

SKRIPSI

**PERANCANGAN ALAT UJI IMPACT IZOD UNTUK LABORATORIUM
TEKNIK MESIN FT UM SUMBAR**

*Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Pada Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah
Sumatera Barat*



Oleh:

NAUFAL NAASHIR
1910002212010047

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA BARAT
2024**

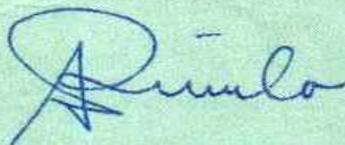
HALAMAN PENGESAHAN

PERANCANGAN ALAT UJI *IMPACT* IZOD UNTUK LABORATORIUM
TEKNIK MESIN FT UM SUMBAR

Oleh

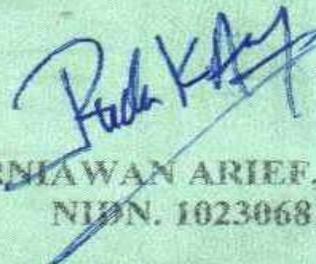
NAUFAL NAASHIB
191090221201047

Dosen Pembimbing I,



ARMILA, S.T., M.T.
NIDN. 1008017404

Dosen Pembimbing II,



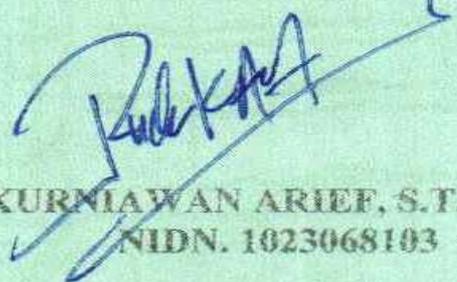
RUDI KURNIAWAN ARIEF, S.T., M.T., Ph.D.
NIDN. 1023068103

Dekan Fakultas Teknik
UM Sumatera Barat,



MASRIL, S.T., M.T.
NIDN. 1005057407

Ketua Program
Studi Tekni Mesin,



RUDI KURNIAWAN ARIEF, S.T., M.T., Ph.D.
NIDN. 1023068103



LEMBAR PERSETUJUAN TIM PENGUJI

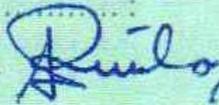
Skripsi ini sudah dipertahankan dan disempurnakan berdasarkan masukan dan koreksi Tim Penguji pada ujian tertutup tanggal 17 Februari 2024 di Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat.

Bukittinggi, 17 Februari 2024
Mahasiswa,

Naufal Naashir
191000221201047

Disetujui Tim Penguji Skripsi tanggal

1. Armila, S.T., M.T.
2. Rudi Kurniawan Arief, S.T., M.T., Ph.D
3. Jana Hafiza, S.T., M.T.

1. 
2. 
3. 

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Mesin


RUDI KURNIAWAN ARIEF, S.T., M.T., Ph.D
NIDN. 10.2306.8103

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Naufal Naashir

NIM : 191000221201047

Judul Skripsi : Perancangan Alat Uji Impact Izod Untuk Laboratorium Teknik
Mesin Ft Um Sumbar

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa penulisan Skripsi ini berdasarkan penelitian, pemikiran dan pemaparan asli dari saya sendiri, baik untuk naskah laporan maupun kegiatan yang tercantum sebagai bagian dari Skripsi ini. Jika terdapat karya orang lain, saya akan mencantumkan sumber yang jelas.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya, dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya tulis ini dan sanksi lain sesuai dengan peraturan yang berlaku di Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa paksaan dari pihak manapun.

Dibuktikan 17 Februari 2024
atakan,


Naufal Naashir
191000221201047

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan merancang bangun sebuah alat uji impact metoda Izod untuk kebutuhan praktikum metalurgi di laboratorium metalurgi fakultas teknik teknik mesin Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat. Metodologi dalam penelitian ini adalah studi literatur, desain, pemilihan material, pembangunan dan perakitan alat serta pengujian alat. Spesimen Baja Karbon medium dan Aluminium seri Al-Cu digunakan dalam pengujian impact metode Izod dengan perlakuan variasi *notch* dan temperatur yang berbeda. Pada pengujian variasi *notch* yang telah dilakukan, semakin besar dimensi *notch* maka energi impact dan kekuatan impact meningkat. Nilai energi impact dan kekuatan impact terbesar yaitu 93,87 J dan 1,3410 J/mm² dengan spesimen Baja Karbon medium *notch* 7 mm. Sedangkan semakin kecil dimensi *notch* maka energi impact dan kekuatan impact menurun. Nilai energi impact dan kekuatan impact terkecil yaitu 41,58 J dan 0,5544 J/mm² dengan spesimen Aluminium paduan seri Al-Cu *notch* 7,5 mm. Pada pengujian variasi temperatur yang telah dilakukan, semakin besar temperatur maka energi impact dan kekuatan impact menurun. Nilai energi impact dan kekuatan impact terbesar yaitu 109,74 J dan 1,3718 J/mm² dengan spesimen Baja Karbon medium temperatur 10 °C. Sedangkan semakin kecil temperatur maka energi impact dan kekuatan impact meningkat. Nilai energi impact dan kekuatan impact terkecil yaitu 43,67 J dan 0,5459 J/mm² dengan spesimen Aluminium paduan seri Al-Cu *notch* temperatur 101 °C.

Kata kunci : Impact, Izod, Spesimen, *Notch*, Temperatur

ABSTRACT

This study aims to design and construct an impact testing apparatus using the Izod method for the metallurgy laboratory practical needs at the Faculty of Mechanical Engineering, Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat. The methodology employed in this research includes literature review, design, material selection, apparatus construction and assembly, as well as equipment testing. Medium carbon steel specimens and Al-Cu alloy series aluminum specimens are utilized in the Izod impact testing with variations in notch size and different temperatures. In the conducted notch size variation tests, it was observed that as the notch dimension increased, both impact energy and impact strength also increased. The highest recorded values for impact energy and impact strength were 93.87 J and 1.3410 J/mm², respectively, achieved with the medium carbon steel specimen having a 7 mm notch. Conversely, as the notch dimension decreased, both impact energy and impact strength showed a decrease. The smallest recorded values for impact energy and impact strength were 41.58 J and 0.5544 J/mm², respectively, obtained from the Al-Cu alloy series aluminum specimen with a 7.5 mm notch. Regarding the variation in temperature testing, it was observed that with increasing temperature, both impact energy and impact strength decreased. The maximum values for impact energy and impact strength were 109.74 J and 1.3718 J/mm², respectively, achieved using the medium carbon steel specimen at a temperature of 10°C. Conversely, as the temperature decreased, both impact energy and impact strength increased. The minimum values for impact energy and impact strength were 43.67 J and 0.5459 J/mm², respectively, observed in the Al-Cu alloy series aluminum specimen at a temperature of 101°C.

Keywords: *Impact, Izod, Specimens, Notch, Temperature*

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah SWT atas segala berkat yang telah diberikan-Nya, sehingga skripsi ini dapat penulis selesaikan dengan tepat waktu. Skripsi ini merupakan salah satu kewajiban yang harus diselesaikan untuk memenuhi sebagian persyaratan akademik untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Mesin di Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat (UM Sumatera Barat).

Penulis menyadari bahwa tanpa bimbingan, bantuan, dan do'a dari berbagai pihak, Laporan Skripsi ini tidak akan dapat diselesaikan tepat pada waktunya. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu dalam proses pengerjaan Skripsi ini. Ucapan terima kasih ini penulis tuju kepada:

1. Bapak **Masril, S.T, M.T** selaku dekan Fakultas Teknik UM Sumatera Barat,
2. Bapak **Rudi Kurniawan Arief, S.T, M.T, Ph.D** selaku Ketua Prodi Teknik Mesin dan selaku Dosen Pembimbing II skripsi yang telah memberikan bimbingan dan banyak memberikan masukan kepada penulis,
3. Ibu **Armila, S.T., M.T.** selaku Dosen Pembimbing I skripsi yang telah memberikan bimbingan dan banyak memberikan masukan kepada penulis,
4. Ibu, Ayah, adek dan kawan-kawan serta seluruh keluarga lain yang selalu mensupport penulis sampai dititik ini,
5. Senior, sahabat dan rekan-rekan Mahasiswa jurusan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat atas semangat, kritikan, dan masukan-masukan yang membangun.

Akhir kata penulis menyadari bahwa masih terdapat banyak kekurangan dalam skripsi ini. Oleh karena itu, saran dari pembaca akan sangat bermanfaat bagi penulis. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang membacanya. Khususnya mahasiswa teknik mesin.

Bukittinggi, 15 Agustus 2023

Penulis



DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN JUDUL	
HALAMAN PENGESAHAN	
LEMBARAN PERSETUJUAN TIM PENGUJI	
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	
ABSTRAK	
KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR TABEL.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	v
DAFTAR LAMPIRAN.....	vi
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Maksud dan Tujuan.....	2
1.2.1 Maksud.....	2
1.2.2 Tujuan.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Rumusan Masalah.....	3
1.5 Manfaat.....	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Perancangan.....	5
2.1.1 Pengertian Perancangan.....	5
2.1.2 Tujuan Perancangan.....	5
2.1.3 Proses Perancangan.....	6
2.2 Dasar Teori Yang Mendasari Tentang Uji <i>Impact</i>	7
2.2.1. Metoda Pengujian <i>Impact</i>	7
2.3 Bagian Bagian Alat Uji <i>Impact</i> Izod.....	10
2.4 Material.....	13

2.4.1	Rangka.....	14
2.4.2	Poros.....	16
2.4.3	Bantalan.....	19
2.5	Proses penyambungan las dan pasak.....	20
2.5.1	Sambungan las.....	20
2.5.2	Sambungan pasak.....	25
BAB III	METODOLOGI PENELITIAN	30
3.1	Diagram Alir.....	30
3.2	Studi Literatur.....	31
3.3	Desain.....	31
3.4	Alat dan Bahan.....	31
3.4.1	Persiapan alat.....	31
3.4.2	Bahan yang digunakan.....	34
3.5	Proses pembuatan.....	36
3.5.1	Proses pembuatan rangka.....	37
3.5.2	Proses Pembubutan Poros Pengayun.....	37
3.5.3	Proses Pembuatan Pendulum dan Lengan Pendulum.....	37
3.5.4	Proses Pembuatan Tempat Benda Uji.....	38
3.5.5	Proses perakitan poros, bearing dan lengan pengayun.....	38
3.5.6	Perakitan dan pengecatan alat uji <i>impact</i>	39
3.6	Pengujian alat uji <i>impact</i>	40
3.7	Data alat.....	41
BAB IV	DATA dan ANALISA.....	42
4.1	Data.....	42
4.1.1	Data pengujian.....	42
4.2	Analisa.....	46
4.2.1	Analisa pengujian alat uji <i>impact</i> metode Izod.....	46
BAB V	KESIMPULAN dan SARAN	52
5.1	Kesimpulan.....	57
5.2	Saran.....	58

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

No Tabel	Halaman
Tabel 2.1. Faktor-faktor koreksi daya yang ditransmisikan.....	18
Tabel 3.1. Alat yang digunakan dalam pembuatan alat.....	31
Tabel 3.2. Bahan yang digunakan dalam pembuatn alat	34
Tabel 4.1. Pengujian spesimen Baja Karbon dengan <i>notch</i> berbeda.....	42
Tabel 4.2. Pengujian spesimen Aluminium dengan <i>notch</i> berbeda.....	43
Tabel 4.3. Pengujian Baja Karbon dengan temperatur berbeda	44
Tabel 4.4. Pengujian aluminun dengan temperatr berbeda	45
Tabel 4.5. Analisa energi impak dan kekuatan impak spesimen Baja Karbon dengan <i>notch</i> berbeda.....	47
Tabel 4.6. Analisa energi impak dan kekuatan impak Baja Karbon dengan temperatur berbeda.....	49
Tabel 4.7. Analisa energi impak dan kekuatan impak Aluminium dengan <i>notch</i> berbeda	50
Tabel 4.8. Analisa energi impak dan kekuatan Aluminium dengan temperatur berbeda.....	54
Tabel 4.9. Hasil pengujian spesimen pada alat uji <i>impact</i> metode Izod	55

DAFTAR GAMBAR

No Gambar	Halaman
Gambar 2.1. Alat Uji <i>Impact</i> Izod dan Charpy	7
Gambar 2.2. Peletakan spesimen metoda Charpy	8
Gambar 2.3. Peletakan spesimen metoda Izod.....	9
Gambar 2.4. Kerangka Alat Uji <i>Impact</i> Izod	10
Gambar 2.5. <i>Bearing</i> tipe <i>pillow block</i> ukuran \varnothing 38 mm	10
Gambar 2.6. Poros pengayun \varnothing 38 x 500.	11
Gambar 2.7. Lengan Pengayun	11
Gambar 2.8. Pendulum.....	12
Gambar 2.9. Jarum penunjuk dan busur derajat.....	12
Gambar 2.10. Tempat Spesimen	13
Gambar 2.11. Rangka alat uji <i>impact</i> Izod.....	14
Gambar 2.12. Baja profil U.....	15
Gambar 2.13. Baja lembaran ASTM A36 tebal 3 mm.....	16
Gambar 2.14. Poros.....	17
Gambar 2.15. Bantalan atau <i>bearing</i>	20
Gambar 2.16. Las SMAW.....	22
Gambar 2.17. Jenis-jenis sambungan las	22
Gambar 2.18. Ketentuan ketebalan las sudut	23
Gambar 2.19. Baut dan mur	26
Gambar 2.20. Baut dan ulir	27
Gambar 2.21. Tekanan permukaan pada ulir	28
Gambar 3.1. Diagram alir penelitian.....	30
Gambar 3.2. Desain model alat uji <i>impact</i> Izod.....	31
Gambar 3.3. Rangka alat uji impak.....	37
Gambar 3.4. poros pengayun.....	37
Gambar 3.5. Pendulum.....	38
Gambar 3.6. Ragum	38
Gambar 3.7. Poros, <i>bearing</i> , lengan pengayun dan pendulum.....	39
Gambar 3.8. Alat uji <i>impact</i> setelah perakitan dan pengecatan	39

Gambar 3.9.	Spesimen uji	40
Gambar 4.1.	Grafik pengujian spesimen Baja Karbon medium dengan <i>notch</i> berbeda	42
Gambar 4.2.	Kurva pengujian spesimen Aluminium dengan <i>notch</i> berbeda	43
Gambar 4.3.	Kurva pengujian spesimen Baja Karbon medium dengan temperatur berbeda.....	44
Gambar 4.4.	Kurva pengujian spesimen Aluminium dengan temperatur berbeda	45
Gambar 4.5.	Kurva perbandingan energi impak spesimen Baja Karbon medium dengan <i>notch</i> berbeda.....	47
Gambar 4.6.	Kurva perbandingan kekuatan impak spesimen Baja dengan <i>notch</i> berbeda	49
Gambar 4.7.	Kurva perbandingan energi impak spesimen Baja dengan temperatur berbeda.....	50
Gambar 4.8.	Kurva perbandingan kekuatan impak spesimen Baja dengan temperatur berbeda.....	51
Gambar 4.9.	Kurva perbandingan energi impak spesimen Aluminium dengan <i>notch</i> berbeda.....	53
Gambar 4.10.	Grafik perbandingan kekuatan impak spesimen Aluminium dengan <i>notch</i> berbeda	53
Gambar 4.11.	Kurva perbandingan energi impak spesimen Aluminium dengan temperatur berbeda.....	54
Gambar 4.12.	Kurva perbandingan kekuatan impak spesimen Aluminium dengan temperatur berbeda.....	55

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Etiket gambar alat uji impak metode Izod



BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sekarang ini kebutuhan akan material terutama logam sangatlah penting. Besi dan baja merupakan salah satu kebutuhan yang mendasar untuk suatu konstruksi. Sifat mekanik terutama meliputi kekerasan, keuletan, kekuatan, ketangguhan, serta sifat mampu mesin yang baik. Uji impact merupakan salah satu metode yang digunakan untuk mengetahui kekuatan, kekerasan, serta keuletan material[1].

