

**ANALISIS KEKUATAN SAMBUNGAN POROS DENGAN
MENGGUNAKAN *FRICITION WELDING***

SKRIPSI

Oleh:

**RIO ZIHAN MANALU
208130047**



**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2024**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 20/12/24

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI


Judul Proposal : Analisis Kekuatan Sambungan Poros Dengan Menggunakan *Friction Welding*

Nama Mahasiswa : Rio Zihan Manalu


NIM : 208130047

Fakultas : Teknik Mesin

Disetujui Oleh
Komisi Pembimbing


Prof. Dr. Dadan Ramdan, M.Eng, M. Sc
Pembimbing I


DR. Fauzan Priatno, ST, MT
Dekan


Dr. Jewardi, ST, MT
Ka. Prodi/ WD I

Tanggal Lulus: 20 Semptember 2024

HALAMAN PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa skripsi yang saya susun, sebagai syarat memperoleh gelar sarjana merupakan hasil karya tulis saya sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan skripsi ini yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan sumbernya secara jelas sesuai norma, kaidah, dan etika penulisan ilmiah.

Saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dan sanksi-sanksi lainnya dengan peraturan yang berlaku, apabila di kemudian hari ditemukan adanya plagiat dalam skripsi.



HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR/SKRIPSI/TENSIS UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademik Universitas Medan Area, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Rio Zihan Manalu

NPM : 208130047

Program Studi : Teknik Mesin

Fakultas : Teknik

Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Medan Area Hak Bebas Royalti Non eksekutif (*Non- exclusive Royalty-Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

Analisis Kekuatan Sambungan Poros Dengan Menggunakan *Friction Welding* Beserta perangkat yang ada jika di perlukan. Dengan has bebas royalti non eksklusif ini Universitas Medan Area berhak menyimpan, mengalih media /format-kan, mengolah dalam bentuk pangkalan data (*database*) , merawat, dan mempublikasikan tugas akhir/skripsi/tensis saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik hak cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Medan

Pada tanggal : 19 April 2024

Yang menyatakan

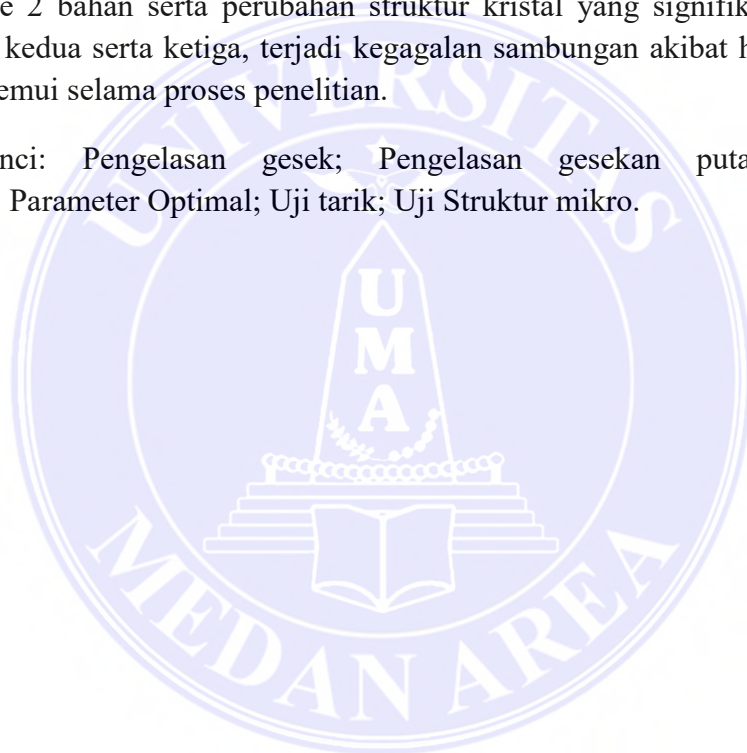


(Rio Zihan Manalu)

ABSTRAK

Pengelasan gesek, terutama metode pengelasan gesek putar, adalah salah satu teknik pengelasan yang menonjol dengan keunggulan seperti kualitas sambungan yang tinggi dan biaya yang relatif rendah. Berdasarkan variasi parameter yang diperoleh asal penelitian sebelumnya dan disarankan sang simulasi, penelitian ini melakukan validasi melalui eksperimen. Akibat pengelasan kemudian diuji tarik dan struktur mikro. Yang akan terjadi penelitian memberikan bahwa parameter pertama membentuk sambungan terbaik, dengan kekuatan tarik maksimum sebanyak 495,00 kN, kekuatan tarik rata-rata sebanyak 1391,8 kN, dan kekuatan lentur sebanyak 15 kN. Analisis struktur mikro juga memberikan adanya difusi antara ke 2 bahan serta perubahan struktur kristal yang signifikan. Tetapi, buat variabel kedua serta ketiga, terjadi kegagalan sambungan akibat hambatan teknis yang ditemui selama proses penelitian.

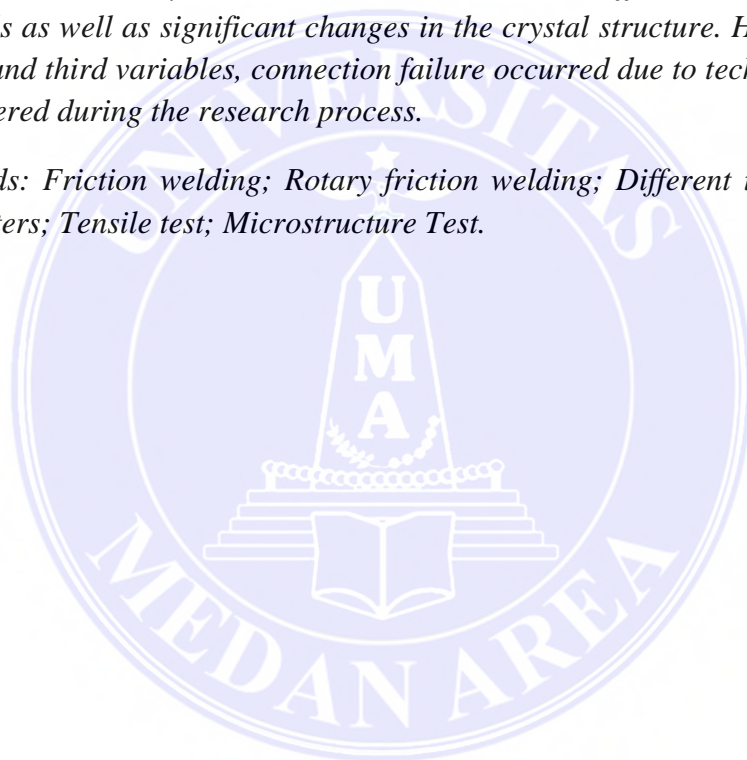
Kata Kunci: Pengelasan gesek; Pengelasan gesekan putar; Hal yang berbeda; Parameter Optimal; Uji tarik; Uji Struktur mikro.



ABSTRACT

Friction welding, especially the rotary friction welding method, is one of the prominent welding techniques with advantages such as high joint quality and relatively low cost. Based on parameter variations obtained from previous research and suggested by simulation, this research validates it through experiments. resulting from welding and then tested for tensile and microstructure. what will happen is that the research shows that the first parameter forms the best connection, with a maximum tensile strength of 495.00 kN, an average tensile strength of 1391.8 kN, and a flexural strength of 15 kN. Microstructural analysis also shows that there is diffusion between the two materials as well as significant changes in the crystal structure. However, for the second and third variables, connection failure occurred due to technical obstacles encountered during the research process.

Keywords: Friction welding; Rotary friction welding; Different things; Optimal Parameters; Tensile test; Microstructure Test.



KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, atas rahmatnya sehingga penulis dapat mengerjakan Skripsi ini. Dengan judul penelitian ini adalah “ **Analisis Kekuatan Sambungan Poros Dengan Menggunakan *Friction Welding***”

Terima Kasih penulis Sampaikan kepada bapak Prof. Dr. Dadan Ramdan, M. Eng, M. Sc. Selaku Dosen pembimbing yang telah memberikan saran, bimbingan dan pengarahan dalam menyusun proposal skripsi ini. Ungkapan terima kasih juga disampaikan kepada ayah, ibu, serta seluruh keluarga atas segala doa dan perhatiannya

Penelitian menyadari bahwa Skripsi ini masih jauh dari kata sempurna dikarenakan keterbatasan pengalaman dan pengetahuan yang dimiliki peneliti. Oleh karena itu, Peneliti mengharapkan segala bentuk saran atau pun masukan bahkan kritik yang membangun dari berbagai pihak. Akhir kata, Peneliti berharap semoga Skripsi ini dapat bermanfaat bagi para pembaca.

