

PEMBUATAN ALAT UJI IMPAK BATANG DENGAN KAPASITAS MAKSIMUM TEKanan UDARA 10 BAR

SKRIPSI

OLEH :

**ANGGA PRADANA
208130006**



**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2025**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

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

Document Accepted 9/3/26

Access From (repositori.uma.ac.id)9/3/26

PEMBUATAN ALAT UJI IMPAK BATANG DENGAN KAPASITAS MAKSIMUM TEKANAN UDARA 10 BAR

SKRIPSI

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk
Memperoleh Gelar Sarjana di Fakultas Teknik
Universitas Medan Area

OLEH:

ANGGA PRADANA

208130006

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2025**

HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

Judul : Pembuatan Alat Uji Impak Batang dengan
Kapasitas Maksimum Tekanan Udara 10 Bar
Nama Mahasiswa : Angga Pradana
NIM : 208130006
Fakultas : Teknik

Disetujui Oleh
Komisi Pembimbing


Muhammad Yusuf Rahmansyah Siahaan ST. MT
Pembimbing


Dr. Eng. Subriano S.T., M.T
Dekan


Dr. Iswandi S.T., M.T
Ka. Prodi WD 1

Tanggal Lulus : 9 Juni 2025

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 sorma, 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 ini.

Medan, 4 Maret 2025



Angga Pradana

208130006

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
TUGAS AKHIR/SKRIPSI/TESIS UNTUK KEPENTINGAN
AKADEMIS**

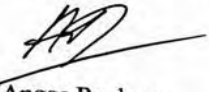
Sebagai sivitas akademik Universitas Medan Area, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Angga Pradana
NPM : 208130006
Program Studi : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik
Jenis Karya : Tugas Akhir/Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan ,menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Medan Area **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (Non-exclusive Royalti Free Right)** atas skripsi saya yang berjudul : Pembuatan Alat Uji Impak Batang Dengan Kapasitas Maksimum Tekanan Udara 10 Bar, beserta perangkat yang ada. Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Medan Area berhak menyimpan, mengalih media/format kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Medan 4 Maret 2025


Angga Pradana

ABSTRAK

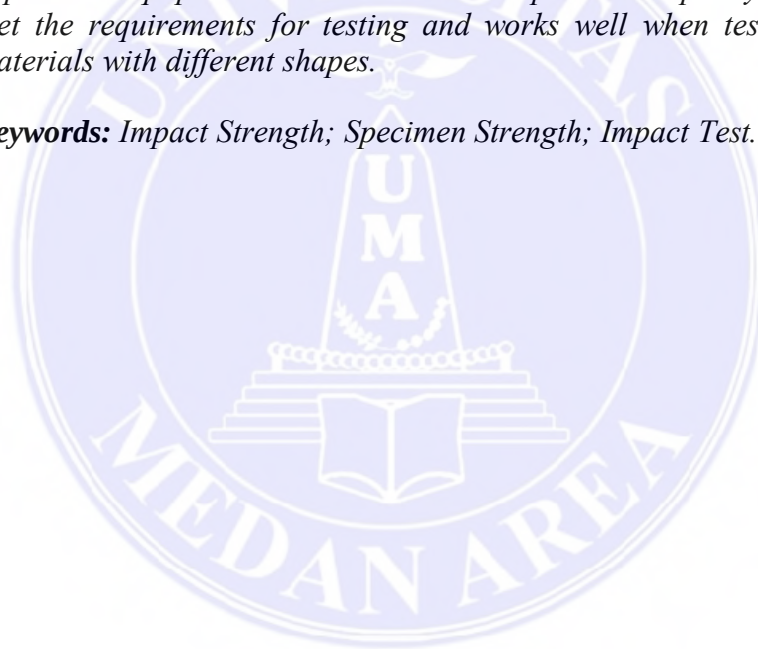
Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membuat alat uji impak batang yang dapat digunakan untuk mengukur ketahanan material terhadap benturan. Alat uji impak batang merupakan salah satu perangkat penting dalam pengujian sifat mekanik material, khususnya untuk mengetahui energi yang diserap oleh material ketika diberikan beban impact. Tujuan yang ingin di capai pada penelitian ini adalah menciptakan alat uji impak batang dengan menggunakan sistem tekanan udara yang berkapasitas maksimum 10 bar untuk menguji kekuatan material seperti gypsum, keramik dan mortar. Alat uji impak di buat menggunakan standar ASTM E602-19 dimana standar ini berfokus pada metode pengujian kompresi dinamis. Metodologi perancangan di dapat dengan melihat pada alat uji yang telah di buat pada penelitian sebelumnya. Pemilihan bahan paada pembuatan menggunakan perhitungan kekuatan dan menggunakan bahan bahan dengan memperhatikan ketersediaan di pasaran. Hasil pengujian menunjukan bahwa pembuatan alat uji impak batang dengan kapasitas maksimum tekanan udara 10 bar telah memenuhi syarat dalam pengujian dan bekerja dengan baik saat menguji bahan spesimen dengan bentuk yang berbeda- beda.

Kata Kunci : Kekuatan Impak; Kekuatan Spesimen; Uji Impak.

ABSTRACT

This research aims to design and create a bar impact test tool that can be used to measure material resistance to impact. A bar impact tester is an important tool in testing the mechanical properties of materials, especially to determine the energy absorbed by the material when it is subjected to an impact load. The aim to be achieved in this research is to create a rod impact test tool using an air pressure system with a maximum capacity of 10 bar to test the strength of materials such as gypsum, ceramics and mortar. Impact test equipment is made using the ASTM E602-19 standard, where this standard focuses on dynamic compression testing methods. The design methodology can be obtained by looking at the test equipment that has been created in previous research. The selection of materials in manufacturing uses strength calculations and uses materials taking into account availability on the market. The test results show that the rod impact test equipment with a maximum air pressure capacity of 10 bar has met the requirements for testing and works well when testing specimen materials with different shapes.

Keywords: *Impact Strength; Specimen Strength; Impact Test.*



RIWAYAT HIDUP

Angga Pradana lahir di desa Emplasmen Kwala Mencirim, Kec Sei Bingei, Kab, Langkat, Prov. Sumatera Utara pada tanggal 28 april 2002. Penulis merupakan anak pertama dari pasangan bapak Sudariantono dan ibu Supartini. Pada tahun 2008 penulis memulai pendidikan sekolah dasar di SD 026602 Binjai. Selanjutnya pada tahun 2014 penulis melanjutkan pendidikan di SMP Negeri 9 Binjai. Kemudian pada tahun 2017 melanjutkan pendidikan di SMK Putra Anda Binjai. Pada tahun 2020 penulis terdaftar menjadi salah satu mahasiswa Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Medan Area.

Penulis mengikuti perkuliahan dengan aktif dan melaksanakan program magang di PT. SERDANG HULU yang beralamat di desa Tanjung Gunung, Kab Langkat Prov. Sumatera Utara selama kurang lebih dua bulan. Penulis berharap tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi sesama pada penelitian yang terus berkembang kedepannya terutama pada ilmu teknik mesin.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa yang memberikan kesehatan kepada penulis sehingga mampu menyelesaikan penulisan skripsi ini. Penelitian ini merupakan Tugas Akhir guna memenuhi syarat untuk memperoleh gelar sarjana Teknik pada Universitas Medan Area.

Dalam penulisan dan penelitian skripsi ini banyak kendala yang penulis alami, namun berkat bantuan moril dan material dari berbagai pihak, maka skripsi ini dapat diselesaikan, untuk itu penulis mengucapkan terimakasih kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Dadan Ramdan, M. Eng., M. Sc., selaku Rektor Universitas Medan Area.
2. Bapak Dr. Eng. Supriatno, S.T., M.T., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Medan Area.
3. Bapak Dr. Iswandi ST., MT., selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Universitas Medan Area.
4. Bapak Ir. Tino Hermanto, ST., MSc., IPP. Selaku Kabid. Pembelajaran dan Sistem Informasi Akademik Program Studi Teknik Mesin Universitas Medan Area.
5. Bapak Muhammad Yusuf Rahmansyah S.T., M.T., selaku Dosen pembimbing yang telah banyak meluangkan waktunya untuk membimbing, memotivasi dan memberi saran kepada penulis dalam penulisan skripsi ini.

6. Seluruh dosen pengajar dan pegawai Prodi Teknik Mesin Universitas Medan Area.
7. Kepada kedua orang tua saya, beserta keluarga yang memberikan dukungan dan doa untuk saya dalam penulisan skripsi ini.
8. Seluruh teman-teman Teknik Mesin yang senantiasa memberikan dukungan untuk saya dalam penulisan skripsi saya ini.

Penulis berusaha untuk memberikan yang terbaik, tetapi penulis menyadari sebagai seorang manusia tentunya tidak luput dari segala kesalahan. Oleh karena itu dalam kesempatan ini penulis meminta maaf jika dalam skripsi ini masih terdapat berbagai kesalahan dan kekurangan. Akhir kata penulis berharap semoga skripsi ini bermanfaat bagi semua pihak.

Medan, 21 Maret 2025



Angga Pradana

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH.....	iv
ABSTRAK	v
<i>ABSTRACT</i>	vi
RIWAYAT HIDUP	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR NOTASI.....	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Hipotesis Penelitian.....	2
1.5 Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Pembuatan	4
2.1.1 Pembuatan Alat Uji Impak Anak Panah Jatuh Bebas	5
2.1.2 Pembuatan Alat Uji Tarik Universal Dengan Penggerak Servo Motor	7
2.1.3 Pembuatan Alat Uji Impak Jatuh Bebas Model Drop Weight Test	11
2.2 Proses pemesinan	12
2.2.1 Mesin Konvensional.....	13
2.2.2 Mesin Otomatis.....	22
2.3 Uji impak.....	26
2.3.1 Uji Impak Charpy	27
2.3.2 Uji Impak Izod.....	30
2.3.3 Uji Impak Jatuh Bebas	31
2.3.4 Uji Impak Anak Panah	32
2.3.5 Uji Impak Hopkinson.....	34
2.4. Bejana Bertekanan	36
2.5. Sambungan	38
2.5.1 Sambungan Tetap.....	39
2.5.2 Sambungan Tidak Tetap.....	42
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	44
3.1. Waktu dan Tempat Penelitian.....	44
3.1.1 Waktu Penelitian	44
3.1.2 Tempat Penelitian	44
3.2. Bahan dan Alat.....	45
3.2.1 Bahan.....	45
3.2.2 Alat	48

3.3.	Metode Penelitian	51
3.4.	Populasi dan Sampel	52
3.5.	Prosedur Kerja	53
3.5.1	Proses Pembuatan	53
3.5.2	Proses Perakitan	54
3.6.	Diagram Alir Penelitian	56
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		57
4.1.	Proses Pembuatan Komponen	57
4.1.1.	Proses Pembuatan Batang Striker	58
4.1.2.	Proses Pembuatan Meja Landasan	58
4.1.3.	Proses Pembuatan Tabung	58
4.1.4	Proses Pembuatan Selongsong Striker Bar	59
4.1.5.	Proses Pembuatan Dudukan Spesimen	59
4.2.	Daftar Komponen	59
4.3.	Spesifikasi dan Biaya	61
4.4.	Analisa Ekonomi	63
4.5.	Perhitungan Proses Pembuatan	64
4.6.	Hasil Pembuatan dan Pengujian	75
4.6.2.	Cara Kerja Alat Uji Impak Batang	75
4.6.3.	Hasil Pengujian	76
4.6.4	Hasil Pengujian Alat Dengan Variasi Tekanan Udara	77
4.6.5.	Grafik Hasil Pengujian	85
BAB V SIMPULAN DAN SARAN		87
5.1	Simpulan	87
5.2	Saran	87
DAFTAR PUSTAKA		88
LAMPIRAN		90

DAFTAR TABEL

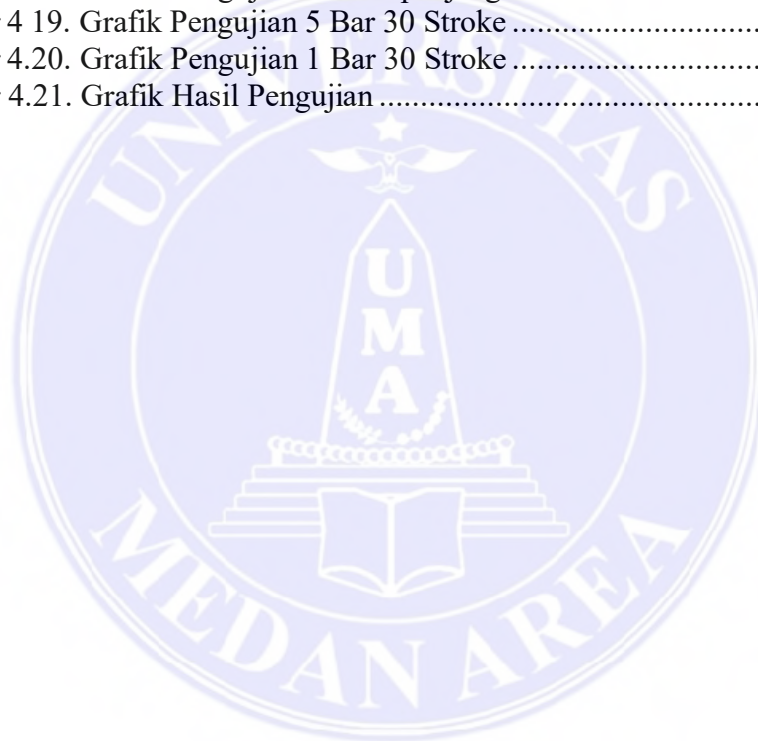
Tabel 3.1. Rencana jadwal Penelitian tugas akhir	44
Tabel 3.2. Populasi.....	52
Tabel 4.1. Daftar Komponen	60
Tabel 4.2. Daftar Harga Komponen Alat.....	61
Tabel 4.3. Analisis Ekonomi.....	63
Tabel 4.4. Perhitungan Proser Pengeboran.....	67
Tabel 4.5. Hasil Pengujian dengan Panjang Stroke 50 cm	85
Tabel 4.6. Hasil Pengujian dengan Panjang Stroke 30 cm	85



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.	Konsep Perancangan Alat Uji Impak Anak Panah Jatuh Bebas	6
Gambar 2.2.	Tiga Konsep Rancangan Mesin Uji Tarik	9
Gambar 2.3.	Mesin Uji Tarik.....	10
Gambar 2.4.	Rancangan Alat Uji Impak Drop Weight Test.....	12
Gambar 2.5.	Mesin bubut	15
Gambar 2.6.	Mesin Bor	16
Gambar 2.7.	Mesin Las listrik	18
Gambar 2.8.	Las Asetelin	19
Gambar 2.9.	Mesin Las MIG.....	20
Gambar 2.10.	Mesin Las TIG	20
Gambar 2.11.	Mesin Hacksaw.....	21
Gambar 2.12.	Mesin Bubut CNC.....	23
Gambar 2.13.	Mesin Frais CNC	24
Gambar 2.14.	Mesin CNC 3D Printer.....	25
Gambar 2.15.	Metode Charpy	28
Gambar 2.16.	Ilustrasi Gerakan Pendulum.....	29
Gambar 2.17.	Metode Izod.....	31
Gambar 2.18.	Uji Impak Jatuh Bebas	32
Gambar 2.19.	Uji Impak Anak Panah	33
Gambar 2.20.	Diagram Kompresi SPHB yang di Kembangkan	36
Gambar 2.21.	Bejana Bertekanan	38
Gambar 2.22.	Jenis Jenis Sambungan Las.....	40
Gambar 2.23.	Sambungan Paku Rivet	41
Gambar 2.24.	Sambungan Baut	42
Gambar 3.1.	Besi plat	45
Gambar 3.2.	Batang Striker	45
Gambar 3.3.	Input Bar.....	46
Gambar 3.4.	Bearing	46
Gambar 3.5.	Elektroda.....	47
Gambar 3.6.	Baut	47
Gambar 3.7.	Mesin Bubut Konvensional	48
Gambar 3.8.	Mesin Las 900 Watt	48
Gambar 3.9.	Mesin Bor Kapasitas 16 mm.....	49
Gambar 3.10.	Mesin Hacksaw 16 Inch	49
Gambar 3.11.	Kompresor	50
Gambar 3.12.	Tabung Bejana	50
Gambar 3.13.	Pressure Gauge.....	51
Gambar 3.14.	flowchart proses pembuatan Batang Striker dan Penerus.....	54
Gambar 3.15.	Flowchart Proses Perakitan.....	55
Gambar 3.16.	Diagram Alir Penilitia.....	56
Gambar 4.1.	Tahapan Proses Pembuatan Komponen	57
Gambar 4.2.	Proses pengeboran.....	64
Gambar 4.3.	Grafik kecepatan putaran.....	69

Gambar 4.4. Grafik kedalaman pemakanan.....	69
Gambar 4.5. Grafik waktu pemotongan	70
Gambar 4.6. Pembubutan Batang Striker	70
Gambar 4.7. Bentangan tabung.....	73
Gambar 4.8. Proses Pembuatan Tabung.....	75
Gambar 4.9. proses pengujian alat uji impak batang	76
Gambar 4.10. Stroke Minimal	76
Gambar 4.11. Stroke Maksimal	77
Gambar 4.12. Tekanan 10 Bar	77
Gambar 4.13. Grafik Pengujian 10 Bar	78
Gambar 4.14. Tekanan 5 Bar	78
Gambar 4.15. Grafik Pengujian 5 Bar	79
Gambar 4.16. Tekanan 1 Bar	79
Gambar 4.17. Grafik Pengujian 1 Bar	80
Gambar 4.18. Grafik Pengujian 10 Bar panjang stroke 30 cm	82
Gambar 4.19. Grafik Pengujian 5 Bar 30 Stroke	83
Gambar 4.20. Grafik Pengujian 1 Bar 30 Stroke	83
Gambar 4.21. Grafik Hasil Pengujian	85



DAFTAR NOTASI

W	=	Energi
A	=	Luas Penampang
g	=	Gravitasi
M_p	=	Massa pendulun
L_p	=	Panjang Lengan Pendulun
bn	=	Lebar benda uji
h	=	Tinggi benda uji
π	=	Dimana bilangan konstannya 3,14
r	=	Jari jari
σ	=	Tegangan
F	=	Gaya
ε	=	Regangan
P	=	Tekanan dalam Pascal
τ_g	=	Tegangan geser
σ_b	=	Tegangan tarik



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Dalam bidang teknik material dan rekayasa, uji impak merupakan salah satu metode penting yang di gunakan untuk menentukan ketahanan bahan terhadap beban kejutan. Uji impak yang umum digunakan adalah alat uji impak batang, yang mengukur ketahanan material dengan menerapkan beban impak pada batang uji. Uji impak merupakan salah satu metode yang digunakan untuk mengetahui kekuatan, kekerasan, serta keuletan suatu material. Dalam hal tersebut maka metode uji impak banyak dipakai dalam bidang menguji sifat mekanik yang dimiliki oleh suatu material tersebut.

Uji impak merupakan pengujian dengan memberikan pembebanan secara tiba-tiba. Penelitian yang mengangkat masalah kekuatan suatu material dengan uji impak, pada umumnya menggunakan metode jenis impak charpy dan izod, tetapi seiring perkembangan teknologi dalam bidang teknik dan kebutuhan penelitian yang semakin bertambah, alat uji impact semakin modern dan mengalami inovasi terbaru. Selain pengujian menggunakan metode impact charpy dan izod sebagai standard pengujian impak yang sering di gunakan, terdapat juga pengujian menggunakan metode tekanan pneumatic. Dalam hal ini, Pembuatan alat uji impak sistem *pneumatic* di rancang dan di buat dengan tekanan udara sebagai penggerak yang memungkinkan alat ini dapat bekerja dengan sesuai ketentuan. Tekanan udara maksimum 10 bar merupakan tekanan yang relevan dalam kebutuhan

pengujian yang akan di lakukan. Uji impak dengan kapasitas tekanan yang lebih tinggi. memungkinkan pengujian yang lebih mendalam terhadap kekuatan dan ketahanan material, yang pada akhirnya berkontribusi pada keselamatan dan keandalan produk akhir. Selain itu, penelitian ini di lakukan sebagai bentuk inovasi dan pentingnya alat uji dinamis dalam bidang kekuatan material. Dengan demikian, penelitian dan pengembangan alat uji impak dengan kapasitas tekanan udara tinggi ini tidak hanya mendukung kemajuan teknologi dan material, tetapi juga memperkuat standar keselamatan.

1.2 Rumusan Masalah

Dari latar belakang di atas ada rumusan masalah yang dapat diidentifikasi dalam pembuatan alat uji impak batang dengan kapasitas maksimum tekanan udara 10 bar yaitu :

Bagaimana cara membangun dan merakit alat uji impak batang dengan kapasitas maksimum tekanan udara 10 bar.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk :

- a) Mengetahui proses pembuatan alat uji impak batang dengan kapasitas maksimum tekanan udara 10 bar.
- b) Analisis ekonomis material dalam pembuatan alat uji impak batang dengan kapasitas maksimum tekanan udara 10 bar.
- c) Membangun dan menganalisis performance alat uji impak batang dengan kapasitas maksimum tekanan udara 10 bar.