Pada uji impact, digunakan pembebanan yang cepat (*rapid loading*). Perbedaan dari pembebanan jenis ini dapat dilihat pada strain ratenya. Pada pembebanan cepat atau disebut dengan beban impact, terjadi proses penyerapan energi yang besar dari energi kinetik suatu beban yang menumbuk ke benda uji[2].

Uji impact merupakan salah satu metode yang digunakan untuk mengetahui kekuatan, kekerasan, serta keuletan material. Oleh karena itu uji impact banyak digunakan dalam bidang menguji sifat mekanik yang dimiliki oleh suatu material tersebut[3].

UM-SUMBAR merupakan salah satu perguruan tinggi tertua di Sumatera Barat. Selama perjalanannya UM-SUMBAR terus berusaha dan konsisten menjadi universitas yang unggul berbasis kearifan lokal. Salah satu jurusan yang ada di UM-SUMBAR yaitu Teknik Mesin. Program studi ini merupakan salah satu lembaga pendidikan yang ditujukan untuk menghasilkan tenaga kerja dibidang teknik mesin dimana nantinya mampu berkompetisi dalam dunia kerja. Berdasarkan tujuan tersebut dapat didukung dengan kegiatan praktikum. Kegiatan praktikum dapat dilakukan dengan adanya laboratorium.

Laboratorium adalah salah satu fasilitas pengajaran dan pembelajaran Universitas yang paling penting. FT UMSB saat ini sedang giat mengembangkan peralatan laboratorium untuk meningkatkan mutu pendidikan dan pelayanan bagi mahasiswa. Salah satu alat uji yang penting dalam pengujian material adalah alat uji *impact*. Dalam laboratorium FT UMSB sudah terdapat alat uji *impact* Charpy, namun dari segi *safety* dan hasil pengujian masih kurang memadai dan kurang efektif.

Alat uji *impact* ini merupakan alat uji *impact* yang sudah lama dan masih

manual, alat tersebut masih memanfaatkan tenaga manusia dalam pengangkatan pendulum dan juga tidak memiliki rem saat pendulumnya turun. Tugas akhir ini dilakukan sebagai langkah optimasi pada alat uji *impact* yang sudah beroperasi di laboratorium FT UMSB. Perancangan ini bertujuan agar praktikum metalurgi dapat dilakukan dengan optimal dan *safety* yang memadai. Selain itu juga sebagai bentuk pengabdian kepada civitas akademika untuk membantu kelancaran praktikum di Laboratorium Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat.

1.2 Maksud dan Tujuan

1.2.1 Maksud

Mempelajari dan memahami proses perancangan alat uji *impact* metoda Izod hingga selesai dan siap untuk digunakan untuk pengujian di laboratorium.

1.2.2 Tujuan

1. Mengetahui rancang bangun alat uji impact metode Izod berfungsi dengan baik.
2. Mengetahui pengaruh variasi *notch* terhadap hasil patahan spesimen baja karbon medium dan aluminium paduan Al-Cu beserta energi impact dan kekuatan impactnya.
3. Mengetahui pengaruh variasi temperatur terhadap hasil patahan spesimen baja karbon medium dan aluminium paduan Al-Cu beserta energi impact dan kekuatan impactnya.

1.3 Batasan Masalah

Berdasarkan identifikasi di atas, maka batasan masalah hanya terfokus pada proses perancangan alat uji *impact* metode Izod, diantaranya:

1. Desain dan pengelolaan komponen.
2. Pemilihan material untuk pengujian hanya pada baja dan aluminium.
3. Membuat alat uji *impact* Izod.

Pembuatan mesin ini dikhususkan untuk laboratorium metalurgi FT-Mesin Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat yaitu pengujian *impact* Izod berskala laboratorium.

1.4 Rumusan Masalah

Sehubungan dengan judul tugas akhir ini maka perumusan masalah yang diperoleh adalah:

1. Bagaimana menentukan spesifikasi rancangan mesin uji *Impact Izod*.
2. Bagaimana membangun/membuat hasil rancangan mesin uji *Impact Izod*.
3. Bagaimana menghitung analisis hasil pengujian alat uji *Impact Izod*.

1.5 Manfaat

Manfaat dalam tugas akhir ini adalah:

1. Mengetahui proses rancang bangun dan membuat rancangan alat uji *impact Izod*.
2. Alat uji *impact Izod* yang dihasilkan dapat mendukung penelitian maupun pratikum mahasiswa di laboratorium metalurgi Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat.
3. Menambah fasilitas laboratorium Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat.

1.6 Sistematika penulisan

Adapun sistematika penulisan tugas akhir ini ialah sebagai berikut:

BAB I : PENDAHULUAN

Pada bagian ini akan dijelaskan mengenai latar belakang, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan dan manfaat, sistematika penulisan.

BAB II : TINJAUAN PUSTAKA

Pada bagian ini akan dijelaskan mengenai pengertian tentang alat uji impak metode Izod.

BAB III : METODOLOGI PENELITIAN

Pada bagian ini akan dijelaskan mengenai desain, alat dan bahan, proses pembuatan, perakitan, pengujian dan data.

BAB IV : DATA DAN ANALISA

Pada bagian ini akan dijelaskan mengenai analisi dan perbandingan hasil pengujian dari alat uji impak metode Izod.

BAB V : KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bagian ini akan dijelaskan mengenai kesimpulan dan saran dari proses perancangan dan analisa alat uji impak metode Izod.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Perancangan

2.1.1 Pengertian Perancangan

Menurut Rusdi Nur dan Muhammad Arsyad Suyuti (2018:5), perancangan adalah suatu proses untuk membuat dan mendesain sistem yang baru[4].

Menurut Wahyu Hidayat dkk dalam jurnal CERITA (2016:49), “Perancangan adalah proses merencanakan segala sesuatu terlebih dahulu. Perancangan merupakan wujud visual yang dihasilkan dari bentuk-bentuk kreatif yang telah direncanakan. Langkah awal dalam perancangan desain bermula dari hal-hal yang tidak teratur berupa gagasan atau ide-ide kemudian melalui proses penggarapan dan pengelolaan akan menghasilkan hal-hal yang teratur, sehingga hal-hal yang sudah teratur bisa memenuhi fungsi dan kegunaan secara baik. Perancangan merupakan penggambaran, perencanaan, pembuatan sketsa dari beberapa elemen yang terpisah kedalam satu kesatuan yang utuh dan berfungsi”[5].

Jadi perancangan adalah proses mendesain spesifikasi baru yang dapat menyelesaikan masalah-masalah berdasarkan rekomendasi analisis untuk mendapatkan sistem baru di dalam sistem.

2.1.2 Tujuan Perancangan

Tujuan perancangan dapat mencakup beberapa aspek yang umumnya dianggap penting dalam proses perancangan. Berikut adalah beberapa tujuan perancangan yang umum:

1. Memenuhi Kebutuhan dan Tujuan

Untuk menciptakan solusi yang dapat memenuhi kebutuhan dan tujuan yang ditetapkan. Hal ini melibatkan pemahaman yang mendalam tentang kebutuhan pengguna, tujuan fungsional, dan kriteria kesuksesan yang telah ditetapkan.

2. Meningkatkan Pengalaman Pengguna

Menciptakan pengalaman pengguna yang positif dan memuaskan. Fokus diberikan pada aspek usability, ergonomi, interaksi manusia-komputer, dan desain antarmuka yang menarik agar pengguna dapat menggunakan produk

atau sistem dengan mudah dan efektif.

3. Mengoptimalkan Kinerja dan Efisiensi

Perancangan bertujuan untuk mengidentifikasi dan mengimplementasikan solusi yang dapat meningkatkan kinerja produk atau sistem yang dirancang.

4. Memperhatikan Aspek Keamanan dan Kepatuhan

Untuk melindungi pengguna, mencegah risiko, dan memastikan kepatuhan terhadap persyaratan yang ditetapkan.

5. Inovasi dan Diferensiasi

Perancangan juga dapat bertujuan untuk menciptakan solusi yang inovatif, unik, dan dapat membedakan dari yang lain. Ini melibatkan pemikiran kreatif, menemukan solusi baru, dan menerapkan teknologi terbaru untuk memberikan nilai tambah dan keunggulan kompetitif.

6. Keberlanjutan dan Tanggung Jawab Sosial

Tujuan perancangan dapat melibatkan aspek keberlanjutan, seperti mempertimbangkan dampak lingkungan, penggunaan sumber daya yang bijaksana, dan siklus hidup produk atau sistem yang bertanggung jawab secara sosial.

7. Menghasilkan Produk yang Ekonomis: Tujuan perancangan juga dapat berfokus pada menghasilkan produk atau solusi yang ekonomis dan dapat diproduksi secara efisien, dengan mempertimbangkan faktor biaya produksi, penggunaan bahan yang terjangkau, dan efisiensi operasional.

Tujuan perancangan akan bervariasi tergantung pada konteks perancangan, jenis produk atau sistem yang dirancang, serta nilai-nilai dan kebutuhan khusus yang ingin dicapai oleh perancang dan pemangku kepentingan yang terlibat.

2.1.3 Proses Perancangan

Proses perancangan merupakan tahapan umum teknik perancangan dikenal dengan sebutan NIDA, yang merupakan kepanjangan dari Need, Idea, Decision, dan Action. Artinya pada tahap pertama, seorang perancang menetapkan dan mengidentifikasi kebutuhan (need) terkait alat atau produk yang harus dirancang.

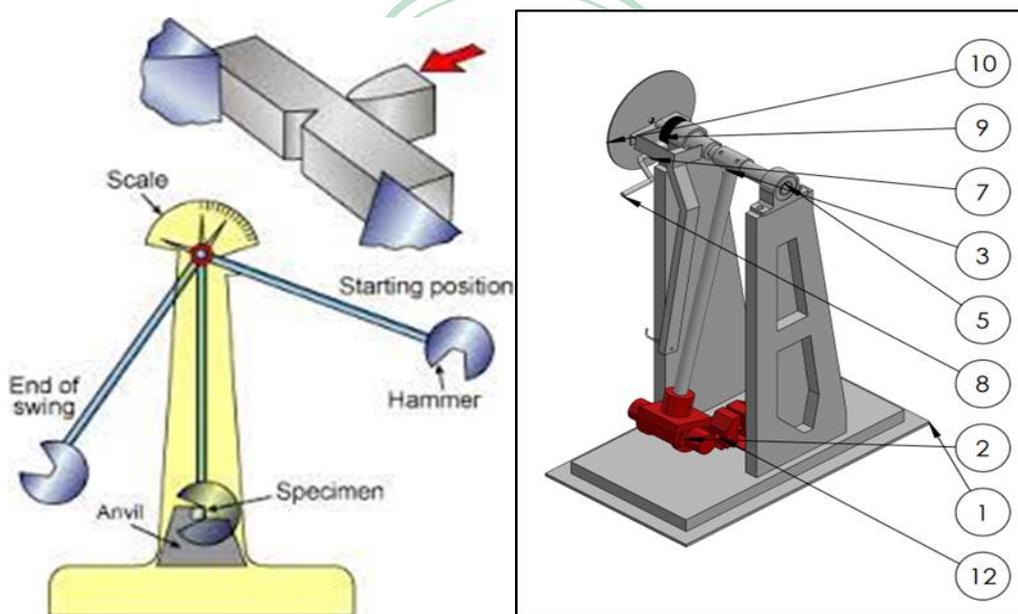
Perancangan suatu peralatan kerja berdasarkan data antropometri pemakainya bertujuan untuk mengurangi tingkat kelelahan kerja, meningkatkan performansi

kerja, dan meminimalkan potensi kecelakaan kerja (Mustafa, Pulat, Industrial ergonomics case studies, 1992)[6].

2.2 Dasar Teori yang Mendasari Tentang Uji *Impact*

Alat uji *impact* adalah alat uji untuk mengetahui harga *impact* suatu bahan yang diakibatkan oleh gaya kejut dari alat uji tersebut. Tipe dan bentuk konstruksi mesin uji bentur beraneka ragam, yaitu mulai dari jenis konvensional sampai dengan sistem digital yang lebih maju. Dalam pembebanan statis dapat juga terjadi laju deformasi yang tinggi kalau bahan diberi takikan[7].