Medan, April 2024

Penulis,

Rio Zihan Manalu

DAFTAR ISI

ANALISA SAMBUNGAN POROS DENGAN MENGGUNAKAN FRICTION WELDING	i
HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR/SKRIPSI/TENSIS UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	iv
ABSTRAK	v
RIWAYAT HIDUP.....	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
DAFTAR NOTASI.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang Masalah.....	1
1.2. Perumusan Masalah	2
1.3. Batasan Masalah	2
1.4. Hipotesis Penelitian.....	3
1.5. Manfaat peneelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1. Pengertian Gesek	4
2.2. Faktor yang mempengaruhi Las Gesek.....	6
2.3. Teknik Pengelasan	8
2.4. Metode Pengujian	9
2.5. Pengujian Kekuatan	9
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	14
3.1. Tempat dan waktu dan Penelitian	14
3.2. Alat dan Bahan.....	15
3.3. Metode Penelitian.....	33
3.4. Populasi dan Sampel	35
3.5. Prosedur Kerja.....	36
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	39
4.1. Hasil	39

4.2. Pembahasan.....	71
BAB V SIMPULAN DAN SARAN.....	88
3.4. Simpulan	88
3.4. Saran.....	89
DAFTAR PUSTAKA	90



DAFTAR TABEL

Tabel 3.1. Jadwal Kegiatan	14
Tabel 3.2. Spesifikasi mesin las gesek	16
Tabel 3.3. Spesifikasi Mesin Bubut	20
Tabel 4.1. Hasil Data Uji Tarik	51
Tabel 4.2. Hasil Data Uji Tekuk	65
Tabel 4.3. Parameter Pengujian	73



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Daerah las (a) pengelasan fusi (b) non fusi.....	5
Gambar 2.2. Tahapan Proses <i>Friction Welding</i> . a) Tahap pemanasan Dan pemutaran, b) tahap pembangkitan panas akibat Gesekan, c) Tahap akhir penekanan lanjut.....	6
Gambar 2.3. Skema piston hidrolik (Dicky Satyadianto, 2015)	8
Gambar 2.4. Friction Welding dengan cara Direct-Drive Welding.....	9
Gambar 2.5. Uji Tarik	10
Gambar 2.6. Kurva tegangan-regangan.	11
Gambar 3.1. Mesin Pengelasan Gesek.....	15
Gambar 3.2. Jangka sorong.....	16
Gambar 3.3. Gerinda Potong.....	18
Gambar 3.4. Mesin Bubut	20
Gambar 3.5. Meteran.....	22
Gambar 3.6. Mesin Uji Tarik	23
Gambar 3.7. Mesin Uji Test Bending	25
Gambar 3.8. Uji Mikro.....	27
Gambar 3.9. Besi GS 20 SNI	29
Gambar 3.10. Stainless Stell	32
Gambar 3.11. Skema Instalasi Mesin <i>Continous Drive Friction Welding</i>	35
Gambar 3.12. Diagram Alir Penelitian	38
Gambar 4.1. Hasil Pengelasan Gesek	39
Gambar 4.2. Ukuran Spesimen benda uji.....	40
Gambar 4.3. Spesimen benda uji.....	40
Gambar 4.4. Hasil Uji Tarik 8 detik.....	42
Gambar 4.5. Hasil Uji Tarik 10 detik.....	42
Gambar 4.6. Hasil Uji Tarik 12 detik.....	43
Gambar 4.7. Diagram Hasil Pengujian Tarik Panjang Total Spesimen 8 detik,10 detik dan 12 detik	44
Gambar 4.8. Diagram Hasil Pengujian Tarik Massa (gr) Spesimen 8 detik,10 detik dan 12 detik	45
Gambar 4.9. Diagram Hasil Pengujian Tarik Gaya Maksimum (kN) Spesimen 8 detik,10 detik dan 12 detik	46
Gambar 4.10. Diagram Hasil Pengujian Tarik Maksimum (kN) Spesimen 8 detik,10 detik dan 12 detik	48

Gambar 4.11. Diagram Hasil Pengujian Tarik Regangan %Spesimen 8 detik,10 detik dan 12 detik	49
Gambar 4.12. Hasil Uji Tekuk 10 detik Patah	52
Gambar 4.13. Hasil Uji Tekuk 12 detik Patah	54
Gambar 4.14. Hasil Uji Tekuk 8 detik Tidak Patah.....	56
Gambar 4.15. Diagram Hasil Pengujian Tekuk Panjang Total Spesimen 8 detik,10 detik dan 12 detik	56
Gambar 4.16. Diagram Hasil Pengujian Tarik Massa (gr) Spesimen 8 detik,10 detik dan 12 detik	60
Gambar 4.17. Diagram Hasil Pengujian Tarik Gaya Maksimum (kN) Spesimen 8 detik,10 detik dan 12 detik	61
Gambar 4.18. Diagram Hasil Pengujian Tarik Hasil Uji Spesimen 8 detik,10 detik dan 12 detik	63
Gambar 4.19. Mikrografi sambungan	66
Gambar 4.20. Mikrografi sambungan <i>annealed</i>	66
Gambar 4.21. Mikrografi <i>Medium-carbon stell</i> pada sambungan <i>annealed</i>	67
Gambar 4.22. Mikrografi <i>Medium-carbon stell</i> pada HAZ	68
Gambar 4.23. <i>high speed-carbon stell</i> pada HAZ	69
Gambar 4.24. Langka- langka pengujian	71
Gambar 4.25. Parameter pengelasan gesek Spesimen yang berputar	72
Gambar 4.26. Standar ASTM E8M	74
Gambar 4.27. Spesimen untuk Uji Tarik	74
Gambar 4.28. Grafik tegangan regangan	75
Gambar 4.29. Ilustrasi sisi patahan benda.....	76
Gambar 4.30. Diagram alir pengujian tarik	78
Gambar 4.31. Skematis prinsip identasi dengan Metode <i>Vickers</i>	79
Gambar 4.32. Diagram alir identasi dengan Metode <i>Vickers</i>	80
Gambar 4.33. Potongan.....	81
Gambar 4.34. Penggerendaan	81
Gambar 4.35. Pemolesan.....	82
Gambar 4.36. Uji Kekerasan <i>Vickers</i>	82
Gambar 4.37. Hasil pengujian Mikro logam.....	83
Gambar 4.48. Spesimen Uji Mikrografi.....	84
Gambar 4.39. Hasil Uji bending Test (Uji Tekuk) Berhasil	87
Gambar 4.40. Hasil Uji bending Test (Uji Tekuk) Gagal	87

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Menurut American Welding Society (1989), pengelasan merupakan proses menghubungkan bahan logam dan non-logam dengan memanaskan mereka sampai mencapai suhu pengelasan tanpa menggunakan bahan las tambahan, tekanan, atau alat khusus. Ada berbagai jenis teknik pengelasan yang dipilih berdasarkan jenis bahan, kekuatan las yang diinginkan, sumber tenaga, dan biaya. Salah satu teknik yang digunakan untuk menyambung bahan yang berbeda adalah pengelasan gesekan aduk, di mana panas dihasilkan oleh gerakan relatif permukaan yang bergesekan. Teknik ini memiliki keuntungan karena distribusi panas yang merata dan dapat digunakan untuk menyambung material yang berbeda. Meskipun pengelasan gesekan aduk banyak digunakan dalam industri seperti konstruksi, perkapalan, dan otomotif, teknologi ini belum banyak diterapkan dalam industri menengah dan kecil. Salah satu masalah yang dihadapi adalah kegagalan sambungan saat menggunakan metode Rotary Friction Welding (RFW), terutama ketika menyambung material yang berbeda. Penelitian oleh Hafizh dan rekan (2019) menganalisis efek pemanasan menggunakan metode induksi elektromagnetik pada pengelasan gesekan aduk antara logam besi dan non-besi menggunakan Al6061 dan baja SWRM 1008. Mereka menggunakan pemanasan induksi magnet untuk meningkatkan temperatur material feromagnetik dan menguji berbagai parameter pengelasan. Namun, hasil penelitian menunjukkan bahwa kedua material tersebut tidak berdifusi dengan baik,

mengakibatkan keretakan pada sambungan las dan nilai kuat tarik yang rendah. Penelitian ini juga menunjukkan bahwa parameter seperti kecepatan putaran dan tekanan aksial mempengaruhi kuat tarik material.

Untuk mengatasi masalah ini, penelitian sebelumnya telah menggunakan Metode Elemen Hingga (FEM) dengan perangkat lunak CAE (Abaqus) untuk memprediksi kegagalan penyambungan dan difusi antar material. Meskipun demikian, tantangan dalam meningkatkan kualitas pengelasan gesekan aduk tetap ada, dan penelitian lebih lanjut diperlukan untuk memperbaiki proses ini.

1.2. Perumusan Masalah

Berdasarkan permasalahan yang mendasarinya, maka penelitian ini dipengaruhi oleh beberapa objek yang berkaitan, antara lain sebagai berikut:

1. Berapa besar hambatan yang dapat diatasi dengan menggunakan pengelasan gesekan?

1.3. Tujuan Penelitian

Berikut ini adalah tujuan tugas akhir penelitian yang ingin dicapai:

1. Untuk memahami kekuatan gesek pengelasan Besi dan Stainless
2. Menciptakan strategi dan pendekatan inovatif untuk meningkatkan efektivitas dan mutu penyambungan melalui teknik dan metode baru pada pengelasan gesek.
3. Menilai kehandalan dan ketahanan sambungan yang terbentuk dari proses pengelasan gesek pada bermacam-macam jenis bahan.

1.4. Hipotesis Penelitian

Penelitian Hipotesis yang hendak diajukan dalam penelitian ini adalah untuk:

1. Mengidentifikasi dan menganalisis dampak teknik pengelasan terhadap bentuk lasan dan foto skala besar wilayah setelah gesek pengelasan selesai.
2. Mengkaji dan menganalisis pengaruh teknik pengelasan gesek terhadap struktur mikro sambungan las yang dihasilkan.
3. Mengenal dan mengkaji pengaruh proses pengelasan terhadap kekuatan tarik dan kerasan hasil Sambungan poros (friction weld).