1.4 Hipotesis Penelitian

Hipotesis penelitian pembuatan alat uji impak batang dengan kapasitas maksimum tekanan udara 10 bar adalah alat ini mampu mendistribusikan tekanan udara maksimum 10 bar terhadap spesimen material. Selain itu, alat ini akan memberikan hasil pengujian yang akurat dan konsisten, serta dapat dioperasikan dengan aman sesuai standar industri yang berlaku.

1.5 Manfaat Penelitian

1. Manfaat Ilmiah

Manfaat ilmiah dari penelitian ini untuk memberikan kontribusi pemikiran atau menambah informasi bagi perkembangan penelitian untuk membuat atau melakukan inovasi dan uji coba pembuatan alat impak batang dengan kapasitas maksimum tekanan udara 10 bar.

2. Manfaat Praktis

Diperoleh acuan kekuatan dari uji impak batang dengan diberi kapasitas maksimum tekanan atau beban 10 bar.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pembuatan

Pembuatan adalah proses teknik yang melibatkan pengolahan bahan mentah menjadi barang jadi dengan melalui berbagai tahapan yang terstruktur dari awal sampai akhir. Proses ini mencakup perencanaan, perancangan, pengerjaan, pengendalian, hingga tahapan proses akhir yang di butuhkan. Pembuatan merupakan serangkaian proses dalam menciptakan suatu produk dengan melewati beberapa tahapan dalam pengerjaan nya. Proses ini melibatkan berbagai teknik seperti pemesinan, perakitan, dan pengujian untuk memastikan produk memenuhi standar teknis dan fungsi yang diharapkan. Pembuatan yang di lakukan secara terstruktur akan menghasilkan alat yang memiliki karakterisasi baik dan hasil yang presisi dalam pengujian nya (Hutabarat, J. 2022).

Dalam pembuatan, tahapan awal yang paling penting di lakukan adalah mengidentifikasi gambar kerja pada rancangan yang bertujuan untuk mengetahui apa saja informasi yang ada pada gambar kerja mengenai produk yang akan di buat. Identifikasi ini berupa bentuk dan jumlah ukuran, bahan, hingga alat dan pemesinan yang di gunakan. Setelah identifikasi di lakukan maka pembuatan dapat di mulai dari tahap pemotongan sampai tahap akhir penyelesaian atau *finishing*. Dalam pembuatan terdapat proses *machining* yaitu proses pengerjaan yang menggunakan pemesinan sebagai tahapan untuk pemotongan, penyambungan, dan pembentukan pada benda kerja yang akan di jadikan suatu produk. Penggunaan mesin perkakas merupakan bagian dari

proses pembuatansuatu produk dalam mengerjakan bahan atau komponen menjadi produk jadi (Soesilo, R. 2024).

2.1.1 Pembuatan Alat Uji Impak Anak Panah Jatuh Bebas

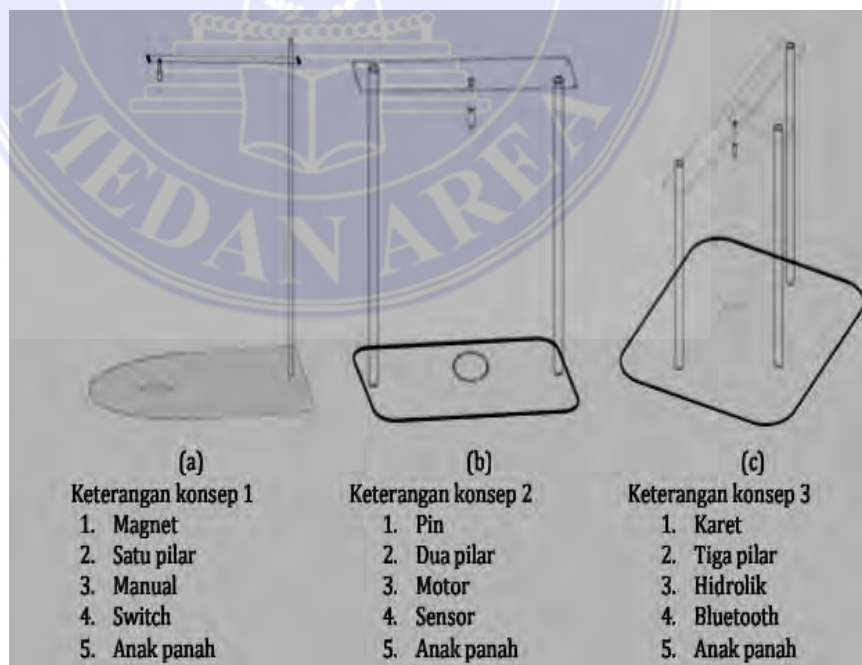
Impak jatuh bebas merupakan pengujian untuk menentukan ketahanan pada suatu benda kerja dengan menjatuhkan benda. Benda yang jatuh bisa berupa anak panah ataupun bola dari ketinggian tertentu untuk menghantam benda yang di uji sehingga benda tersebut mengalami beban kejut atau benturan yang dapat menguji ketahanan mekanikal dan kelayakan benda tersebut setelah selesai di produksi.

Pembuatan alat uji impak jatuh bebas anak panah ini di ciptakan sebagai alat uji untuk menentukan ketahan material akibat beban jatuh yang bisa berupa bentuk anak panah atau bola pada ketinggian tertentu. Pembuatan alat uji impak anak panah jatuh bebas yang sudah di lakukan yaitu untuk menguji lembaran plastik dengan kapasitas 120 gr. Hal ini bermaksud menciptakan suatu alat uji impak anak panah jatuh bebas untuk menguji sifat mekanik dari plastik terutama sifat ketangguhannya.

Pembuatan alat uji impak anak panah jatuh bebas ini di ciptakan untuk menguji material plastik yang harus di ketahui sifat sifat khasnya karena plastik banyak di gunakan pada berbagai macam keperluan dan keadaan. Sifat pada plastik meliputi sifat mekanis, tahan terhadap zat kimia, sifat elektrik, transparansi, dan lain sebagai nya. Dengan pengujian ini tingkat ketangguhan plastik dapat di ketahui dari kemampuannya dalam menerima beban secara tiba-

tiba yang dapat di perkirakan. perancangan merupakan proses yang bertujuan untuk menganalisis, menilai memperbaiki, dan menyusun suatu sistem, baik sistem fisik maupun non fisik untuk waktu yang akan datang dengan memanfaatkan informasi yang ada. Pembuatan alat uji impact anak panah jatuh bebas ini merupakan pembuatan alat pengujian yang menggunakan dua tahap pemilihan konsep dalam perancangannya.

Konsep yang pertama yaitu penyaringan konsep, yang merupakan bentuk evaluasi dalam perkiraan sehingga mendapatkan jumlah konsep secara cepat dan untuk memperbaiki konsep yang sudah di buat oleh perancang produk. sedangkan yang kedua yaitu penilaian konsep dimana pemilihan konsep di lakukan dengan cara memilih kriteria konsep yang paling baik dari hasil penyaringan konsep. Adapun beberapa konsep yang di dapat dari hasil menggunakan kedua pemilihan konsep tersebut dapat di lihat pada gambar 2.1.



Gambar 2.1. Konsep Perancangan Alat Uji Impak Anak Panah Jatuh Bebas

Dengan adanya tiga konsep perancangan yang di dapatkan dari hasil penyaringan dan penilaian konsep, maka di pilih satu konsep terbaik yang akan di gunakan. Konsep yang di pilih di hasilkan dengan menggunakan metode survei. Sesuai hasil survei yang di pilih yaitu konsep ke satu. Konsep satu di pilih karena memiliki kelebihan dalam penggunaan satu pilar, berat, dan harga namun kurang baik pada dimensi.

Sedangkan konsep 2 dan 3 di anggap kurang baik pada jumlah pilar, berat dan harga sehingga konsep 1 mungkin lebih disukai oleh responden sebagai desain yang lebih optimal untuk alat uji impak jatuh bebas. Konsep ke satu di pilih karena memiliki karakteristik lebih baik dalam hal efektifitas dan efisiensi biaya di banding konsep lainnya. Proses pembuatan alat uji impak anak panah jatuh bebas pada setiap bagiannya di buat dengan menggunakan mesin teknologi seperti mesin bor duduk yang berfungsi untuk melubangi bagian yang membutuhkan lubang, mesin bubut sebagai alat bantu untuk membentuk dan merubah ukuran pada bagian tertentu dengan prinsip menyayat benda kerja, mesin frais, dan sambungan baut sebagai pengikat bagian tertentu alat uji impak anak panah jatuh bebas (Simanjuntak, P. 2022).

2.1.2 Pembuatan Alat Uji Tarik Universal Dengan Penggerak Servo Motor

Uji tarik merupakan jenis pengujian yang di lakukan dengan melakukan penarikan terhadap suatu bahan uji hingga bahan tersebut mengalami perubahan perpanjangan yang terus meningkat terus menerus dengan teratur hingga bahan tersebut putus untuk menentukan nilai tarik nya. Uji tarik adalah suatu metode untuk menguji kekuatan suatu bahan/material dengan cara memberikan beban gaya yang berlawanan arah. Uji tarik memberikan gaya atau tegangan tarik

kepada material dengan tujuan untuk mengetahui dan mendeteksi kekuatan dari suatu material (Gea, F. 2022).

Alat uji tarik pada umumnya di lengkapi dengan *software* yang dapat menyimpan data untuk proses kemudahan pengujian. Dikarenakan mesin uji tarik yang di jual di pasaran memiliki harga yang relatif mahal karena memiliki sistem perangkat pengolahan data di bandingkan mesin uji tarik konvensional, maka peneliti menciptakan alat uji tarik universal statis dengan penggerak servo motor berkapasitas maksimum 1kN.

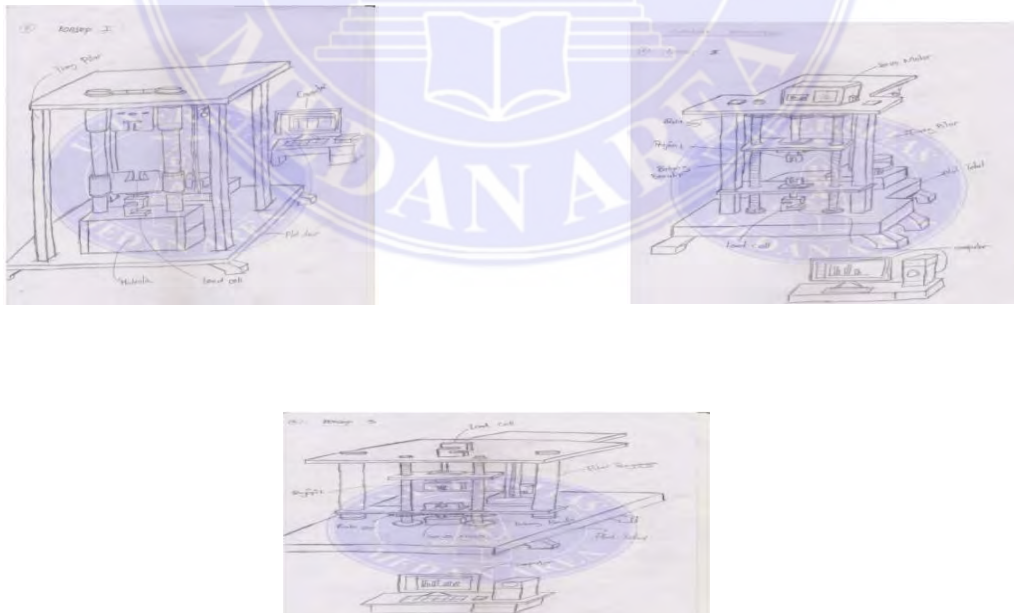
Pembuatan alat uji tarik universal statis dengan penggerak servo motor berkapasitas maksimum 1kN ini di buat dengan tujuan menciptakan alat uji tarik yang di lengkapi perangkat lunak sebagai pengolah datanya namun dengan biaya yang murah.

Alat ini di buat lebih efektif untuk pengujian terutama pada praktikum uji tarik. Alat uji tarik ini menggunakan servo motor yang dapat merubah energi listrik menjadi energi mekanik. Motor servo yang di gunakan sebenarnya di gerakkan oleh sebuah motor DC. Karena motor DC yang menggerakkan motor servo maka arus yang di gunakan adalah arus searah. Selain servo motor, pembuatan alat uji tarik ini juga menggunakan sensor berat (*load cell*).

Sensor berat ini merupakan alat uji perangkat listrik yang dapat mengubah suatu energi menjadi energi lainya yang biasa di gunakan untuk mengubah suatu gaya menjadi sinyal listrik. Dalam proses uji tarik, beban yang diberikan mengakibatkan reaksi terhadap elemen logam pada *load cell* yang mengakibatkan perubahan bentuk secara elastis.

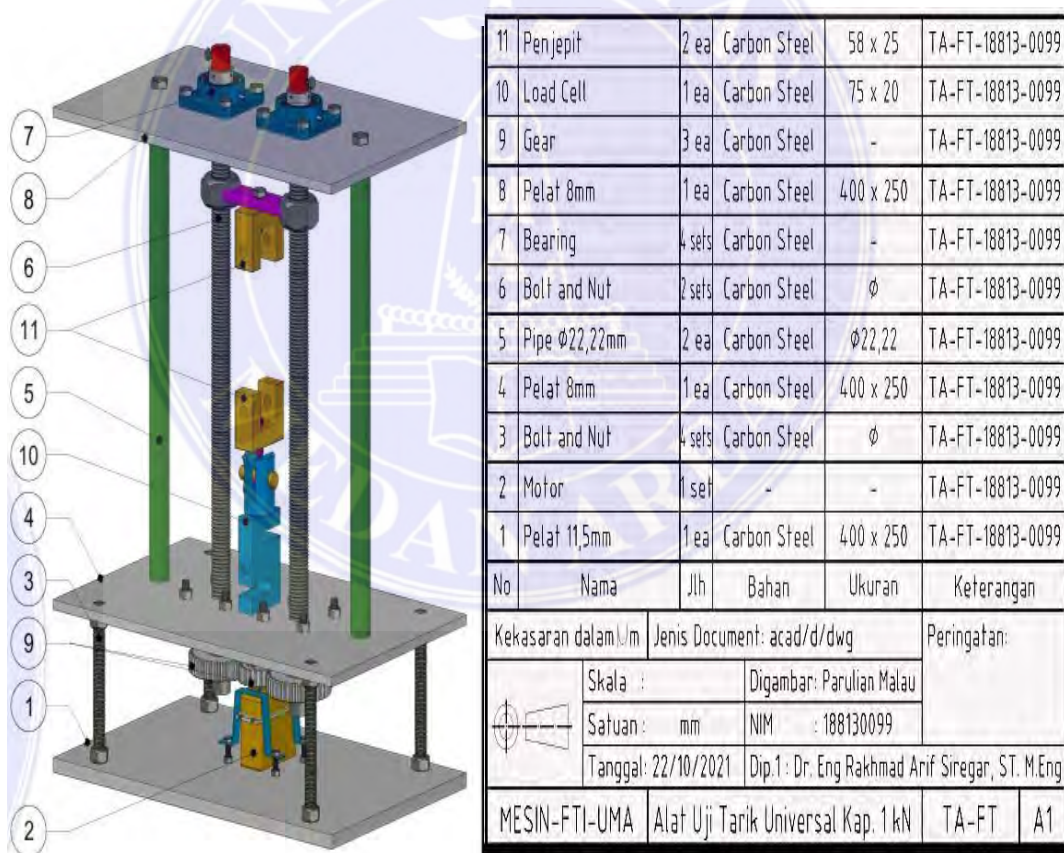
Penggunaan servo motor, sensor dan komponen lainya merupakan sebuah sistem yang saling bekerja pada saat proses uji tarik sesuai dengan fungsinya masing masing. Pembuatan alat uji tarik ini pada setiap bagiannya di buat satu persatu dengan menggunakan mesin teknologi pembuatan seperti mesin bor, mesin bubut, dan juga mesin frais. Komponen pada perancangan alat uji tarik ini terdiri penjepit, load cell, gear, pelat, bearing, baut dan mur, motor dan pipa. Komponen ini akan terpasang menjadi satu pada alat uji tarik dan akan berfungsi sesuai peran kegunaanya. Dalam pembuatan alat uji tarik dengan penggerak servo motor yang

Berkapasitas 1 kN ini, perancang membuat beberapa rancangan gambar sebagai pengembangan konsep dan sebagai bentuk evaluasi dari alat yang akan di buat. Terdapat tiga bentuk rancangan yang di buat oleh perancang yang dapat di lihat pada gambar 2.2.



Gambar 2.2. Tiga Konsep Rancangan Mesin Uji Tarik

Berdasarkan ketiga konsep rancangan yang telah di buat oleh perancang seperti pada gambar di atas, hanya terdapat satu rancangan yang di pilih untuk di jadikan sebagai hasil akhir. Rancangan di pilih dengan menggunakan survey kuesioner. Rancangan yang di pilih yaitu rancangan ke tiga. Konsep rancangan di pilih karena berdasarkan hasil survey, konsep ke tiga lebih banyak di pilih oleh responden karena memiliki kelebihan yang lebih unggul dari konsep rancangan lainnya baik dari sistem kerja, bentuk, biaya pembuatan, dan segi fungsional lainnya. Gambar konsep rancangan yang di pilih untuk nantinya akan di buat alat uji tarik dengan penggerak servo motor, dapat di lihat pada gambar 2.3.

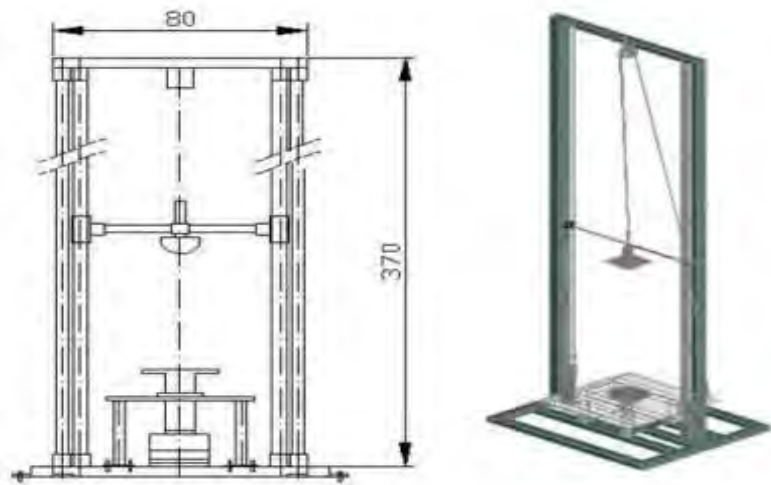


Gambar 2.3. Mesin Uji Tarik

2.1.3 Pembuatan Alat Uji Impak Jatuh Bebas Model *Drop Weight Test*

Uji impak jatuh bebas dapat di definisikan sebagai pengujian dimana benda jatuh bebas dari keadaan mula berhenti mengalami pertambahan kecepatan selama benda tersebut jatuh. Uji *drop weight* adalah metode yang di gunakan dalam pengujian material terhadap guncangan atau impak tiba tiba (Dina, S. F., & Pirmansyah, A. W. 2022).

Pembuatan alat uji impak jatuh bebas dengan model drop weight test ini di lakukan *re-design* yang bertujuan untuk mendesain ulang uji impak jatuh bebas agar memiliki karakter yang lebih baik. Alat uji ini di rancang dengan *software CAD (computer aided design)* dan di rancang dengan memiliki ukuran tinggi 370 cm dan lebar 80 cm. Pembuatan ini meliputi pengelasan, pengukuran, pemotongan dan proses assembling. Pembuatan alat uji impak jatuh bebas melalui proses pengelasan, pemotongan, pengukuran dan proses assembling. Bahan yang di gunakan yaitu besi holo dengan ukuran 40 x 60, pipa besi berukuran 2 inchi, tali dan katrol, besi holo, meja landasan pipa besi. Bahan besi yang di gunakan untuk membuat alat uji impak jatuh bebas menggunakan spesifikasi besi hollow (*mild steel*), pipa (*galvanis*) dan poros tesrig terbuat dari bahan St 35 C. Tujuan umum dari pembahasan ini adalah mendesain dan pembuatan alat uji impak jatuh bebas dengan metode *drop weight test*. Tujuan pembuatan alat uji impak jatuh bebas yang telah melewati proses re-design ini berfungsi untuk pengujian pada material dengan prinsip beban impak dari benda yang di jatuhkan secara bebas untuk pengukuran ketahanan material yang lebih baik. Adapun desain yang di buat sesuai dengan standard pada pembuatan alat uji impak jatuh bebas ini dapat di lihat pada gambar 2.4.



Gambar 2.4. Rancangan Alat Uji Impak Drop Weight Test

Alat ini diciptakan untuk menganalisa pengaruh akibat beban impak yang jatuh bebas pada bahan uji. Pengujian ini biasa di gunakan pada industri untuk menguji ketahanan material.

2.2 Proses pemesinan

Pada pembuatan terutama dalam bidang teknik terdapat proses tahapan machining yaitu proses pemesinan yang melibatkan penggunaan beberapa mesin sebagai pendukung pengerjaan pada objek yang di buat. Proses machining bekerja memproses beberapa bagian pada komponen yang akan di buat suatu produk akhir dengan cara pemotongan, penyayatan serta penyambungan antara logam. Pada proses pemesinan dalam pembuatan di butuhkan penggunaan mesin yang sesuai dengan kebutuhan pengerjaan untuk setiap komponen nya.