Semakin tajam takikan, maka akan semakin besar deformasi yang terkonsentrasikan pada takikan, yang memungkinkan peningkatan laju regangan beberapa kali lipat. Patah getas menjadi permasalahan penting pada baja dan aluminium. Alat uji *impact* dapat ditunjukkan pada gambar 2.1.



Gambar 2.1. Alat Uji *Impact* Izod dan Charpy[7]

Usaha yang dilakukan pendulum waktu memukul benda uji atau usaha yang diserap benda uji sampai patah dapat diketahui melalui rumus sebagai berikut:

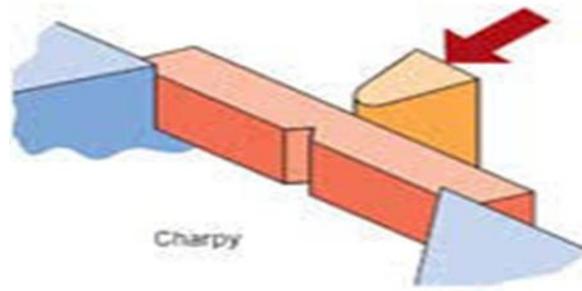
$$E = W \cdot g \cdot L (\cos X_o - \cos X_t)$$

2.2.1. Metoda Pengujian *Impact*

Secara umum benda uji *impact* dikelompokkan ke dalam dua golongan sampel standar yaitu: batang uji Charpy banyak digunakan di Amerika Serikat dan batang uji *Izzod* yang lazim digunakan di Inggris dan Eropa.

A. Metoda Charpy

Benda uji Charpy memiliki luas penampang lintang bujur sangkar (10 x10 mm) dengan panjang 55 mm² dan memiliki takik (*notch*) berbentuk V dengan sudut 45 o, dengan jari-jari dasar 0,25 mm dan kedalaman 2 mm. Pada pengujian kegetasan bahan dengan cara impact Charpy, pendulum diarahkan pada bagian belakang takik dari batang uji seperti ditunjukkan pada gambar 2.2.[8]



Gambar 2.2. Peletakan spesimen metoda Charpy[8]

Adapun kelebihan dan kekurangan dari metode Charpy adalah:

a) Kelebihan:

- 1) Hasil pengujian lebih akurat
- 2) Pengerjaannya lebih mudah dipahami dan dilakukan
- 3) Menghasilkan tegangan *uniform* di sepanjang penampang
- 4) Harga alat lebih murah
- 5) Waktu pengujian lebih singkat

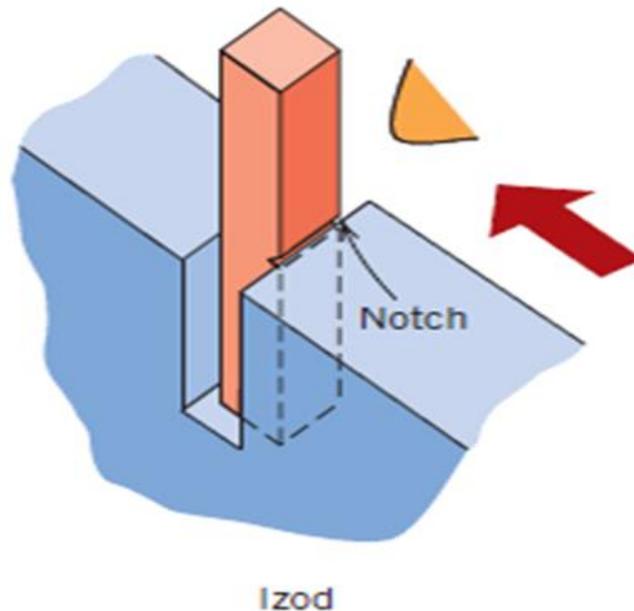
b) Kekurangan:

- 1) Hanya dapat dipasang pada posisi *horizontal*.
- 2) Spesimen dapat bergeser dari tumpuannya karena tidak dicekam.
- 3) Pengujian hanya dapat dilakukan pada specimen yang kecil.
- 4) Hasil pengujian kurang dapat atau tepat dimanfaatkan dalam perancangan karena *level* tegangan yang diberikan tidak rata.

B. Metoda Izzod

Benda uji *izzod* lazim digunakan di Inggris, namun sekarang mulai jarang digunakan. Benda uji *izzod* mempunyai penampang lintang bujur sangkar atau lingkaran dan bertakik v didekat ujung yang dijepit. Pada pengujian impact

cara *izzod*, pukulan pendulum diarahkan pada jarak 22 mm dari penjepit dan takikannya menghadap pada pendulum seperti pada gambar 2.3.



Gambar 2.3. Peletakan spesimen metoda *izzod*[1]

Adapun kelebihan dan kekurangan dari metode *izzod* adalah:

a) Kelebihan

- 1) Tumbukan tepat pada takikan karena benda kerja dicekam dan spesimen tidak mudah bergeser Karena dicekam pada salah satu ujungnya.
- 2) Dapat menggunakan spesimen dengan ukuran yang lebih besar.

b) Kerugian:

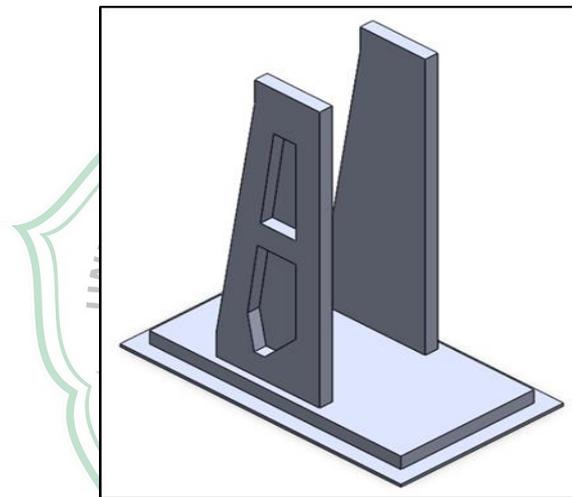
- 1) Biaya pengujian yang lebih mahal.
- 2) Proses pengerjaan pengujiannya lebih sukar.
- 3) Hasil perpatahan yang kurang baik.
- 4) Waktu yang digunakan cukup banyak karena prosedur pengujiannya yang banyak, mulai dari menjepit benda kerja sampai tahap pengujian.
- 5) Memerlukan mesin uji yang berkapasitas 10.000 ton.
- 6) Pengerjaan benda uji pada *impact* Charpy dan Izod dikerjakan habis pada semua permukaan. Takikan dibuat dengan mesin fris atau alat *notch* khusus takik.

2.3 Bagian Bagian Alat Uji *Impact Izod*

Pada alat uji *impact Izod* memiliki beberapa bagian yang terdiri dari:

a) Kerangka alat uji *impact Izod*

Kerangka alat uji *impact* terbuat dari baja profil U 120 x 40 mm dengan tebal baja 10 mm dan baja lembaran dengan tebal 12mm. Sedangkan dimensi dari badan alat uji *impact* ini adalah 1000 x 600 x 965 mm. Proses pengerjaan yang dilakukan dalam pembuatan badan alat uji *impact* ini adalah proses penyambungan atau proses pengelasan. Badan alat uji *impact* berfungsi sebagai tempat dudukan dari *bearing* dan tempat benda uji. Berikut ini adalah gambar kerangka alat uji *impact* tipe Izod.[9]



Gambar 2.4 Kerangka Alat Uji *Impact Izod*[1]

b) *Bearing*.

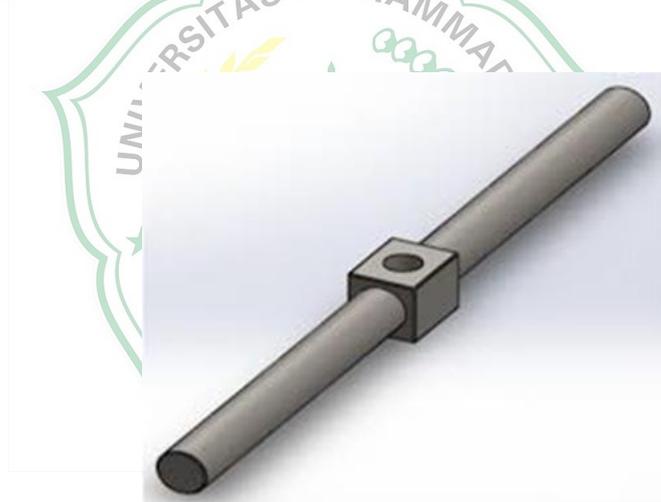
Bearing berfungsi sebagai poros pengayun, *bearing* yang akan digunakan adalah *bearing* tipe *pillow block* dengan ukuran diameter dalam 38 mm sebanyak 2 buah. *Bearing* tersebut masing - masing diletakkan di ujung atas kerangka alat uji kemudian dibaut di kedua sisinya. Berikut adalah gambaran *bearing* tipe *pillow block* ukuran 38 mm:



Gambar 2.5 Bearing tipe pillow block ukuran Ø 38 mm.

c) Poros pengayun.

Poros pengayun berfungsi sebagai penerus putaran ayun dari bearing ke lengan pengayun dan pendulum. Poros pengayun sendiri terbuat dari baja silinder Ø 38 x 500 mm. Setiap ujung kanan dan kiri dihubungkan dengan bearing dan pada bagian tengahnya dihubungkan ke lengan pengayun dengan cara dibautkan.



Gambar 2.6 Poros pengayun Ø 38 x 500[10]

d) Lengan pengayun.

Lengan pengayun berfungsi sebagai penerus gerak dari poros pengayun menuju pendulum. Lengan pengayun terbuat dari baja silinder berukuran Ø 25 x 800 mm, kemudian salah satu ujungnya dihubungkan ke poros pengayun dengan cara dilas tepat di bagian tengah dari poros pengayun. Setelah dihubungkan dengan poros pengayun kemudian pada bagian bawahnya dihubungkan ke pendulum dengan cara dibor dengan kedalaman 50 mm.



Gambar 2.7 Lengan Pengayun[8]

e) Pendulum atau Pisau Pemukul.

Pendulum berfungsi sebagai beban yang akan diayunkan ke benda uji dan juga terdapat pisau pemukul untuk mematahkan benda uji. Pendulum terbuat dari baja pelat lembaran dengan tebal 30mm dengan berat 6 kg dan Pisau pemukul mempunyai dimensi 30 x 7,5 mm dengan bahan yang terbuat lebih keras daripada bahan yang digunakan pendulum.



Gambar 2.8 Pendulum[9]

f) Jarum penunjuk dan busur derajat.

Jarum penunjuk berfungsi sebagai penunjuk angka pada busur derajat sedangkan busur derajat memiliki fungsi sebagai alat ukur atau sebagai acuan dalam pengambilan data dari hasil pengujian. Pada tahap pemasangannya jarum penunjuk dipasangkan dengan poros pengayun dengan cara dibaut, jarum penunjuk dipasangkan pada poros pengayun bertujuan agar arah jarum penunjuk sesuai dengan arah ayunan poros pengayun. Sedangkan busur derajat dipasangkan pada kerangka alat uji dengan cara di baut. Jarum penunjuk dihubungkan dengan poros pengayun dengan dibaut, sehingga arahnya sesuai dengan arah ayunan poros pengayun. Berikut adalah gambar dari jarum penunjuk dan busur derajat.



Gambar 2.9 Jarum penunjuk dan busur derajat[7]

g) Tempat *speciment*/benda uji

Tempat benda uji berfungsi sebagai tempat diletakkannya benda uji yang akan dilakukan pengujian. Tempat benda uji tersebut dihubungkan dengan kerangka alat uji *impact* Izod dengan cara dibautkan.



Gambar 2.10 Tempat *speciment*[11]

Seluruh bagian – bagian tersebut lalu di rangkai menjadi satu kesatuan sehingga terciptanya alat uji *impact* yang sesuai *standar* yang telah ditentukan.

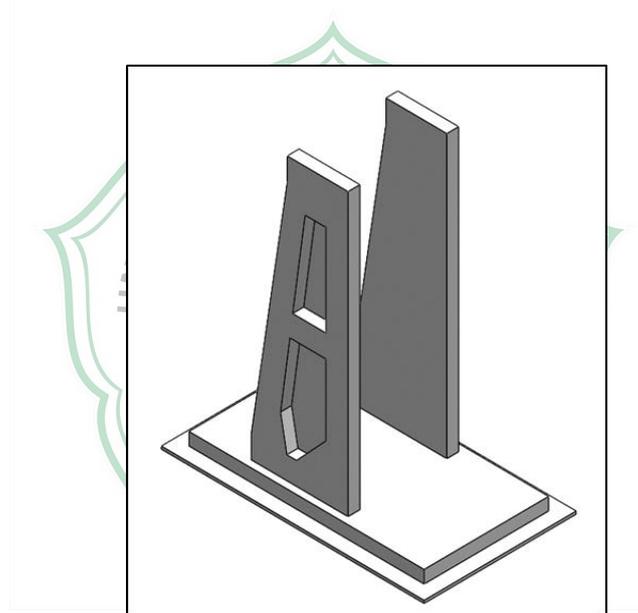
2.4 Material

Material dalam teknik mesin memainkan peran yang sangat penting dalam perancangan dan pembuatan komponen mesin. Material yang dipilih harus memiliki sifat-sifat khusus seperti kekuatan, ketahanan terhadap suhu tinggi, kekakuan, keuletan, dan ketahanan terhadap korosi. Bahan logam seperti baja, Al-

Cu, dan titanium sering digunakan karena kekuatannya yang baik. Selain itu, material polimer juga digunakan dalam beberapa aplikasi yang membutuhkan sifat ringan, isolasi termal, dan ketahanan terhadap bahan kimia. Pemilihan material yang tepat sangat penting dalam memastikan keandalan dan kinerja mesin yang efisien dalam berbagai kondisi operasional.

