan yang menempel namun sangat lah tipis dan sedikit sekali. Dan pada kuningan terdapat *welding flash* pada sisi permukaannya yang diakibatkan dari gesekan dan tekanan yang terjadi pada saat pengelasan gesek.

b. Pada variasi 7 menit



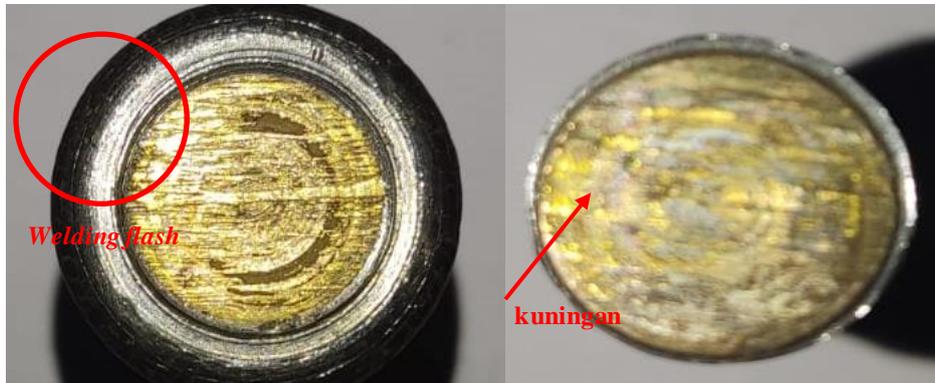
Gambar 4. 10 Hasil pengelasan tanpa *free heat* dengan variasi waktu 7 menit



Gambar 4. 11 Hasil pengelasan dengan *free heat* dengan variasi waktu 7 menit

Pada variasi 7 menit ini juga belum terjadi penyambungan pada kedua material tersebut. Dapat dilihat pada permukaan *AISI 1040* terdapat lapisan kuningan yang lebih banyak dari pada lapisan kuningan yang menempel pada *AISI 1040* di variasi waktu 6 menit. Dan *welding flash* pada kuningan variasi waktu 7 menit juga lebih lebar.

c. Pada variasi waktu 8 menit



Gambar 4. 12 Hasil pengelasan tanpa *free heat* dengan variasi waktu 8 menit



Gambar 4. 13 Hasil pengelasan dengan *free heat* dengan variasi waktu 8 menit

Pada variasi waktu 8 menit belum terjadi penyambungan namun terjadi tanda-tanda yang menunjukkan akan terjadinya penempelan pada kedua material tersebut seperti lapisan kuningan yang lebih banyak dan lebih tebal dari pada variasi sebelumnya. Pada permukaan *AISI 1040* terdapat lapisan kuningan yang lebih banyak dari pada lapisan kuningan di variasi 6 menit dan 7 menit ditunjukkan oleh tanda panah merah pada gambar. Dan permukaan kuningan pada variasi ini yang dilakukan *free heat* permukaannya lebih kasar.

d. Tampak samping *AISI 1040* setelah pengelasan



Gambar 4. 14 Tampak samping *AISI 1040* tanpa *free heat*



Gambar 4. 15 Tampak samping *AISI 1040* dengan *free heat*

Pada gambar diatas dapat dilihat sisi *AISI 1040* yang dilakukan proses *free heat* mengalami perubahan warna menjadi kehitaman dan lebih lebar areanya dari pada *AISI 1040* yang tidak dilakukan *free heat*. Perubahan warna tersebut diakibatkan perubahan suhu pad material tersebut.

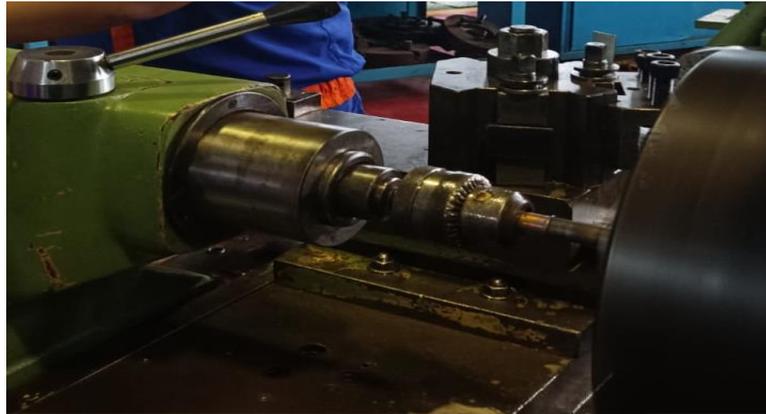
#### **4. 4. 2 Analisis Fenomena Hasil Pengelasan**