1.5. Manfaat penelitian

1. Sebagai literatur penelitian sejenis dalam rangka perkembangan teknologi khususnya bidang pengelasan aduk gesek.
2. Sebagai informasi bagi tukang las untuk meningkatkan kualitas hasil pengelasan gesek.
3. Sebagai informasi penting untuk menambah pengetahuan para peneliti di bidang pengujian material, pengelasan aduk gesek dan teknik material.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Pengertian Pengelasan

Pengelasan adalah suatu metode yang buring logam dimana logam diubah menjadi satu akibat panas dengan atau tanpa tekanan, atau dapat diartikan sebagai akibat metalurgi yang dibentuk oleh tarikan tingkat atom. Sebelum atom-atom tersebut membentuk ikatan, permukaan sekitarnya akan menjadi salah satu benda terakhir yang terbebas dari gas di sekitarnya.

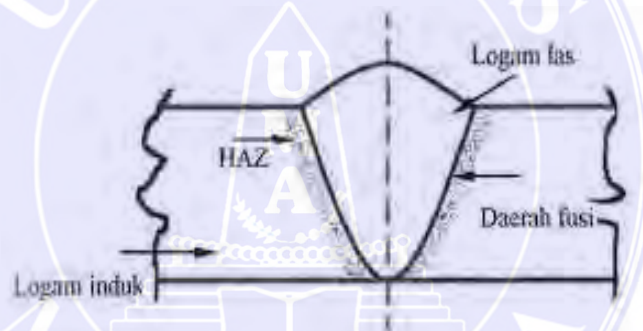
Ada dua kategori utama untuk proses aplikasi: lebur dan padat. Beberapa operasi menggunakan pengisi logam dan beberapa prosedur lain tanpa pengisi logam. Pengelasan lebur menggunakan panas untuk melebur permukaan yang akan disambung. Tidak ada peleburan pada dasar logam dan tidak ada penambahan logam pengisi pada proses pengelasan padat penyambungannya, melainkan menggunakan panas dan tekanan. Jika permukaannya halus dan rata, beberapa kristal akan terbentuk dan menjadi tajam. Jika hal ini tidak ditangani dengan baik maka singgungan akan menjadi kendor. lapisan oksida yang meluas

2.1.1. *Solid State Welding*

Perkembangan penggunaan teknik gelasan dalam bidang konstruksi sangat luas antara lain perkapalan, jembatan, rangka baja, bejana tekan, pipa cepat, pipa saluran, kendaraan rel, dan lain sebagainya. Las dapat digunakan misalnya untuk mengisi lubang-lubang pada Alquran, mempertebal bagian luar dan macam-macam bagian lainnya.

Pengelasan disebut juga pengelasan adalah proses penyambungan dua logam sampai pada titik kristalisasi, baik dengan menggunakan bahan baku maupun tidak menggunakan bahan baku dan energi mentah sebagai alat cairkan bahan yang dilaser.

Solid State Welding adalah suatu proses yang mengakibatkan melelehnya suatu benda uji pada suhu ruangan dengan menggunakan dasar logam yang disambung tanpa memerlukan pengisi logam. Proses ini melibatkan penggunaan sejumlah deformasi, atau difusi dan pendinginan, untuk menghasilkan campuran berkualitas tinggi dari bahan yang sama atau berbeda. Sambungan logam yang berbeda yg di tunjukkan pada Gambar 2.1.



(a) pengelasan fusi

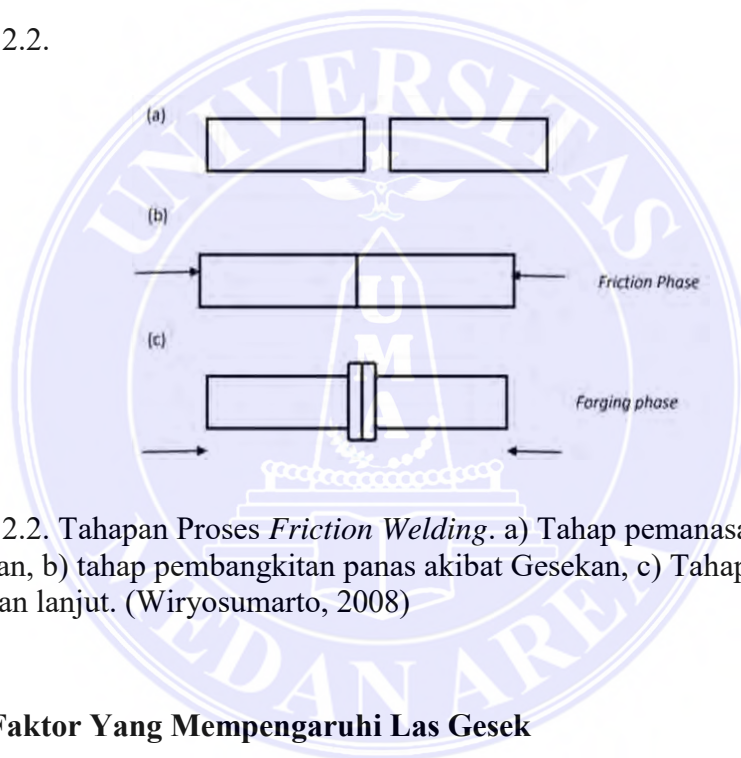
Gambar 2.1. Daerah las (a) pengelasan fusi

2.1.2. Las Gesek (*Friction welding*)

Las Gesek atau disebut juga pengelasan gesek merupakan salah satu jenis pengelasan solid state yang proses pengelasannya dilakukan pada permukaan datar. Konversi energi mekanik menjadi energi panas melalui cara panas bumi menghasilkan panas pengelasan. Benda tidak perlu memiliki banyak data dari suatu daftar atau kajian. Suhu benda pada Aktial arah dengan jarak yang relatif

tinggi akan ditunjukkan dengan tekanan yang dihasilkan dari proses antarmuka. Pecahnya terjadi ketika suhu permukaan antarmuka naik melebihi suhu udara. Pengelasan akan adiposa pada pencampuran logam plastis dan mekanisme difusi.

Hasil gesek pansamik berasal dari zat yang dibongkar. Beberapa variabel yang dapat dengan mudah diatur dalam proses aplikasi ini antara lain kecepatan putar, kecepatan gesek, waktu gesek, kecepatan waktu, dan kelambatan waktu. Tahun 1950 menyaksikan kelahiran AL Chudikov. Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2. Tahapan Proses *Friction Welding*. a) Tahap pemanasan Dan pemutaran, b) tahap pembangkitan panas akibat Gesekan, c) Tahap akhir penekanan lanjut. (Wiryosumarto, 2008)

2.2. Faktor Yang Mempengaruhi Las Gesek

Faktor lain yang secara signifikan mempengaruhi hasil penelitian adalah derajat Putaran tambahan, Durasi Gesekan, dan Aksial Tekanan. Penggunaan sudut chamfer yang dapat di kategorikan pengelasan gesek.

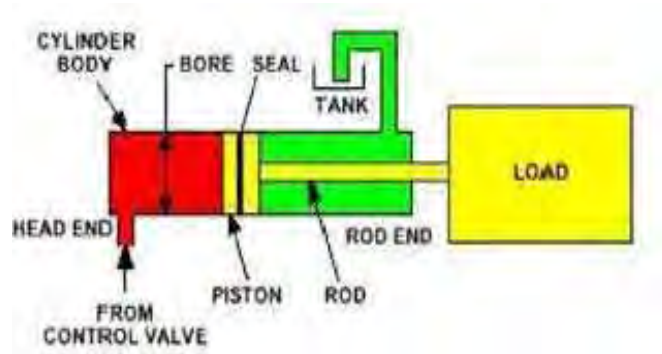
2.2.1. Kecepatan Putaran

Rotasi dan tekanan aksial yang lebih reaktif biasanya digunakan dalam pengelasan penggerak inersia. Terdapat jarak ideal dari putaran kecepatan untuk setiap kombinasi logam yang dibongkar. Dalam kasus pengelasan inert, kecepatan

putaran terus menurun selama proses pengelasan, namun dalam kasus pengelasan penggerak langsung, waktu taktik pengelasan tetap konstan. Salah satu faktor yang sangat penting dalam proses penempaan adalah panas yang dihasilkan dari material yang digunakan dalam proses penempaan benda kerja. Panas ini menyebabkan deformasi plastis. Maka dapat diamati bahwa laju putaran mempengaruhi suhu yang diukur. Ketika laju putaran meningkat, jumlah torsi dan energi yang dihasilkan pun meningkat, sehingga memerlukan penggunaan peniseman yang semakin besar. Pada tahun 2015, Satyadianto.