2.4.1 Rangka

Rangka alat uji *impact* Izod merupakan sebuah alat yang dirancang khusus untuk pengujian material. Dengan menggunakan rangka alat ini, pengguna dapat mengetahui harga impact dan fenomena patahan pada material yang diuji. Rangka alat uji impact dilengkapi dengan pendulum kuat untuk pengujian pada spesimen.



Gambar 2.11 Rangka alat uji *impact* Izod[1]

Dalam pemilihan rangka diperlukan perhitungan yang tepat agar tidak terjadi kesalahan dalam pemilihan material rangka. Perhitungan yang digunakan dapat dilihat pada persamaan 2.16 berikut:

1. Tegangan

$$\sigma_{max} = \frac{F}{A} \dots\dots\dots(2.1)[12]$$

Keterangan:

σ_{max} = tegangan (N/m²)

F = gaya yang diberikan (N)

A = Luas penampang (m²)

2. Tegangan izin

$$\sigma_{max} \leq \sigma_{izin} \dots \dots \dots (2.2)[12]$$

Keterangan:

σ_{izin} = tegangan izin material (N/m²)

σ_{max} = tegangan izin rangka (N/m²)

Pada perancangan ini akan digunakan material baja profil U ST 37 sebagai bahan dasar pembuatan rangka alat uji *impack* Izod.

A. Baja Profil U ST 37

Baja UNP atau yang juga dikenal dengan sebutan kanal U adalah jenis besi yang memiliki bentuk U. Besi kanal U digunakan dalam berbagai aplikasi konstruksi, seperti pembuatan rangka jembatan, lantai, bangunan, dan lainnya. Besi UNP terbuat dari baja yang memiliki kandungan karbon yang tinggi. Beberapa jenis besi UNP juga dibuat dari baja alloy yang memiliki tambahan unsur seperti nikel, krom, dan molibdenum untuk meningkatkan ketahanannya terhadap korosi[13].

Jenis baja ST 37 merupakan standard penamaan DIN yang berarti baja dengan kekuatan tarik 37 kg/mm², memiliki komposisi 0,17% C, 0,30% Si, 0,2- 0,5% Mn, 0,05% P, 0,05% S. ST 37 memiliki kekuatan tarik sampai dengan 123.82 HV termasuk kedalam golongan baja hypoeutectic yang memiliki kandungan struktur mikro ferrite dan pearlite. Baja ST 37 termasuk kedalam golongan baja karbon rendah dikarenakan kandungan karbonnya yang hanya 0,17 % [8].

Baja Profil U dapat digunakan dalam berbagai jenis konstruksi, seperti pembuatan gudang, bangunan industri, jembatan, dan lainnya. Baja profil U juga digunakan dalam pembuatan peralatan industri, seperti conveyor, rak gudang, dan sebagainya.



Gambar 2.12 Baja profil U[6]

B. Baja lembaran ASTM A36 tebal 3 mm

Baja lembaran adalah sebuah baja dengan bentuk lembaran dan mempunyai penampang atau permukaan rata. Material ini hadir dengan ukuran plat baja lembaran yang sangat beragam. Biasanya memiliki ukuran plat besi per lembar dengan standar yang sudah ditetapkan. Baja lembaran dengan kisaran 4 x 8 *feet* dan tebal plat baja yang dimulai dari 0.6 mm sampai 50 mm. Untuk plat ini sendiri, tentunya telah memiliki sebuah standar ukuran dalam SNI. Umumnya dalam aturan tersebut telah ditoleransi dengan ukuran kurang lebih 0.1 mm. Mempunyai nama lain berupa plat hitam eser. Fungsinya yang cukup beragam, mulai dari menjadi alas, lapisan sebuah pintu, atau bahkan untuk fabrikasi pada tangki air. Plat ini juga mempunyai beberapa jenis diantaranya plat hitam, plat bordes, plat kapal, dan masih ada beberapa lainnya pada pasaran yang beredar, alasan penulis memilih plat baja ketebalan 3 mm ini karena material ini merupakan jenis baja struktural yang mana sering dipakai pada pembuatan baja karbon rendah, sehingga mampu menghasilkan fleksibilitas bahan yang baik[14]. Material ini juga terkenal dengan kekuatannya dan ketahanannya dalam berbagai keadaan, dengan keunggulan atau kelebihan yang ditawarkannya, memungkinkan bahan ini untuk dibor ataupun dibentuk sesuai dengan kebutuhan pada konstruksi. Dapat dilihat pada gambar 2.13.



Gambar 2.13 Baja lembaran ASTM A36 tebal 3 mm[15]

2.4.2 Poros

Poros adalah suatu bagian stasioner yang berputar, biasanya berpenampang bulat dimana terpasang elemen- elemen seperti roda gigi (*gear*), *pulley*, *flywheel*,

engkol, *sprocket* dan elemen pemindah lainnya. Poros bisa menerima beban lenturan, beban tarikan, beban tekan atau beban puntiran yang bekerja sendiri-sendiri atau berupa gabungan satu dengan lainnya.



Gambar 2.14 Poros[8]

A. Perhitungan poros

Untuk merencanakan sebuah poros, hal-hal berikut ini perlu diperhatikan:

1. Menentukan Diameter Poros (d_s)

Didalam pembahasan poros untuk menghitung diameter poros dapat menggunakan rumus seperti dibawah ini:

$$d_s = \left[\frac{5,1}{\tau} \times K_t \times C_b \times T \right]^{1/3} \dots \dots \dots (2.3)[12]$$

Dimana:

C_b = faktor koreksi untuk lenturan

K_t = faktor koreksi untuk puntiran

(1,0 - 1,5) jika beban dikenakan secara halus

(1,5 - 3,0) jika beban dikenakan dengan kejutan besar

2. Menentukan Daya rencana (P_d) pada poros

Jika P adalah daya nominal output dari motor penggerak, maka berbagai macam factor keamanan biasanya dapat diambil dalam perencanaan, sehingga koreksi pertama dapat diambil kecil, jika factor koreksi f_c (table 2.2) maka P_d dapat dihitung dengan rumus dibawah ini.

$$P_d = f_c . P \text{ (kW)} \dots \dots \dots (2.4)[12]$$

Dimana:

P = Daya penggerak (kW)

fc = Faktor koreksi

Pd = Daya rencana (kW)

Tabel 2.1. faktor-faktor koreksi daya yang di transmisikan

Daya yang akan ditransmisikan	f_c
Daya rata-rata yang diperlukan	1,2-2,0
Daya maksimum yang diperlukan	0,8-1,2
Daya normal	1,0-1,5

3. Menentukan tegangan geser yang di izinkan (τ_a) bahan poros adalah:

$$\tau_a = \frac{\sigma_B}{(Sf_1 \times Sf_2)} \dots \dots \dots (2.5)[12]$$

Dimana:

Ta = Tegangan geser yang diizinkan (kg/mm²)

σ_B = Kekuatan tarik poros (kg/mm²)

Sf₁ = Faktor keamanan material (Nilai sudah ditentukan yaitu 6,0)

Sf₂ = Faktor keamanan beralur pasak (Dengan harga 1,3-3,0)

4. Menentukan tegangan geser yang terjadi τ pada poros dapat menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\tau = \frac{5,1 \times T}{ds} \dots \dots \dots (2.6)[12]$$

Dimana:

T = Torsi (kg.mm)

ds = Diameter poros (mm)

2.4.3 Bantalan

Bantalan adalah elemen yang menumpu poros beban, sehingga putaran atau gerakan bolak balik dapat berlangsung secara halus, aman dan panjang umurnya (*life time*). Bantalan harus cukup kokoh untuk memungkinkan poros serta elemen mesin lainnya bekerja dengan baik. Jika bantalan tidak berfungsi dengan baik maka prestasi seluruh system akan menurun atau tidak dapat bekerja dengan semestinya. Jadi bantalan dalam permesinan dapat disamakan peranannya dengan potensi pada gedung. Bantalan dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

1. Atas dasar gerakan bantalan terhadap poros

a. Bantalan luncur

Pada bantalan ini terjadi gesekan luncur antara poros dan bantalan karena permukaan poros ditumpu oleh permukaan bantalan dengan perantara lapisan pelumas.

b. Bantalan gelinding

Pada bantalan ini terjadi gesekan gelinding antara bagian yang berputar dengan bagian yang diam melalui elemen seperti peluru, rol atau rol jarum dan rol baut.

2. Atas dasar arah beban terhadap poros

a. Bantalan radial

Arah beban yang ditumpu bantalan ini adalah tegak lurus sumbu poros.

b. Bantalan radial

Arah bantalan ini adalah sejajar dengan sumbu poros.

c. Bantalan gelinding khusus

Bantalan ini dapat menumpu beban yang arahnya sejajar dan tegak lurus sumbu poros.

3. Perbandingan antara bantalan luncur dan bantalan gelinding

Bantalan luncur mampu menahan poros perputaran tinggi dengan beban besar. Bantalan ini sederhana konstruksinya dan dapat dibuat serta dipasang dengan mudah. Karena gesekannya yang besar pada waktu mulai jalan, bantalan luncur memerlukan momen awal yang besar.

Berikut adalah penampakan bearing yang dapat dilihat pada Gambar 2.15

berikut.



Gambar 2.15 Bantalan atau *bearing*[16]

2.5 Proses Penyambungan Las dan Pasak

2.5.1 Sambungan Las

Proses pengelasan adalah suatu teknik penyambungan logam yang melibatkan pemanasan dan peleburan material pada titik penyambungan, kemudian material tersebut digabungkan dengan menggunakan logam pengisi atau tanpa pengisi. Proses ini biasanya dilakukan dengan menggunakan sumber panas seperti busur listrik atau gas, yang menghasilkan suhu tinggi untuk melelehkan material. Setelah meleleh, material-logam pengisi kemudian mengalir ke celah antara dua komponen yang akan disambungkan. Setelah mendingin, logam pengelasan membentuk ikatan kuat antara dua komponen tersebut, menghasilkan struktur yang kokoh dan tahan terhadap beban dan tekanan. Proses pengelasan digunakan dalam berbagai industri, termasuk konstruksi, manufaktur, perbaikan otomotif, dan pembuatan kapal, serta memiliki peran penting dalam membangun infrastruktur dan memperbaiki komponen logam yang rusak.

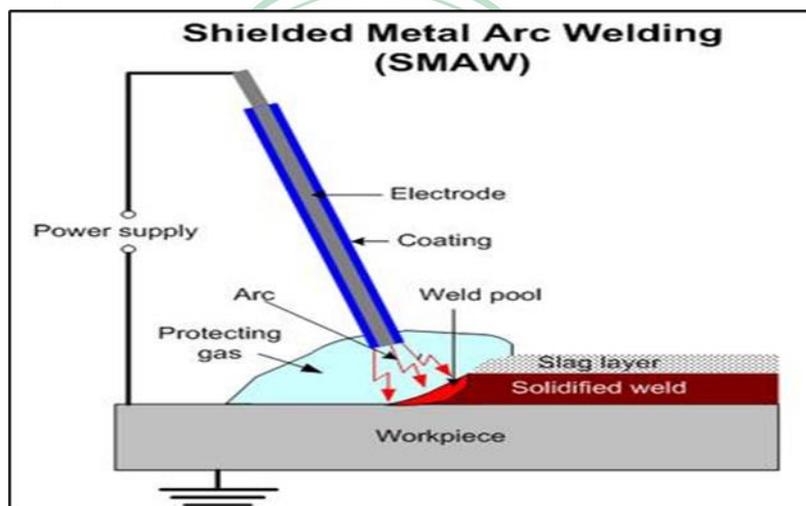
Pada perancangan ini akan digunakan pengelasan dengan jenis las SMAW dan las TIG yang akan dijelaskan dibawah ini beserta perhitungannya.

1. Las SMAW (*Shield Metal Arc Welding*)

Proses pengelasan SMAW (*Shield Metal Arc Welding*) yang juga disebut Las Busur Listrik adalah proses pengelasan yang menggunakan panas untuk mencairkan material dasar atau logam induk dan elektroda (bahan pengisi). Panas tersebut dihasilkan oleh lonjakan ion listrik yang terjadi antara katoda dan anoda (ujung elektroda dan permukaan pelat yang akan dilas)[17]. Panas yang dihasilkan dari lonjakan ion listrik ini besarnya dapat mencapai 4000

derajat C sampai 4500 derajat C[18]. Sumber tegangan yang digunakan pada pengelasan SMAW ini ada dua macam, yaitu AC (*alternating current*) / arus bolak balik dan DC (*Direct Current*) / arus searah.

Proses terjadinya pengelasan ini karena adanya kontak antara ujung elektroda dan material dasar sehingga terjadi hubungan pendek, saat terjadi hubungan pendek tersebut tukang las (*welder*) harus menarik elektroda sehingga terbentuk busur listrik yaitu lompatan ion yang menimbulkan panas[19]. Panas akan mencairkan elektroda dan material dasar sehingga cairan elektrode dan cairan material dasar akan menyatu membentuk logam lasan (*weld metal*). Besarnya arus listrik untuk pengelasan bergantung pada ukuran diameter dan macam-macam elektroda las. Berikut adalah penampakan las SMAW dapat dilihat pada Gambar 2.26 berikut.



Gambar 2.16 Las SMAW[20]

Umumnya mesin las inverter yang beredar saat ini membutuhkan daya listrik mulai dari 450 Watt, 900 Watt hingga 1500 Watt. Karena itu rancangan mesin las inverter ini cocok dipakai untuk pekerjaan-pekerjaan pengelasan rumah tangga, hobby dan juga industri ringan.

2. Jenis Sambungan Las

Sambungan las dan bentuk sambungan (*welding joint*), serta bentuk dan ukuran alur las dalam konstruksi untuk merancang sambungan las adalah:

- a. Persyaratan umum atau spesifikasi mutu (kekuatan) yang diinginkan.
- b. Bentuk dan ukuran konstruksi las.

c. Tegangan timbul akibat pengelasan (residual stress), maupun teganganyang diperhitungkan akan timbul akibat pemakaian (pembebanan).

d. Jenis proses las yang boleh dipakai.

Beberapa Standar telah mengatur jenis – jenis sambungan, ada sembilan jenis alur sambungan (kampuh) las yang utama seperti pada Gambar 2.27.

