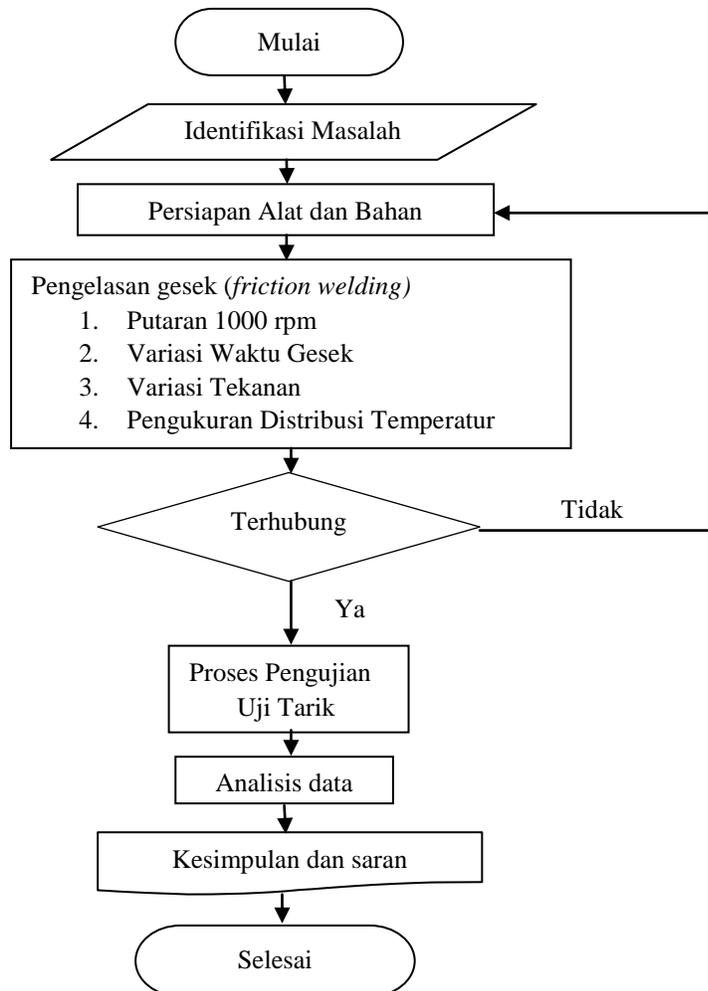


BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Diagram Alir Penelitian

Sebelum melakukan proses penelitian tentang pengelasan gesek dibuatlah diagram alir untuk menggambarkan proses-proses operasionalnya sehingga mudah dipahami dan dilihat berdasarkan urutan langkah dari proses penelitian. Diagram alir dapat dilihat padagambar 3.1.



Gambar 3.1. Diagram Alir Pengujian

3.2. Identifikasi Masalah

Identifikasi masalah dalam penelitian ini ialah pada parameter proses pengelasan gesek terutama pemberian gaya pada saat pengelasan gesek dan penempaan setelah gesekan pada material aluminium 2024 T4 dan stainless steel AISI 420. Perlu adanya penelitian untuk memperoleh parameter-parameter tersebut dalam pengelasan gesek sehingga dapat dijadikan sebagai acuan pada pengelasan selanjutnya.

3.3. Perencanaan Penelitian

3.3.1. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini meliputi dua kegiatan utama yaitu pembuatan dan pengujian. Untuk pembuatan spesimen dan pengujian spesimen dilakukan di Laboratorium Permesinan, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Waktu penelitian 1 Juli 2016 – Agustus 2016.