Proses pemesinan terbagi menjadi dua jenis yaitu secara otomatis dan secara konvensional. Mesin yang memiliki sistem kerja otomatis yang bisa bekerja dengan sendirinya di kontrol dengan adanya sistem kontrol dari komputer yang telah di program, atau mesin konvensional yang masih menggunakan operator sebagai penggerak manualnya. Mesin konvensional dan otomatis ini di butuhkan

pada proses machining sebagai alat yang berfungsi mengerjakan komponen yang di buat menjadi barang jadi. Proses machining tersebut di lakukan sesuai dengan ketentuan yang di gunakan seperti jumlah ukuran dan bentuk sehingga membantu proses pembuatan dalam pengerjaan setiap komponennya menjadi lebih mudah dan menghasilkan hasil akhir yang baik (Erdani, Y., & Tovani, I. 2023).

2.2.1 Mesin Konvensional

Mesin yang masih di operasikan secara manual dan masih menggunakan manusia sebagai operator untuk proses bekerjanya merupakan mesin konvensional. Penggunaan keterampilan manual dan pengalaman dari operator merupakan kunci dasar dalam mengoperasikan mesin konvensional. Mesin konvensional di gunakan dalam industri teknik, workshop, bahkan pendidikan teknik sebagai bentuk kebutuhan pengerjaan sederhana dan tidak membutuhkan biaya operasional yang cukup besar (Nurrohkeyati, A. S. 2023)

Dalam proses pemesinan konvensional kekurangan yang sering terjadi yaitu waktu pengerjaan yang kurang efisien, hasil kualitas akhir yang dapat tidak sesuai dan kurang bagus karena menggunakan manusia sebagai operator pengerjaan nya dan hasil produksi yang tidak bisa melebihi jumlah maksimal karena kondisi lelah yang terjadi pada operator di bandingkan mesin yang bekerja secara otomatis.

Mesin yang termasuk dalam proses pemesinan konvensional yang di gunakan dalam pembuatan alat uji impak tekanan maksimum 10 bar ini anatara lain yaitu mesin bubut, mesin bor, mesin gergaji potoong, mesin las serta mesin konvensional lainnya dalam proses pemesinan yang masi di operasikan secara manual menggunakan tenaga manusia sebagai operatornya Adapun mesin konvensional yang di gunakan dalam penelitian ini. Mesin Bubut

Mesin bubut atau Turning Machine adalah mesin yang dalam proses kerjanya bergerak memutar benda kerja pada sumbu putar dan menggunakan alat potong (pahat bubut) yang bergerak translasi dengan sumbu putar dari benda kerja sebagai penyayat. Material yang akan di bentuk atau yang di sebut benda kerja di ikat pada chuck (pengikat) yang terpasang pada sumbu putar untuk di lakukan pemakanan benda kerja menggunakan pahat bubut sesuai bentuk dan ukuran yang di perlukan. Gerakan putar dari benda kerja di sebut gerak potong relatif dan gerakan translasi dari pahat di sebut gerak umpan. Mesin bubut memiliki beberapa jenis model menurut spesifikasi nya antara lain yaitu mesin bubut horizontal, mesin bubut vertikal serta kategori mesin bubut ringan dan berat. Mesin bubut tersebut di gunakan sesuai dengan kebutuhan pengerjaan dan menyesuaikan bentuk dari benda kerja nya (Idris, M. 2023).

Mesin bubut di sebut mesin perkakas karena merupakan salah satu jenis alat yang di gunakan dalam proses pemesinan untuk memotong, membentuk dan mengolah material. Mesin bubut yang di gunakan yaitu mesin bubut horizontal jenis Konvensional yaitu mesin bubut yang di operasikan dengan secara manual. Mesin bubut ini dapat berfungsi untuk membubut rata (silindris), pembubutan bagian tepi benda kerja (facing), pembubutan tirus, ulir, alur, pembubutan lubang/pengeboran dan jenis pembubutan lainnya. Pada proses pembubutan secara umum terdapat tiga jenis parameter utama yaitu Kecepatan potong (*Cutting Speed*), gerak pemakanan (*Feeding*), dan kedalaman potong (*Depth of Cut*) faktor yang lain seperti bahan benda kerja, jenis pahat yang di gunakan dan *SpindleSpeed* (n) juga memiliki pengaruh terhadap hasil akhir benda kerja setelah selesai proses pembubutan Saputra (A., Fazhari, S., 2023).

Proses pembubutan yang dilakukan dalam pembuatan alat uji impak batang ini dilakukan dengan membentuk dan membubut penyesuaian ukuran pada bagian komponen seperti poros striker. Mesin bubut konvensional dapat dilihat pada gambar 2.5.



Gambar 2.5. Mesin bubut

1. Mesin bor

Mesin bor duduk adalah jenis mesin yang memiliki gerak memutar alat potong atau yang disebut mata bor untuk melakukan pemakanan pada benda kerja yang di bor sehingga menghasilkan bentuk lubang. Mesin bor adalah mesin pembuat lubang dengan cara menekan mata bor yang berputar pada bagian mesin bor kemudian di arahkan pada benda kerja yang akan di lubangi. Pada mesin bor gerak utamanya adalah putaran mata bor dan gerak penghantar adalah naik turunnya mata bor itu sendiri. Gerakan putaran pada mata bor di hasilkan oleh motor listrik yang merubah energi listrik menjadi mekanik. Bor duduk adalah jenis mesin bor yang memiliki desain tetap dengan meja kerja yang dapat diatur tinggi serta gerakan mejanya menyesuaikan benda kerja (Difqi, D. F. U., 2023).

Proses pengeboran dilakukan untuk membuat lubang sesuai dengan ukuran yang diinginkan dapat diatur dengan memilih ukuran pada mata bor. Ukuran mata bor yang digunakan menggunakan satuan mm dengan bentuk ujung yang tajam dan lekukan spiral untuk mempermudah sampah hasil sayatan keluar. Pengeboran pada bor duduk memiliki variasi kecepatan yang dapat diatur dalam mengebor sesuai dengan jenis bahan yang akan di bor, kecepatan putar tinggi dengan tujuan untuk meningkatkan efisiensi dan produktivitas sedangkan kecepatan putaran rendah digunakan untuk pengeboran material keras atau untuk mendapatkan hasil permukaan yang lebih baik, dengan mengurangi risiko kerusakan pada mata bor dan benda kerja.

Tahapan machining pada proses pengeboran dalam membuat alat uji impak ini digunakan untuk melubangi bagian-bagian tertentu pada komponen yang akan digunakan. Bentuk lubang dari hasil pengeboran digunakan sebagai tempat kedudukan baut yang berfungsi untuk pengikat dan penyambung antara satu komponen dengan komponen lainnya. Sambungan atau pengikat yang menggunakan baut pada lubang yang telah di bor bersifat tidak tetap atau dapat dibuka pasang. Mesin bor dapat dilihat pada gambar 2.6.



Gambar 2.6. Mesin Bor

2. Mesin Las

Pengelasan adalah menyambung antara satu logam dengan logam lainnya menjadi suatu bentuk sambungan dengan menggunakan energi panas sebagai media mencairkan bagian logam yang di sambung. Pengelasan yaitu menyambung dua benda kerja atau lebih, tanpa menggunakan atau dengan menggunakan bahan tambah dengan cara memanasi benda kerja tersebut sampai titik cair dan menyatu menjadi satu, sehingga membentuk suatu sambungan/kampuh (Ritonga, A. S. 2018).

Dalam proses mesin las terdapat beberapa jenis pengelasan yang di gunakan, diantaranya yaitu:

a) Mesin Las Listrik

Mesin las listrik adalah mesin las yang menggunakan arus listrik untuk menghasilkan panas yang di perlukan untuk mencairkan dan menyambung material. Mesin las listrik menggunakan elektroda dalam proses penyambungannya. Elektroda berfungsi sebagai pembakar, sehingga membuat busur las menyala dan menyambungkan antara logam yang akan di sambung.

Pada jenis mesin las listrik terdapat ampere yang berfungsi untuk mengetahui arus listrik yang mengalir pada mesin las, fungsi dari ampere ini adalah proses peleburan pada elektroda. Semakin tinggi arus yang di berikan maka akan semakin cepat elektroda melebur. Pengaturan ampere dan penggunaan jenis elektroda mempengaruhi hasil dari pengelasan.

Cara kerja dari mesin las listrik ini adalah aliran listrik yang bertumpu pada busur listrik menghasilkan energi panas kemudian elektroda yang terpasang mencairkan logam dasar dan mencair serta bercampur dengan bahan yang di las

sehingga menghasilkan terak las atau bentuk sambungan las saat logam cair mendingin dan mengeras. Mesin Las listrik dapat di lihat pada gambar 2.7.



Gambar 2.7. Mesin Las listrik

b) Las Asetilin

Las asetelin adalah proses penyambungan logam dengan menggunakan sumber panas nyala api melalui pembakaran gas oksigen dan gas asetelin untuk mencairkan logam dan bahan tambah. Pengelasan ini menggunakan tabung oksigen dan asetelin seperti tabung elpigi dan karbit untuk proses pembakaran sehingga menghasilkan api dengan suhu tinggi yang dapat mencairkan logam dalam proses penyambungan (Bianto, A. 2022).

Nyala api yang di digunakan berfungsi memanaskan dan melelehkan bagian-bagian logam yang akan disambung dan material yang dilelehkan kemudian dicampur dan membentuk sambungan yang kuat saat pendinginan terjadi. Dalam pengelasan asetelin terdapat dua jenis penggunaan api dalam proses pengelasanya yaitu api oksidasi dan api karburasi.

Api oksidasi adalah nyala api yang di hasilkan dari kelebihan penggunaan jumlah oksigen dalam suatu reaksi pembakaran. Api oksidasi dalam pengelasan asetelin ini biasanya di gunakan untuk pemotongan material logam. Sedangkan

api karburasi yaitu nyala api akibat penggunaan asetilin yang lebih besar dari oksidasi. Las asetelin dapat di lihat pada gambar 2.8.



Gambar 2.8. Las Asetelin

c) Mesin Las MIG

Las MIG (Metal Inert Gas) merupakan jenis mesin las dengan metode pengelasan yang menggunakan elektroda gulungan (kawat pengisi/*filler metal*) yang diumpankan secara otomatis dan gas pelindung (*inert gas*) sehingga terjadi pencairan setempat untuk menghasilkan sambungan yang kuat antara dua material (Asiri, M. H. 2018).

Las mig ini memiliki prinsip kerja melibatkan pembentukan busur listrik antara kawat pengisi dan benda kerja, yang menyebabkan kawat meleleh dan menciptakan kolam las (genangan logam cair yang di cairkan oleh busur las). Las Mig di gunakan karena memiliki kelebihan lebih cepat dalam proses pengelasannya dan efisiensinya seperti menghasilkan lebih sedikit percikan dan hanya memerlukan sedikit pembersihan pasca pengelasan. Penggunaan las mig ini di gunakan untuk mengelas berbagai jenis logam, termasuk baja, alumunium, tembaga, dan bahkan kuningan dan lainnya. Las MIG yang di gunakan pada

umumnya dapat di lihat pada gambar 2.9.



Gambar 2.9. Mesin Las MIG

d) Las TIG

Las TIG merupakan singkatan dari Tungsten Inert Gas yaitu jenis las listrik dengan menggunakan elektroda berbahan tungsten. Elektroda ini di gunakan hanya untuk menghasilkan busur nyala listrik. Las TIG biasa di gunakan untuk mengelas logam tipis seperti baja tahan karat, alumunium, dan logam lainnya yang memiliki sifat tertentu. Las TIG menggunakan mesin las yang terdiri dari obor las, tungsten, gas pelindung inert, serta bahan pengisi yang diperlukan. Gas inert yang mengalir melalui alat pengelasan berfungsi melindungi logam yang sedang di las dari oksidasi atau kontaminasi atmosfer. Las TIG di gunakan pada pengelasan berbahan tipis karena memiliki karakteristik pengelasan yang presisi dan panas yang kuat membuat pengelasan memiliki pencairan yang terkendali (Wartono, W. 2021). Las TIG dapat di lihat pada gambar 2.10.



Gambar 2.10. Mesin Las TIG

3. Mesin *Hacksaw*

Pemotongan merupakan salah satu bagian pada proses pemesinan. pemotongan merupakan salah satu bagian dari proses machining yang berfungsi sebagai kegiatan pendukung dalam menciptakan dan memudahkan proses pembuatan suatu produk yang sesuai dengan ketentuan. Hacksaw machine atau gergaji mesin merupakan mesin dengan menggunakan *electric motor* dengan gerakan pemotongan secara linear ke arah depan dan belakang. Alat ini berfungsi sebagai pemotongan menyerupai gergaji besi pada umumnya yang di lakukan secara manual dan penggunaan mata gergaji yang dapat di ganti sesuai dengan usia pemakaian (Nurisna, Z. 2023).

Gergaji mesin memiliki kelebihan pada hasil pemotongan yang lebih halus dan pengerjaan pemotongan yang memakan waktu lebih efisien. Gergaji mesin di gunakan pada pemotongan benda kerja dengan beban kerja yang lebih berat atau biasanya benda kerja yang memiliki diameter cukup besar dan memiliki karakteristik bahan yang keras.. Mesin gergaji potong di ciptakan secara otomatis agar suhu panas dari hasil pemotongan tidak mempengaruhi struktur logam pada benda yang di potong dan bekerja pada waktu pemotongan yang lebih efisien di banding pemotongan manual. Hasil. Mesin Hacksaw dapat di lihat pada gambar 2.11.



Gambar 2.11. Mesin Hacksaw

2.2.2 Mesin Otomatis

Otomatisasi merupakan bentuk penggantian tenaga manusia dengan tenaga mesin yang memiliki kelebihan dapat bekerja dan melakukan pengaturan dengan sendirinya tanpa memerlukan tenaga manusia sebagai penggerakannya. Mesin otomatis adalah suatu mesin yang memiliki sistem pengontrolan yang memungkinkannya dapat melakukan suatu tugas tanpa perlu dioperasikan secara terus menerus oleh operator. Mesin otomatis merupakan suatu rangkaian teknologi yang bertujuan untuk merubah kegiatan yang bersifat manual menjadi otomatis untuk berfungsi mempercepat suatu proses pengerjaan, memiliki hasil produksi yang lebih berkualitas serta kuantitas produksi yang lebih baik (Kaunang, F. J. 2019).

CNC (*computer numerical controlled*) atau yang di kenal sebagai mesin CNC adalah mesin yang di kontrol oleh komputer dengan menggunakan bahasa numerik seperti data perintah yang berisi kode angka, huruf, dan simbol sesuai dengan standard ISO. Mesin CNC memiliki dua atau lebih arah gerakan *tool* yang di sebut dengan sumbu atau *axis*. Gerakan pada *axis* antara lain linier (garis lurus) atau gerakan *circular* (yang merupakan lintasan melingkar). Sumbu pada gerakan linier adalah X, Y, dan Z sedangkan pada nama *axis* pada gerakan *circular* adalah A, B, dan C (Amala, M., 2014).

1. CNC Turning Machine

Mesin bubut CNC atau *CNC Turning Machine* merupakan mesin bubut yang bekerja secara otomatis dengan di kendalikan oleh sistem *control* pada komputer yang di program secara abstrak dan di simpan di media penyimpanan dengan prinsip kerja yang dioperasikan oleh prosesor untuk menghasilkan

pengaturan motor servo pada mesin untuk menggerakkan perkakas yang bergerak menghasilkan proses pemesian hingga menghasilkan produk yang sesuai pada kode program yang telah di input Masalik, (M. N. A., & Susandi, D. 2022).

Program otomatis pada mesin bubut CNC di kenal sebagai *G-Code* atau kode yang di gunakan untuk mengoperasikannya menggunakan kode G dan M. Pada program mesin bubut CNC kode G memiliki arti geometri sehingga kode G lebih berhubungan dengan perintah perintah geometrik pada mesin seperti arah gerakan pahat, satuan input lainnya, sedangkan pada kode M berfungsi untuk pengaturan mesin seperti pada pergerakan spindle, pengaliran *coolant* dan lainnya.

Prinsip kerja mesin bubut CNC sama dengan mesin bubut konvensional dimana sumbu bergerak melintang serta horizontal dengan sistem koordinat sumbu X dan Y. Sistem kerja mesin bubut CNC dan konvensional juga memiliki kesamaan dimana benda kerja yang di cekam bergerak berputar dan pahat bubut menyayat benda kerja. Mesin bubut CNC dan konvensional sama-sama mengerjakan proses pembubutan pada jenis pembutan rata, bertingkat, ulir, alur, tirus, pengeboran dan lainnya. Pengerjaan pada mesin bubut CNC lebih menghasilkan hasil pembubutan yang lebih presisi dan kuantitas yang lebih baik (RAMADANA, N. I. 2023). Mesin bubut CNC dapat di lihat pada gambar 2.12.



Gambar 2.12. Mesin Bubut Cnc

2. CNC Frais

Mesin milling CNC atau Frais adalah jenis mesin yang bekerja secara otomatis dengan adanya sistem kontrol yang telah di program dengan sistem *Computer Numerical Control*. Mesin Frais bekerja menggunakan alat potong yang berputar pada kecepatan tertentu yang dapat di atur sesuai penggunaan untuk membentuk bidang permukaan pada benda kerja. Proses frais menghasilkan pemotongan pada permukaan yang datar, dan berbentuk profil pada ukuran yang di tentukan serta kualitas permukaan dan kehalusan benda kerja sesuai ketentuan (Budiyanto, E., 2020).

. Sistem kerja mesin frais cnc dan mesin bubut cnc berbeda dimana pada mesin frais benda kerja diam dan pahat potong yang bergerak sedangkan dalam mesin bubut benda kerja bergerak dan pahat dalam posisi diam.

Berdasarkan jenis pahat dan arah pemotongan mesin frais di kelompokkan menjadi beberapa jenis yaitu mesin frais vertikal untuk pemotongan pada arah vertikal, horizontal khusus untuk pemotongan horizontal dan mesin frais serba guna (*multipurpose*) yang dapat di gunakan secara vertikal maupun horizontal



Gambar 2.13. Mesin Frais CNC

3. Mesin CNC 3D Printer

Mesin CNC 3D printer di kenal sebagai *addictive manufacturing* (AM) yaitu merupakan sebuah sistem untuk mengendalikan rangka dan kepala cetak untuk membuat benda berdimensi tiga dengan berbagai bentuk dan pola yang rumit. 3D printer merupakan mesin yang di ciptakan untuk membuat atau mencetak benda padat atau 3 dimensi dari desain yang sudah di tentukan dalam format digital dan dibuat ke dalam bentuk 3D yang dapat diraba dan memiliki volume tertentu. Bahan material yang biasa di gunakan dalam pencetakan untuk 3d printer dapat berupa logam, plastik, maupun kayu (Saputra, M. A., 2024).

Cara kerja pada CNC 3D printer ini adalah memasukan data dari hasil desain atau program yang sudah di tentukan pada software khusus. Teknik ini menggunakan komputer, *software* model 3D (*Computer Aided Design* dan *Computer Aided Manufacturing*), perlengkapan mesin dan bahan material. printer 3D berfungsi untuk digunakan dan diaplikasikan dalam berbagai bidang mulai dari pembuatan miniatur-miniatur (*prototipe*), bidang kedokteran serta di bidang industri dengan tingkat kesulitan tinggi dalam bentuk yang rumit (Amrullah, M. A. M., & Alfi, I. 2018). Gambar mesin



Gambar 2.14. Mesin CNC 3D Printer

2.3 Uji impak

Impak adalah istilah yang digunakan untuk menggambarkan dampak atau benturan mendadak yang terjadi ketika dua objek bertemu atau saling bertabrakan dengan gaya yang signifikan dalam waktu singkat. Uji impak adalah metode pengujian yang di gunakan untuk mengukur ketahanan material terhadap beban mendadak atau benturan. Dalam pengujian impak sebuah benda jatuh atau dipukul pada spesimen material, dan hasilnya diukur untuk menentukan seberapa banyak energi yang dapat diserap sebelum material tersebut mengalami kerusakan. Uji impak merupakan pengujian dengan menggunakan pembebanan yang cepat (*rapid loading*) dan menggunakan beban dinamik atau beban yang bekerja secara tiba-tiba pada struktur (Tauvana, A. I.,2020).

Alat uji impak adalah alat yang di rancang dan di buat serta di aplikasikan untuk menguji dan mengetahui ketangguhan suatu logam akibat pembebanan kejut pada beberapa macam kondisi seperti pembebanan mendadak, kapasitas tekanan pengujian, suhu, serta faktor – faktor yang mempengaruhi sifat material tersebut yang perlu diketahui dan di perhatikan. Alat uji impact merupakan suatu alat yang digunakan untuk mengukur keuletan bahan atau kegetasan bahan terhadap beban tiba-tiba.