Setelah melihat fenomena yang terjadi pada hasil pengelasan gesek antara material *AISI 1040* dengan kuningan, terjadi beberapa fenomena yang terlihat seperti tidak terjadi penyambungan antara kedua material tersebut pada semua variasi yang dilakukan. Penambahan proses *free heat* sebesar 200°C juga belum bisa membuat kedua material tersebut menyambung. Terdapat lapisan termoplastik kuningan yang menempel pada permukaan *AISI 1040* terutama pada variasi waktu 6 menit yang memiliki lapisan termoplastik kuningan yang lebih banyak dan lebih tebal dari pada variasi waktu 6 menit dan 7 menit, terjadinya *welding flash* pada material kuningan yang diakibatkan dari gesekan yang

dilakukan. Terdapatnya lapisan termoplastik kuningan yang menempel pada permukaan *AISI 1040* menandakan bisa terjadinya penyambungan antara kedua logam tersebut dengan variasi waktu gesek yang lebih lama.

1. Suhu yang dicapai tidak sampai suhu titik lebur

Pada percobaan yang telah dilakukan suhu yang dicapai pada las gesek hanya mencapai suhu titik tempa.



Gambar 4. 16 proses las gesek

Pada penelitian yang dilakukan oleh kamaludin kedua material tersebut dapat menyambung karena kedua benda tersebut mencapai suhu titik lebur dan disini proses *friction stir welding* yang dilakukan kamaludin menyebabkan teraduknya kedua material tersebut hingga terjadi penyambungan.

2. Tekanan tempa atau pembebanan yang diabaikan

Pada penelitian yang dilakukan ini tekanan tempa atau pembebanan pada saat proses pengelasan gesek diabaikan. Yang merupakan salah satu penyebab kedua material tersebut tidak dapat menyambung. Pada dasarnya tekanan tempa atau pembebanan ini merupakan suatu faktor penting yang mempengaruhi hasil dari pengelasan gesek tersebut. Pada penelitian ini tidak digunakan atau diabaikannya tekanan tempa atau pembebanan karena kendala pada perizinan penggunaan alat pengelasan yaitu mesin bubut yang tidak diperbolehkan menggunakan pembebanan.

3. Koefisien gesek yang rendah

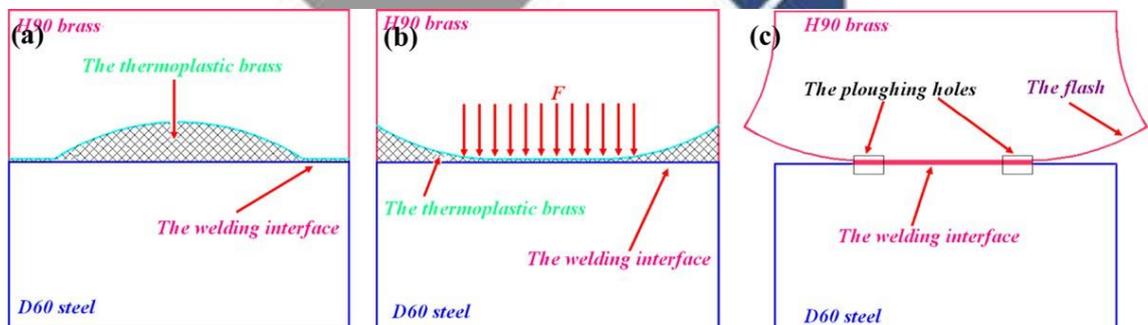
Koefisien gesek yang rendah ini disebabkan oleh material kuningan yang lebih cepat melunak dari material *AISI 1040* dibuktikan dengan ukuran panjang kuningan yang menyusut terlihat pada gambar berikut.



Gambar 4. 17 kuningan setelah proses pengelasan

Dan juga seperti hasil penelitian yang dilakukan Jian Luoa Dkk. Kecilnya koefisien gesek disebabkan oleh lapisan thermoplastik kuningan yang dihasilkan selama proses las gesek mengakibatkan permukaan yang bergesekan karena lapisan tersebut bersifat melumasi.