2.2.3. Tekanan Aksial

Proses pengadaan aduk gesek merupakan salah satu jenis teknik pengadaan yang pada prinsipnya bermula dari perundingan antara satuan kerja dengan perangkat dalam negeri. Proses pengelasan seperti ini biasanya dilakukan pada material logam yang tersusun dari partikel-partikel kecil. Jika pada tahap 1 dan 3 terdapat beberapa jenis abu, proses ini disebut tahap gelasan, yaitu tahap gesek dan tahap penempaan, dan keduanya disajikan sebagai parameter las abu. Di sisi lain, ketika tekanan tetap konstan selama proses berlangsung, hal ini disebut sebagai "satu-tahap pengelasan". Karena implantasi aksial yang lebih luas pada fase 3, kehamilan kedua torsi pada dua tahap pengelasan umumnya lebih tinggi dibandingkan pada tahap pertama. Sebagaimana dinyatakan dalam bagian "Pengelasan Gesekan Penggerak Langsung", langkah pertama proses bergantung pada waktu operator pengelasan. Gaya aksial yang bekerja Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.3



Gambar 2.3. Skema piston hidrolik (Dicky Satyadianto, 2015)

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

Keterangan :

F : Gaya Aksial (N)

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

A : Luas Permukaan Piston Hidraulik (m)

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

$$\text{Rumus Tekanan Hidrolik 2 ; } P = F \cdot A \dots \dots \dots (2.2)$$

Keterangan :

P : Tekanan Benda Kerja (N/m)

F : Gaya Aksial (N)

A' : Luas Permukaan Benda Kerja (mm)

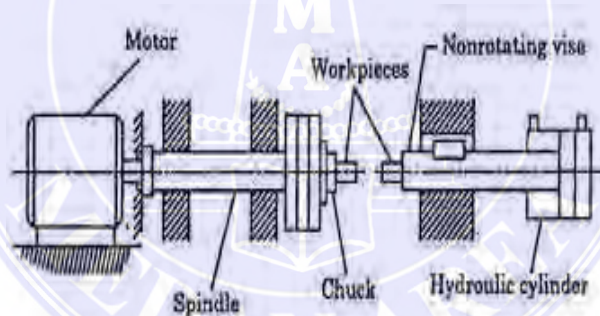
2.3. Teknik Pengelasan

Ada dua cara untuk melakukan proses pengelasan gesekan: pengelasan penggerak inersia dan pengelasan penggerak langsung. Pengelasan penggerak langsung, sering dikenal sebagai pengelasan gesekan konvensional, menggunakan motor dengan kecepatan konstan untuk mentransfer energi. Pengelasan gesekan

roda gila menggunakan energi yang tersimpan pada roda gila sebagai sumber energi untuk proses pengelasan, yang biasa juga disebut dengan pengelasan penggerak inersia. Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.4.

2.4. Metode Pengujian

Berdasarkan prinsip ini, ada tiga cara untuk mengaplikasikan tinta keras: menggores, mengolesi, atau bahkan mengindentasi bahan pada permukaan uji tikungan tertentu. Pengujian kekerasan merupakan salah satu jenis uji yang paling umum digunakan karena dapat dilakukan pada uji tikungan kecil tanpa memerlukan pengetahuan khusus. Berdasarkan adanya mekanisme kerja tersebut, maka tiga metode uji kekerasan adalah goresan, pantulan (rebound), dan metode indentasi .



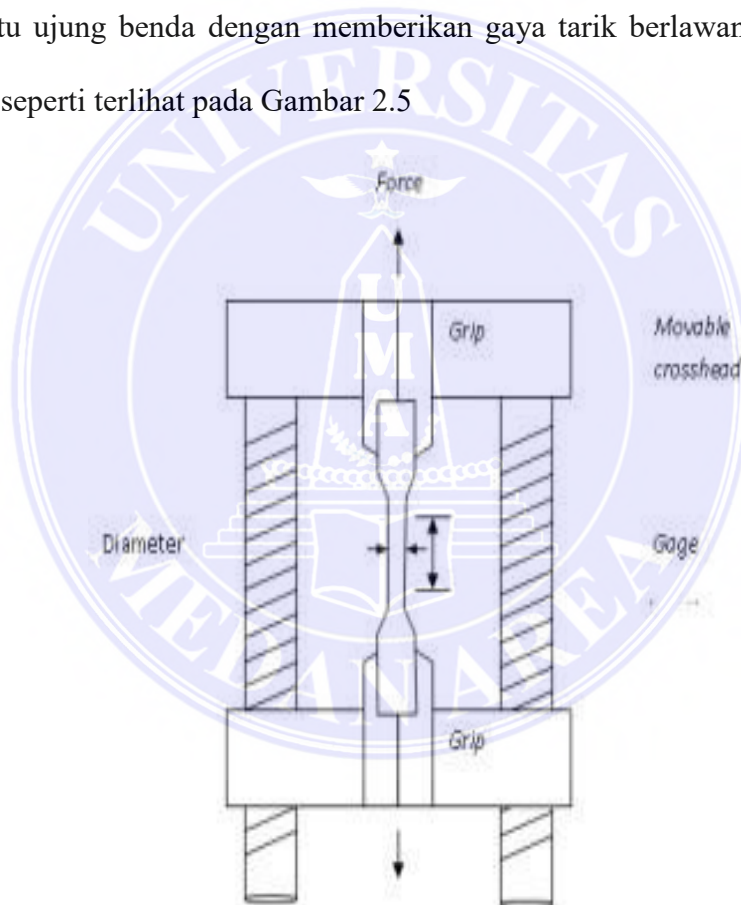
Gambar 2.4. *Friction Welding* dengan cara *Direct-Drive Welding*. (ASM Handbook , 1996).

2.5. Pengujian Kekuatan

Pengelasan gesek yaitu mempengaruhi hasil pengelasan gesek yang berbeda, mempengaruhi kekuatan uji tarik yang berbeda. Hal ini dikenal sebagai perbahan kekuatann gesek.

2.5.1. Uji Tarik

Tujuan dari proses pengujian tarik adalah untuk memahami kekuatan uji benda tarik. Tujuan tarik gujian pada tarik daerah las adalah untuk mengetahui apakah tarik las mempunyai nilai yang sama atau lebih tinggi atau lebih rendah dari muatan bahan bakunya. Pengujian tarik untuk kualitas kekuatan tarik termokolannya untuk mengatakan kekuatan dan suatu sambungan las dimanakah letak putusnya. Tarik beberapa benda adalah pembebanan yang ditujukan pada salah satu ujung benda dengan memberikan gaya tarik berlawanan arah. Secara terpisah seperti terlihat pada Gambar 2.5

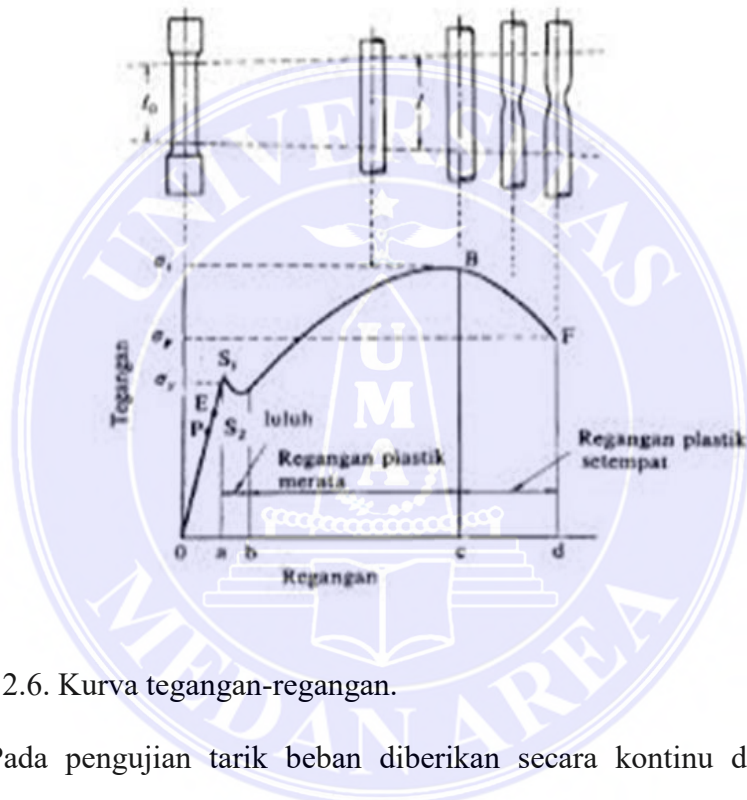


Gambar 2.5. Uji Tarik

Penarikan gaya terhadap beban dapat mengakibatkan terjadinya perubahan bentuk, atau deformasi, pada material yang bersangkutan. Proses deformasi pada bahan uji disebabkan oleh proses butiran kristalografi yang menyebabkan

terjadinya peluruhan elektromagnet setiap atom logam hingga mencapai panjang maksimal akibat pelepasan gaya.

Pengamatan mengenai perpanjangan yang ditambah dengan benda uji dan dihasilkan kurva tegangan regangan dalam pengujian tarik beban secara kontinu dan pelan - pelan bertambah besar. Mirip dengan apa yang ditunjukkan pada Gambar 2.6.



Gambar 2.6. Kurva tegangan-regangan.

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 kerja uji.

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

Keterangan :

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

F_u = Beban maksimal (kg)

A_o = Luas penampang mula dari penampang batang (mm^2).