Dalam uji impak terdapat istilah uji impak batang yaitu perangkat yang digunakan untuk mengukur ketahanan material batang terhadap beban mendadak atau benturan. Uji impak batang adalah jenis pengujian yang dilakukan pada spesimen berbentuk batang untuk mengevaluasi ketahanan material terhadap beban impak. Pada pengujian impak batang, speimen batang akan dikenakan benturan dari beban yang jatuh, dan energi yang diserap oleh batang diukur. Hasilnya

memberikan informasi tentang kekuatan dan ketahanan material, serta kemampuannya dalam menghadapi situasi yang memerlukan daya tahan terhadap kejutan. Sifat rapu atau ulet suatu material dapat di tentukan menggunakan pengujian impak. Alat ini sering digunakan dalam industri untuk menilai bagaimana material seperti logam, plastik, atau komposit bereaksi terhadap benturan tiba-tiba, yang dapat mempengaruhi kinerja dan keselamatan produk akhir.

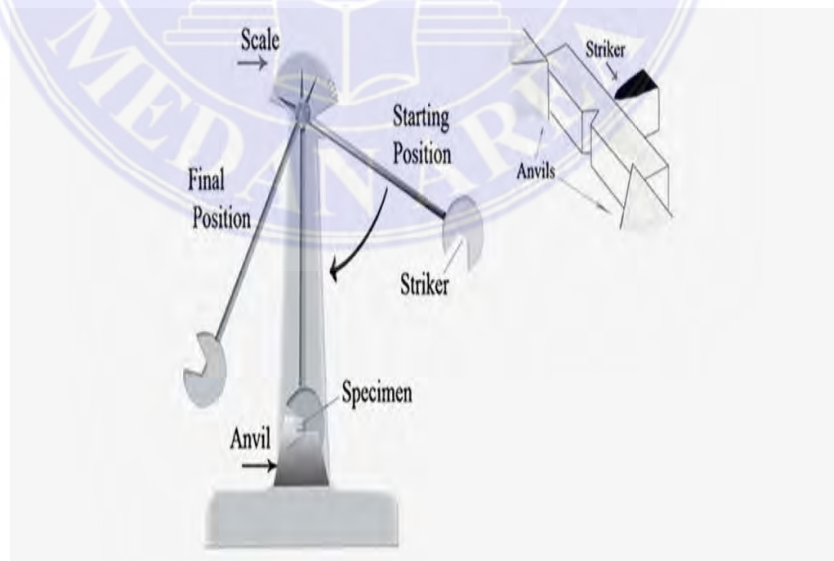
Pengujian impak memiliki dua metode standard pengujian yang sering di gunakan dalam menentukan kekuatan, kekerasan dan keuletan suatu material. Dua metode pengujian itu adalah metode uji impak charpy dan uji impak izod. Perbedaan yang membedakan kedua metode ini yaitu pada peletakan spesimen pada pengujian. Pada metode charpy spesimen di beri pembebanan dari atas sedangkan metode izod pembebanan di berikan dari depan. Penggunaan metode charpy banyak di gunakan di Amerika Serikat dan metode impak izod lebih sering di gunakan pada daratan eropa (Fikar, Z. 2017).

2.3.1 Uji Impak Charpy

Awal mula metode charpy di kenalkan oleh Georges Charpys seorang insinyur Prancis pada sekitar tahun 1901. Metode ini dirancang untuk menguji ketahanan material terhadap kegagalan akibat beban benturan. Dalam uji Charpy, spesimen berbentuk balok diletakkan pada dua penyangga dan dipukul oleh palu yang jatuh dari ketinggian tertentu. Energi yang diserap oleh spesimen selama impak dihitung dari perbedaan antara energi yang dimiliki oleh palu sebelum dan setelah benturan. Uji ini juga dapat memberikan informasi tentang jenis kegagalan, seperti patah atau retak pada spesimen. Pengujian impak metode charpy

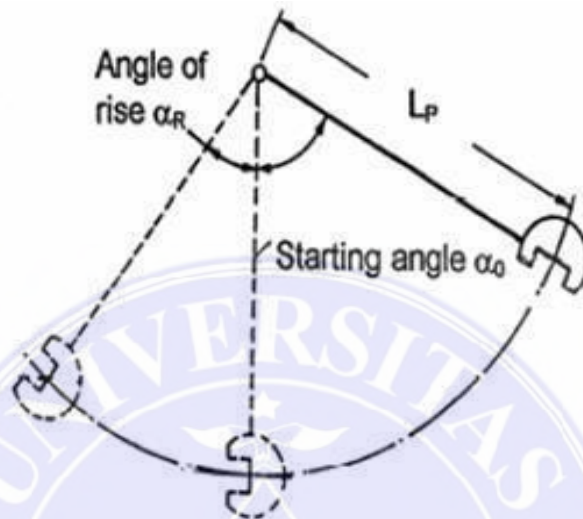
dapat mengidentifikasi suatu material termasuk dalam golongan material getas atau material ulet (Siahaan, M. Y. R., 2023).

Uji impak Charpy adalah metode pengujian untuk mengukur ketahanan material terhadap beban impak, khususnya untuk menilai kekuatan material pada suhu rendah. Kekuatan material pada suhu rendah dalam uji impak Charpy yang dimaksud yaitu kemampuan material untuk menahan beban benturan tanpa mengalami kerusakan atau patah saat diuji pada suhu yang lebih rendah dari suhu normal. Pada hal ini di artikan banyak material dapat kehilangan ketangguhan dan menjadi lebih rapuh saat terkena suhu yang lebih rendah. Pengujian ini membantu menentukan bagaimana sifat material masih dapat berfungsi dengan baik dalam kondisi dingin, seperti dalam aplikasi luar ruangan atau lingkungan ekstrem. Pengujian yang di lakukan pada impak charpy ini biasanya pada penelitian dalam hal analisis karakteristik bahan logam ataupun non logam seperti jenis tembaga.metode



Gambar 2.15. Metode Charpy

Dihitung dari selisih antara tinggi palu pendulum terhadap benda uji sebelum dan sesudah tumbukan serta massa dari palu pendulum itu sendiri. Pergerakan palu pendulum pada alat uji impak *charpy* dapat dilihat pada gambar 2.16.



Gambar 2.16. Ilustrasi Gerakan Pendulum

Energi yang diserap dapat dihitung menggunakan rumus berikut :

$$W = m_p \cdot g \cdot L_p (\cos \alpha_R - \cos \alpha_0) \dots \dots \dots (2.1)$$

Dimana :

W = Energi (J)

m_p = Massa pendulum (kg)

g = Gravitasi ($9,81 \text{ m/s}^2$)

L_p = Panjang Lengan Pendulum (m)

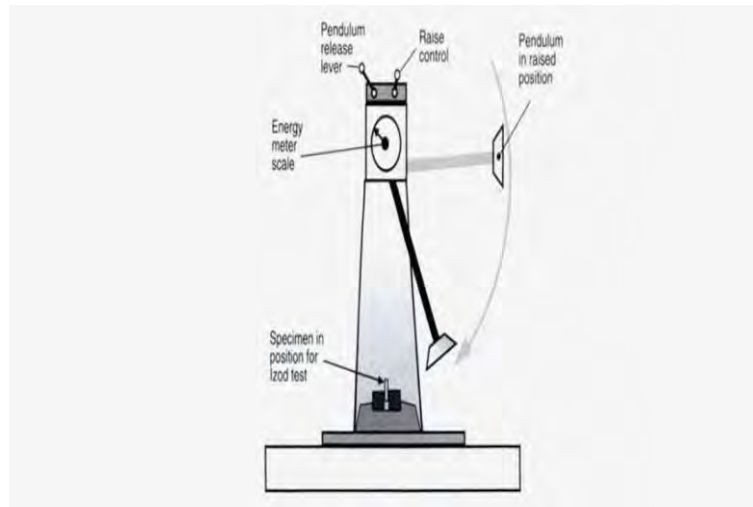
Untuk mengukur kekuatan impak *charpy* maupun *izod*, spesimen berlekuk diposisikan secara terpusat pada penopang dan takik pada permukaan tarikannya. Oleh karena itu tumbukan terjadi pada sisi takik yang berlawanan (sisi takik dalam uji izod). Kekuatan takik *charpy* dihitung dari

energi yang diserap selama tumbukan W_c dalam kaitannya dengan luas penampang awal terkecil dari spesimen di dasar takikan.

2.3.2 Uji Impak Izod

Uji impak izod dirancang untuk menilai kekuatan material dalam menghadapi benturan atau pukulan mendadak. Dalam uji Izod, spesimen material berbentuk balok yang dipasang pada penyangga di satu ujungnya dan dipukul dari sisi dengan palu yang jatuh. Energi yang diserap oleh material dihitung dari perubahan energi palu sebelum dan setelah benturan. Uji ini sering dilakukan pada spesimen dengan notch (cekungan) untuk menilai ketahanan terhadap kegagalan yang disebabkan oleh retak.

Sistem kerja pada uji impak Izod yaitu Pendulum yang berat diangkat ke posisi tertentu dan kemudian pendulum dijatuhkan. Ketika pendulum di jatuhkan akan mengenai spesimen pada bagian notch Setelah benturan, kemudian energi yang diserap oleh spesimen diukur berdasarkan perbedaan energi pendulum sebelum dan sesudah benturan. Pada uji Izod, pendulum akan terus berayun dalam arah vertikal setelah spesimen patah. Namun, energi ayunan berkurang karena sebagian telah diserap sebagai energi yang diserap sebagai energi untuk mematahkan spesimen (Sani R A 2019). Sebuah skala di pasang untuk mengukur energi yang di serap tersebut. Energi yang tersisa setelah pemotongan menunjukkan ketahanan material tersebut terhadap hasil impak. Dampak pengujian impak izod di gunakan untuk mengukur energi yang di butuhkan untuk mematahkan spesimen. Adapun pengujian metode izod dapat dilihat pada gambar 2.17.



Gambar 2.17. Metode Izod

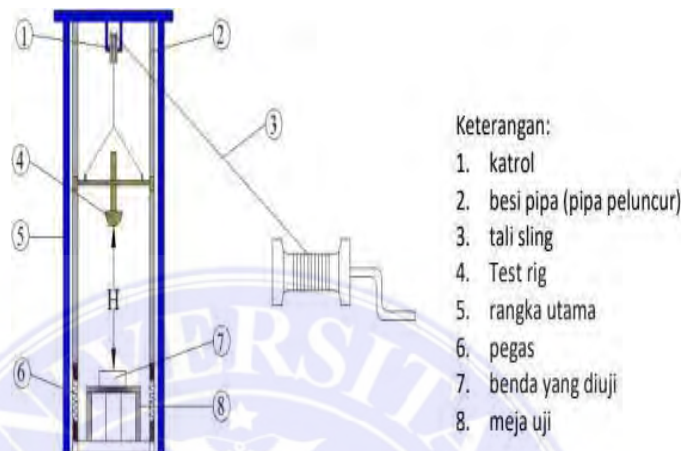
2.3.3 Uji Impak Jatuh Bebas

Alat uji impak jatuh bebas merupakan alat uji yang digunakan untuk mengetahui keuletan dan kegetasan bahan terhadap beban secara tiba-tiba. Pengujian pada alat uji impak jatuh bebas memanfaatkan gaya gravitasi dan massa benda dalam proses pengujiannya.

Pengujian impak jatuh bebas dilakukan sebagai bentuk penelitian untuk mengetahui bagaimana material akan bereaksi terhadap beban yang tiba-tiba. Uji impak jatuh bebas mensimulasikan kondisi operasi material yang sering terjadi di dunia industri, seperti di bidang otomotif, penerbangan, dan konstruksi. Pembuatan alat uji impak jatuh bebas melalui proses pengelasan, pemotongan, pengukuran dan proses assembling. Pengujian alat uji impak jatuh bebas dalam dunia industri digunakan untuk beberapa pengujian, seperti pada pengujian helm. Uji impak jatuh bebas digunakan untuk mengetahui keadaan bentuk helm setelah terjadinya beban yang di jatuhkan secara tiba-tiba, apakah sifat dan material helm layak digunakan sebelum di produksi.

Pengujian impak jatuh bebas merupakan suatu pengujian dimana benda jatuh

bebas dari keadaan kondisi awal diam kemudian bergerak dan mengalami pertambahan kecepatan selama benda tersebut jatuh. Gambar mekanisme alat uji impak jatuh bebas dapat di lihat pada gambar 2.18.



Gambar 2.18. Uji Impak Jatuh Bebas

2.3.4 Uji Impak Anak Panah

Uji impak anak panah merupakan pengujian yang berfungsi untuk mengukur ketahanan benturan material. Pengujian di lakukan dengan menggunakan prinsip menjatuhkan anak panah secara bebas pada material yang diepit. Tujuan dari pengujian ini yaitu untuk mengukur ketahanan benturan pada material dengan menggunakan beberapa metode penelitian seperti penggunaan ukuran diameter kepala anak panah dan juga berdasarkan tinggi jatuhnya anak panah. Pengujian ini bermanfaat untuk memverifikasi bahwa produk yang di buat memenuhi spesifikasi kekuatan yang di perlukan. Uji impak anak panah digunakan dalam dunia industri, seperti industri yang memproduksi suatu produk dengan kemasan. Dalam industri pengemasan, beberapa faktor seperti, kekuatan produk, kelayakan serta daya tahan, di uji menggunakan uji impak anak panah. Produk kemasan seperti film plastik, lembaran komposit dan juga jenis laminasi di uji untuk

mengukur kualitas produk apakah memiliki ketahanan kerusakan yang terjadi akibat pengiriman. pengujian impak jatuh bebas juga di gunakan pada pengujian lembaran plastik dengan kapasitas 120 gram untuk menganalisa pengaruh pembebanan impak jatuh bebas yang di jatuhkan pada ketinggian 0,66 m. Penelitian ini meliputi pengujian dan pengambilan data untuk mengetahui energi yang diserap, harga impak, impuls, momentum, dan ketangguhan pada material baja struktur saat diberi beban kejut (Pakpahan, G. 2022). Gambar Uji impak anak panah dapat dilihat pada gambar 2.19.



Gambar 2.19. Uji Impak Anak Panah

2.3.5 Uji Impak Hopkinson

Seiring berkembangnya zaman serta kemajuan teknologi dan kebutuhan penelitian yang semakin banyak, para ilmuwan mengembangkan beberapa alat uji impak dengan inovasi baru serta tujuan penelitian yang lebih baik seperti menciptakan alat uji impak dengan menggunakan metode sistem tekanan udara (*pneumatic*). Uji impak memiliki beberapa metode pengujian untuk mendapatkan hasil penelitian yang lebih detail dan canggih. Dalam kemajuan teknologi yang semakin berkembang alat uji impak mengalami inovasi yang berfungsi untuk peningkatan

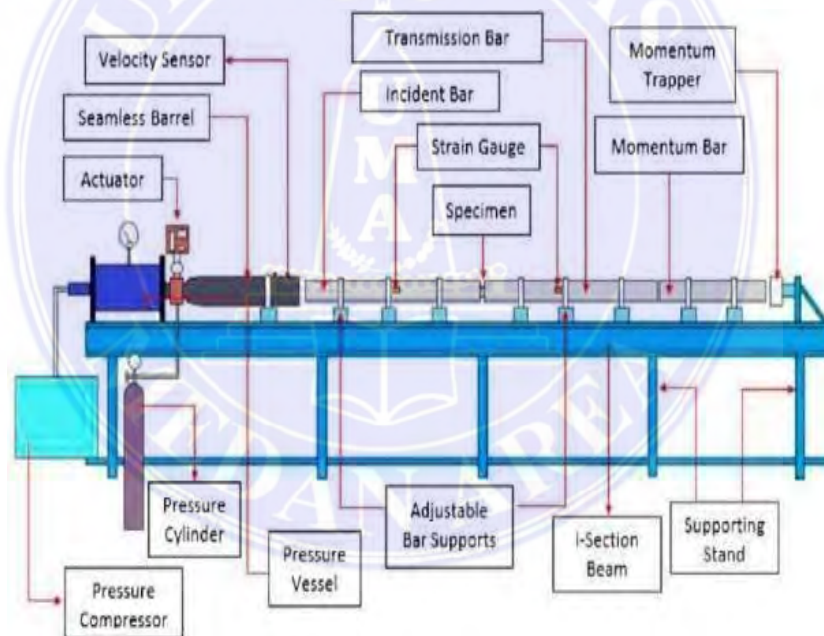
kualitas dan efisiensi uji dengan menggunakan tekanan udara atau sistem pneumatik yang biasa dikenal didunia teknik dengan nama *Split Hopkinson Pressure Bar (SHPB)*.

Uji Batang Hopkinson (*Hopkinson Bar Test*), adalah metode yang digunakan untuk mengukur sifat mekanik bahan pada kecepatan tinggi, terutama pada kondisi impak atau beban dinamis. Uji ini dinamai setelah insinyur Inggris, John Hopkinson, yang mengembangkan metode ini pada akhir abad ke-19. Alat uji ini di ciptakan pada sekitar tahun 1900 oleh John Hopkinson yang dikenal dengan kontribusinya dalam mekanika material dan teknologi untuk mengetahui efek pembebanan tumbukan pada suatu bar. Pada masa tersebut teknik batang yang ia terbitkan dikembangkan untuk menentukan secara kasar bentuk pulsa tegangan yang dihasilkan oleh benturan peluru dan ledakan. Batang tekanannya terbukti berguna bagi industri bahan peledak dan lapis baja Inggris selama perang besar yang memungkinkan mereka untuk meningkatkan amunisi mereka (Othman, R. 2018). Uji impak Hopkinson beroperasi dengan prinsip kerja menggunakan tekanan udara yang tersimpan pada tabung yang diisi oleh kompresor, kemudian di alirkan melewati pipa guna menembakkan striker bar ke arah input bar yang akan membangkitkan gelombang regangan kompresi uniaksial pada output bar sehingga gelombang yang terjadi akan merambat pada spesimen yang diletakkan diantara input bar dan output bar sehingga terjadi deformasi pada spesimen untuk di data hasil kerusakan nya.

Split Hopkinson Bar adalah peralatan yang digunakan untuk menguji material pada laju regangan tinggi. Secara ciri-khas alat uji ini memiliki panjang 6 meter dan menjalankan pengujian pada laju regangan sekitar antara 500 detik sampai

5000 detik. Pengujian dengan menggunakan sistem pneumatik pada uji impact hopkinson ini biasa di gunakan untuk menyelesaikan masalah seperti untuk mengetahui tingkat regangan (*strain rate*) pada suatu material. Uji impact hopkinson ini biasa di gunakan dalam industri otomotif dalam menganalisis kekuatan bahan pelek mobil. Inovasi yang terbentuk dalam pengembangan alat uji impact ini khusus nya Split Hopkinson Pressure Bar yang menggunakan metode pneumatic sebagai penggerak dan pengatur tidak lain untuk memudahkan pengujian, kecepatan dan presisi pengujian serta keamanan pengujian (Clark, N. 2016).

Ilustrasi split hopkinson pressure bar dapat di lihat pada gambar 2.20.



Gambar 2.20. Diagram Kompresi SPHB yang di Kembangkan

2.4. Bejana Bertekanan

Bejana bertekanan merupakan suatu tempat yang di gunakan untuk menampung atau menyimpan gas maupun fluida cair. Bejana bertekanan ini adalah wadah untuk penyimpanan serta penampungan gas ataupun cairan yang memiliki tekanan

dan temperatur yang berbeda-beda. Tekanan yang terdapat pada gas dan cairan ini adalah tekanan yang jauh lebih tinggi atau lebih rendah daripada tekanan sekitar (Setiawan, M. A. H. 2023).

Klasifikasi bejana bertekanan di bagi menurut posisi atau tata letak, terdapat dua posisi tata letak pada baja bertekanan yaitu :

1. Posisi tegak (vertikal)

Pada bejana bertekanan dengan posisi tegak atau vertikal banyak di gunakan dalam instalasi anjungan minyak lepas tai (*offshore*) yang mempunyai tempat terbatas. Bejana posisi tegak ini di pilih agar menyesuaikan pada kondisi lingkungan sekitar.

2. Posisi datar (horizontal)

Bejana bertekanan pada posisi datar sering di gunakan pada tabung kompresor dan tangki udara. Penggunaan posisi horizontal di gunakan karena memiliki kapasitas tekanan yang lebih besar.

Bejana bertekanan juga memiliki beberapa jenis tekanan di antaranya yaitu bejana bertekanan tinggi. Bejana bertekanan tinggi adalah wadah khusus yang di rancang untuk menampung gas atau cairan pada tekanan yang jauh lebih tinggi. Wadah bertekanan tinggi ini biasanya di gunakan pada industri besar termasuk produksi minyak dan gas, bahan kimia dan penyimpanan air panas. Bejana bertekanan dapat berbentuk bulat atau silinder dan memiliki ukuran yang bervariasi dari tangki kecil hingga bejana industri yang memiliki ukuran besar.