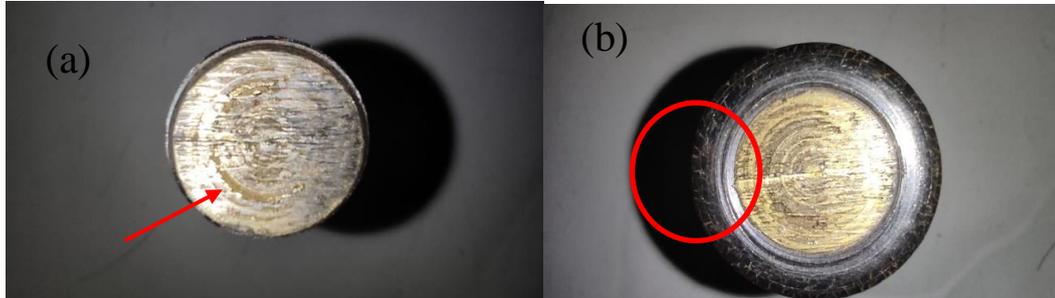
4. Sedikitnya lapisan thermoplastik kuningan yang terbentuk



Gambar 4. 18 Diagram skematis pembentukan lapisan tipis pelumas keadaan termoplastik (a) lebih banyak kuningan keadaan termoplastik yang terbentuk di pusat sambungan pada tahap awal (b) kuningan keadaan termoplastik dialirkan ke tepi ujung sambungan membentuk lapisan tipis pelumas dan (c) mencapai proses pengelasan dan membentuk lapisan las setelah tekanan tempa[10].

Lapisan termoplastik kuningan merupakan lapisan yang dihasilkan dari proses penggesekan antara Kuningan dengan *AISI 1040*. Lapisan ini bersifat cairan dan akan mengeras apa bila dingin. Lapisan ini lah yang akan mengisi sela-sela kecil pada permukaan *AISI 1040* dan akan membuat menempel kuningan pada *AISI 1040*. Pada proses pengelasan gesek ini lapisan termoplastik kuningan yang dihasilkan sangat tipis hingga tidak mampu membuat kedua material tersebut menempel, dan

lapisan thermoplastik kuningan ini mengumpul pada tepian kuningan ini dan membentuk *welding flash*.



Gambar 4. 19 Permukaan *AISI* 1040 dan Kuningan, (a) permukaan *AISI* 1040, tanda panah menunjukan lapisan kuningan yang menempel, (b) Permukaan kuningan, lingkaran menunjukan *Welding Flash*

Pada gambar 4.6 diperlihatkan permukaan *AISI* 1040 dan kuningan setelah proses las gesek. Pada gambar (a) terlihat ada lapisan kuningan yang menempel pada permukaan *AISI* 1040, yang membuktikan adanya lapisan termoplastik kuningan yang terbentuk. Pada gambar (b) juga dapat dilihat pada lingkaran merah dimana yang ditunjukan merupakan *welding flash* yang terbentuk pada tepian kuningan

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Dari pembahasan dan analisa yang telah dilakukan pada bab sebelumnya tentang pengaruh dari variasi waktu gesek pada las gesek antara *AISI 1040* dengan kuningan dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

- Dari penelitian yang telah dilakukan ini didapatkan hasil dari pengelasan gesek antara *AISI 1040* dengan kuningan tidak terjadi penyambungan antar dua buah logam tersebut. Dilakukannya penambahan proses *free heat* sebesar 200°C tidak mempengaruhi proses pengelasan gesek tersebut dan masih tidak terjadi penyambungan antara kedua logam tersebut.
- Terjadi beberapa fenomena yang terlihat setelah proses pengelasan seperti terjadinya deformasi plastis pada kuningan dan terbentuknya lapisan termoplastik kuningan yang menempel pada permukaan *AISI 1040*.

#### 5.2 Saran

Peneliti menyarankan jika ingin menggunakan metode las gesek (*friction welding*) ini sebagai metode penyambungan antara material *AISI 1040* dengan kuningan harus menambahkan durasi waktu gesek dan menambahkan perlakuan khusus pada material tersebut agar penyambungan bisa berhasil. Untuk metode pengelasan yang lebih baik digunakan untuk menyambungkan yang disarankan antara lain *brazing*, *radial friction welding*, dan *friction stir welding*.

Sebelum memilih dan melakukan penelitian yang akan diteliti, harus memastikan mempelajari dan memahami apa yang akan diteliti dengan membaca referensi seperti jurnal dan buku yang berkaitan dengan penelitian yang akan kita lakukan karena akan sangat mempengaruhi lancar tidaknya penelitian tersebut. Memahami karakteristik material yang akan kita teliti agar dapat menentukan *treatment* yang tepat agar hasil penelitian yang di lakukan memiliki hasil yang baik.