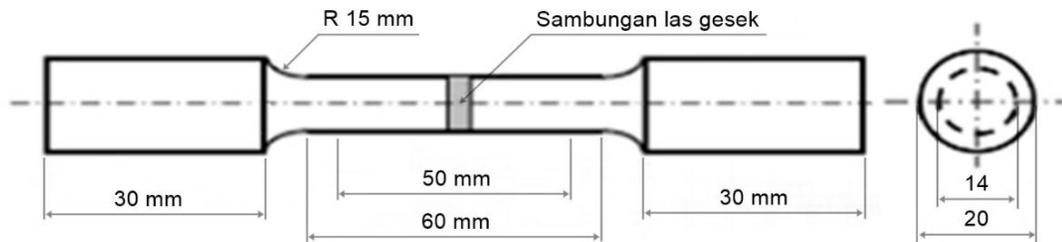
Tempat penelitian yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

- a. Laboratorium Fabrikasi Teknik Mesin UMY.
- b. Laboratorium Material Teknik Mesin UMY
 1. Variabel bebas adalah variabel yang ditentukan sebelum penelitian.
Variabel bebas pada penelitian tersebut dapat dilihat pada tabel 3.1
 2. Variabel terikat adalah variabel yang nilainya tergantung dari variabel bebas.

Variabel terikat ini adalah :

- Kekuatan tarik
3. Variabel kontrol yang besarnya dikendalikan selama penelitian.
Variabel kontrol pada penelitian ini adalah :
 - Putaran spindel 1000 Rpm
 - Bahan yang digunakan adalah aluminium 2024 T4 dan stainless steel AISI 420.

- Diameter bahan yang digunakan untuk las gesek adalah 14 mm
- Bentuk spesimen uji tarik sesuai standar *JIS* (Japan Industrial Standard) Z 2201 .



Gambar 3.2.Spesimen Uji Tarik Standar JIS Z 2201

Dari beberapa variabel dapat dibuat tabel sebagai acuan pelaksanaan penelitian pengelasan gesek variasi pengaruh waktu gesek 5, dan 7.5 detik terhadap kekuatan tarik bahan aluminium 2024 T4 dan stainless steel AISI 420. Tabel rancangan penelitian ditunjukkan pada tabel 3.1.

Tabel 3.1. Tabel rancangan penelitian awal pada bahan aluminium 2024 T4 dan stainless steel AISI 420.

No	Urutan Las Gesek	Tekanan Gesek (MPa)	Waktu Gesek (Detik)	Tekanan Tempa (MPa)	Waktu Tempa (Detik)
1	2	40	5	60	55
2	1	60	5	60	60
3	3	60	7.5	85	60

3.3.2. Pengadaan Alat dan Bahan

A. Alat utama

1. Alat penelitian



Gambar 3.3. Mesin las gesek yang digunakan sebagai las gesek Alumunium Alloy 2024-T4 dan Stainless Steel AISI 420

Dalam penelitian, Mesin las gesek ini digunakan sebagai penyambung silinder pejal Alumunium Alloy 2024-T4 dan Stainless Steel AISI 420. Pada bagian *chuck* yang terhubung dengan silinder hidrolik diberikan penahan tambahan agar stainless yang telah dibentuk tidak ikut bergeser ketika diberikan gaya tempa pada waktu mesin difungsikan.

2. Mesin Bubut



Gambar 3.4. Mesin Bubut

Mesin bubut digunakan untuk membuat 30 spesimen dengan standar JIS Z 2201. Spesimen yang dibentuk terdiri dari 15 spesimen Aluminium Alloy 2024-T4 dan 15 spesimen Stainless Steel AISI 420 yang telah dipotong sebelumnya sepanjang 70 mm dengan diameter 1 inci.

3. Alat Uji Tarik

Universal Testing Machine (UTM), adalah alat yang digunakan untuk melakukan pengujian tarik sambungan las gesek. Tempatnya di Laboratorium Fabrikasi Teknik Mesin UMY. Spesimen yang akan diuji tarik adalah 4 spesimen dari hasil las gesek antara Aluminium Alloy 2024-T4 dengan Stainless Steel AISI 420. Spesimen tersebut sudah dibentuk sesuai standar JIS (Japan Industrial Standard) Z 2201



Gambar 3.5. Alat Uji Tarik

Mesin *Universal Testing Machine* (UTM). Model GT-7001-LC50, serial no TC0702028, capacity 50TON S, volt 3 ϕ V50HZ.