Adapun Rumus untuk menghitung tekanan pada bejana yaitu :

$$P = \frac{F}{A} \dots \dots \dots (2.3)$$

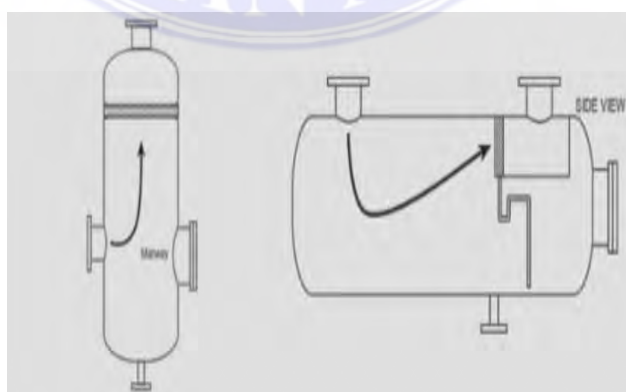
Dimana :

P = Tekanan (Pa)

F = gaya (N)

A = luas penampang (m²)

Bejana yang biasanya di gunakan dalam pengujian impak yaitu bejana yang berisi udara bertekanan. Bejana yang berisi udara bertekanan di gunakan sebagai sistem pneumatik untuk menghasilkan suatu kerja dan menggerakkan komponen penguji. Bejana bertekanan yang di gunakan pada pengujian impak biasanya terdapat pada tabung kompressor dan tabung udara. Bejana terbuat dari bahan seperti baja karbon, dan biasanya di lapiisi dengan logam, bahan polimer ataupun keramik yang berfungsi mencegah kebocoran dari beban tekanan dan melindungi struktur bejana. Pengukuran bejana bertekanan udara di ukur untuk mengetahui tingkat tekanan dan alat pendukung lainnya sebagai pengendali keluaran udara yang di gunakan. Contoh bejana bertekanan posisi vertikal dan horizontal dapat dilihat pada gambar 2.21.



Gambar 2.21. Bejana Bertekanan

2.5. Sambungan

Penghubungan antara lebih dari satu komponen atau material untuk membentuk struktur yang kuat dan fungsional memerlukan suatu sambungan. Sambungan adalah bentuk penyatuan dari beberapa bagian dengan cara tertentu. Fungsi dari sambungan adalah untuk mengikat suatu susunan atau konstruksi yang membutuhkan penggabungan sebagai bentuk ketentuan yang di tentukan. Setiap pembuatan dan perakitan terdapat beberapa bagian atau komponen yang satu dan yang lainnya harus di gabungkan untuk di rancang. Cara untuk menyatukan komponen-komponen tersebut dengan cara memberikan sambungan (Sugiarti, N. W., 2020).

Teknik penyambungan yang sering di lakukan dalam bidang teknik yaitu penyambungan secara konvensional. Secara konvensional sambungan di bagi menjadi dua jenis, yaitu sambungan tetap dan sambungan tidak tetap. Sambungan tetap adalah penggabungan antara dua komponen atau material yang hanya dapat di lepas dengan cara merusak nya. Sedangkan sambungan tidak tetap merupakan sambungan yang dapat di lepas atau di bongkar tanpa merusak sesuatu. Pada pembuatan alat uji impak batang dengan kapasitas maksimum tekanan udara 10 bar ini menggunakan sambungan tetap dan sambungan tidak tetap pada rangka yang memiliki fungsi tertentu.

2.5.1 Sambungan Tetap

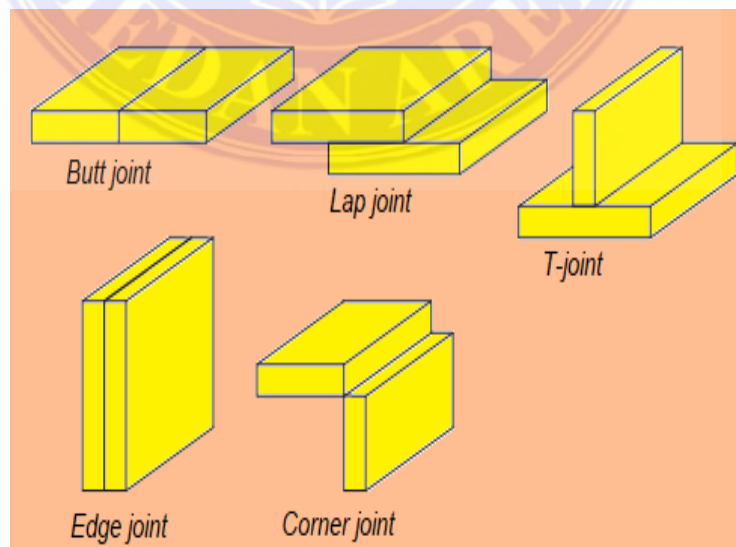
Menurut (Agustriyana, L. 2020) Sambungan tetap adalah jenis bentuk penyambungan yang setelah di pasang tidak bisa di lepas kembali, kecuali dengan merusak bagian dari sambungan itu sendiri. Sambungan tetap ini di lakukan pada bagian yang membutuhkan kekuatan sambungan yang cukup kuat sehingga dapat

menahan dan menopang beban yang di terima. Sambungan tetap ini di lakukan dengan cara pengelasan (*Welded Join*) dan juga menggunakan paku keling (*Rivet Join*).

a) Sambungan tetap pada pengelasan terbagi menjadi beberapa jenis penyambungan, di antaranya yaitu :

1. Butt Joint (Sambungan yang menggabungkan dua benda kerja pada bidang yang sama dengan bagian ujung nya bertemu atau berdampingan.
2. Corner Joint (Penyambungan potongan benda kerja yang bersudut 90 derajat dan berbentuk huruf L di sebut sambungan corner).
3. Edge Joint (pengelasan benda kerja yang di bentuk secara paralel).
4. Lap Joint (Pengelasan pada benda kerja yang berposisi saling tumpang tindih).
5. Tee Joint (Penyambungan pada bagian yang berbentuk huruf T).

Adapun sambungan dengan pengelasan dapat di lihat pada gambar 2.22.



Gambar 2.22. Jenis Jenis Sambungan Las

Pada sambungan las yang memiliki sudut antara dua elemen struktur, 0,707 merupakan nilai dari $\sin(45^\circ)$ yang biasa di gunakan untuk menghitung komponen gaya atau kekuatan dalam arah tertentu. Berikut adalah persamaan rumus yang dapat di gunakan untuk menghitung kekuatan pada sambungan las :

$$\sigma = 0.707 \frac{F}{A} \quad (2.4)$$

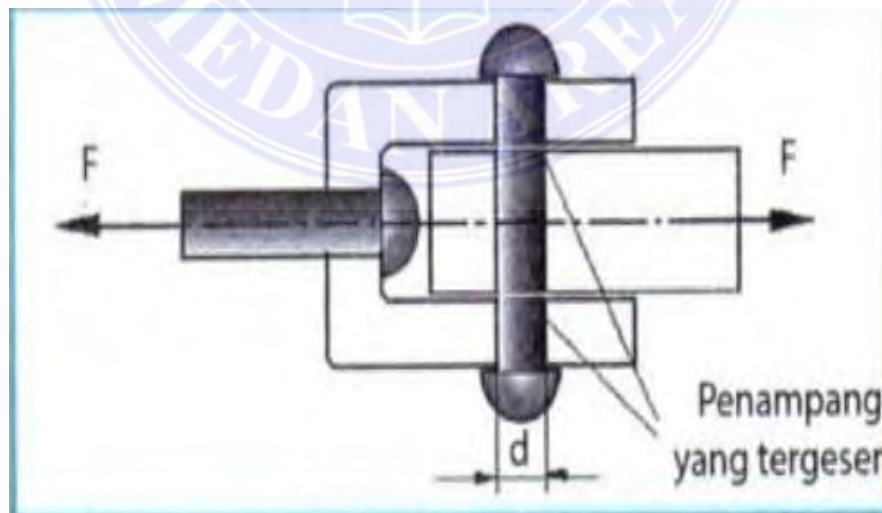
dimana:

σ = Tegangan material (Pa) F

= Kekuatan las (N)

A = luas penampang las (mm^2)

b) Sambungan tetap dengan menggunakan paku keling atau *rivet joint* adalah sambungan yang menggunakan sistem kerja paku rivet sebagai kunci dari sambungan tersebut. Sambungan paku keling ini biasa di gunakan pada pekerjaan struktural atau struktur baja seperti jembatan, rangka atap, dan bejana bertekanan seperti tangki penyimpanan. Sambungan paku keling dapat di lihat pada gambar 2.23.



Gambar 2.23. Sambungan Paku Rivet

Bila paku rivet mendapat pembebanan, maka seluruh penampang dari paku tersebut akan putus tergeser bila tidak mampu menahan gaya luar yang diberikan. Tegangan yang terjadi pada penampang yaitu :

$$\tau_g = \frac{F}{A} \dots \dots \dots (2.5)$$

Dimana :

τ_g = Tegangan geser (

Pa) F = Gaya (N)

A = Luas penampang paku keling (mm²)

2.5.2 Sambungan Tidak Tetap

Sambungan tidak tetap adalah bentuk sambungan yang memiliki sifat sementara karena sambungan jenis ini dapat di buka pasang kembali dengan kondisi sambungan yang masi baik tanpa merusak bagian apapun dari sambungannya. Sambungan ini bersifat tidak permanen dan dengan mudah di buka sewaktu kapanpun di butuhkan.

Sambungan tidak tetap biasanya di gunakan pada suatu bagian tertentu yang memang berfungsi untuk di buka pasang sesuai fungsinya dan memiliki perubahan arah. Sambungan tidak tetap ini menggunakan sambungan ulir (*Screwed Joint*) di mana baut dan mur adalah sebagai pengunci nya (Hayati, N. 2023). Sambungan baut dapat di lihat pada gambar 2.24.



Gambar 2.24. Sambungan Baut

Baut merupakan alat penyambung dengan bentuk batang berulir yang di bagian ujung nya di bentuk kepala baut sebagai pengunci dan di pasang mur sebagai pengunci. Penggunaan sambungan baut memiliki beberapa keuntungan di antara nya yaitu :

1. Sambungan baut dapat di bongkar pasang dengan mudah.
2. Lebih muda dalam pemasangan dan penyetelan sambungan.
3. Tidak merusak benda yang di sambung saat akan di buka pasang.



BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Waktu dan Tempat Penelitian

3.1.1 Waktu Penelitian

Adapun waktu dan penelitian di mulai sejak di keluarkannya surat keputusan tugas akhir dan penentuan dosen pembimbing sampai perkiraan jadwal tugas akhir seperti terlihat pada tabel 3.1.

Tabel 3.1. Rencana jadwal Penelitian tugas akhir

Aktivitas	Tahun 2024					Tahun 2025	
	Ags	Sep	Okt	Nov	Des	April	Juni
Pengajuan judul	■						
Penulisan Proposal		■					
Seminar Proposal			■				
Proses Penelitian				■	■		
Pengolahan data					■		
Penyelesaian laporan						■	
Seminar hasil							■
Evaluasi dan persiapan Sidang sarjana							■

3.1.2 Tempat Penelitian

Tempat pelaksanaan penelitian dilakukan di Laboratorium Fakultas Teknik Mesin Universitas Medan Area Kampus 1, Jalan Kolam.

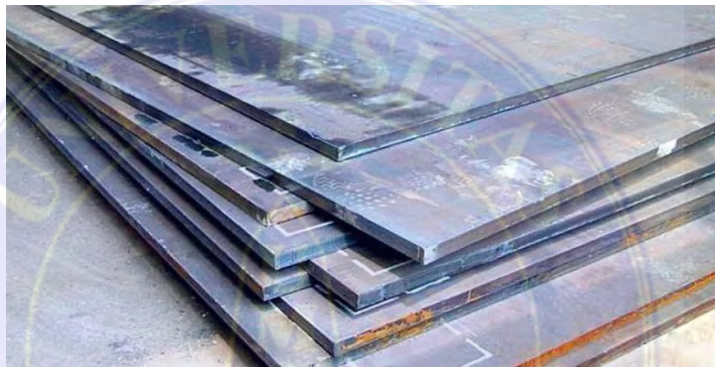
3.2. Bahan dan Alat

3.2.1 Bahan

Bahan yang di gunakan dalam pengujian ini adalah :

1. Besi Plat

Besi plat di gunakan sebagai rangka landasan karena memiliki bentuk permukaan rata yang mendukung dan ketahanan yang kuat serta mampu menahan beban pada posisi vertikal maupun horizontal. Besi plat dapat di lihat pada gambar 3.1.



Gambar 3.1. Besi plat

2. Batang Striker

Batang striker terbuat dari bahan baja carbon dengan ukuran diameter 19 mm dan panjang 900 mm. Batang striker dapat di lihat pada gambar 3.2. sebagi berikut :



Gambar 3.2. Batang Striker

3. Input Bar

Input bar terbuat dari bahan baja carbon dengan ukuran 19 mm dan panjang 3000 mm yang berfungsi memberikan impuls atau beban tiba tiba pada material yang di uji. Input bar dapat di lihat pada gambar 3.3



Gambar 3.3. Input Bar

4. Bearing

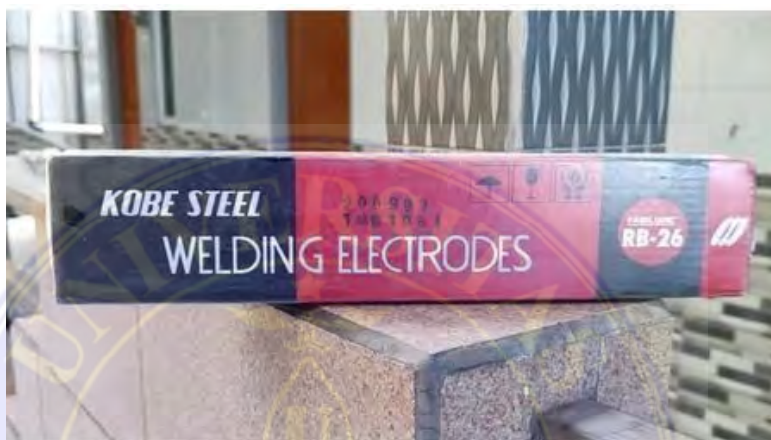
Bearing atau bantalan di gunakan untuk menumpu sebuah poros agar poros dapat bergerak dan berputar tanpa mengalami gesekan yang berlebihan. Bearing yang di gunakan yaitu bearing tipe pillow block dengan nomor P205 seperti pada gambar 3.4.



Gambar 3.4. Bearing

5. Elektroda

Elektroda atau kawat las merupakan bentuk batang dari bahan logam yang di lapisi dengan fluks yang di gunakan dalam proses pengelasan. Elektroda yang di gunakan dalam pengelasan ini adalah jenis RB kode E6013 dengan ukuran 2,6 mm yang terlihat pada gambar 3.5.



Gambar 3.5. Elektroda

6. Baut

Baut adalah komponen yang di gunakan dalam bidang teknik. Baut merupakan pengikat berulir yang di gunakan sebagai penyambung ataupun pengikat pada lubang yang telah di tentukan. Baut dapat di lihat pada gambar 3.6.



Gambar 3.6. Baut

3.2.2 Alat

Adapun alat yang di gunakan dalam proses pembuatan Alat uji impak tekanan udara maksimun 10 bar yaitu :

1. Mesin bubut

Mesin bubut digunakan untuk membubut bagian komponen yang perlu mendapatkan perubahan bentuk dan ukuran. Mesin bubut yang di gunakan adalah tipe YAM panjang benda kerja 750 mm, swing 350mm, dan lubang *spindle* 45mm. Mesin bubut yang di gunakan dapat di lihat pada gambar gambar 3.7.



Gambar 3.7. Mesin Bubut Konvensional

2. Mesin Las

Mesin las yang di gunakan jenis mesin las listrik merk prescott dengan daya 900 watt. Mesin las listrik dapat di lihat pada gambar 3.8.



Gambar 3.8. Mesin Las 900 Watt

3. Mesin Bor

Mesin bor yang di gunakan adalah mesin bor duduk merk Westco dengan daya 550W, kapasitas bor 16 mm, dan kecepatan 3,300 rpm. Adapun mesin bor yang di gunakan seperti pada gambar 3.9.



Gambar 3.9. Mesin Bor Kapasitas 16 mm

4. Mesin Hacksaw

Mesin gergaji atau hacksaw machine adalah alat pemotong yang di gunakan dalam pemotongan bahan. Mesin gergaji yang di gunakan ukuran 16 *inch* dengan menggunakan ukuran mata gergaji 18 gigi per inci. mesin gergaji dapat dilihat pada gambar 3.10.



Gambar 3.10. Mesin Hacksaw 16 Inch

5. Kompresor

Kompresor yang di gunakan berkapasitas tekanan 10 Bar dengan daya 220 v, 950 RPM. Adapun kompresor yang di gunakan dapat di lihat pada gambar 3.11.



Gambar 3.11. Kompresor

6. Tabung Bejana

Tabung bejana berfungsi sebagai tempat penyimpanan udara bertekanan. Tabung bejana yang di gunakan berkapasitas tekanan 10 Bar dengan dimensi 60 cm × 1,2 meter. Tabung bejana dapat dilihat pada gambar 3.12.



Gambar 3.12. Tabung Bejana

7. *Strain Gauge*

Strain gauge merupakan *elektrical* sensor yang di gunakan sebagai alat untuk mengukur tekanan yang di hasilkan akibat adanya deformasi atau regangan. *Strain gauge* dapat dilihat pada gambar 3.13.



Gambar 3.13. Strain Gauge

3.3. Metode Penelitian

Metode yang di gunakan dalam penelitian ini, yaitu termasuk ke dalam metode membangun dan merakit. Metode membangun dan merakit merupakan bagian penting pada pembuatan. Metode ini di lakukan pada proses pembuatan alat uji impak batang dengan tekanan maksimum 10 bar sehingga bisa mengetahui apa saja yang di lakukan pada proses pembuatan dan perakitanya serta bagaimana cara menganalisis ekonomis material yang di gunakan. Sistematika pada metode penelitian ini antara lain :

1. Studi literatur.
2. Mengumpulkan data dan informasi mengenai alat dan bahan yang akan di buat.
3. Konsultasi dan bimbingan untuk mendapat saran dan kritik
4. Melakukan proses pembuatan dan perakitan dengan mengidentifikasi gambar kerja dan melewati proses machining.
5. Melakukan proses pembuatan sesuai prosedur dan finishing pembuatan pada tahap akhir.
6. Melakukan pengujian alat.
7. Melakukan perbaikan alat dan analisa pada hasil pembuatan.

3.4. Populasi dan Sampel

Populasi dan Sampel pada penelitian ini terdiri dari beberapa kategori dan bahan material yang di gunakan sebagai komponen alat uji. Populasi dan sampel ini di ambil sebagai data yang menjelaskan jenis bahan, jumlah dan ukuran yang di gunakan. Tujuan pada populasi dan sampel ini di buat untuk mengetahui jumlah keseluruhan dan keterangan pada setiap satuan atau individu yang karakteristik nya akan di teliti. Adapun tabel pada populasi dan sampel pembuatan alat uji impak dengan maksimum tekanan udara 10 bar dapat di lihat pada tabel 3.2.

Tabel 3.2. Populasi

No	Deskripsi	Bahan / Ukuran	Jumlah
1	Besi plat landasan dan Kaki alat	Baja Carbon	6
2	Strain gauge	Stainless steel	1
3	Batang Sriker dan Penerus	Baja Carbon	2

4	Bearing	P205	6
5	Baut	Baja Carbon	30
6	Kompresor	10 Bar	1
7	Tabung Bejana	Baja Krabon	1

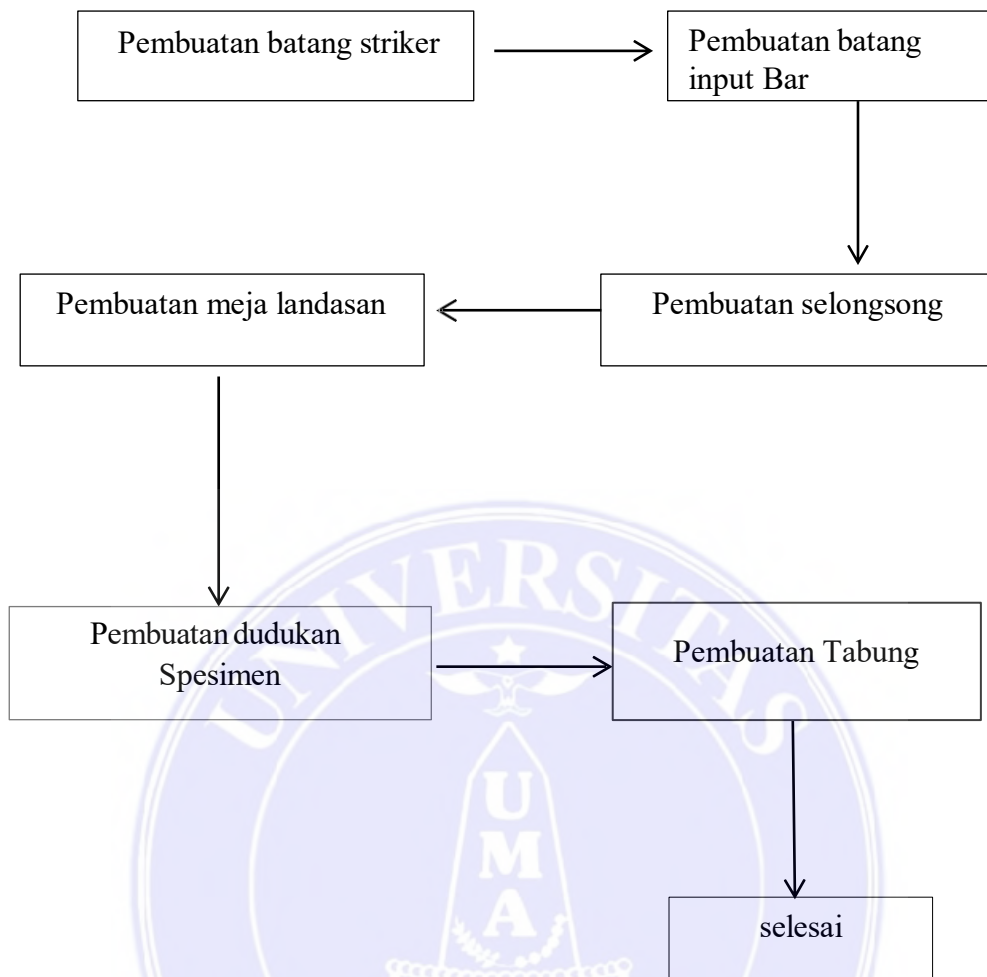
3.5. Prosedur Kerja

Berikut adalah prosedur kerja yang di laksanakan :

- 1) Langkah pertama, mengidentifikasi pada gambar racangan sebagai informasi yang akan di lakukan pada pembuatan
- 2) Langkah Kedua, menyiapkan alat dan bahan yang di butuhkan.
- 3) Langkah Ketiga, melakukan proses pembuatan dan perakitan sesuai dengan prosedur yang di tentukan.
- 4) Langkah keempat, Setelah melakukan dan menyelesaikan proses pembuatan dan perakitan, kemudian melakukan proses finishing sebagai tahap akhir pembuatan.
- 5) Langkah Terakhir, melakukan pengujian dan perbaikan, apakah alat yang dibuat sudah berfungsi dengan baik.