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

$$\text{Rumus Penampang 1 } q = \frac{\Delta A}{A_o} \times 100\% \dots \dots \dots (2.4)$$

$$\text{Rumus Penampang 2 } q = \frac{\Delta - A}{A_o} \times 100\% \dots \dots \dots (2.5)$$

Keterangan :

q = Reduksi penampang (%)

A_o = Luas penampang mula (mm^2)

A_1 = Luas penampang akhir (mm^2)

2.5.2. Uji Bending

Tekanan adalah perbandingan antara gaya sebenarnya dan gaya yang diketahui benda luasan. Penyebab utama tekanan adalah dimensi benta yang diuji. Dimensi terhadap tekanan yang tersedia dimana benda uji yang digunakan semakin besar, karena gaya yang adat adalah. Selain itu, penekan juga mengurangi keparahan kejadian. Sistem penekan yang digunakan memanfaatkan sistem hidrolik. Faktor lain yang secara signifikan mengurangi tekanan adalah jumlah limbah yang dihasilkan oleh torak bekas. Daya pompa harus lebih besar dari daya yang dibutuhkan. Dan motor idealnya harus mengungguli daya pompa dan tekanan

$$P = \frac{F}{A} \dots\dots\dots(2.6)$$

P = tekanan (Kgf/)

F = gaya atau beban (kgf)

A = luas penampang (m²)

$$P = \frac{p \times Q}{600} \dots\dots\dots(2.7)$$

P = daya (kw)

p = tekanan (bar)

Q = laju aliran (l/min)

2.5.3. Uji Mikro

Tujuan analisis struktur mikro adalah untuk memahami struktur mikro keluaran dan menentukan besaran keluaran dalam bentuk mikroskopis untuk mikrobasaran. Pemfokusan foto mikroskop menggunakan pembesaran antara 50 x, 100 x, dan 200 x. Pencitra mikroskopis tersebut terdiri dari mikroskop untuk pengamatan spesimen dan layar komputer untuk menampilkan foto mikro berdurasi 30 detik dan kemudian memperbesarnya.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Tempat dan waktu

3.1.1 Tempat Penelitian

Tempat penelitian ini dilakukan di Workshop Teknik, Politeknik Bhuni Akpelni Jl. Pawiyatan Luhur II No.17, Bendan Duwur, Kec. Gajah Mungkur, Kota Semarang, Jawa Tengah 50235

3.1.2 Waktu Penelitian

Waktu yang diperkirakan untuk penelitian analisa ini kurang lebih 5 bulan mulai study literature sampai dengan sidang akhir, seperti terlihat pada tabel 3.1.

Tabel 3.1. Jadwal Tugas Akhir

Aktifitas	2024															
	Bulan I				Bulan II				Bulan III				Bulan IV			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Pengajuan Judul	■	■														
Penulisan Proposal			■	■												
Seminar Proposal					■											
Proses Penelitian						■	■	■								
Pengolahan Data Penyelesaian Laporan										■	■	■				
Seminar Hasil													■			
Evaluasi dan persiapan Sidang														■	■	
Sidang Sarjana																■

3.2. Alat dan Bahan

Pada saat akan melakukan analisis sambungan hasil pengelasan las gesek.

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

Digunakan sebagai spesimen yang akan diuji.

a). Mesin Pengelasan Gesek



Gambar 3.1. Mesin Pengelasan Gesek

Tabel 3.2. Spesifikasi mesin las gesek

Powor Motor Spindel	3,7 kWatt
Putaran	1450
Powor Pompa Hidraulik	1,5 kWatt
Tekanan Hidraulik	150 Bar
Panjang Mesin	1300 mm
Tinggi Mesin	1130 mm
Lebar Mesin	760 mm
Panjang Meja Mesin	1200 mm
Lebar Meja Mesin	500 mm

Sebagai alat untuk menyambung kedua material seperti Besi diameter 20 mm dengan cara digesekan menggunakan putaran pada motor listrik yang terhubung keporos cekam dan ditekan dengan kapasitas tekan 15 kg/cm². Seperti Gambar 3.1. Mesin Pengelasan Gesek

b). Jangka sorong



Gambar 3.2. Jangka sorong

Jangka sorong adalah alat yang digunakan untuk mengukur berbagai dimensi objek, seperti panjang, lebar, tinggi, dan kedalaman, dengan tingkat ketelitian

yang tinggi. Alat ini biasanya terbuat dari logam dan dilengkapi dengan dua skala: skala utama dan skala nonius (skala geser).

Komponen Jangka Sorong:

1. Lengan Utama: Bagian yang memiliki skala utama untuk pengukuran.
2. Lengan Geser: Bagian yang dapat digeser untuk memperoleh ukuran yang lebih akurat.
3. Mata Pengukur: Bagian yang bersentuhan langsung dengan objek yang diukur.
4. Skala Utama: Skala yang terdapat di lengan utama, biasanya dalam satuan centimeter (cm) dan millimeter (mm).
5. Skala Nonius: Skala yang terdapat pada lengan geser, berfungsi untuk meningkatkan ketelitian pengukuran.

Cara Menggunakan Jangka Sorong:

1. Buka Lengan: Geser lengan geser agar cukup lebar untuk mengukur objek.
2. Tempatkan Objek: Letakkan objek di antara mata pengukur.
3. Tutup Lengan: Tutup lengan geser hingga bersentuhan dengan objek tanpa memberikan tekanan.
4. Baca Skala: Amati nilai pada skala utama dan skala nonius untuk mendapatkan hasil pengukuran yang akurat. seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.2

c). Gerinda Potong



Gambar 3.3. Gerinda Potong

Gerinda potong adalah alat yang dirancang untuk memotong berbagai material, seperti logam, batu, dan plastik. Alat ini dilengkapi dengan cakram yang berputar dengan kecepatan tinggi, memungkinkan pengguna melakukan pemotongan dengan cepat dan efektif.

Komponen Utama Gerinda Potong:

1. Motor: Sumber tenaga yang menggerakkan cakram.
2. Cakram Gerinda: Bagian yang digunakan untuk memotong, tersedia dalam berbagai ukuran dan jenis sesuai dengan material yang akan dipotong.
3. Pengaman: Melindungi pengguna dari serpihan material yang dapat terbang saat pemotongan.
4. Pegangan: Mempermudah pengguna dalam mengontrol dan mengarahkan gerinda saat digunakan.

Cara Menggunakan Gerinda Potong:

1. **Persiapkan Alat dan Material:** Pastikan gerinda dalam kondisi baik dan cakram yang digunakan sesuai untuk material yang akan dipotong.
2. **Kenakan Alat Pelindung Diri:** Gunakan pelindung mata, masker debu, dan sarung tangan untuk keselamatan.
3. **Tandai Garis Potong:** Buat garis panduan pada material untuk memastikan pemotongan yang tepat.
4. **Nyalakan Gerinda:** Hidupkan alat dan biarkan cakram mencapai kecepatan maksimum.
5. **Lakukan Pemotongan:** Arahkan cakram ke garis potong dengan gerakan yang stabil dan perlahan.

Keunggulan Gerinda Potong:

- **Kecepatan:** Memungkinkan pemotongan yang lebih cepat dibandingkan metode manual.
- **Presisi:** Menghasilkan potongan yang rapi dan sesuai dengan garis yang telah ditandai.
- **Versatilitas:** Dapat digunakan untuk berbagai jenis material dengan cakram yang berbeda.

Dengan memahami cara kerja dan penggunaan gerinda potong, pengguna dapat melakukan pemotongan dengan lebih efisien dan aman. Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.4.

e). Mesin Bubut



Gambar 3.4. Mesin Bubut

Tabel 3.2. Spesifikasi Mesin Bubut

Merk :	CD6250c
Panjang Maksimum Benda Kerja	3000 mm
Mesin Kapasitas	<i>Medium Duty</i>
Spindle Bor	80 mm

Mesin bubut adalah alat yang digunakan untuk memotong, membentuk, dan menghaluskan berbagai material, umumnya logam, tetapi juga dapat digunakan untuk plastik atau kayu. Mesin ini beroperasi dengan memutar benda kerja di atas sumbu, sementara alat pemotong yang tetap digunakan untuk melakukan pemotongan.

Komponen Utama Mesin Bubut:

1. Benda Kerja: Material yang akan dibentuk atau dipotong.
2. Pusat Putar: Tempat di mana benda kerja dipasang dan diputar.
3. Meja Bubut: Permukaan tempat alat pemotong dan benda kerja diletakkan.
4. Alat Pemotong: Pisau atau mata pemotong yang digunakan untuk mengikis atau memotong material.

5. Motor: Sumber tenaga yang menggerakkan benda kerja dan alat pemotong.
6. Sistem Pengaturan Kecepatan: Memungkinkan pengguna mengatur kecepatan putaran mesin sesuai kebutuhan.

Jenis-jenis Mesin Bubut:

1. Mesin Bubut Konvensional: Mesin yang dioperasikan secara manual, cocok untuk pekerjaan sederhana.
2. Mesin Bubut CNC (Computer Numerical Control): Mesin yang dikendalikan oleh komputer, memungkinkan pemotongan yang lebih akurat dan otomatis.
3. Mesin Bubut Vertikal: Dirancang untuk mengolah benda kerja besar secara vertikal.

Cara Menggunakan Mesin Bubut:

1. Siapkan Alat dan Material: Pastikan mesin dalam kondisi baik dan benda kerja terpasang dengan benar.
2. Atur Kecepatan Putaran: Sesuaikan kecepatan mesin sesuai dengan jenis material dan pemotongan yang diinginkan.
3. Gunakan Alat Pemotong yang Tepat: Pilih alat pemotong yang sesuai untuk pekerjaan yang akan dilakukan.
4. Lakukan Pemotongan: Nyalakan mesin dan lakukan pemotongan dengan hati-hati, mengikuti garis atau ukuran yang diinginkan.