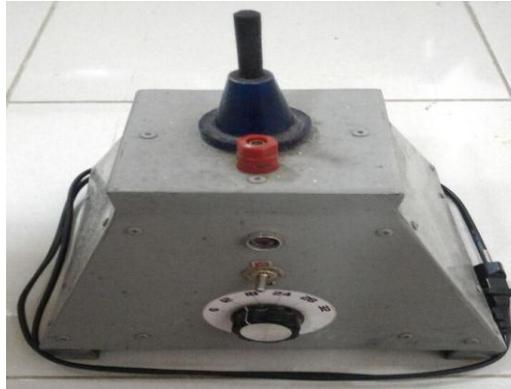
4. Load cell

Spesifikasi : H3-C3-3.0T-6B, *Capacity* : 3.0T, Class : C3



Gambar 3.6. Load cell

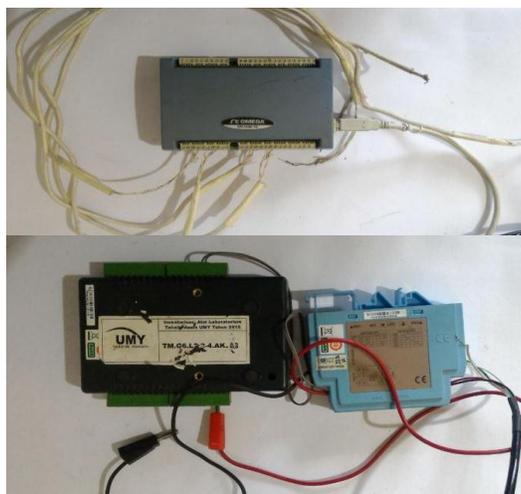
5. Thermocouple Welder



Gambar 3.7. Thermocouple Welder

6. Data Logger

Spesifikasi : OM-USB-TC and OM-USB-5201 Have 8 Thermocouples Inputs, OM-USB-TC-AI Has 4 Thermocouple Inputs and 4 Analog Voltage Inputs, OM-USB-5201 Has Data Logging Capability (Compact Flash), 24-Bit Resolution, software Programmable for Thermocouple Types J, K, T, E, R, S, B, N. , Built-In Cold junction Compensation and Open Thermocouple Detection, Eight Digital I/O, No External Power Supply Required (Except for OM-USB-5201), Sumber : OMEGA Engineering inc.



Gambar 3.8. Data logger

7. Power Supply

Spesifikasi : Model OMRON, 24 Volt, $4\frac{1}{2}$ Ampere



Gambar 3.9 Power Supply

2. Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam pengujian ini adalah :

- a. Aluminium Seri 2024 T4 silinder pejal.

Tabel 3.2. paduan aluminium

Alloy	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Zn	Ti
2024	0.5	0.5	3.8 - 4.9	0.40 - 0.9	1.2 - 1.8	0.1	0.25	0.15

Sumber : PT. Cahaya Dewantara Sejati

- b. Stainless Steel AISI 420 silinder pejal.

Tabel 3.3. paduan stainless steel

C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni
0.36	0.46	0.47	0.019	0.008	12.87	0.10

Sumber : PT. Cahaya Dewantara Sejati

3.4. Persiapan Penelitian

Persiapan sebelum melakukan penelitian atau percobaan alat harus dalam kondisi baik agar hasil dan data yang diperoleh lebih akurat dan teliti, adapun langkah-langkah pemeriksaan meliputi :

3.4.1. Alat ukur

Alat ukur seperti *pressure gauge*, *stop watch*, jangka sorong, dan mistar sebelum digunakan harus diperiksa dan dipastikan dalam kondisi normal dan standar, atau disebut dengan kalibrasi alat.