Untuk memperlancar penelitian yang dilakukan pastikan selalu mengikuti peraturan dan prosedur yang berlaku pada laboratorium. Selalu menggunakan alat pelindung diri agar tidak terjadi kecelakaan kerja dan hal-hal yang tidak

diinginkan terutama kacamata untuk melindungi mata dari percikan apa yang keluar pada saat proses pengelasan. Jaga kebersihan lingkungan dan mesin setelah melakukan pengelasan gesek.pastikan mesin dan alat bantu dalam keadaan baik agar saat digunakan tidak terjadi kesalahan.



## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Satoto, I. (2002). Kekuatan Tarik, Struktur Mikro, Dan Struktur Makro Lasan Stainless Steel Dengan Las Gesek (Friction Welding). Universitas Muhammadiyah, Yogyakarta, 20(11), 5375.
- [2] Septian, R., Jatisukanto, G., & Junus, S. (2016). Pengaruh Waktu Gesek Friction Welding Terhadap Karakterisasi Baja Aisi 1045 Dengan Sudut Chamfer 15 Derajat. Rotor, 9(2), 116-120.
- [3] Prasetyono, S., & Subiyanto, H. (2012). Pengaruh durasi gesek, tekanan gesek dan tekanan tempa terhadap impact strength sambungan lasan gesek langsung pada baja karbon AISI 1045. Jurnal Sains Dan Seni Pomits, 1, 1-5.
- [4] Nugroho, U. (2010). Pengaruh Struktur Mikro Dan Kandungan Karbon Pada Kekerasan Coran Kuningan. Jakarta: Fakultas Industri, Universitas Gunadarma.
- [5] Baumer and B.M.J. Ilmu Bahan Logam. Jakarta : Bharatara, 1994.
- [6] Arief Hernowo, A. (2018). Analisa Pengaruh Kecepatan Putar Spindel 800 Rpm Dan 1250 Rpm Pada Sambungan Fe-Al Dengan Metode FSW (Friction Stir Welding) Single Track (Doctoral dissertation, Universitas Muhammadiyah Surakarta).
- [7] Purnomo, S. (2016). Pengaruh Variasi Putaran Gesek Terhadap Kualitas Sambungan Pada Pengelasan Gesek Continuous Drive Friction Welding Bahan Pipa Kuningan dan Tembaga.
- [8] Haq, R., Budiarto, U., & Mulyatno, I. P. (2019). Analisa Kekuatan Tarik, Tekuk, dan Impak Pengelasan Flux Cored Arc Welding Material Baja St 40 Posisi 3G dengan Variasi Kuat Arus Listrik. Jurnal Teknik Perkapalan, 7(4).
- [9] Luo, Jian, et al. Radial friction welding interface between brass and high carbon steel. Journal of Materials Processing Technology, 2012, 212.2: 385-392.

- [10] Ardi, M. (2022). PENGARUH VARIASI WAKTU GESEK PADA PENGELASAN GESEK (FRICTION WELDING) TERHADAP KEKUATAN IMPAK BAJA ST37 (Doctoral dissertation, Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung).
- [11] Haq, Rizalul, Budiarto, Untung And Mulyono, Imam Pudjo. Analisa kekuatan tarik, dan dampak pengelasan Fox core arc welding material baja ST 40 posisi 3O dengan Variasi kuat arus. Semarang : Universitas Diponegoro, 2019, Vol. 17.
- [12] Satyadianto, Dicky. Pengaruh Variasi Tekanan Gesek, Tekanan Tempa Dan Waktu Gesek Terhadap Kekuatan Impact Pada Sambungan Las Gesek (Friction Welding) Dengan Menggunakan Baja Paduan AISI 4140. 2015. PhD Thesis. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- [13] Uzair, Ahmad. Analisa Kekuatan Impak Terhadap Jenis Takikan Menggunakan Baja ST 37. 2016. PhD Thesis. Universitas Medan Area.
- [14] Saputra, Willy Aditya. Analisis Pengaruh Variasi Pemanasan Dan Waktu Penekanan Terhadap Sifat Mekanis Hasil Pengelasan Gesek Baja St 37 Dengan Metode Taguchi. 2020. PhD Thesis. Institut Teknologi Nasional Malang.
- [15] Chinnakannan, S. (2017). Friction Welding of Austenitic Stainless Steel with Copper Material. Austenitic Stainless Steels—New Aspects.