Keunggulan Mesin Bubut:

- Presisi Tinggi: Mampu menghasilkan produk dengan dimensi yang sangat tepat.
- Fleksibilitas: Dapat digunakan untuk berbagai jenis pekerjaan, seperti pembuatan poros, ring, dan komponen lainnya.
- Kemudahan Penggunaan: Dengan pelatihan yang tepat, mesin ini cukup mudah dioperasikan. seperti terlihat pada Gambar 3.5.

f). Meteran



Gambar 3.5. Meteran

Meteran adalah alat yang berfungsi untuk mengukur panjang atau jarak. Umumnya terbuat dari bahan fleksibel seperti kain, plastik, atau logam, dan sering dilengkapi dengan skala dalam satuan meter, sentimeter, atau milimeter. Ada beberapa jenis meteran, antara lain:

1. Meteran Gulung: Umumnya digunakan untuk konstruksi atau pengukuran bangunan. Alat ini bisa digulung kembali setelah pemakaian dan tersedia dalam berbagai panjang, biasanya antara 5 hingga 50 meter.

2. Meteran Lipat: Terdiri dari beberapa bagian yang dapat dilipat, biasanya terbuat dari kayu atau plastik. Alat ini sering digunakan untuk pengukuran kecil atau dalam bidang arsitektur.
3. Meteran Digital: Memanfaatkan teknologi laser untuk mengukur jarak dengan presisi tinggi, serta menampilkan hasil dalam format digital.

Meteran memiliki peranan penting di berbagai bidang, seperti konstruksi, pertukangan, desain, dan dalam kehidupan sehari-hari. Dengan pengukuran yang akurat, kita dapat menjamin efisiensi dan ketepatan dalam berbagai proyek. seperti terlihat pada Gambar 3.6.

h). Mesin Uji Tarik



Gambar 3.6. Mesin Uji Tarik

Uji tarik adalah metode untuk menguji material guna menentukan sifat mekaniknya, terutama kekuatan dan elastisitas. Dalam pengujian ini, sampel material—biasanya berbentuk batang atau pelat—dikenakan beban tarik hingga mengalami patah. Berikut adalah langkah-langkah dan aspek penting dalam uji tarik:

Prosedur Uji Tarik

1. **Persiapan Sampel:** Sampel dipotong dengan ukuran tertentu sesuai standar yang berlaku (seperti ASTM atau ISO).
2. **Penempatan Sampel:** Sampel diletakkan pada mesin uji tarik yang dilengkapi dengan dua penjepit di kedua ujungnya.
3. **Penerapan Beban:** Beban ditambahkan secara bertahap hingga mencapai batas kekuatan material. Selama proses ini, perubahan panjang dan beban dicatat.
4. **Pengamatan:** Peneliti memantau deformasi yang terjadi, baik elastis (sementara) maupun plastis (permanen), hingga material patah.

Data yang Dihasilkan

Dari uji tarik, dapat diperoleh beberapa data penting, antara lain:

- **Tegangan (Stress):** Gaya per satuan luas yang diterima oleh material.
- **Regangan (Strain):** Perubahan panjang relatif terhadap panjang awal sampel.
- **Kekuatan Tarik Maksimum:** Tegangan maksimum yang mampu ditahan material sebelum patah.
- **Modulus Elastisitas:** Indikator kekakuan material, dihitung dari rasio tegangan terhadap regangan dalam batas elastis.
- **Ductility:** Kemampuan material untuk mengalami deformasi plastis sebelum patah.

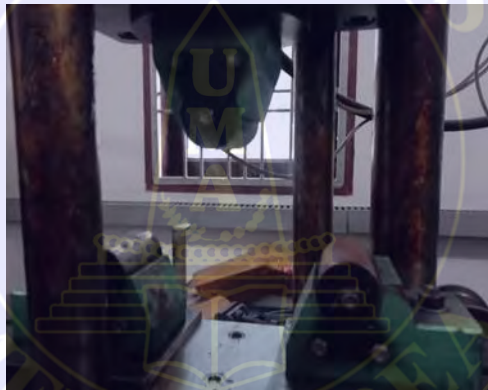
Aplikasi

Uji tarik memiliki berbagai aplikasi, antara lain:

- Material Engineering: Untuk mengevaluasi kekuatan material baru.
- Konstruksi: Untuk memastikan material yang digunakan memenuhi standar kekuatan.
- Otomotif dan Aerospace: Untuk memastikan keamanan dan ketahanan komponen.

Uji tarik sangat penting untuk memahami perilaku material di bawah beban, sehingga membantu dalam desain dan pemilihan material yang tepat untuk berbagai aplikasi. Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.8.

i). Mesin Uji Tekuk



Gambar 3.7. Mesin Uji Tekuk

Uji tekuk adalah metode pengujian yang digunakan untuk menilai sifat mekanik material, terutama kekuatan dan ketangguhan terhadap beban tekuk. Dalam proses ini, sampel material—biasanya berupa pelat atau batang—diberikan gaya yang menyebabkan tekukan hingga mengalami kerusakan atau deformasi permanen.

Berikut adalah penjelasan mengenai prosedur dan aplikasi dari uji tekuk:

Prosedur Uji Tekuk

1. **Persiapan Sampel:** Sampel dipotong sesuai dengan dimensi dan bentuk yang ditetapkan oleh standar yang relevan (seperti ASTM atau ISO).
2. **Penempatan Sampel:** Sampel diletakkan di mesin uji tekuk dengan dua tumpuan di kedua ujungnya.
3. **Penerapan Beban:** Beban diterapkan secara bertahap di tengah sampel hingga material mengalami tekukan atau patah. Selama proses ini, peneliti mencatat nilai beban dan deformasi yang terjadi.
4. **Pengamatan:** Pengamat memantau bentuk dan ukuran deformasi serta mencatat titik di mana material mulai mengalami kerusakan.

Data yang Dihasilkan

Dari uji tekuk, beberapa informasi penting yang dapat diperoleh meliputi:

- **Kekuatan Tekuk:** Tegangan maksimum yang dapat ditahan material sebelum mengalami patah atau deformasi permanen.
- **Modulus Ketangguhan:** Kemampuan material untuk menyerap energi sebelum kerusakan terjadi.
- **Deformasi Plastis:** Jumlah deformasi yang dialami material setelah melewati batas elastisnya.

Aplikasi

Uji tekuk digunakan di berbagai bidang, antara lain:

- Konstruksi: Untuk mengevaluasi kekuatan dan ketahanan material bangunan, seperti balok dan pelat.
- Industri Otomotif: Untuk menguji komponen kendaraan yang terkena beban dinamis.
- Pembuatan Produk: Dalam desain produk untuk memastikan komponen mampu menahan beban yang diterapkan selama penggunaannya. Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.9.

j). Uji Mikro



Gambar 3.8. Uji Mikro

Uji Mikro adalah metode pengujian yang bertujuan untuk mengevaluasi sifat dan struktur material pada tingkat mikro. Uji ini dirancang untuk memperoleh informasi rinci tentang komposisi, morfologi, dan karakteristik material yang tidak dapat terlihat dengan pengujian konvensional. Berikut adalah penjelasan lebih lanjut mengenai uji mikro:

Jenis Uji Mikro

1. Mikroskopi Elektron

- Memanfaatkan mikroskop elektron (SEM atau TEM) untuk menghasilkan gambar permukaan material dengan resolusi tinggi.
- Berguna untuk analisis morfologi, ukuran butir, dan cacat struktural.

2. Uji Kekerasan Mikro

- Mengukur kekerasan material pada skala mikro, biasanya menggunakan metode Vickers atau Knoop.
- Digunakan untuk menentukan kekerasan pada titik-titik tertentu di permukaan material.

3. Analisis Struktur Kristal

- Teknik seperti difraksi sinar-X (XRD) digunakan untuk mengidentifikasi struktur kristal dan fase material.
- Menyediakan informasi mengenai ukuran kristal, regangan, dan orientasi.

4. Spektroskopi

- Menggunakan teknik seperti FTIR atau Raman untuk menganalisis komposisi kimia material.
- Berguna untuk mengidentifikasi bahan dan memahami interaksi antar molekul.

Aplikasi Uji Mikro

- Karakterisasi Material: Membantu dalam memahami sifat fisik dan kimia material, yang sangat penting dalam penelitian dan pengembangan.

- Kualitas Kontrol: Digunakan di industri untuk memastikan produk memenuhi spesifikasi yang ditetapkan.
- Riset dan Pengembangan: Penting dalam pengembangan material baru, seperti komposit atau nanoteknologi.

Keuntungan Uji Mikro

- Detail Tinggi: Menyediakan informasi mendalam mengenai struktur dan komposisi material.
- Analisis Non-destruktif: Banyak teknik uji mikro dapat dilakukan tanpa merusak sampel, memungkinkan pengujian tambahan setelah analisis.
- Peningkatan Kualitas: Membantu dalam pengembangan dan pemeliharaan kualitas produk melalui pemahaman yang lebih baik tentang sifat material.