Jenis / Posisi	Sambungan Tumpang (Lap Joint)	Sambungan T (Tee Joint)	Sambungan Tumpul (Butt Joint)	Sambungan Sudut (Corner joint)	Sambungan Sisi (Edge Joint)
Flat					
Horizontal					
Vertikal					
di Atas Kepala					

Gambar 2.17 Jenis-jenis sambungan las[19]

3. Perhitungan kekuatan sambungan las

a. Tegangan bengkok

Pada persamaan 2.7 berikut merupakan persamaan tegangan bengkok.

$$\tau_{wb} = \frac{M_b}{W_w} \leq \tau_{w \text{ izin}} \text{ N/mm}^2 \dots\dots\dots (2.7)$$

$M_b = \text{Momen bengkok} = f \times l \text{ (Nmm)}$

$W_w = \text{Momen tahanan bengkok untuk kampuh las (mm}^3\text{)}$

b. Momen tahanan bengkok pada kampuh las

Pada persamaan 2.8 berikut merupakan persamaan tegangan bengkok Momen tahanan bengkok.



$$Ww_1 = \frac{1}{6}(h - 2a)^2 \times a \times 1,5 \dots \dots \dots (2.8)$$

c. Perhitungan las sudut

Penetapan ketebalan las sudut minimum sesuai SNI 1729-2015 dapat dilihat pada Gambar 2.28 berikut[21]:

Ketebalan Material dari Bagian Paling Tipis Tersambung, in. (mm)	Ukuran minimum Las Sudut,^(a) in. (mm)
Sampai dengan ¼ (6)	1/8 (3)
Lebih besar dari ¼ (6) sampai dengan ½ (13)	3/16 (5)
Lebih besar dari 1/2 (13) sampai dengan ¾ (19)	¼ (6)
Lebih besar dari ¾ (19)	5/16 (8)

^(a)Dimensi kaki las sudut. Las pas tunggal harus digunakan.
 Catatan: Lihat Pasal J2.2b untuk ukuran maksimum las sudut.

Gambar 2.18 Ketentuan ketebalan las sudut [20]

Berdasarkan peraturan SNI 1729-2015[21], ukuran maksimum dari las sudut dari bagian-bagian yang tersambung harus:

- 1) Sepanjang tepi material dengan ketebalan kurang dari 4 in. (6 mm); tidak lebih besar dari ketebalan material.
- 2) Sepanjang tepi material dengan ketebalan ¼ in. (6 mm) atau lebih; tidak lebih besar dari ketebalan material dikurangi 1/16 in. (2 mm), kecuali las yang secara khusus diperlihatkan pada Gambar pelaksanaan untuk memperoleh ketebalan throat-penuh. Untuk kondisi las yang sudah jadi, jarak antara tepi logam dasar dan ujung kaki las boleh kurang dari 1/16 in. (2 mm) bila ukuran las secara jelas dapat diverifikasi.

d. *Load And Resistance Factor Design* (LRDF)

LRFD (*Load And Resistance Factor Design*) adalah suatu metode dalam perencanaan bangunan gedung yang memperhitungkan faktor beban dan

faktor ketahanan material. Konsep desain ini pada prinsipnya tegangan yang terjadi dalam setiap elemen struktur harus lebih kecil dari tegangan yang di iijinkan. Dengan pengertian lain, beban yang bekerja harus lebih kecil dari kapasitas kekuatan elemen dibagi dengan suatu faktor keamanan *safety factor*. Filosofi LRFD untu persyaratan keamanan suatu struktur, termasuk sambungan las adalah terpenuhinya persamaan 2.9 berikut[19]:

$$\phi R_{nw} \geq R_u \dots\dots\dots (2.9)$$

dengan:

ϕ = faktor tahanan

R_{nw} = tahanan nominal per satuan panjang las

R_u = beban terfaktor per satuan panjang las

e. Kekuatan sambungan las sudut

Kekuatan sambungan las sudut ditentukan pada persamaan 2.10 berikut:

$$\phi R_{nw} = 0,75(0,707 \times 0,6 \times w \times l \times f_{nw}) \dots\dots\dots (2.10)$$

dengan:

ϕR_{nw} = tahanan nominal per satuan panjang las (N)

w = ketebalan las (mm)

l = panjang las (mm)

f_{nw} = mutu las (N/mm²)

f. Panjang sambungan las sudut

Perhitungan Panjang las dapat ditentukan dengan persamaan 2.11 berikut:

$$l = \frac{P}{\phi R_{nw}/mm} \dots\dots\dots (2.11)$$

dengan:

l = panjang las (mm)

- P = berat beban (N)
 ϕR_{nw} = tahanan nominal per satuan panjang las (N)

Perhitungan panjang minimum las sudut ditentukan dengan persamaan 2.12 berikut:

$$l \geq 4w \dots\dots\dots (2.12)$$

Panjang Maximum Las Sudut ditentukan dalam aturan SNI 1729-2015[21]: Untuk las sudut yang dibebani ujungnya dengan panjang meningkat 100 kali ukuran las, hal ini diizinkan untuk mengambil panjang efektif sama dengan panjang aktual. Bila panjang las sudut yang dibebani ujungnya melebihi 100 kali ukuran las, panjang efektif harus ditentukan dengan mengalikan panjang aktual dengan faktor reduksi, ditentukan pada persamaan 2.13 berikut:

$$\beta = 1,2 - 0,002\left(\frac{l}{w}\right) \leq 1,0 \dots\dots\dots (2.13)$$

Keterangan:

- l = panjang aktual las yang dibebani ujungnya, in. (mm)
w = ukuran dari kaki las, in. (mm)

Bila panjang las melebihi 300 kali ukuran kaki, W, panjang efektif harus diambil sebesar 180 W.

2.5.2 Sambungan Pasak

Sambungan pasak adalah metode koneksi yang digunakan untuk menghubungkan dua benda dengan cara memasukkan pasak ke dalam lubang yang sesuai di kedua benda tersebut. Pasak biasanya terbuat dari bahan yang kuat seperti kayu atau logam, dan berfungsi untuk mengunci benda-benda tersebut agar tetap terhubung secara kuat dan stabil. Sambungan pasak banyak digunakan dalam industri konstruksi dan pembuatan perabotan untuk meningkatkan kekuatan dan keawetan suatu struktur atau produk. Metode ini telah digunakan selama berabad-abad dan terbukti efektif dalam menghasilkan sambungan yang tahan lama dan

kokoh.

Pada sambungan pasak akan digunakan sambungan baut dan mur, berikut penjelasan serta perhitungannya.

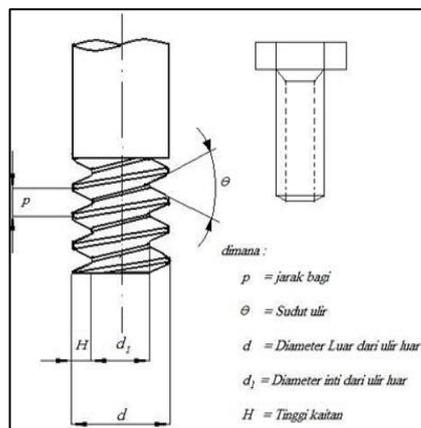
1. Baut dan mur

Baut dan Mur merupakan alat pengikat yang sangat penting. Untuk mencegah kecelakaan, atau kerusakan pada mesin, pemilihan baut dan mur sebagai alat pengikat harus dilakukan dengan saksama untuk mendapatkan ukuran yang sesuai. Untuk menentukan ukuran baut dan mur, berbagai faktor harus diperhatikan seperti gaya yang bekerja pada baut, syarat kerja, kekuatan bahan, kelas ketelitian. Untuk gambar baut dan mur dapat dilihat pada Gambar 2.29 berikut:



Gambar 2.19 Baut dan mur[22]

Jika tegangan tarik baut adalah σ_t (kg/mm^2) dan diameter baut d (mm) maka beban(kg). Dapat dilihat pada Gambar 2.30 berikut.



Gambar 2.20 Baut dan ulir[22]

Tegangan tarik yang terjadi dapat dilihat pada persamaan 2.14 berikut:

$$\sigma_t = \frac{W}{A} = \frac{W}{(\pi/4) d_1^2} \dots\dots\dots(2.14)$$

Dimana:

W = Beban (kg)

σ_t = Tegangan Tarik yang terjadi (kg/mm²)

d₁ = Diameter inti (mm)

Pada baut yang mempunyai diameter luar $d \geq 3$ mm, umumnya besar diameter inti $d_1 \approx 0,8 d$. Sehingga $(d_1 / d)^2 \approx 0,64$, maka dapat dilihat pada persamaan 2.15 berikut.

$$\sigma_t = \frac{W}{(\pi/4) (0,8 d)^2 \approx \sigma_a} \dots\dots\dots(2.15)$$

Dari rumus diatas maka di dapat dilihat pada persamaan 2.16 berikut.

$$d_1 \geq \sqrt{\frac{4W}{\pi \sigma_a \times 0,64}} \text{ atau } d_1 \geq \sqrt{\frac{2W}{\sigma_a}} \dots\dots\dots(2.16)$$

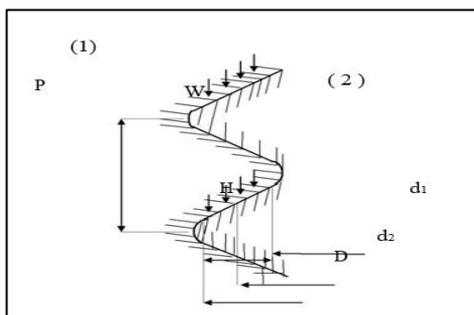
Untuk σ_a (tegangan yang diizinkan), dengan bahan dari baja liat dengan kadar karbon 0,22 % dengan $\sigma_b = \text{kg/mm}^2$ maka dapat dihitung pada persamaan 2.17 berikut.

$$\sigma_a = \frac{\sigma_b}{sf} \dots\dots\dots(2.17)$$

Dimana:

sf = Faktor keamanan diambil 6 – 8 karena difinis dalam keadaan tinggi

σ_a = Tegangan yang di izinkan (kg / mm²)



Gambar 2.21 Tekanan permukaan pada ulir[23]

Dimana:

(1) = Ulir dalam

(2) = Ulir luar

Dari Gambar 2.20 maka di dapat dihitung pada persamaan 2.18 berikut.

$$q = \frac{W}{\pi \cdot D \cdot H \cdot Z} \leq q_a \dots\dots\dots(2.18)$$

Dimana:

q = Tekanan kontak pada permukaan ulir (kg / mm²)

h = Tinggi profil (mm)

z = Jumlah Lilitan

d₂ = Diameter efektif luar (mm)

q_a = Tekanan kontak izin (kg / mm²)

Jika persyaratan dalam rumus diatas terpenuhi, maka ulir tidak akan menjadi mulur atau dol. Ulir yang baik mempunyai harga h paling sedikit 75% dari kedalaman ulir penuh, dan ulir biasa mempunyai h sekitar 50 % dari kedalaman penuhnya.

Maka dapat dapat dihitung pada persamaan 2.19 berikut.:

$$z \geq \frac{W}{\pi d_2 h q_a} \dots\dots\dots(2.19)$$

$$H = z x p \dots\dots\dots(2.20)$$

Dimana:

H = Tinggi mur (mm)

Maka W juga akan menimbulkan tegangan geser pada luas bidang silinder (π d₁ k p z) dimana k dan p adalah tebal akar ulir luar. Maka besar tegangan geser τ_b (kg/mm²) dapat dihitung pada persamaan 2.21 berikut.

$$\tau_b = \frac{W}{\pi d_1 k p z} \dots\dots\dots(2.21)$$

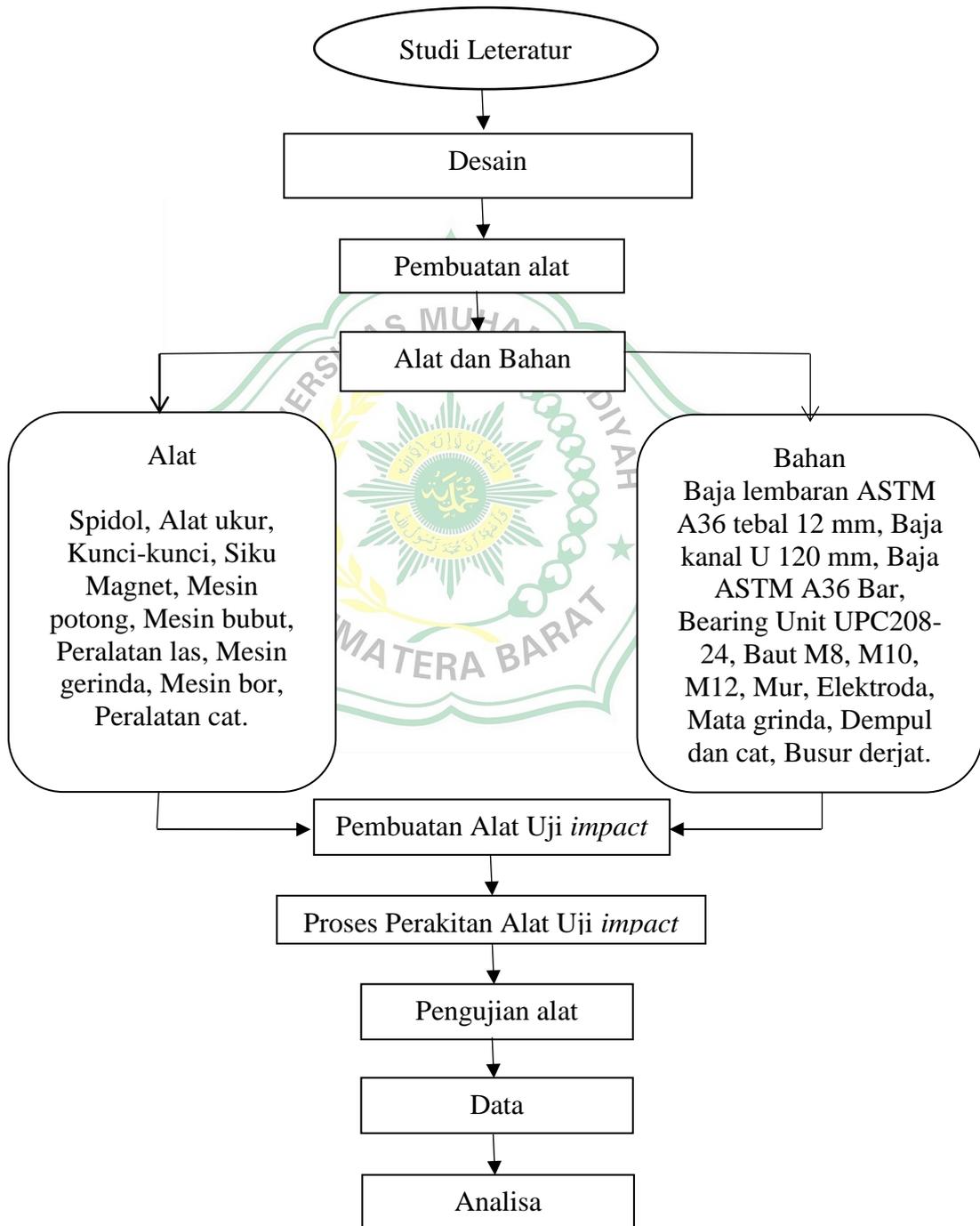
Dimana:

τ_b = tegangan geser τ_b (kg/mm²)

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Diagram Alir

Secara umum metodologi dalam proses perancangan alat uji impact ini dapat dijadikan diagram alir berikut ini:

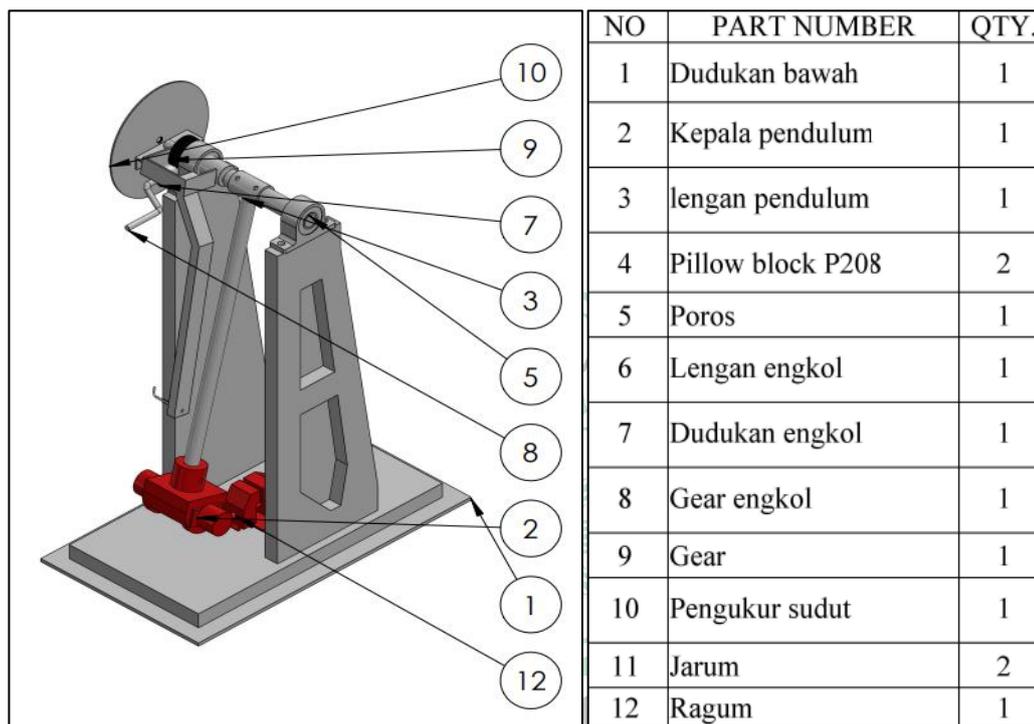


Gambar 3.1 Diagram alir penelitian

3.2 Studi Literatur

Pada metode ini dilakukan pengumpulan data dan informasi alat uji *Impact*. Dimana data tersebut didapatkan dari berbagai sumber seperti buku dan publikasi ilmiah yang terdapat di internet.

3.3 Desain



Gambar 3.2 Desain model alat uji *impact* Izod.

3.4 Alat dan bahan

3.4.1 Persiapan alat

Pada tabel 3.1 berikut adalah alat yang digunakan dalam pembuatan alat uji impact metoda Izod.

Tabel 3.1 Alat yang digunakan dalam pembuatan alat

Alat			
No.	Nama Peralatan	Gambar	Deskripsi
1.	Spidol		Digunakan pada penanda besi saat mau di potong

2.	Alat Ukur		Alat ukur digunakan untuk mengukur panjang dan lebar material sebelum dipotong.
3.	Obeng		Digunakan untuk proses penggabungan bahan dengan mur dan baut.
4.	Siku Magnet		Digunakan saat proses pengelasan, soldering, instalasi pipa, menyikukan sesuatu.
5.	Ragum		Untuk menahan benda kerja selama operasi seperti penggergajian, pengelasan, pengamplasan, atau pengeboran.
6.	Kaca Mata Las		Berfungsi melindungi mata dari partikel halus, seperti debu kimia, logam, atau serpihan kayu.
7.	Palu		Berfungsi untuk menumbuk benda.
8.	Mistar Siku		Digunakan untuk membuat tanda ataupun sebagai penggaris pada suatu objek atau benda.
9.	Mata Bor		Berfungsi untuk melubangi atau memperbesar lubang pada logam padat, baik yang digunakan secara manual maupun pada mesin drill yang dilengkapi dengan chuck.

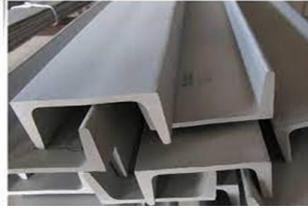
PERALATAN PERMESINAN			
No.	Nama Peralatan	Gambar	Deskripsi
11.	Gerinda Tangan		digunakan untuk memotong material untuk komponen-komponen kecil pada mesin ini, dan juga untuk merapikan semua bagian pada bodi mesin ini setelah proses pengelasan.
12.	Gerinda Potong		Digunakan untuk memotong benda dengan menggunakan mata potong berupa batu gerinda yang tipis. mesin potong jenis ini dipilih karena dapat melakukan proses pemotongan bahan lebih cepat.
13.	Mesin Las (SMAW)		Digunakan Dalam proses rancang bangun mesin ini, jenis pengelasan yang digunakan adalah jenis pengelasan SMAW (las listrik). Jenis pengelasan ini dipilih karena biaya lebih hemat serta dapat di kerjakan lebih cepat
14.	Peralatan Cat		Digunakan Setelah semua proses pengerjaan selesai masuk ke tahap finishing, mulai dari proses pendempulan hingga proses pengecatan.

15.	Mesin bubut		Digunakan untuk membubut poros.
-----	-------------	---	---------------------------------

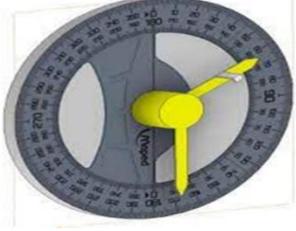
3.4.2 Bahan Yang Digunakan

Adapun bahan yang digunakan untuk membuat alat uji *impact* dapat dilihat pada tabel 3.2 dibawah ini.

Tabel 3.2 Bahan yang digunakan dalam pembuatan alat

No.	Nama Bahan	Gambar	Deskripsi
1.	Baja lembaran ASTM A36		Baja lembaran ASTM A36 dengan ketebalan 12mm yang digunakan sebagai alas alat uji impact.
2.	Baja kanal U 120 mm		Baja kanal U dengan ukuran 120mm yang digunakan sebagai tiang rangka atau kedudukan bearing dan lengan ayun pendulum.
3.	Baja ASTM A36 steel		Baja ASTM A36 ini digunakan sebagai poros pengayun dengan ukuran 38mm.

4.	Bearing Unit UPC208-24		<p>Bearing ini digunakan sebagai pengayun poros dan ditempatkan pada bagian kanan dan kiri atas dengan cara dibaut.</p>
5.	Baut M8, M10, M12 dan mur		<p>Baut-baut ini digunakan sebagai penyambung bagian bagian rangka dudukan diantaranya sambungan antara bearing dan dudukan besi profil U.</p>
6.	Elektroda		<p>Dimana elektroda ini digunakan untuk penyambungan komponen-komponen alat uji impak yang disambung mati.</p>
7.	Mata grinda		<p>Mata grinda digunakan untuk membersihkan bagian yang sudah dilakukan pengelasan dan yang lainnya.</p>

8.	Dempul dan cat		Cat digunakan untuk proses finishing alat uji impak
9.	Busur derajat		Busur derajat berfungsi sebagai alat pengukur derajat dan alat untuk membaca nilai pengujian, dimana jarum penunjuk dihubungkan ke poros pengayun dengan dibaut sehingga dapat disetel titik nolnya.

3.5 Proses Pembuatan

3.5.1 Proses Pembuatan Rangka

Dimana rangka utama terbuat dari gabungan baja plat lembaran 12mm dengan ukuran panjang 45mm dan lebar 75mm yang dijadikan sebagai alas dan digabung dengan baja kanal U 120mm dengan ukuran 120 x 50 x 12 x 1100mm. Dan disambung dengan cara penyambungan mati atau penyambungan las SMAW dengan posisi sudut pengelasan 45°.



Gambar 3.3 Rangka Alat Uji *Impact*

3.5.2 Proses Pembubutan Poros Pengayun

Poros pengayun dibuat dengan dari besi AATM A36 Diameter 45mm dan dibubut disesuaikan dengan diameter dalam *bearing* untuk kedua ujung nya yang nantinya dihubungkan dengan beban alat uji.



Gambar 3.4 Poros pengayun

3.5.3 Proses Pembuatan Pendulum dan Lengan Pendulum

Pendulum terbuat dari baja pelat lembaran dengan tebal 30mm dengan berat 6 kg dan Pisau pemukul mempunyai dimensi 30 x 7,5 mm dengan bahan yang terbuat lebih keras daripada bahan yang digunakan pendulum. Lalu bahan tersebut dipotong sesuai ukuran pendulum dan dirakit dengan metode pengelasan dan ditimbang sampai berat nya mencapai 6 kg.



Gambar 3.5 Pendulum

3.5.4 Proses Pembuatan Tempat Benda Uji

Pembuatan tempat benda uji dilakukan dengan cara merangkai plat baja tebal 10 mm seperti bentuk ragum pada umumnya dan di gabungkan dengan ulir berdiameter 2 cm sebagai eretan untuk ragum tersebut dan di letakan pada posisi tengah alas benda uji dan di sambung menggunakan hex bolt M4 x 0,7 mm.



Gambar 3.6 Ragum

3.5.5 Proses Perakitan Poros, *Bearing* dan Lengan Pengayun

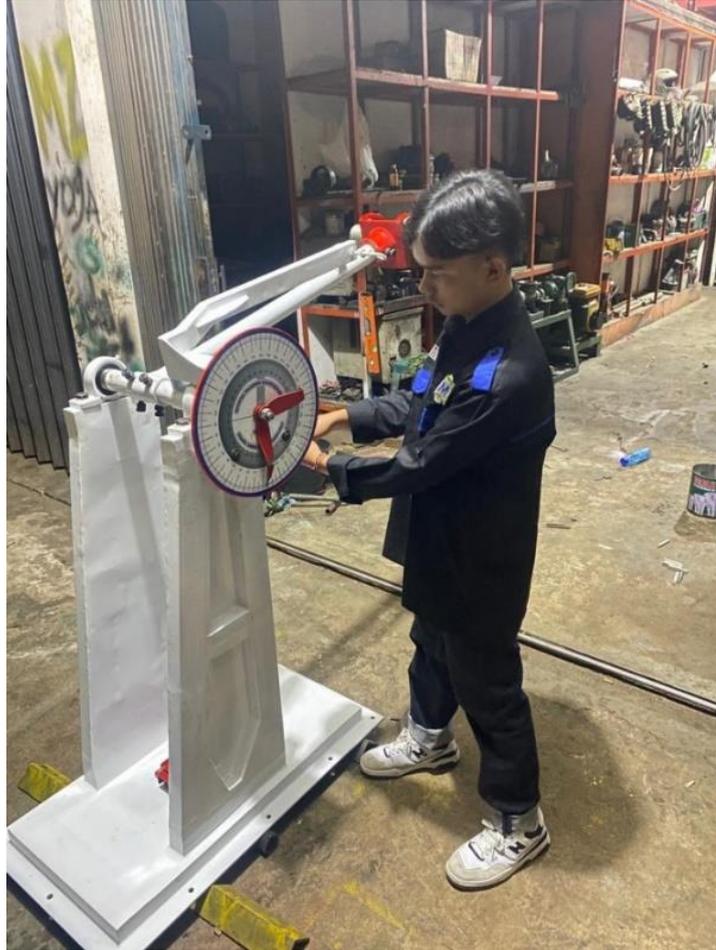
Proses pemasangan poros dan *bearing* dilakukan dengan sistem suaian yang pas karena diameter poros yang dibuat sama dengan diameter dalam pada *bearing*. Sedangkan pemasangan poros dan lengan pengayun dilakukan dengan cara penyambungan uli pada lengan pengayun dengan ulir dalam yang telah dibuat pada poros sehingga dudukan pada lengan pengayun lebih kuat.



Gambar 3.7 Poros, *bearing*, lengan pengayun dan pendulum

3.5.6 Perakitan dan Pengecatan Alat Uji *Impact*

Perakitan dilakukan dengan cara menggabungkan bagian-bagian alat uji impact lainnya seperti alas alat uji, badan alat uji, poros pengayun, lengan pengayun, *Bearing*, pendulum, busur derajat dan tempat benda uji sehingga menjadi alat uji impact metode Charpy seutuhnya. Setelah itu dilakukan pengecatan pada alat uji impact metode Charpy dengan menggunakan speed cat yg di beri tekanan angin dari mesin kompresor. Bahan yang digunakan untuk proses pengecatan yaitu Cat Hammerton warna hijau dan di campur dengan cairan Thinner merk Gajah Super Pengecatan dilakukan secara merata pada setiap bagian mesin uji.