3.4.2. Kalibrasi Mesin *Friction Welding*

Kalibrasi Mesin *Friction Welding* bertujuan untuk mendapatkan hasil pengujian yang sesuai parameter yang diinginkan. Sehingga variasi yang diberikan untuk pengujian dapat ditentukan. Variasi dalam pengujian yang diberikan adalah variasi tekanan. Kalibrasi Mesin *Friction Welding* dilakukan dengan cara penekanan pegas untuk mengukur seberapa besar tekanan yang dapat diberikan dengan penyetelan katup *pressure gauge*. Penyetelan ini dimaksudkan untuk mengetahui seberapa besar tekanan setiap dilakukan pembukaan katup secara bervariasi

3.5. Pelaksanaan Penelitian

3.5.1. Parameter yang Digunakan dalam Perhitungan

Pada pengujian ini dilakukan beberapa parameter untuk perhitungan tekanan dan tegangan tarik maksimal diantaranya adalah sebagai berikut:

1. Menghitung tekanan gesekan

$$\text{Load cell belakang} - \text{Load cell depan} = \dots\dots\dots(3.1)$$

2. Menghitung tekanan (P)

Tekanan dapat diperoleh dari persamaan sebagai berikut:

$$\frac{\text{Load cell}}{\frac{\pi}{4}d^2} \dots\dots\dots (3.2)$$

keterangan:

Load cell : tekanan (MPa)

π : 3.14

d : diameter

3. Menghitung tegangan tarik maksimal

Tegangan tarik maksimal dapat diperoleh dengan persamaan sebagai berikut:

$$\sigma_u = \frac{F}{A_0} \dots \dots \dots (3.4)$$

keterangan:

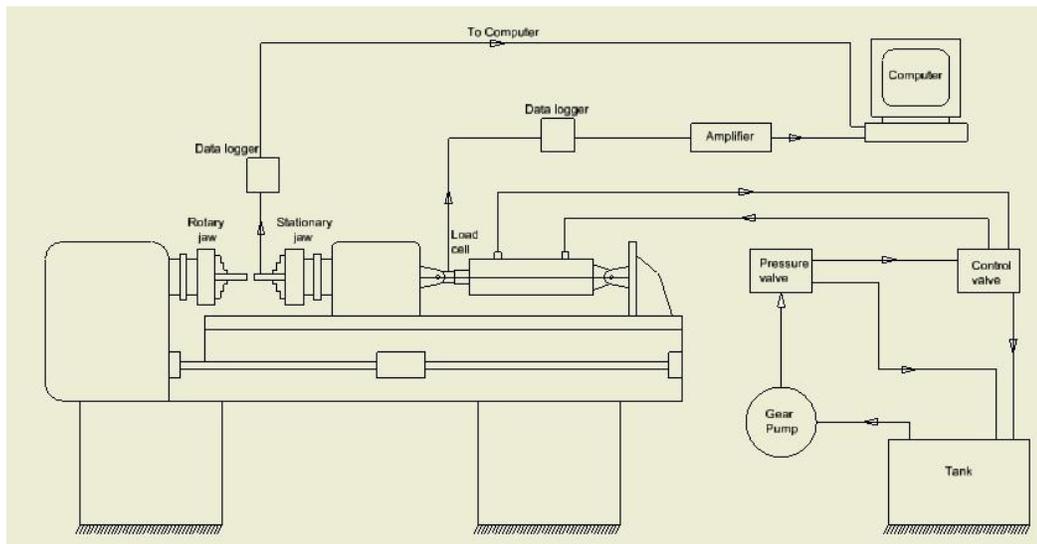
σ_u : tegangan tarik maksimal (MPa)

F : gaya (N)

A_0 : luas penampang sebelum dibebani (mm^2)

3.5.2. Mesin *Friction Welding*

Mesin *friction welding* ini adalah alat utama untuk penelitian. Alat ini untuk proses pengelasan atau proses penyambungan dua logam. Seperti pada gambar 3.8.



Gambar 3.10. Skema Mesin *Friction Welding*.

3.5.3. Pembuatan Bentuk Spesimen

- Persiapkan alat dan *raw material* pengelasan gesek.
- Potong menggunakan gergaji aluminium (panjang 80 mm) dan stainless steel (panjang 70 mm).
- Atur kecepatan mesin bubut.

- d. Bubutlah spesimen uji tersebut dengan Standar *JIS* 2241.
- e. Setelah spesimen uji telah dibuat, selanjutnya memulai pelaksanaan pengelasan gesek.