Uji mikro sangat penting dalam berbagai bidang, termasuk ilmu material, teknik, dan penelitian, karena memberikan wawasan mendalam tentang perilaku dan karakteristik material pada tingkat yang lebih halus. Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.10.

k. Besi GS 20 SNI



Gambar 3.9. Besi GS 20 SNI

Besi GS 20 adalah salah satu jenis besi baja yang memiliki komposisi khusus dan memenuhi standar tertentu di Indonesia, khususnya SNI (Standar Nasional Indonesia). Besi ini biasanya digunakan dalam berbagai aplikasi konstruksi dan industri.

Karakteristik Besi GS 20

1. Komposisi Kimia:

- Besi GS 20 umumnya mengandung karbon, mangan, silikon, dan elemen lainnya. Kandungan karbon biasanya sekitar 0,20%, yang memberikan sifat kekuatan yang baik.

2. Sifat Mekanik:

- Memiliki kekuatan tarik yang baik, ketangguhan, dan daya tahan terhadap deformasi. Hal ini membuatnya cocok untuk aplikasi yang memerlukan kekuatan struktural.

3. Pengolahan:

- Dapat diproses dengan mudah melalui berbagai metode pengolahan, seperti pengelasan, pembentukan, dan pemotongan.

Aplikasi

- Konstruksi: Banyak digunakan dalam pembuatan struktur bangunan, balok, dan kolom.

- Industri: Digunakan untuk membuat komponen mesin, alat, dan produk lainnya yang memerlukan kekuatan tinggi.
- Transportasi: Juga bisa digunakan dalam pembuatan kerangka kendaraan dan komponen transportasi lainnya.

Standar SNI

- SNI 07-2052-2004: Besi GS 20 mengikuti standar ini, yang menetapkan spesifikasi teknis dan kualitas yang harus dipenuhi. Dengan mengikuti standar SNI, produk besi ini diharapkan dapat memenuhi kriteria kualitas dan keamanan yang diinginkan.

Keunggulan

- Kualitas Terjamin: Memenuhi standar SNI yang menjamin kualitas dan keselamatan penggunaannya.
- Fleksibilitas: Dapat digunakan dalam berbagai aplikasi, baik dalam konstruksi maupun industri.
- Kekuatan Tinggi: Memberikan daya tahan yang baik terhadap beban dan tekanan.

Besi GS 20 merupakan pilihan yang baik untuk berbagai proyek yang memerlukan material dengan sifat mekanik yang baik dan memenuhi standar kualitas yang ketat. Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.11 dan Gambar 3.12.



Gambar 3.10. Stainless Steel

Stainless Steel 304 adalah jenis baja tahan karat yang paling banyak digunakan, dikenal karena ketahanannya terhadap korosi dan kemudahan dalam pemrosesan. Baja ini termasuk dalam kelompok austenitic, yang berarti memiliki struktur mikro yang stabil baik pada suhu rendah maupun tinggi.

Karakteristik Stainless Steel 304

1. Komposisi Kimia:

- Terdiri dari sekitar 18% kromium dan 8% nikel, memberikan ketahanan tinggi terhadap korosi dan oksidasi.

2. Sifat Mekanik:

- Memiliki kekuatan tarik yang baik, ketangguhan, dan mudah diolah. Baja ini juga dapat dilas dengan baik.

3. Ketahanan Korosi:

- Sangat tahan terhadap berbagai lingkungan korosif, termasuk asam dan garam, menjadikannya cocok untuk aplikasi di lingkungan yang keras.

Aplikasi

- Industri Makanan: Digunakan dalam pembuatan peralatan dapur, alat pemrosesan makanan, dan wadah penyimpanan.
- Konstruksi: Banyak diterapkan dalam struktur bangunan, railing, dan elemen dekoratif.
- Industri Otomotif: Digunakan untuk membuat komponen kendaraan yang memerlukan ketahanan terhadap cuaca.

Keunggulan

- Daya Tahan Tinggi: Tahan korosi, sehingga ideal untuk penggunaan di luar ruangan dan lingkungan lembap.
- Estetika: Memiliki tampilan yang mengkilap dan bersih, sering dipakai dalam desain interior dan eksterior.
- Mudah Dibersihkan: Permukaannya yang halus memudahkan perawatan dan pembersihan. Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.10.

3.3. Metode Penelitian

Menurut Sugiyono (2017), metode dasar analisis data adalah pendekatan ilmiah untuk memperoleh data dengan tujuan dan fungsi tertentu. Oleh karena itu, metodologi penelitian yang digunakan adalah metodologi penelitian kuantitatif. Metodologi penelitian kuantitatif didasarkan pada teori positivis dan digunakan untuk menyelidiki sampel populasi tertentu. Mengenai teknik pemilihan sampel yang biasanya dilakukan secara acak, pengumpulan data menggunakan alat penelitian dan analisis data dengan pendekatan kuantitatif atau statistik yang

bertujuan untuk memverifikasi hipotesis yang diajukan (Sugiono, 2017). Atur eksperimen untuk menentukan perubahan atau tidak ada keadaan yang ditentukan secara ketat. Kondisi dengan ini terjadi dalam penelitian eksperimental. dalam hal ini metodologi penelitian empiris digunakan untuk mencari implikasi terhadap fenomena yang diamati dalam kondisi lain yang telah ditentukan (Sugiyono, 2017).

Variabel pencarian

Dalam penelitian ini terdapat beberapa variabel yaitu:

- Variabel bebas

Variabel bebas adalah variabel yang dipertimbangkan sebelum melakukan penelitian yang dapat mempengaruhi variabel terikat. Tiga variabel dasar yang dipertimbangkan adalah tekanan rata-rata (Bar), laju tekanan (RPM) dan suhu (Bar). Pada parameter 1, tekanan gesekan sebesar 145 Bar dengan kecepatan putaran 1453 RPM dan temperatur tekanan 145 Bar; pada parameter 2 tekanan gesek sebesar 145 Bar dengan kecepatan putaran 1453 RPM dan temperatur tekanan 145 Bar; Pada parameter 3 tekanan gesekan sebesar 145 Bar dengan kecepatan putaran 1453 RPM dan temperatur tekanan 145 Bar. Variabel terikat Variabel terikat adalah variabel yang nilainya ditentukan oleh variabel dasarnya. Dalam penelitian ini, variabel independen adalah resistensi terhadap traksi dan struktur mikro.

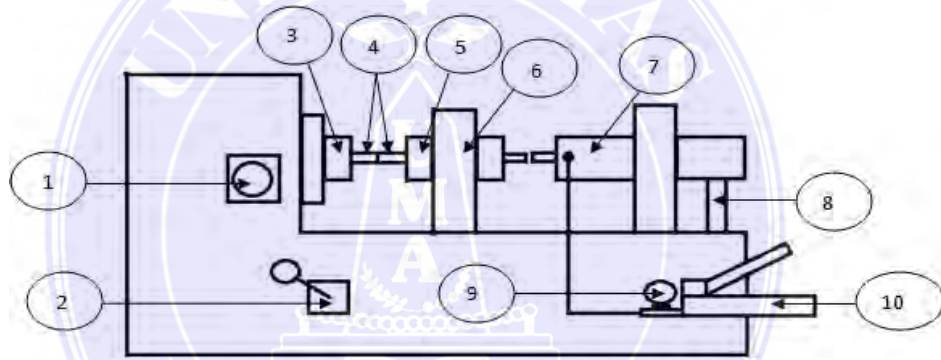
- Kontrol variabel

Variabel kontrol adalah variabel yang dikendalikan selama proses penelitian sehingga variabel dependen tidak dipengaruhi oleh variabel penelitian independen. Untuk pencarian ini, yang berfungsi sebagai variabel kontrol,

variabelnya adalah: Ukuran Sampel Pengelasan Gesekan Putar Berdasarkan Rekomendasi (ANSI AWS, 2014) Jenis bahan sejenis berdasarkan tabel rekomendasi (ANSI AWS, 2014) 3.4.

3.4. Populasi dan Sampel

Populasi dan sampel Pada penelitian kali ini material yang akan dipelajari adalah Besi Baja Paduan Rendah GS 20 SNI, benda uji dipotong sesuai dimensi yang telah ditentukan sesuai dengan kebutuhan. kapasitas mesin uji Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.15.