## LAMPIRAN

### Lampiran 1 Daftar Riwayat Hidup

#### 1. Data Pribadi

Nama lengkap : Ibnu Sofwan  
Tempat& Tanggal lahir : Bandung, 5 Mei 2001  
Alamat : Gg. Manggis, Jln. Durian  
RT18 Desa Lampur, Bangka Tengah  
Jenis Kelamin : Laki-laki  
Agama : Islam  
Telp : -  
Hp : 082281043616  
E-mail : [ibnu.05.sofwan@gmail.com](mailto:ibnu.05.sofwan@gmail.com)



#### 2. Riwayat Pendidikan

1. SDN 8 Sungaiselan Lulus Tahun 2013
2. SMPN 2 Sungaiselan Lulus tahun 2016
3. SMAN 2 Sungaiselan Lulus Tahun 2019

#### 3. Riwayat Pendidikan Non Formal

-

Sungailiat, 17 Januari 2023

Ibnu Sofwan

## Lampiran 2 Gambar alat dan material

### 1. Alat

#### 1. Mesin bubut



#### 2. Thermogun



#### 3. Stopwatch



#### 4. Kaca mata



## 5. Flamegun



### Material

#### 1. AISI 1040



Kuningan dengan ukuran  $\text{Ø}16 \text{ mm} \times 65 \text{ mm}$

#### 2. Kuningan



Kuningan dengan ukuran  $\text{Ø}16 \text{ mm} \times 55 \text{ mm}$

### Lampiran 3 Sertifikat AISI 1040



SeAH Besteel Corp.  
1-6, SONGDO-ONG KUNSAK,  
CHEONGU, KOREA(513-711)

## MILL CERTIFICATE

TEL : +82-(0)63-460-8572 8318(QA)  
+82-(0)63-460-8114(Repres.)  
FAX : +82-(0)63-460-8423 Page(0/0)

Date : 2018-04-20  
Cert. No. : 201804-207465  
Customer :  
Heat No. : 273301

Steel Grade : AISI 1040/ST 40  
Shape of Product : ROUND BAR  
Delivery Condition : AS ROLLED

Size (mm) : 10 - 100  
Length (mm) : 6,000  
Weight (kg) :  
Quantity(pcs) : 1

Inspection Item		Chemical Composition (wt. %)				
		C	SI	MN	P	S
Spec.	Mis.	15	20	0.85	0.018	0.021
	Max.	20	24	1.067	0.025	0.024
	Result	20	24	1.067	0.025	0.024
Inspection Item	Product Hardness (HB)					
	SURFACE					

#### Mechanical Properties AISI 1040/ST 40

Mechanical Properties	Symbol	Steel
Young's modulus (GPa)	$E$	190 - 210
Poisson's ratio	$\nu$	0,26
Density (Kg/m <sup>3</sup> )	$P$	7,860
Yield strength (MPa)	$S_y$	205 - 245
Tensile strength (MPa)	$S_t$	400 - 510
Elongation (%)		27 - 30
Hardness (Hb)	$H_b$	160

<Seah&g>

8/05 : 4

----- End of report -----

We hereby certify that the material described herein has been made in accordance with the rules of the contract.

Certified by

*O. Y. Cho*

Manager of Quality Assurance Dept.

**Lampiran 4 Sertifikat kuningan**

CERTIFICATE OF ANALYSIS						
<hr/>						
SIZE	:16.00 mm					
SPECIFICATION	:JSH 3250 C3604					
Chemical Composition						
Machine Type	:AAC SPANC optical emission spectrorreter					
Testing Method	:ASTM E255-91					
	Cu (%wt)	Pb (%wt)	Fe (%)	Fe.Sn (%wt)	Zn (%)	
Specification Min	<i>51.00</i>	1.80	-	-	Balance	
M6x	<i>61.00</i>	3.70	<i>0.50</i>	1.00		
RBP22L08/2-03	58.62	2.97	0.26	0.71	Balance	
Mechanical Properties & Physical Dimension						
	DIA/NET (mm)	HARDNESS (HV)	TENSILE (Mpa)	ELONGATION (%)	LENGTH SPEC (mm)	APPEARANCE
Specification Min	15.85	-	-	-	2500	GOOD
M6x	16.00	-	-	-	2515	GOOD
16.00	15.85	-	-	-	2510	GOOD
We hereby certify that above material has been tested to comply with the specification.						