3.5.4. Proses pengelasan

Langkah-langkah yang dilakukan dalam proses pengelasan adalah:

- a. Pemotongan bahan aluminium 2024 T4 dan stainless steel AISI 420 lalu dibuat standar dari *JIS* Z 2201



Gambar 3.11. Hasil pemotongan bahan aluminium dan stainless yang sudah dibuat standar *JIS* Z 2201

- b. Meratakan ujung bahan aluminium dengan mesin bubut bertujuan agar saat terjadinya las gesek kedua permukaan rata, sehingga dapat mengurangi getaran antara kedua bahan yang tidak rata.



Gambar 3.12. Meratakan ujung bahan aluminium dan stainless steel.

- c. Memasang bahan di chuke mesin dan di toolspot dengan posisi *center* agar tidak terlalu banyak guncangan.



Gambar 3.13. Pemasangan bahan diposisikan center.

- d. Menyetel putaran yang ada di *headstock* mesin bubut tepatnya di *spindle speed selector* dengan mengatur handle di posisi putaran 1000 rpm.
- e. Menyalakan mesin bubut.
- f. Melakukan tekanan secara perlahan-lahan yaitu mencapai beban 30 N sehingga terjadi gesekan antara kedua bahan sampai timbul panas akibat gesekan.
- g. Atur posisi tekanan upset sebesar 60,60,60 dan 85 MPa..
- h. Setel waktu penggesekan yaitu 5 detik sampai 7.5 detik,
- i. Menghentikan mesin setelah penggesekan selesai dan waktu gesek sudah di tentukan lakukan pengaturan waktu tempa sebesar 55 dan 60 detik.

3.6. Proses Pengujian

Uji tarik adalah salah satu uji *stress-strain* mekanik yang bertujuan untuk mengetahui kekuatan bahan terhadap gaya tarik. Dalam pengujiannya, bahan uji ditarik sampai putus. Uji tarik rekayasa banyak dilakukan untuk melengkapi informasi rancangan dasar kekuatan suatu bahan dan sebagai data pendukung bagi spesifikasi bahan (Dieter, 1987). Pada uji tarik, benda uji diberi beban gaya tarik

sesumbu yang bertambah secara kontinyu, bersamaan dengan itu dilakukan pengamatan terhadap perpanjangan yang dialami benda uji (Davis, Troxell, dan Wiskocil, 1955). Kurva tegangan regangan rekayasa diperoleh dari pengukuran perpanjangan benda uji.

- a. Batas elastis σ_E (*elastic limit*) dinyatakan dengan titik A. Bila sebuah bahan diberi beban sampai pada titik A, kemudian bebannya dihilangkan, maka bahan tersebut akan kembali ke kondisi semula (tepatnya hampir kembali ke kondisi semula) yaitu regangan “nol” pada titik O.
- b. Batas proporsional σ_p (*proportional limit*) Titik sampai di mana penerapan hukum Hook masih bisa ditolerir. Biasanya batas proporsional sama dengan batas elastis.
- c. Deformasi plastis (*plastic deformation*) Yaitu perubahan bentuk yang tidak kembali ke keadaan semula. Pada gambar yaitu bila bahan ditarik sampai melewati batas proporsional dan mencapai daerah landing.
- d. Tegangan luluh atas σ_{uy} (*upper yield stress*) Tegangan maksimum sebelum bahan memasuki fase daerah landing peralihan deformasi elastis ke plastis.
- e. Tegangan luluh bawah σ_{ly} (*lower yield stress*) Tegangan rata-rata daerah landing sebelum benar-benar memasuki fase deformasi plastis. Bila hanya disebutkan tegangan luluh (*yield stress*), maka yang dimaksud adalah tegangan ini.
- f. Regangan luluh ε_y (*yield strain*) Regangan permanen saat bahan akan memasuki fase deformasi plastis.
- g. Regangan elastis ε_e (*elastic strain*) Regangan yang diakibatkan perubahan elastis bahan. Pada saat beban dilepaskan regangan ini akan kembali ke posisi semula.
- h. Regangan plastis ε_p (*plastic strain*) Regangan yang diakibatkan perubahan plastis. Pada saat beban dilepaskan regangan ini tetap tinggal sebagai perubahan permanen bahan.
- i. Regangan total (*total strain*) Merupakan gabungan regangan plastis dan regangan elastis, $\varepsilon_T = \varepsilon_e + \varepsilon_p$. Perhatikan beban dengan arah OABE. Pada titik B,

regangan yang ada adalah regangan total. Ketika beban dilepaskan, posisi regangan ada pada titik E dan besar regangan yang tinggal (OE) adalah regangan plastis.