Gambar 3.8 Alat uji *impact* setelah perakitan dan pengecatan

3.6 Pengujian Alat Uji *Impact*

1. Persiapan spesimen

a. Alat:

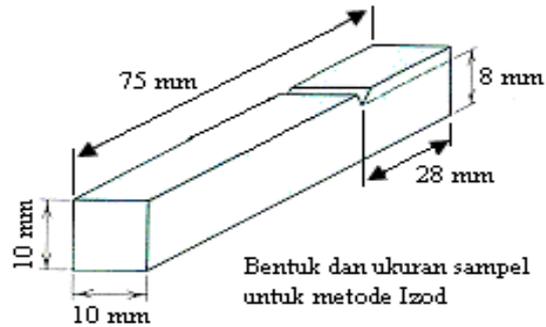
- Mesin pemotong
- Mesin gerinda tangan

b. Bahan:

- Baja karbon medium ASTM A36 10 x 10 mm
- Al-Cu 10 x 10 mm

c. Pembuatan Spesimen:

Spesimen dibuat dari besi plat ASTM A36 yang di potong menggunakan mesin dengan ukuran panjang 75 mm, lebar 10 mm dan tinggi 10 mm. Lalu di beri takikan pada titik 28mm dari ujung spesimen dengan sudut 45° yang dapat dilihat pada Gambar 3.9 berikut:



Gambar 3.9 Spesimen uji[2]

2. Prosedur pengujian

- a. Menyiapkan spesimen dan mengeset alat setelah itu spesimen dijepit pada ragum uji impact.
- b. Mengkondisikan mesin penguji dalam kondisi standar yaitu dengan melakukan kalibrasi sesuai dengan ukuran standar.
- c. Menyiapkan spesimen uji impact dengan ukuran panjang 75 mm, Lebar 10 mm dan tinggi 10 mm.
- d. Setelah spesimen uji dijepit, kemudian tarik pendulum dengan posisi sudut 100° pada mesin uji kemudian lepaskan.
- e. Perhatikan apakah benda uji dapat dipatahkan oleh alat uji yang telah dibuat.
- f. Catat sudut akhir pendulum setelah mematahkan benda uji.

3.7 Data alat

Berikut adalah data spesifikasi alat uji impak dengan metode Izod, dapat dilihat pada tabel 3.1 dibawah ini:

Tabel 3.3 Data spesifikasi alat uji impact metode Izod

No	Nama	Dimensi (mm)	Berat (kg)
1.	Alat uji impact	1200 x 600 x 1350	175
2.	Pendulum	200 x 250 x 950	13

BAB IV DATA DAN ANALISA

4.1 Data

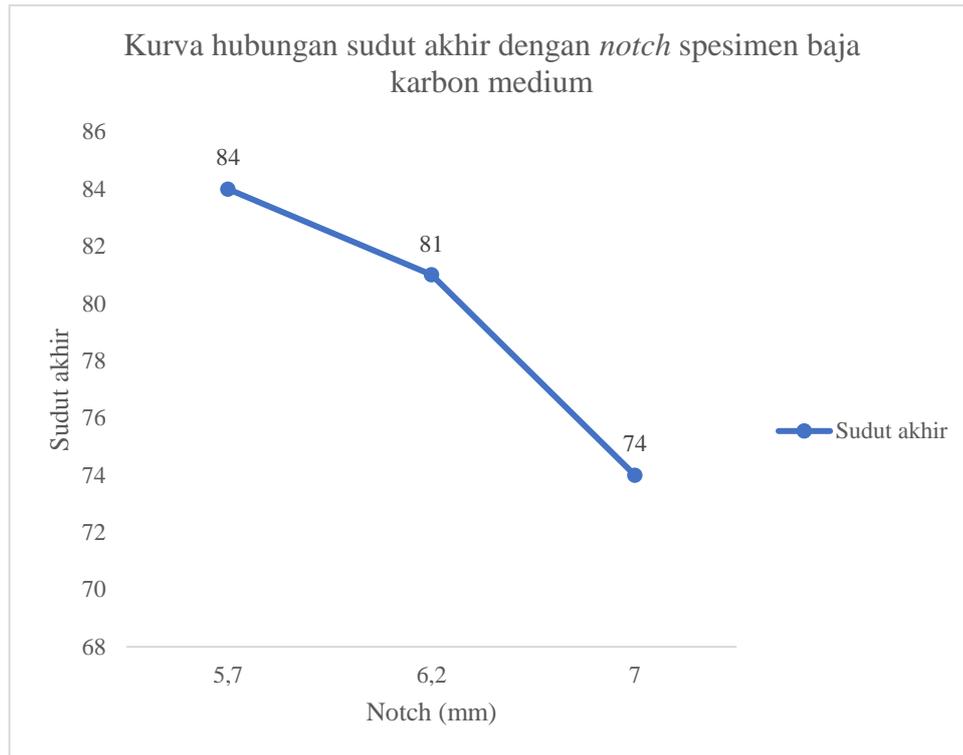
4.1.1 Data Pengujian

Pada pengujian ini akan dilakukan pengambilan data uji impact menggunakan metode Izod dengan spesimen Baja karbon medium dan Al-Cu ukuran 10 x 10 x 75 mm. Terdapat 2 pengujian untuk masing – masing material diantaranya pengujian impact dengan *notch* berbeda dan temperatur berbeda untuk melihat energi impact dan kekuatan impact yang dihasilkan. Berikut adalah data yang diperoleh dapat dilihat pada tabel dan Kurva dibawah.

Tabel 4.1 Pengujian spesimen Baja karbon medium dengan *notch* berbeda

No	Spesimen	<i>Notch</i> (mm)	Sudut awal(°)	Sudut akhir(°)	Patahan
1.	Baja karbon medium	5,7	120	84	Getas
2.	Baja karbon medium	6,2	120	81	Getas
3.	Baja karbon medium	7,0	120	74	Getas

Berdasarkan data tabel pengujian spesimen Baja karbon medium dengan *notch* berbeda diatas, terlihat semakin besar *notch* yang dibuat maka sudut akhir yang dihasilkan semakin kecil dengan sudut ayun awal yang sama yaitu 120°. Sudut terbesar didapatkan pada pengujian dengan *notch* 5,7 mm dimana sudut akhirnya sebesar 84°. Sedangkan sudut akhir terkecil dihasilkan oleh spesimen dengan *notch* 7 mm yaitu sebesar 74°. Hasil pengujian dapat dilihat pada Kurva perbandingan dibawah ini.

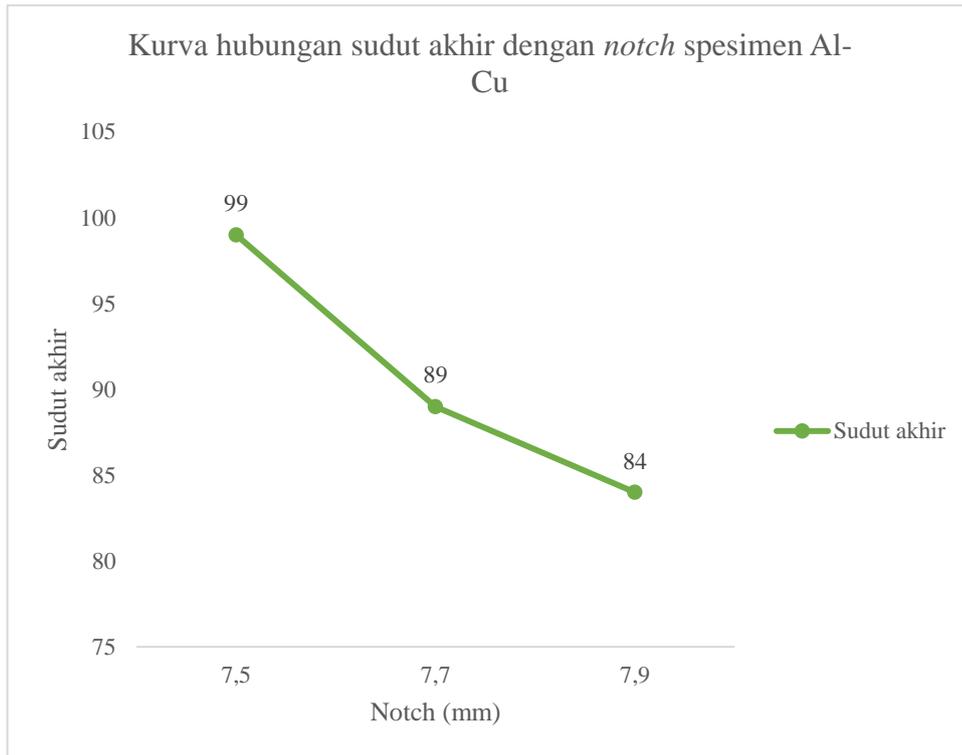


Gambar 4.1 Kurva pengujian spesimen Baja karbon medium dengan *notch* berbeda

Tabel 4.2 Pengujian Al-Cu dengan *notch* berbeda

No	Spesimen	<i>Notch</i> (mm)	Sudut awal(°)	Sudut akhir(°)	Patahan
1.	Al-Cu	7,5	120	99	Ulet
2.	Al-Cu	7,7	120	89	Ulet
3.	Al-Cu	7,9	120	84	Ulet

Berdasarkan data tabel pengujian spesimen Al-Cu dengan *notch* berbeda diatas, terlihat semakin besar *notch* yang dibuat maka sudut akhir yang dihasilkan semakin kecil dengan sudut ayun awal yang sama yaitu 120°. Sudut terbesar didapatkan pada pengujian dengan *notch* 7,5 mm dimana sudut akhirnya sebesar 99°. Sedangkan sudut akhir terkecil dihasilkan oleh spesimen dengan *notch* 7,9 mm yaitu sebesar 84°. Hasil pengujian dapat dilihat pada Kurva perbandingan dibawah ini.

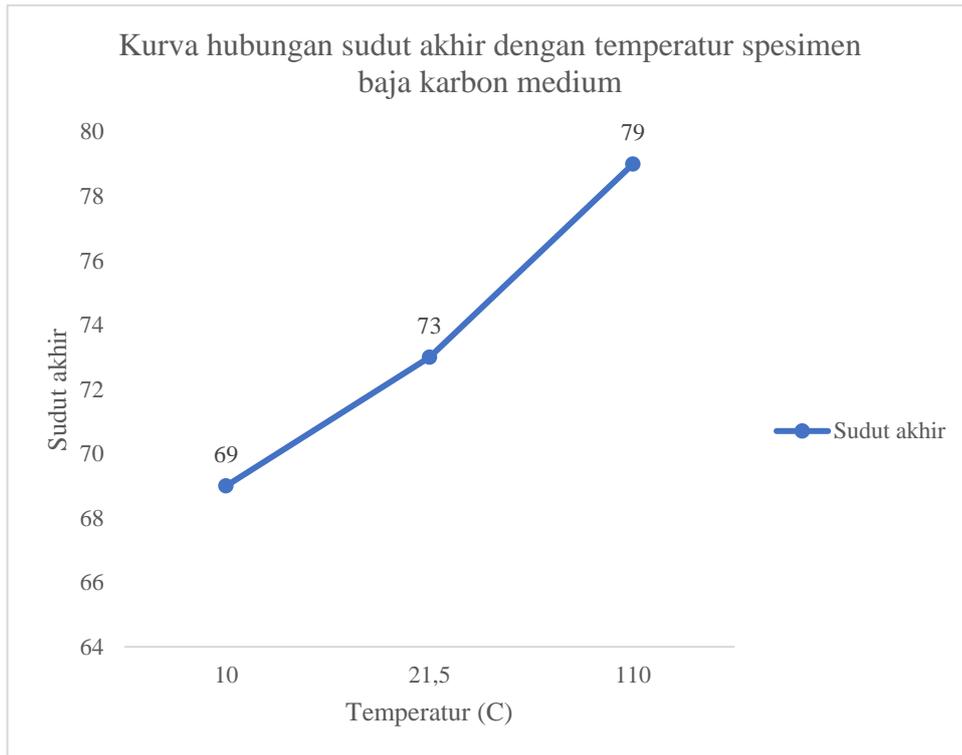


Gambar 4.2 Kurva pengujian spesimen Al-Cu dengan *notch* berbeda

Tabel 4.3 Pengujian spesimen Baja karbon medium dengan temperatur berbeda

No	Spesimen	Notch (mm)	Temperatur (°C)	Sudut awal(°)	Sudut akhir(°)	Patahan
1.	Baja karbon medium	0,8	10	120	69	Getas
2.	Baja karbon medium	0,8	21,5	120	73	Getas
3.	Baja karbon medium	0,8	110	120	79	Ulet

Berdasarkan data tabel pengujian spesimen Baja karbon medium dengan temperatur berbeda diatas, terlihat semakin besar temperatur yang dibuat maka sudut akhir yang dihasilkan semakin besar dengan sudut ayun awal yang sama yaitu 120^0 dan *notch* yang sama. Sudut terbesar didapatkan pada pengujian dengan temperatur 110^0C dimana sudut akhirnya sebesar 79^0 . Sedangkan sudut akhir terkecil dihasilkan oleh spesimen dengan temperatur 10^0C yaitu sebesar 69^0 . Hasil pengujian dapat dilihat pada Kurva perbandingan dibawah ini.