3.5.1 Proses Pembuatan

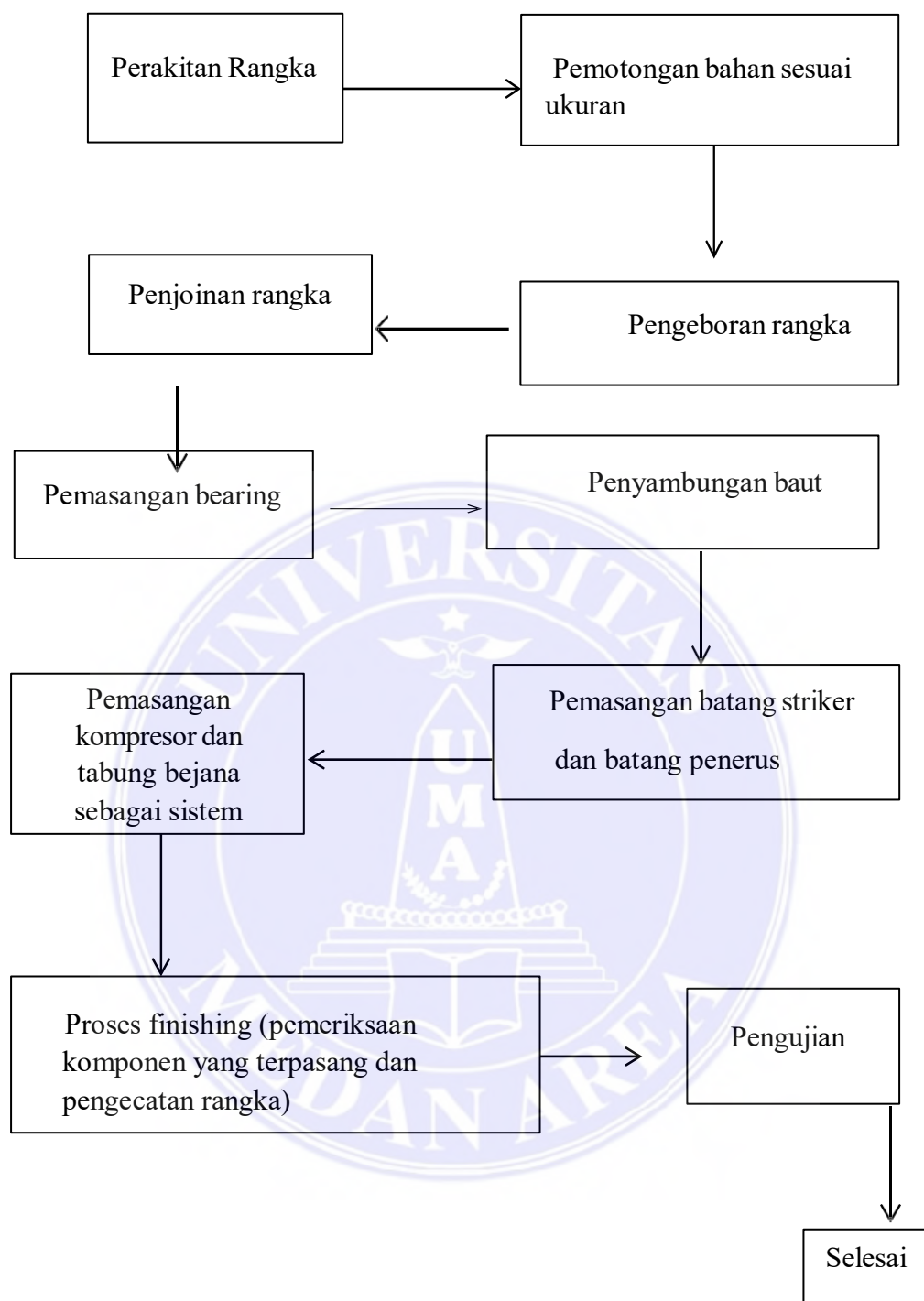
Pada proses pembuatan ini terdapat rangkaian tahapan pembuatan yang di lakukan dalam menciptakan produk jadi dengan menggunakan bahan material yang telah sediakan. Pembuatan ini menggunakan mesin perkakas sebagai alat dari proses machininig. Adapun proses pembuatan ini di mulai dari membuat komponen awal yang paling mudah di lakukan hingga pembuatan komponen akhir dengan urutan proses pembuatan yang dapat di lihat pada gambar 3.14.



Gambar 3.14. flowchart proses pembuatan Batang Striker dan Penerus

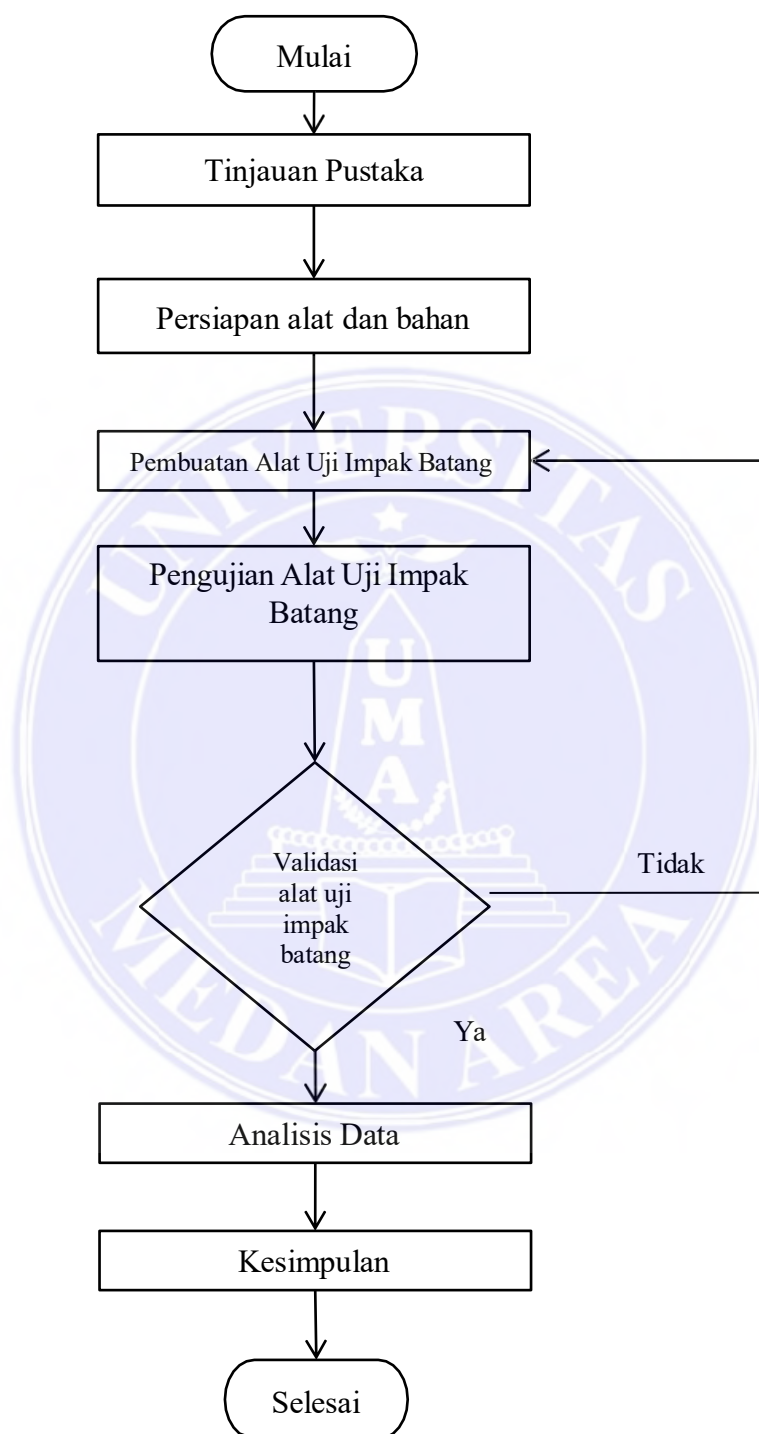
3.5.2 Proses Perakitan

Proses perakitan bertujuan untuk menggabungkan antara satu bagian dengan bagian yang lainya agar menjadi hasil yang utuh. Perakitan ini di lakukan mulai dari bagian yang paling mendasar yaitu mulai dari perakitan bagian rangka, perakitan komponen utama dan pendukung dengan melewati proses machining pembentukan dan pemotongan, sistem transmisi udara seperti tabung sampai perakitan komponen lainya hingga tahap akhir. Proses perakitan ini dapat di lihat pada gambar 3.15.



Gambar 3.15. Flowchart Proses Perakitan

3.6. Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.16. Diagram Alir Penelitian

4.1.1. Proses Pembuatan Batang Striker

Batang striker sebagai komponen yang berfungsi untuk meyalurkan dorongan dari tekanan udara yang kemudian menuju input bar untuk menghantam spesimen uji di buat dengan bahan baja karbon rendah dengan ukuran diameter 19mm dan panjang 900mm. Proses pembuatan awal batang striker ini dilakukan dengan pemotongan bahan dengan mesin hacksaw, kemudian di lakukan pembubutan facing, pembubutan rata dan champer pada benda kerja dengan mesin bubut konvensional.

4.1.2. Proses Pembuatan Meja Landasan

Pembuatan meja landasan alat uji impak batang dengan kapasitas maksimum tekanan udara 10 bar di buat dengan bahan plat baja karbon rendah ketebalan 10mm dengan ukuran lebar 150mm dan panjang 4500mm. Tahap awal pembuatan ini di mulai dengan pemotongan bahan menggunakan las asetilin, dan pengeboran bagian komponen untuk penyambungan baut dan pembuatan kaki alat yang terdiri dari 6 jumlah.

4.1.3. Proses Pembuatan Tabung

Tabung udara yang berfungsi sebagai tempat penyimpanan udara di buat dengan ukuran diameter 600mm dengan ketinggian 1200mm yang terdiri dari 4 jumlah kaki di buat dengan bahan plat baja karbon ketebalan 6mm. Pembuatan tabung ini melalui proses pemotongan, pembentukan tabung dengan mesin *roll bending* untuk mendapatkan bentuk dan ukuran yang di inginkan, kemudian menggunakan penyambungan dengan las listrik menggunakan jenis sambungan butt joint lalu tahap *finishing* berupa pengecatan.

4.1.4 Proses Pembuatan Selongsong Striker Bar

Selongsong striker bar atau tabung fleksibel di buat dengan pipa steam berbahan baja karbon yang berfungsi sebagaiudukan striker bar yang akan di dorong oleh udara bertekanan. Pembuatan selongsong ini meliputi proses pembubutan facing dan pengelasan sebagai bentuk sambungan serta pengecatan pada tahap *finishing*.

4.1.5. Proses Pembuatan Dudukan Spesimen

Pembuatan dudukan spesimen dilakukan dengan pemotongan bahan, pembentukan bahan menjadi bentuk persegi, kemudian pengeboran lubang menggunakan mesin bor duduk yang berfungsi untuk pengikat baut. Komponen ini di buat dengan bahan plat baja dengan ketebalan 10 mm.

4.2. Daftar Komponen

Daftar komponen ini berisi material dan semua komponen yang di gunakan yang terletak dan terpasang pada bagian atas dan bawah serta komponen pendukung yang akan di rakit menjadi suatu produk. Pada daftar komponen ini tidak hanya berisi elemen yang hanya berupa bahan mentah tetapi juga bahan jadi yang telah melewati proses pembuatan dan perakitan. Komponen yang di pilih merupakan komponen yang paling sesuai dengan fungsinya dan menyesuaikan dari efisiensi kebutuhan pada pembuatan. Daftar komponen dari pembuatan alat uji impak batang dengan kapasitas maksimum tekanan udara 10 bar dapat di lihat pada tabel 4.1.

Tabel 4.1. Daftar Komponen Pembuatan Alat Uji Impak Batang Kapasitas 10 Bar

1 Komponen atas	
Nama komponen	Fungsi
Plat baja	Sebagai meja landasan alat uji
Poros baja diamter 19 mm	Sebagai <i>striker</i> bar
Poros baja diamter 19 mm	Sebagai batang penerus (<i>transmision bar</i>)
Bearing duduk	Sebagai tumpuan batang striker dan batang penerus
Pipa steam selongsong	Sebagai rumah striker bar yang berisi udara bertekanan
Tabung udara	Untuk tempat penyimpanan udara bertekanan
Mesin kompresor	Sebagai penyuplai udara pada tabung
Selang kompresor	Untuk saluran transmisi udara dari kompresor
Elektrik valve	Sebagai pengaturan untuk mengendalikan aliran udara
Strain gauge	Sebagai sensor pembaca untuk pengukur regangan
Pressure gauge	Sebagai sensor pembaca tingkat tekanan
Baut pengikat	Sebagai pengunci bearing dan komponen lainnya
Ring	Sebagai pembatas batang penerus
Plat baja persegi	Sebagai dudukan spesimen dan stoper
Dudukan tabung	Untuk menempatkan tabung pada posisi vertikal
Tombol start push	Memulai pengoperasian alat
Keran kompresor	Mengatur buka tutup udara
Flexible hose	Saluran transmisi udara bertekanan
MCB	Sistem proteksi instalasi

2. Komponen Bawah

Nama komponen	Fungsi
Kaki penyangga	Untuk menyangga dan sebagai tumpuan alat uji
Kaki tabung	Sebagai penyangga tabung

3. Komponen Pendukung

Nama komponen	Fungsi
Cat	Melindungi dari korosi
Kabel listrik	Menghubungkan arus listrik
Tombol safety	Memberikan kode tanda bahaya
Pelindung kabel	Melindungi kabel

4.3. Spesifikasi dan Biaya

Tabel 4. 2. Daftar Harga Komponen Alat

NO	Nama Komponen	Spesifikasi	Jumlah	Harga
1	Plat besi	10 mm×150mm ×6000 mm	2 lembar 83 kg	1,494,000
2	Tabung udara	6mm × 600 mm	1	4,000,000
3	Flexible hose	25mm× 1000 mm	1	270,000
4	Elektrik valve	Solenoid 1"	1	500,000
5	Striker bar	19mm× 900mm	1	60,000
6	Batang penerus	19mm × 2000	1	140,000
7	Pipa selongsong	28mm× 1000 mm	1	60,000

No	Nama Komponen	Spesifikasi	Jumlah	Harga
8	Bearing pillow block	25mm	8	280,000
9	Kompresor portable	1 HP	1	1,400,000
10	Selang kompresor	8mm × 1500mm	1	70,000
11	Keran kompresor		2	40,000
12	Pressure gauge	10 bar	1	110,000
13	Strain gauge			25,000
14	Tombil start push			60,000
15	Tombol safety			70,000
16	Baut dan mur	M10	30	100,000
17	Kabel listrik	5 M	2	90,000
18	Plat besi dudukan spesimen dan stoper	6 mm	1	85,000
19	Ring pembatas	2mm	5	20,000
20	Cat		1	300,000
21	Kaki tabung	400 mm	4	250,000
22	enyangga meja landasan	700 mm	6	2,100,000
25	Socket derat		2	140,000
26	Saklar switch		1	25,000
27	Pelindung kabel		1	15,000
28	MCB		1	60,000
29	Junction box		1	25,000
30	Transportasi alat			250,000
31	Transportasi bahan	Dan jasa	2 kali	3,300,000
32	Total Rp			15,345,000000

4.4. Analisa Ekonomi

Analisis ekonomi pada pembuatan alat uji impak batang dengan kapasitas maksimum tekanan udara 10 bar dilakukan dengan tujuan untuk mengevaluasi penggunaan bahan material, penyesuaian biaya, manfaat penggunaan, serta sebagai bentuk perbandingan untuk menentukan suatu pemilihan secara tepat dan efisien. Analisis ekonomi pada pembuatan alat uji ini dapat di lihat pada tabel 4.3.

Tabel 4. 3. Analisis Ekonomi

Daftar Komponen Utama dan Alternatif		
Komponen	Pilihan A (Kualitas standard)	Pilihan B (Kualitas tinggi)
Pemukul (striker bar)	Baja karbon rendah	Stainles steel
Rangka dan meja	Plat baja karbon rendah 10 mm	Besi H-Beam
Elektrik valve	Solenoid brass 1"	Solenoid alumunium
Tabung udara	Plat baja karbon 6 mm	Stainles steel
Sensor tekanan	Strain gauge	piezoelektrik

Perbandingan Biaya Total		
Komponen	Pilihan A (kualitas standard)	Pilihan B (kualitas Tinggi)
Striker bar	Rp 60,000	Rp 350,000
Rangka dan meja	Rp 1,500,000	Rp 3,300,000
Elektrik valve	Rp 500,000	
Tabung udara	Rp 4,000,000	Rp 5,500,000

Sensor tekanan	Rp 80,000	Rp 150,000
Total	Rp 6,140,000	Rp 10,050,000

Analisis Biaya dan Manfaat

Aspek	Pilihan A (Ekonomis)	Pilihan B (Premium)
Daya tahan	Kualitas Sedang dan baik untuk pengujian	Kualitas tinggi dan sangat baik untuk pengujian
Biaya investasi	Sesuai efisiensi anggaran	Belum sesuai efisiensi anggaran
Kinerja sistem	Baik untuk riset serta mudah dalam perawatannya	Sangat baik lebih akurat dan andal

Berdasarkan hasil data analisis ekonomis yang telah dilakukan, maka penelitian pembuatan alat uji impact batang dengan kapasitas maksimum tekanan udara 10 bar ini menggunakan bahan material dengan kualitas standard yang menggunakan biaya lebih ekonomis dan sesuai dengan efisiensi anggaran tetapi juga memiliki kualitas produk yang baik dan layak digunakan.