j. Tegangan tarik maksimum TTM (UTS, *ultimate tensile strength*) ditunjukkan dengan titik C (σ_b), merupakan besar tegangan maksimum yang didapatkan dalam uji tarik.

k. Kekuatan patah (*breaking strength*) ditunjukkan dengan titik D, merupakan besar tegangan di mana bahan yang diuji putus atau patah.

Hukum Hooke (*Hooke's Law*) Untuk hampir semua logam, pada tahap sangat awal dari uji tarik, hubungan antara beban atau gaya yang diberikan berbanding lurus dengan perubahan panjang bahan tersebut. Ini disebut daerah *linier* atau *linear zone*. Di daerah ini, kurva penambahan panjang vs beban mengikuti aturan Hooke sebagai berikut : rasio tegangan (*stress*) dan regangan (*strain*) adalah konstan. *Stress* adalah beban dibagi luas penampang bahan seperti persamaan 3.4 dan *strain* adalah penambahan panjang dibagi panjang awal bahan seperti persamaan 3.5.

$$\text{Stress: } \sigma = F/A \dots\dots\dots (3.4)$$

F: gaya tarikan, (N)

A: luas penampang.(mm²)

$$\text{Strain: } \epsilon = \frac{\Delta L}{L} \dots\dots\dots (3.5.)$$

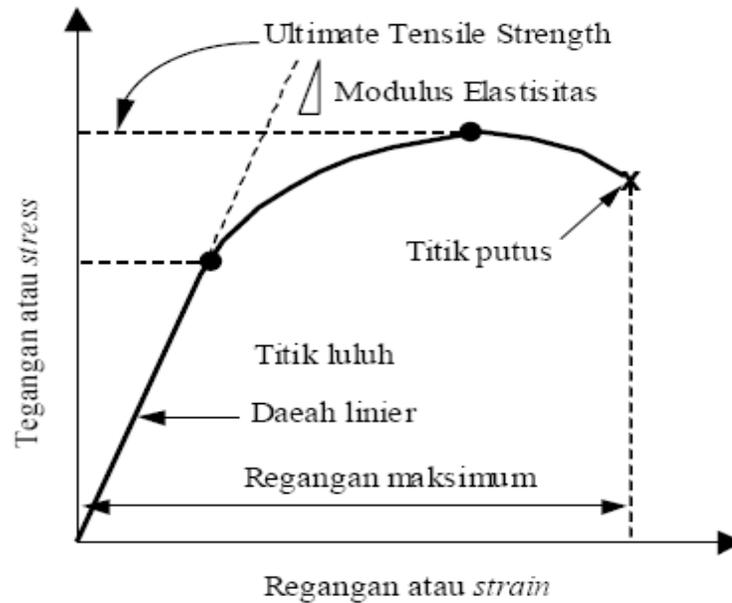
ΔL : penambahan panjang, (mm)

L: panjang awal (mm)

Hubungan antara *stress* dan *strain* dirumuskan dengan hukum Hooke: $E = \sigma / \epsilon$

Untuk memudahkan pembahasan, diagram modifikasi dari hubungan antara gaya tarikan dan penambahan panjang menjadi hubungan antara tegangan dan regangan (*stress vs strain*). Sehingga peneliti dapatkan kurva tegangan regangan. E adalah gradien kurva dalam daerah linier, di mana perbandingan tegangan (σ) dan regangan (ϵ) selalu tetap. E diberi nama "*Modulus Elastisitas*" atau "*Young Modulus*".

Kurva yang menyatakan hubungan antara *strain* dan *stress* seperti ini sering disingkat kurva SS (*SS curve*).



Gambar 3.14. Kurva Tegangan-Regangan

Sumber : www.infometrik.com