Gambar 3.11. Skema Instalasi Mesin *Continuous Drive Friction Welding*

Keterangan :

1. Tombol kontrol kecepatan spindel
2. Tuas on/off mesin bubut
3. Chuck spindel bubut
4. sampel pengelasan
5. Tekan tempat sampel
6. Menekan pelat penyangga mandrel
7. Silinder hidrolik
8. Mengukur

9. Pompa hidrolik

10. *Tailstoc*

3.5. Prosedur Kerja

Langkah-langkah pengoperasian mesin las gesek:

- a. Pelajari bagian-bagian mesin
- b. Sambungkan mesin las gesek ke sumber listrik 3 phase
- c. Pasang dan tempatkan benda uji yang akan disambung pada kedua chuck

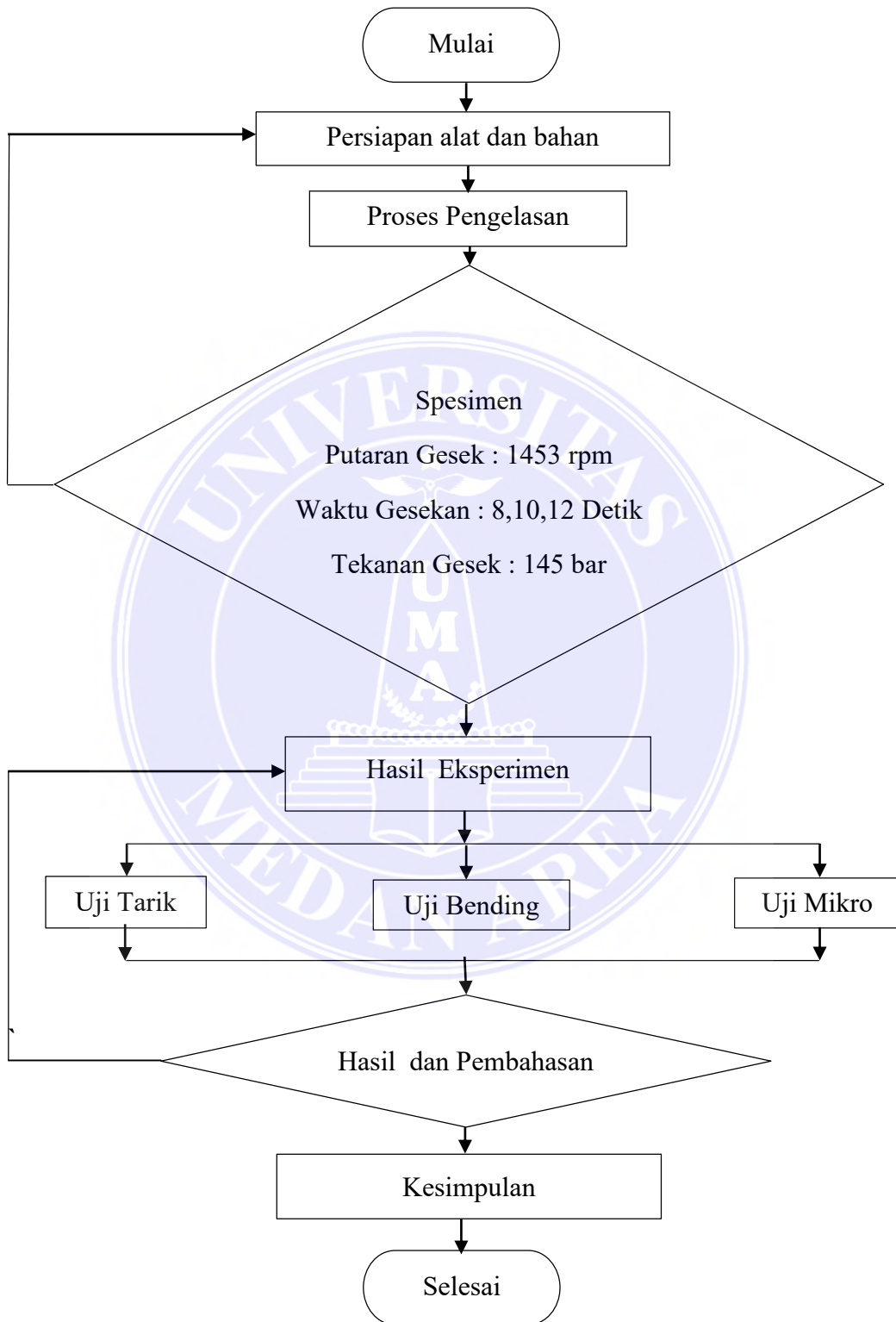


- d. Pastikan kedua chuk menjepit dengan kuat



- e. Posisikan tombol 2 ke posisi manual
- f. Seting waktu gesek 3 detik, 5 detik, 6 detik
- g. Tekan tombol ON Hydraulik untuk menjalankan pompa hydraulik
- h. Mengatur gerakan silinder dengan memutar valve 6mm/detik
- i. Seting posisi kedua bahan uji, dengan mendekatkan salah satu benda uji dengan menekan tombol hijau *cylinder*. (sampai kedua permukaan benda uji saling kontak).
- j. Mengatur waktu gesek yang ditentukan (3 s.d 6) detik
- k. Tekan tombol ON motor untuk memutar motor *spindel*
- l. Biarkan motor berputar (2-3detik), untuk mendapatkan panas awal akibat gesekan
- m. Tekan tombol ON, untuk menggerakkan *cylinder* untuk proses penekanan
- n. Proses penekanan berlangsung, jika waktu gesek berakhir, proses pengelasan terjadi, matikan mesin
- o. Melepas benda kerja, dan tekan tombol OFF untuk menggerakkan *cylinder* hydraulik.

3.5.1 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.12. Diagram alir penelitian

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

5.1. Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, pengaruh variasi variabel Tekanan Gesek, Kecepatan Putar, dan Tekanan Tempa pada friction welding dapat disimpulkan bahwa:

- Pengaruh perubahan kecepatan putar, tekanan aksial dan tekanan tempa terhadap kuat tarik pada daerah las belum dapat membuktikan benda kerja dapat disambung dengan benar karena hanya 1 variabel yang dapat disambung dan telah dilakukan uji tarik yaitu pengujian terbaik hasilnya pada nilai 495,00 Mpa dan hasil pengujian tekuk terbaik pada nilai 145 bar.
- Tidak mungkin untuk menentukan pengaruh perubahan kecepatan rotasi, tekanan aksial dan tekanan tempa pada struktur mikro di area las. Namun pada variabel yang berhasil dihubungkan, hasilnya kedua perbedaan material tersebut dapat dihubungkan walaupun luas WCZ masih sangat kecil. Namun pada daerah TMAZ dan HAZ terlihat adanya perubahan struktur kristal yang mengindikasikan adanya peningkatan kekuatan material. Emisi karbon rendah juga terdapat pada material SNI GS 20.

5.2. Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, pengaruh variasi variabel Tekanan Gesek, Kecepatan Putar, dan Tekanan Tempa pada friction welding diperoleh saran antara lain:

- Variasi lebih lanjut diperlukan untuk menentukan variabel terbaik untuk proses pengelasan aduk gesek. Parameter yang ditentukan dari hasil simulasi software tidak dapat memberikan hasil yang memadai karena ada faktor lain yang kondisinya tidak sempurna pada simulasi..
- Diharapkan penelitian selanjutnya untuk meneliti beberapa variabel lain yang kemungkinan dapat mempengaruhi hasil dari penelitian seperti temperatur pengelasan, besar upset pengelasan, waktu gesek, maupun waktu tempa.
- Diharapkan penelitian selanjutnya agar meneliti pengaruh sudut *chamfer male-female* terhadap kekuatan tarik *dissimilar material friction welding*.
- Diharapkan untuk penelitian selanjutnya agar menggunakan mesin-mesin dan peralatan yang sama serta sesuai dengan rujukan penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- ANSI AWS. (2014). Pedoman Pengelasan Gesekan.
- ASM Internasional. Komite Buku Pegangan, George F. Vander Voort, ASM International 2004.
- Chennakesava Reddy, A., & Kumar, TS (2013). Analisis Elemen Hingga Proses Pengelasan Gesekan pada Paduan Aluminium 2024 dan Baja AISI 1021.
- Faruq, A.S.Al. (2020). Pengaruh Sudut Talang Male-Female dan Tekanan Gesekan pada Proses Pengelasan Gesekan Baja Karbon S45C terhadap Kekuatan Tarik dan Struktur Mikro.
- FATHUROHMAN, F. (2019). Optimalisasi Sambungan Las Gesekan Putar pada Aluminium dengan Berbagai Bentuk.
- Pah, J., Irawan, Y., & Suprpto, W. (2018). Pengaruh Waktu Gesekan dan Tekanan Terhadap Kekuatan Tarik Sambungan Paduan Aluminium dan Baja Karbon pada Pengelasan Gesekan Penggerak Kontinyu.
- Maulana, Irfan (2022). Simulasi Metode Elemen Hingga pada Proses Pengelasan Gesekan Putar Paduan Al 6061 T6 dan Baja Karbon AISI 1018.
- Mayasari, AI, Wuryandari, T., & Hoyyi, A. (2014). Optimasi Proses Produksi yang Melibatkan Banyak Faktor dengan Tingkatan Berbeda Menggunakan Metode Taguchi.
- Muralimohan, C., Haribabu, S., Hariprasada Reddy, Y., Muthupandi, V., & Sivaprasad, K. (2015). Menggabungkan Baja AISI 1040 ke Paduan Aluminium 6082-T6 dengan Pengelasan Gesekan.
- Nimesh, P., Chaudhary, R., Singh, RC, & Ranganath, MS (2016). Simulasi Pengelasan Gesekan Inersia Baja Ringan dan Aluminium 6061 Menggunakan Metode Elemen Hingga pada ABAQUS.
- Rasyid, HA (2019). Laporan Akhir Penelitian Kebijakan Fakultas (Edisi 8).
- Taban, E., Gould, JE, & Lippold, JC (2010). Pengelasan Gesekan Berbeda Aluminium 6061-T6 dan Baja AISI 1018: Sifat dan Karakterisasi Mikrostruktur.
- Pengujian Tarik. (2004). Amerika Serikat: ASM Internasional.
- Timoshenko & Gere. (2000). Mekanika Bahan. Erlangga.

Satyadianto, D. (2015). Pengaruh Junction Pressure Variation, Forging Pressure, and Friction Duration on Impact Strength in Friction Welding Joints Using AISI 4140 Alloy Steel.

Wiryo Sumarto, H. (2008). Metal Welding Techniques.