4.5. Perhitungan Proses Pembuatan

1. Proses bor (*Drilling*) Pada pembuatan alat ini dilakukan untuk melubangi komponen yang membutuhkan lubang, komponen yang menggunakan mesin bor duduk adalah pengeboran pada plat meja landasan alat :



Gambar 4.2. proses pengeboran

Untuk mengebor plat ini dengan ketebalan 10 mm menggunakan mata bor $\varnothing 7$ mm, 10 mm dan 12 mm dengan kecepatan potong 27.5 m/min dan rata-rata pemakanan dalam satu putaran Adapun rumus perhitungan waktu proses pengeboran ialah: Kecepatan Putaran (RPM's).

$$N = \frac{1000 \cdot V_c}{\pi \cdot d}$$

N = Kecepatan putaran (rpm)

V_c = Kecepatan potong (m/min)

d = Diameter Mata bor (mm)

π = ketetapan (3.140)

Perhitungan kecepatan putaran dengan mata bor $\varnothing 7$ mm

Maka :

$$N = \frac{1000 \cdot V_c}{\pi \cdot d}$$

$$N = \frac{1000 \times 27.5}{3.14 \times 7}$$

$$N = \frac{27.500}{22}, N = 1,250 \text{ rp}$$

Kedalaman pemakanan (L)

$$L = l + 0.3 \cdot d$$

$$L = 10 + 0.3 \times 7$$

$$L = 10 + 2,1 \rightarrow L = 12,1 \text{ mm}$$

Waktu Pemotongan (t_m):

$$t_m = \frac{L}{S_r \times N}$$

$$t_m = \frac{12,1 \text{ mm}}{0,03 \text{ mm/rotasi} \times 875,8 \text{ rpm}}$$

$$t_m = \frac{12,1}{26,3} \text{ menit} \rightarrow t_m = 0,46 \text{ menit}$$

Perhitungan kecepatan putaran dengan mata bor Ø10mm

$$\text{Maka : } N = \frac{1000 \cdot V_c}{\pi \cdot d}$$

$$N = \frac{1000 \times 27.5}{3.14 \times 10}$$

$$N = \frac{27.500}{31.4}, N = 875.8 \text{ rpm}$$

Kedalaman pemakanan (L)

$$L = l + 0.3 \cdot d$$

$$L = 10 + 0.3 \times 10$$

$$L = 10 + 3 \rightarrow L = 13 \text{ mm}$$

Waktu Pemotongan (t_m):

$$t_m = \frac{L}{S_r \times N}$$

$$t_m = \frac{13 \text{ mm}}{0.03 \text{ mm/rotasi} \times 875.8 \text{ rpm}}$$

$$t_m = \frac{13}{26.3} \text{ menit} \rightarrow t_m = 0.49 \text{ menit}$$

Perhitungan kecepatan putaran dengan mata bor Ø12 mm

$$\text{Maka : } N = \frac{1000 \cdot V_c}{\pi \cdot d}$$

$$N = \frac{1000 \times 27.5}{3.14 \times 12}$$

$$N = \frac{27.500}{37.7}, N = 729.5 \text{ rpm}$$

Kedalaman pemakanan (L)

$$L = l + 0.3 \cdot d$$

$$L = 10 + 0.3 \times 12$$

$$L = 10 + 3,6 \rightarrow L = 13,6 \text{ mm}$$

Waktu Pemotongan (t_m):

$$t_m = \frac{L}{S_r \times N}$$

$$t_m = \frac{13,6 \text{ mm}}{0,03 \text{ mm/rotasi} \times 875,8 \text{ rpm}}$$

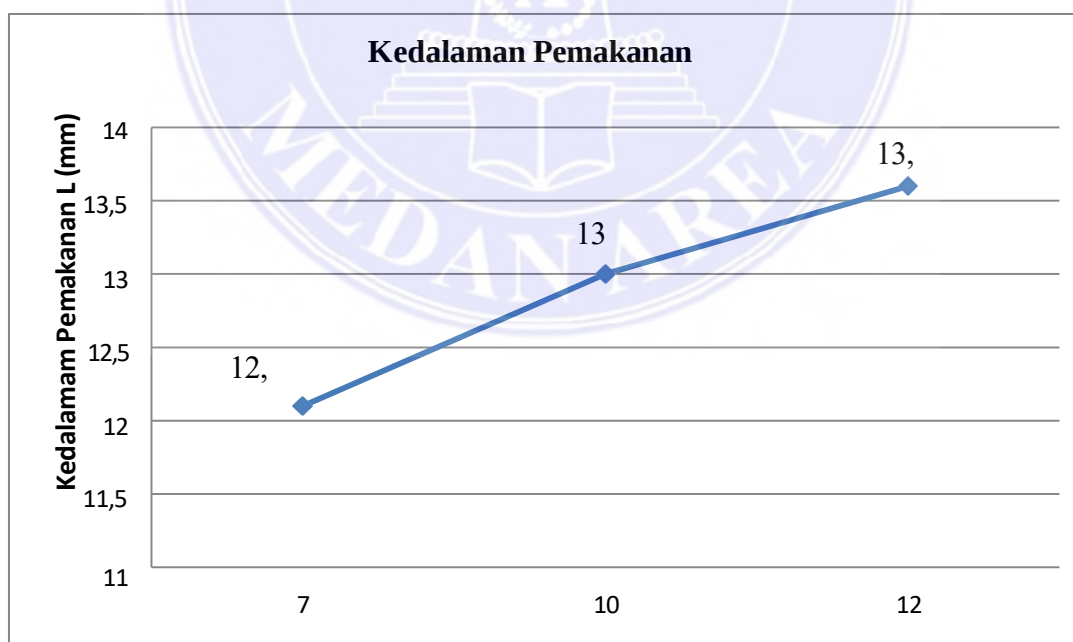
$$t = \frac{13,6}{26,3} \text{ menit} \rightarrow t = 0,51 \text{ menit}$$

Tabel 4.4. Perhitungan Proser Pengeboran

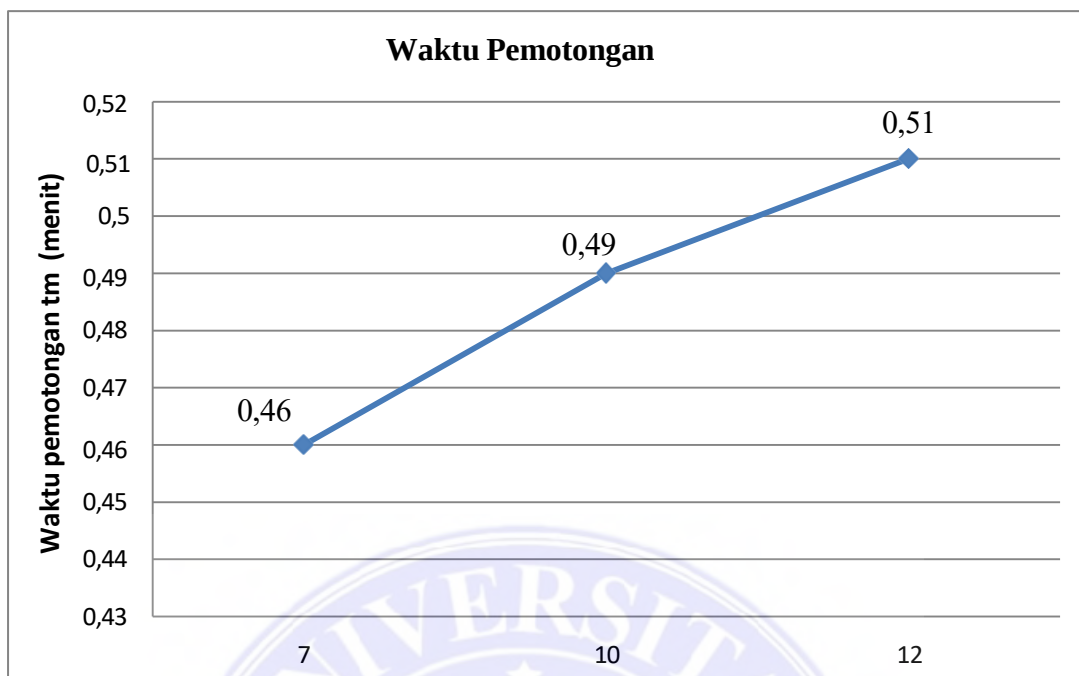
Mata bor (mm)	N (rpm)	L (mm)	Tm (menit)
7	1,250	12,1	0,46
10	875,8	13	0,49
12	729,5	13,6	0,51



Gambar 4.3. grafik kecepatan putaran



Gambar 4.4. Grafik kedalaman pemakanan



Gambar 4.5. Grafik waktu pemotongan

2. Proses pembuatan batang *striker*

Proses pembuatan batang striker dilakukan dengan menggunakan mesin bubut konvensional. Proses pembubutan dilakukan dengan membubut rata diameter benda kerja menjadi 18,5 mm dari ukuran awal 19 mm dengan panjang 900 mm, dan jarak start pahat 4mm, menggunakan kecepatan potong 500m/menit dan rata rata pemakanan dalam satu putaran (S_r) = 0,5 mm/ putaran.



Gambar 4.6. Pembubutan Batang Striker

Waktu proses pemesinan pembuatan batang striker dengan diameter 19 mm dan panjang 900mm sampai selesai dapat dengan hitungan :

Keterangan :

F = Pemakanan dalam satu putaran (mm/put)

N = Putaran benda kerja a(Rpm)

l = panjang pembubutan rata (mm)

L_a = jarak start pahat (mm)

L = panjang total pembubutan rata (mm)

F = kecepatan pemakanan mm/menit

Dapat di hitung:

$$L = l_a + l = 900 + 4 = 904 \text{ mm}$$

$$F = f.n \ 0,5 \times 500 = 250 \text{ mm/menit}$$

$$t_m = \frac{L}{F} \text{ menit}$$

$$t_m = \frac{904}{250} = 3,616 \text{ menit}$$

4. Proses Pembuatan Tabung

Tabung udara pada alat uji impak batang dengan kapasitas maksimum tekanan udara 10 bar di buat dan di rancang menggunakan bahan material yang sesuai dengan ukuran dan kapasitas yang di butuhkan serta menggunakan efisiensi biaya yang sesuai.Tabung udara pada alat uji impak batang dengan kapasitas maksimum tekanan udara 10 bar di buat dengan bahan material baja karbon

ketebalan 6mm dengan diameter 600mm dan berukuran tinggi 1200mm yang melibatkan beberapa tahapan proses fabrikasi yang di perlukan antara lain yaitu :

A) Menentukan kapasitas volume dan menghitung ketebalan dinding Perhitungan volume tabung

$$V = \pi \times r^2 \times t$$

$$= 3,14 \times 0,3^2 \times 1,2 = 0,339 \text{ m}^3 \text{ atau sekitar 339 liter.}$$

Perhitungan ketebalan dinding tabung

Untuk menentukan ketebalan dinding tabung dapat menggunakan persamaan rumus sebagai berikut:

$$t = \frac{P \cdot r}{\sigma_t \cdot E - 0,6 P}$$

t = Ketebalan dinding (meter)

P = Tekanan kerja internal (Pascal)

R = jari-jari dalam tabung (meter)

σ = Tegangan ijin material 150 (Pascal)

E = Efisiensi sambungan las (1)

0.6 P = koreksi tekanan tambahan (konservatif)

$$t = \frac{1 \times 10^6 \times 0,3}{150 \times 10^6} = 0,002 \text{ m} = 2 \text{ mm}$$

Dari perhitungan data di atas maka ukuran tabung yang di buat dengan bahan material ketebalan 6 mm dan berukuran diameter 600mm dengan tinggi 1200mm layak untuk di buat.

B) Pemotongan Bahan (*Material Cutting*)

Pemotongan bahan dilakukan dengan menggunakan *gas cutting* yang meliputi pemotongan bahan untuk bagian keliling lingkaran atau ukuran panjang dan lebarnya. Untuk menentukan jumlah panjang dan lebar bahan yang dibutuhkan pada saat proses pemotongan pembuatan tabung dengan diameter 600mm dan ketinggian 1200mm maka dapat di hitung dengan perhitungan sebagai berikut :

Diameter tabung = 600 mm

Panjang (tinggi) tabung = 1200 mm

Keliling tabung = bahan yang dibentuk melingkar

Gambar bentangan tabung dapat dilihat sebagai berikut :



Gambar 4.7. Bentangan tabung

Panjang pelat = keliling = $\pi \cdot d = 3.1416 \times 600 = 1885\text{mm}$ Maka jumlah ukuran bahan yang diperlukan pada saat proses pemotongan memerlukan 1 lembar besi plat berukuran 1,885 meter.

C) Proses *Roll Bending* (pembentukan silinder)

Bahan yang telah selesai pada proses pemotongan kemudian di-roll dengan mesin *roll bending* untuk membentuk lingkaran silinder. Pembentukan tabung menggunakan mesin roll bending yang paling umum digunakan dengan 3roll

yang terdiri dari 2 roll statis dan 1 roll atas yang dapat bergerak naik turun dengan proses pembentukan yang bertahap.

Setelah tabung terbentuk melingkar dan bagian ujungnya saling bertemu kemudian di lakukan penyambungan ujung (forming tabung) dengan melakukan tack welding atau pengelasan titik sementara untuk mempertahankan bentuk.

D) Pengelasan (*Welding*)

pengelasan menggunakan mesin las listrik dengan elektroda 3,2 mm dengan kode pengelasan E6013 dan menggunakan jenis penyambungan butt joint atau penyambungan dengan cara menyatukan ujung dari kedua bagian kemudian di las pada sepanjang sambungan. Pengelasan menggunakan jenis sambungan butt joint berfungsi agar tabung memiliki ketahanan dan kekuatan yang lebih tinggi dan lebih rapat serta melakukan pengelasan pada posisi vertikal sesuai dengan bentuk tabung. Pengelasan lain juga di lakukan pada bagian tabung seperti pada pengelasan nozzle dan kaki penyangga tabung.

Asumsi perhitungan pengelasan dapat dihitung sebagai berikut :

a) perhitungan luas area las

$$\text{efektif } A = L \times t \times 0,707$$

Dimana

L = panjang sambungan las (1200 mm)

t = ketebalan material

0,707 = faktor penetrasi las sambungan butt joint

$$A = 1200 \text{ mm} \times 6 \text{ mm} \times 0,707 = 5,090$$

b) perhitungan sambungan kekuatan las

$$F = A \times \sigma$$

$$F = 5,090 \text{ mm}^2 \times 470 \text{ Mpa}$$

$$F = 5,090 \text{ mm}^2 \times 470$$

$$\text{N/mm}^2 \text{ F} = 2,392,300 \text{ N}$$

D) Proses *finishing*

Proses finishing pada pembuatan tabung dengan melakukan pengecatan pada seluruh bagian tabung untuk menghindari terjadinya korosi, kebocoran dan untuk menambah nilai produk pada tabung.



Gambar 4.8. Proses Pembuatan Tabung

4.6. Hasil Pembuatan dan Pengujian

4.6.2. Cara Kerja Alat Uji Impak Batang Dengan Kapasitas Maksimum Tekanan Udara 10 Bar

Cara kerja alat uji impak batang dengan kapasitas maksimum tekanan udara 10 bar ini menggunakan tekanan udara dalam tabung yang telah di suplai udara oleh kompresor, kemudian udara dalam tabung di buka dan di kontrol melalui elektrik valve yang terhubung dengan selongsong berisi batang *striker*,

saat valve di buka. melalui tombol push botton kemudian batang striker tersebut keluar akibat dorongan udara dan menghantam batang penerus yang akan menghantam spesimen. Batang penerus di pasang sensor strain gauge untuk mengukur tegangan yang terjadi saat menghantam spesimen yang terpasang pada



Gambar 4.9. proses pengujian alat uji impak batang kapasitas maksimum 10 bar

4.6.3. Hasil Pengujian

Pengujian di lakukan dengan menggunakan variasi tekanan udara yang berbeda dan menggunakan ukuran stroke atau jarak antara striker bar dan input bar yang dapat di sesuaikan panjang maksimal dan minimalnya untuk menentukan hasil tegangan impak yang berbeda pada pengujian. Panjang stroke maksimal berukuran 50 cm dan panjang stroke minimal berukuran 30 cm. Gambar stroke antara striker bar dan input bar dapat dilihat sebagai berikut :



Gambar 4.10. Stroke Minimal



Gambar 4.11. Stroke Maksimal

4.6.4 Hasil Pengujian Alat Dengan Variasi Tekanan Udara

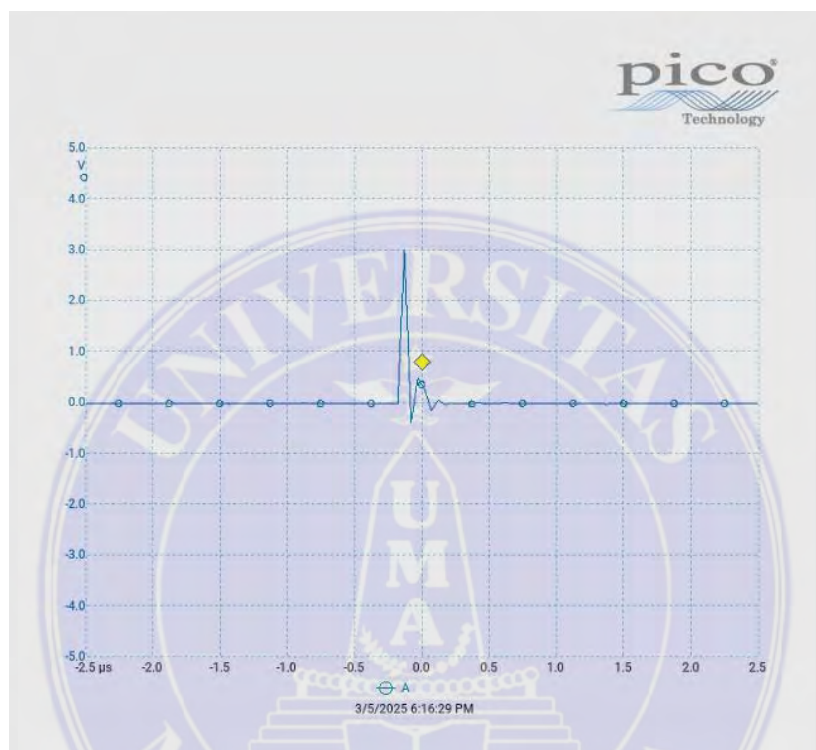
Hasil yang di dapat dari Pengujian alat uji impak batang dengan kapasitas maksimum tekanan udara 10 bar yang telah di lakukan dengan menggunakan variasi tekanan udara yang berbeda dan menggunakan jarak *stroke* 50 cm untuk mendapatkan hasil perbandingan tegangan dari setiap pengujian yang di lakukan adalah sebagai berikut:

1. Pengujian dengan menggunakan tekanan udara 10 bar



Gambar 4.12. Tekanan 10 Bar

Dari hasil pengujian pertama menggunakan tekanan udara 10 bar yang di tembakan pada batang striker dengan jarak *stroke* 50 cm antara striker dan input bar diperoleh tegangan sebesar 3v. Berikut data grafik yang diperoleh dari picoscope pada pengujian tekanan 10 bar :



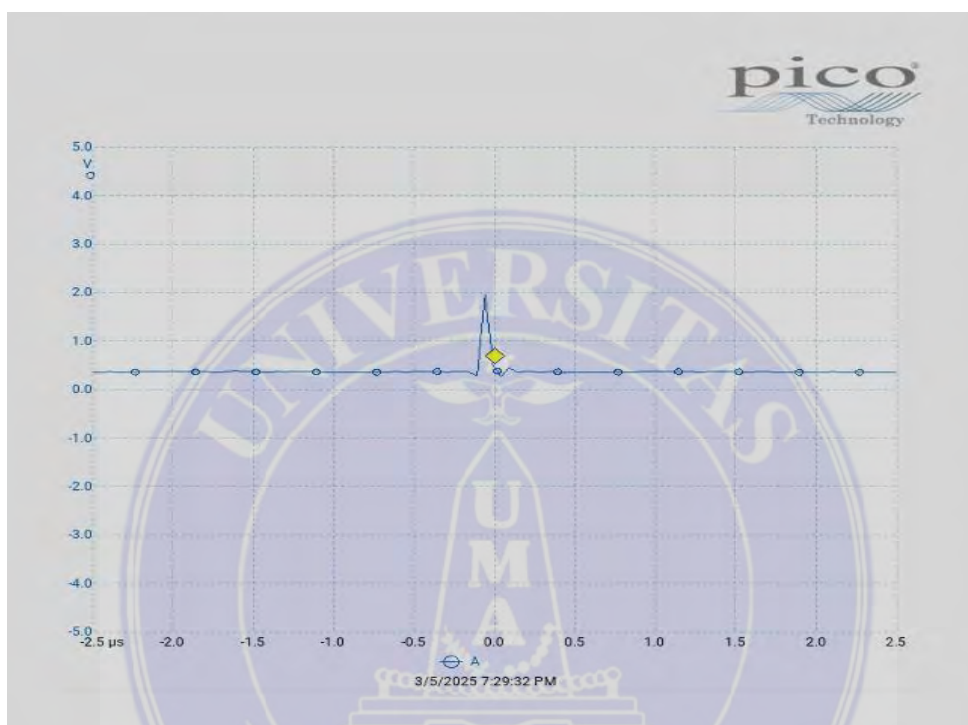
Gambar 4.13. Grafik Pengujian 10 Bar

2. Pengujian dengan menggunakan tekanan udara 5 bar



Gambar 4.14. Tekanan 5 Bar

Dari hasil pengujian kedua menggunakan tekanan udara 5 bar yang di tembakan pada batang striker dengan jarak stroke 50 cm antara batang striker dan input bar makah diperoleh tegangan sebesar 1.9 v. Berikut data grafik yang diperoleh dari picoscope pada pengujian tekanan 5 bar :



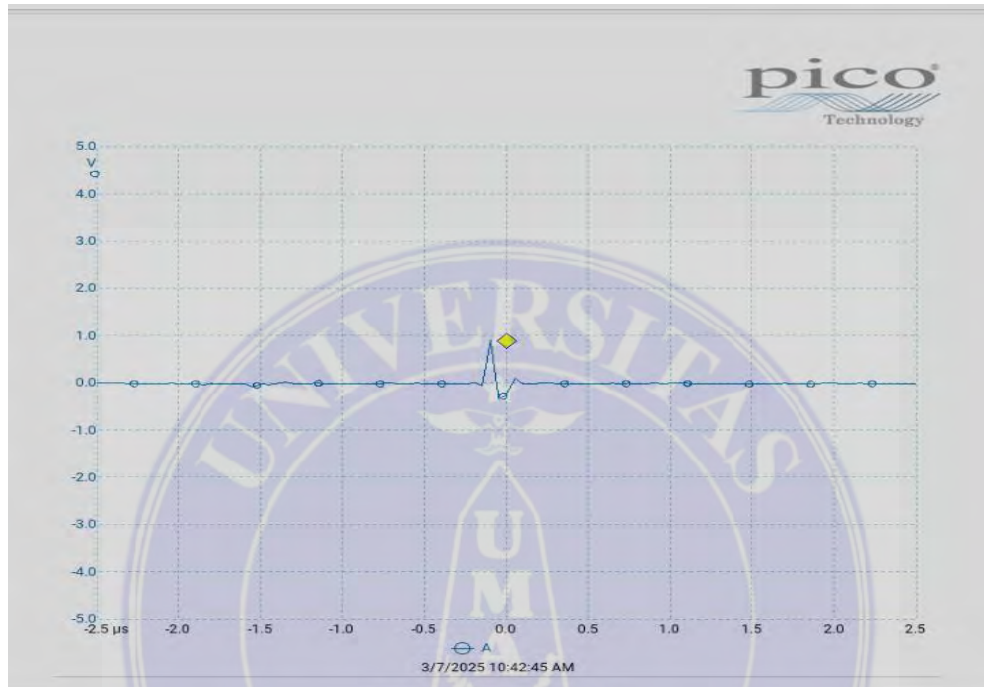
Gambar 4.15. Grafik Pengujian 5 Bar

3. Pengujian dengan menggunakan tekanan udara 1 bar



Gambar 4.16. Tekanan 1 Bar

Dari hasil pengujian ketiga menggunakan tekanan udara 1 bar yang di tembakan pada batang striker dengan jarak stroke 50 cm antara batang striker dan input bar makah diperoleh tegangan sebesar 0,9v. Berikut data grafik yang diperoleh dari picoscope pada pengujian tekanan 1 bar :



Gambar 4.17. Grafik Pengujian 1 Bar

untuk merubah voltase menjadi regangan dan tegangan di terapkan perhitungan dengan persamaan rumus sebagai berikut :

$$\epsilon = \frac{e_0}{E.K_s}$$

Dimana :

e_0 = Output voltase

E = Voltase USB

(5volt) ϵ = Regangan

K_s = Faktor koreksi strain gauge (1,2)

Tekanan 10 bar

$$\varepsilon = \frac{4 \times 3v}{5 \times 1,2} = \frac{12}{6} = 2$$

$$\sigma = E \times \varepsilon_0$$

$$= 210,000 \text{ Mpa} \times 2 = 420,000 \text{ Mpa}$$

Tekanan 5 bar

$$\varepsilon = \frac{4 \times 1,9v}{5 \times 1,2} = \frac{7,6}{6} = 1,3$$

$$\sigma = E \times \varepsilon_0$$

$$= 210,000 \text{ Mpa} \times 1,3 = 273,000 \text{ Mpa}$$

Tekanan 1 bar

$$\varepsilon = \frac{4 \times 0,9v}{5 \times 1,2} = \frac{3,6}{6} = 0,6$$

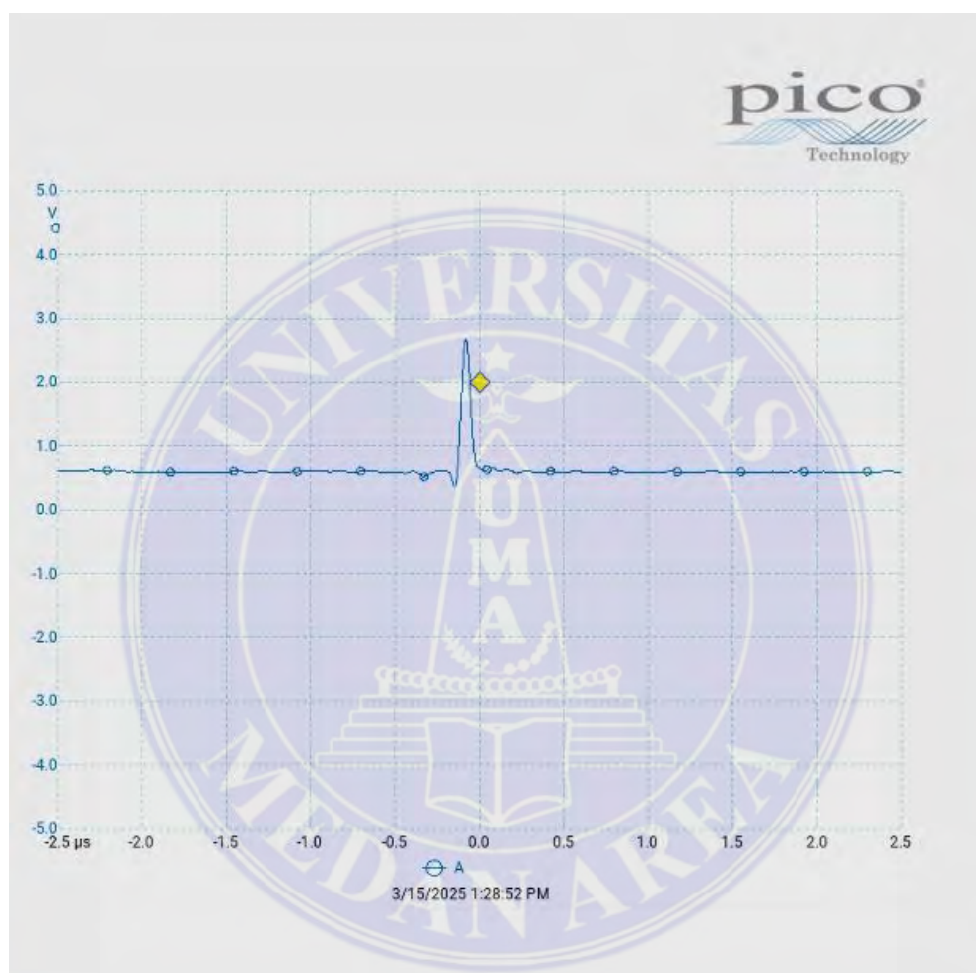
$$\sigma = E \times \varepsilon_0$$

$$= 210,000 \text{ Mpa} \times 0,6 = 126,000 \text{ Mpa}$$

Pengujian berikutnya menggunakan tekanan udara yang sama dengan melakukan pengujian pada panjang *stroke* minimal 30 cm. Proses pengujian dilakukan dengan jarak antara striker dan input bar yang lebih dekat. Pengujian dengan menggunakan jarak *stroke* yang lebih dekat di mulai dari tekanan yang tertinggi yaitu 10 bar hingga tekanan udara paling rendah 1 bar. Hasil pengujian yang di peroleh dengan panjang *stroke* yang berbeda yaitu :

1. Pengujian dengan Menggunakan Tekanan 10 Bar

Dari hasil pengujian menggunakan tekanan udara 10 bar yang di tembakan pada batang striker dengan jarak *stroke* 30 cm diperoleh tegangan sebesar 2,5v. Berikut data grafik yang diperoleh dari picoscope pada pengujian tekanan 10 bar



Gambar 4.18. Grafik Pengujian 10 Bar panjang *stroke* 30 cm

2. Pengujian dengan Tekanan Udara 5 Bar

Dari hasil pengujian kedua menggunakan tekanan udara 5 bar yang di tembakan pada batang striker dengan jarak *stroke* 30 cm diperoleh tegangan sebesar 1,4v. Berikut data grafik yang diperoleh dari picoscope pada pengujian tekanan 5 bar :

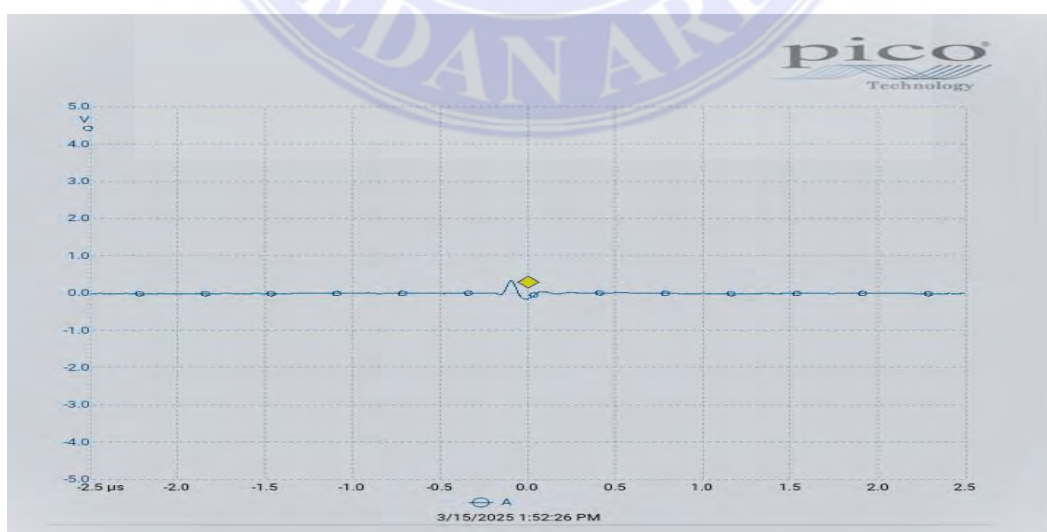


Gambar 4 19. Grafik Pengujian 5 Bar 30 Stroke

1. Pengujian dengan Menggunakan Tekanan 1 Bar

Dari hasil pengujian terakhir menggunakan tekanan udara 1 bar yang di tembakan pada batang striker dengan jarak stroke 30 cm diperoleh tegangan sebesar 0,4v.

Berikut data grafik yang diperoleh dari picoscope pada pengujian tekanan 1 bar :



Gambar 4.20. Grafik Pengujian 1 Bar 30 Stroke

Berdasarkan hasil data pengujian yang di peroleh dengan jarak stroke 30 cm dapat di hitung hasil tegangan sebagai berikut :

Tekanan 10 bar

$$\varepsilon = \frac{4 \times 2,5v}{5 \times 1,2} = \frac{10}{6} = 1,6$$

$$\sigma = E \times \varepsilon_0$$

$$= 210,000 \text{ Mpa} \times 1,6 = 336,000 \text{ Mpa}$$

Tekanan 5 Bar

$$\varepsilon = \frac{4 \times 1,4v}{5 \times 1,2} = \frac{5,6}{6} = 0,9$$

$$\sigma = E \times \varepsilon_0$$

$$= 210,000 \text{ Mpa} \times 0,9 = 189,000 \text{ Mpa}$$

Tekanan 1 Bar

$$\varepsilon = \frac{4 \times 0,4v}{5 \times 1,2} = \frac{1,6}{6} = 0,3$$

$$\sigma = E \times \varepsilon_0$$

$$= 210,000 \text{ Mpa} \times 0,3 = 63,000 \text{ Mpa}$$

Berikut adalah tabel perbandingan pengujian dengan menggunakan variasi tekanan udara dan panjang *stroke* yang berbeda. Tabel hasil pengujian dapat dilihat sebagai berikut :

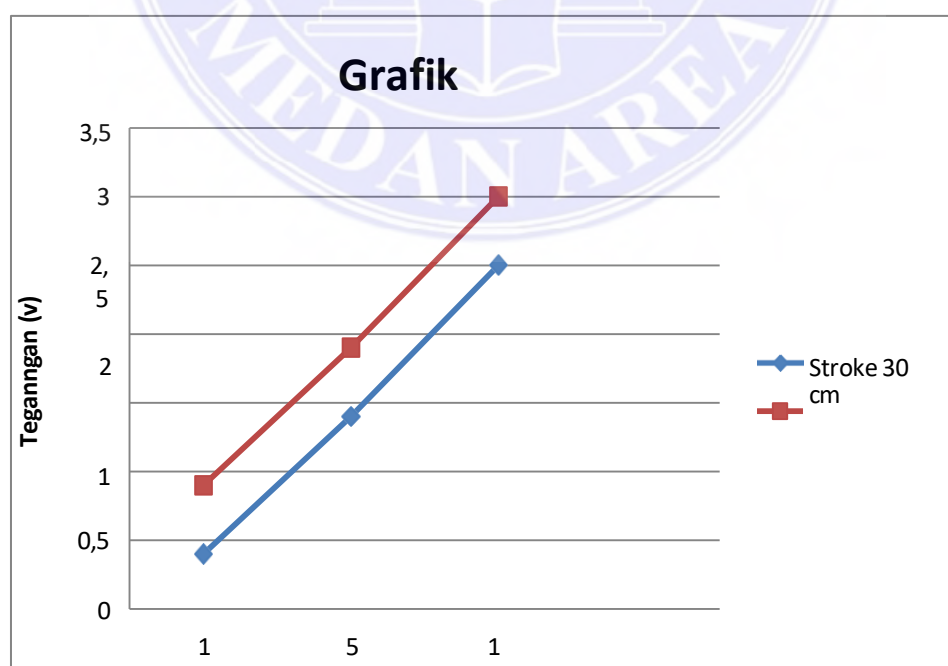
Tabel 4.5. Hasil Pengujian dengan Panjang *Stroke* 50 cm

Tekanan Udara	Panjang stroke	Voltase yang di hasilkan	Tegangan (Mpa)
10 bar	50 cm	3 v	420,000 Mpa
5 bar	50 cm	1,9 v	273,000 Mpa
1 bar	50 cm	0,9 v	126,000 Mpa

Table 4.6. Hasil Pengujian dengan Panjang *Stroke* 30 cm

Tekana Udara	Panjang Stroke	Voltase yang di hasilkan	Tegangan (Mpa)
10 Bar	30 cm	2,5 v	336,000 Mpa
5 Bar	30 cm	1,4 v	189,000 Mpa
1 Bar	30 cm	0,4 v	63,000 Mpa

4.6.5. Grafik Hasil Pengujian



Gambar 4.21. Grafik Hasil Pengujian

Gambar grafik pengujian di atas menjelaskan bahwa garis biru merupakan jarak panjang *stroke* antara *striker bar* dan input bar berukuran 30 cm dan garis merah berukuran 50 cm. Dari grafik di atas dapat di jelaskan bahwa semakin panjang jarak *stroke* yang di lakukan saat pengujian maka semakin tinggi tegangan yang di hasilkan karena *striker bar* mendapatkan dorongan udara yang lebih tinggi.



BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

5.1. Simpulan

Berdasarkan data yang telah di peroleh pada penelitian dan pengujian maka dapat di simpulkan sebagai berikut :

1. Pembuatan alat uji impak batang dengan kapasitas maksimum tekanan udara 10 bar melalui proses machining pemotongan, pengelasan, pembubutan serta pengeboran dan dimulai dari pembuatan batang striker, rangka, tabung hingga komponen lainnya.
2. Analisis ekonomi pembuatan alat uji impak batang dengan kapasitas maksimum tekanan udara 10 bar menggunakan bahan material berkualitas standard dengan harga ekonomis yang baik untuk di gunakan sesuai efisiensi.
3. Pembuatan alat uji impak batang dengan kapasitas maksimum tekanan udara 10 bar berhasil dilakukan dengan menggunakan variasi panjang stroke minimal hingga stroke maksimal dengan jarak antara striker dan input bar hingga 50 cm.

5.2 SARAN

Adapun beberapa saran yang perlu di sampaikan oleh penulis yaitu:

1. Pada penelitian berikutnya hendaknya alat uji ini sudah menggunakan standard dan perlindungan yang lebih baik pada tembakan batang striker dan *stoper* yang lebih *safety*.
2. Pemasangan sensor terutama pada sensor strain gauge harus di pasang lebih presisi dan detail secara hati-hati karena bersifat sensitif.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustriyana, L., Sarjiyana, S., & Suyanta, S. (2020). Pengaruh Pengelasan Gtaw Pada Logam Bimetal Plat Baja Karbon Rendah Dan *Stainless Steel* Terhadap Sifat Mekanik Sambungan Las. *INFO-TEKNIK*, 20(2), 167-180.
- BIANTO, A. (2022). *Pengaruh Variasi Arus pada Las Spot Welding Material Beda Jenis SUS 301 dan DIN 1.4003* (Doctoral dissertation, Universitas Muhammadiyah Ponorogo).
- Clark, N. (2016). *Design, Manufacturing, and Testing of a Miniature Compression Split Hopkinson Bar Undergraduate Thesis* (Doctoral dissertation, The Ohio State University).
- Difqi, D. F. U., & Supriyatna, D. (2023). Proses pembuatan *gate hollow* dengan menggunakan mesin bor radial Csepel tipe RF 22/B. *Jurnal Teknik Mesin Indonesia*, 18(2), 40-44.
- Dina, S. F., & Pirmansyah, A. W. (2022). Desain dan Pembuatan Alat Uji Impak Jatuh Bebas model Drop Weight Test. *IRA Jurnal Teknik Mesin Dan Aplikasinya (IRAJTMA)*, 1(1), 41-50.
- Erdani, Y., & Tovani, I. (2023). Metode *Product Flow Mapping Rules* untuk Pengontrolan Variabilitas Produk Machining pada Line Produksi Manufaktur. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 7(3), 29792-29799.
- Gea, F. (2022). *Pembuatan Alat Uji Tarik Universal Statis dengan Penggerak Servomotor Berkapasitas Maksimum 1 kN* (Doctoral dissertation, Universitas Medan Area).
- HD, A. N. S., & Hayati, N. (2023). Pengaruh Tumpuan Beban Terhadap Kekuatan Frame dan Laju Kecepatan Smart Pedicap Hybrid Untidar. *Journal of Mechanical Engineering*, 7(2), 54-59.
- HD, A. N. S., & Hayati, N. (2023). Pengaruh Tumpuan Beban Terhadap Kekuatan Frame dan Laju Kecepatan Smart Pedicap Hybrid Untidar. *Journal of Mechanical Engineering*, 7(2), 54-59.
- Hutabarat, J. (2022). *Pengantar Teknik Industri*. Media Nusa Creative (MNC Publishing).
- Idris, M., Iswandi, I., Amelia, W. R., & Harahap, U. N. (2023). Workshop Pembuatan Engsel Sederhana Menggunakan Mesin Bubut Bagi Mahasiswa di Growth Centre LLDIKTI Wilayah-I. *IRA Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat (IRAJPKM)*, 1(1), 8-15.
- Kaunang, F. J. (2019). Penerapan konsep finite state automata (fsa) pada mesin pembuat ice cream otomatis. *TeIka*, 9(2), 129-137.
- Masalik, M. N. A., & Susandi, D. (2022). Proses Pembuatan Bhusing Inner Free Cutting Dengan Menggunakan Mesin Bubut CNC DMC dan Mesin Bubut Milling. *Prosiding SENIATI*, 6(2), 391-398.
- Nurisna, Z. (2023). Manufacturing Semi Automatic Haksaw: Rancang Bangun Mesin Gergaji Besi Semi Otomatis. *Jurnal Teknik Mesin*, 2(1), 139-144.
- Nurrohkeyati, A. S. (2023). Analisa Variasi Media Pendingin Terhadap Nilai Kekasaran Permukaan Baja ST37 Pada Proses Mesin Bubut Konvensional. *Journal Technology Urgency Breaktrugh in Engineering*, 2(1), 22-28.

- Othman, R. (2018). Wave separation techniques. *The Kolsky-Hopkinson Bar Machine: Selected Topics*, 183-203.
- Pakpahan, G. (2022). *Perancangan Alat Uji Impak Anak Panah Jatuh Bebas untuk Menguji Lembaran Plastik dengan Kapasitas 120 gr* (Doctoral dissertation, Universitas Medan Area).
- Ritonga, A. S., & Purwaningsih, E. S. (2018). Penerapan Metode *Support Vector Machine* (SVM) Dalam Klasifikasi Kualitas Pengelasan Smaw (Shield Metal Arc Welding). *Jurnal Ilmiah Edutic: Pendidikan dan Informatika*, 5(1), 17- 25.
- Saputra, A., Fazhari, S., Widiyanto, S., Priyana, S. P., & Rusdiyanto, R. (2023). Pengaruh Variasi Feeding Pada Mesin Bubut Terhadap Tingkat Kekasaran Permukaan Benda Kerja Material Baja ST 41. *Teknobiz: Jurnal Ilmiah Program Studi Magister Teknik Mesin*, 13(1), 11-16.
- Setiawan, M. A. H. (2023). Besarnya Tegangan Longitudinal dan Tegangan Tangensial yang Terjadi Pada Dinding Bejana Bertekanan Unit BPV (Back Pressure Vessel) Akibat Adanya Tekanan Fluida dari Dalam Pada PT. XYZ. *Jurnal Vokasi Teknik*, 1(03), 8-18.
- Siahaan, M. Y. R., Siregar, R. A., Tanjung, F. A., & Saktiawan, A. (2023). Analisis Karakteristik Bahan Tembaga Akibat Pengaruh Proses Penempaan Terhadap Kekuatan Impak. *Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur dan Energi*, 6(1), 99-105.
- Simanjuntak, P. (2022). *Pembuatan Alat Uji Impak Anak Panah Jatuh Bebas Untuk Menguji Lembaran Plastik Dengan Kapasitas 120 Gr* (Doctoral dissertation, Universitas Medan Area).
- Soesilo, R., Valentin, A. D., & Ramadhani, A. (2024). *Proses Manufaktur Modern: Memahami Proses dan Metode Produksi*. Mega Press Nusantara.
- Tauvana, A. I., Syafrizal, S., & Subekti, M. I. (2020). Pengaruh matrik resin-epoxy terhadap kekuatan impak dan sifat fisis komposit serat nanas. *Jurnal Polimesin*, 18(2), 99-104.
- Wibowo, C., Dewadi, F. M., Muryanto, M., & Setiawan, D. (2024). Pembuatan Compressed Natural Gas (CNG) Pressure Reduction System (PRS) Kapasitas 15 NM³/H. *Engineering and Technology International Journal*, 6(01), 14-21.

LAMPIRAN