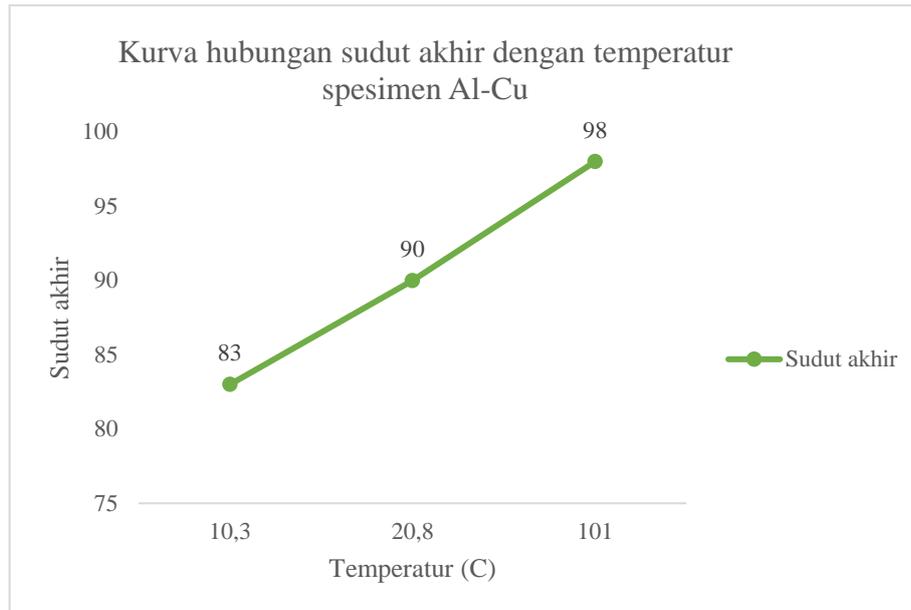


Gambar 4.3 Kurva pengujian spesimen Baja karbon medium dengan temperatur berbeda

Tabel 4.4 Pengujian Al-Cu dengan temperatur berbeda

No	Spesimen	Notch (mm)	Temperatur (°C)	Sudut awal(°)	Sudut akhir(°)	Patahan
1.	Al-Cu	0,8	10,3	120	83	Ulet
2.	Al-Cu	0,8	20,8	120	90	Ulet
3.	Al-Cu	0,8	101	120	98	Ulet

Berdasarkan data tabel pengujian spesimen Al-Cu dengan temperatur berbeda diatas, terlihat semakin besar temperatur yang dibuat maka sudut akhir yang dihasilkan semakin besar dengan sudut ayun awal yang sama yaitu 120° dan *notch* yang sama. Sudut terbesar didapatkan pada pengujian dengan temperatur 101°C dimana sudut akhirnya sebesar 98° . Sedangkan sudut akhir terkecil dihasilkan oleh spesimen dengan temperatur $10,3^{\circ}\text{C}$ yaitu sebesar 83° . Hasil pengujian dapat dilihat pada Kurva perbandingan dibawah ini.



Gambar 4.4 Kurva pengujian spesimen Al-Cu dengan temperatur berbeda

4.2 Analisa

4.2.1 Analisa Pengujian Alat Uji Impak Metode Izod

Analisa uji impact Baja karbon medium merupakan sebuah metode yang digunakan untuk mengukur dan memahami tingkat kekuatan dan ketahanan material Baja karbon medium dalam menghadapi gaya impact atau tumbukan. Persamaan energi impact dan impact strange menjadi faktor kunci dalam analisis ini, yang membantu dalam memprediksi dampak yang akan terjadi pada material ketika terkena gaya tumbukan.

Dalam paragraf ini, akan dibahas lebih lanjut mengenai perhitungan persamaan energi impact dan kekuatan impact dalam memahami dan mengevaluasi respons material terhadap beban tumbukan.

A. Spesimen Baja karbon medium

a. Energi *Impact*

Data yang digunakan pada persamaan dibawah adalah data spesimen Baja karbon medium dengan sudut awal ayun sebesar 120° dan sudut akhir sebesar 84° .

$$\Delta E = W \times l \times (\cos\beta - \cos\alpha)$$

$$\Delta E = (m \times g) \times l \times (\cos\beta - \cos\alpha)$$

$$\Delta E = 13 \times 9,8 \times 0,95 (\cos(84) - \cos(120))$$

$$\Delta E = 73,17 \text{ J}$$

Jadi besar energi impak yang terjadi pada spesimen Baja karbon medium adalah 73,17 joule.

b. *Impact Strage*

Data yang digunakan pada persamaan dibawah adalah data spesimen Baja karbon medium dengan *notch* 5,7 mm dan energi impak yang terjadi pada spesimen Baja karbon medium adalah 73,17 joule.

$$IS = \frac{\Delta E}{A}$$

$$IS = \frac{73,17J}{(5,7 \times 10) mm^2}$$

$$IS = 1,2837 \frac{J}{mm^2}$$

Jadi besar kekuatan impak yang terjadi pada material Baja karbon medium adalah $1,2837 \frac{J}{mm^2}$.

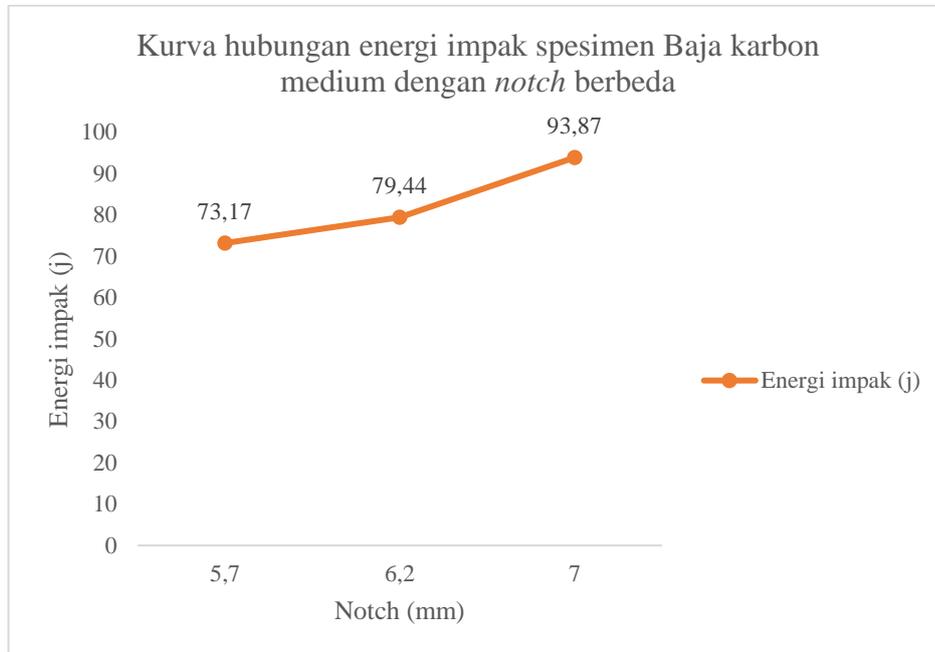
Berdasarkan rumusan diatas berikut adalah hasil pengujian spesimen Baja karbon medium yang dirangkum dalam tabel dibawah ini.

Tabel 4.5 Analisa energi impak dan kekuatan impak spesimen Baja karbon medium dengan *notch* berbeda

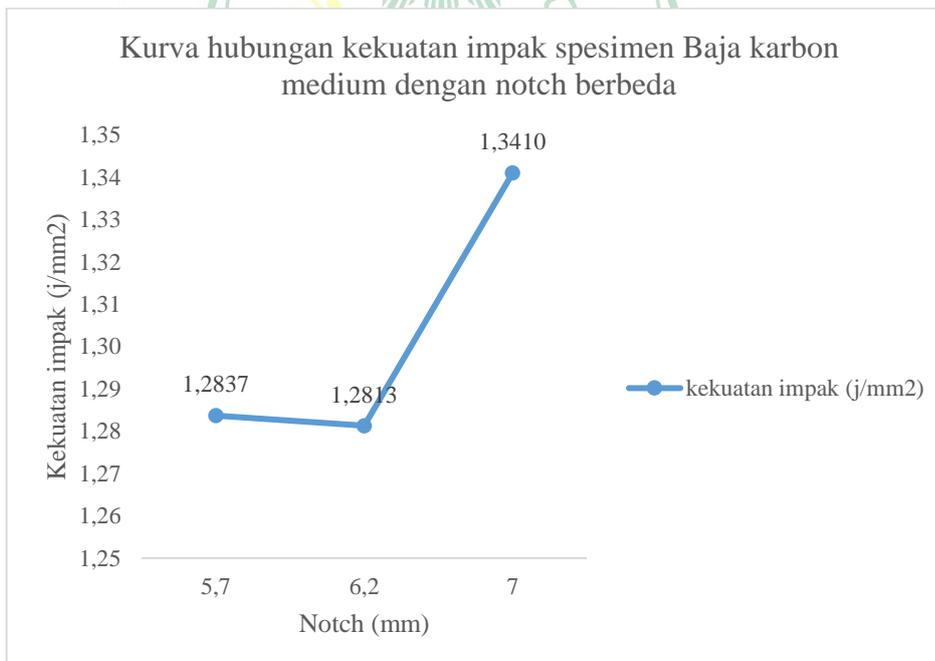
No	Spesimen	<i>Notch</i> (mm)	Energi impak (j)	kekuatan impak (j/mm ²)	Patahan
1.	Baja karbon medium	5,7	73,17	1,2837	Getas
2.	Baja karbon medium	6,2	79,44	1,2813	Getas
3.	Baja karbon medium	7,0	93,87	1,3410	Getas

Berdasarkan data pada tabel diatas semakin besar *notch* maka energi impak dan kekuatan impak yang dihasilkan semakin besar. Energi impak terbesar didapatkan pada spesimen Baja karbon medium dengan *notch* 7 mm sebesar 93,87 j dan kekuatan impak yang dihasilkan sebesar 1,3410 j/mm². Sedangkan energi

impak terkecil dihasilkan oleh spesimen dengan *notch* 5,7 mm sebesar 73,17 j dan kekuatan impact yang dihasilkan sebesar 1,2837 j/mm². Hasil perhitungan dapat dilihat pada Kurva perbandingan dibawah ini.



Gambar 4.5 Kurva perbandingan energi impact spesimen Baja karbon medium dengan *notch* berbeda

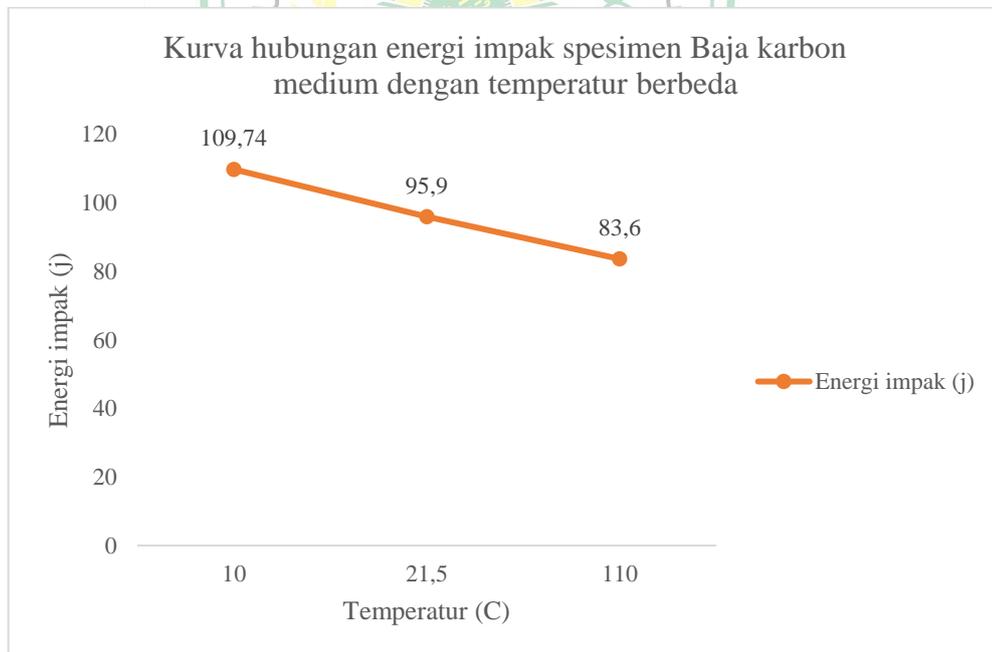


Gambar 4.6 Kurva perbandingan kekuatan impact spesimen Baja karbon medium dengan *notch* berbeda

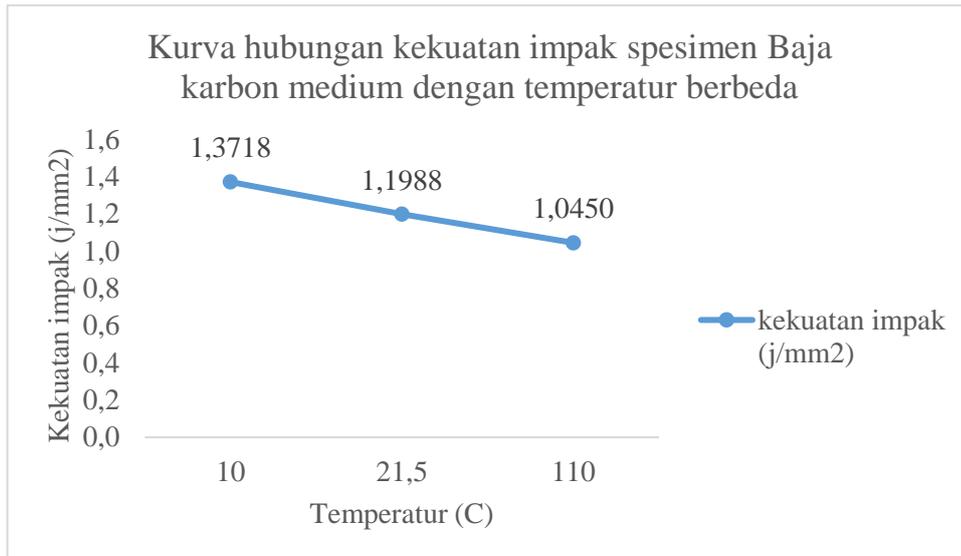
Tabel 4.6 Analisa energi impact dan kekuatan impact spesimen Baja karbon medium dengan temperatur berbeda

No	Spesimen	Notch (mm)	Temperatur (°C)	Energi impact (j)	kekuatan impact (j/mm ²)	Patahan
1.	Baja karbon medium	0,8	10	109,74	1,3718	Getas
2.	Baja karbon medium	0,8	21,5	95,9	1,1988	Getas
3.	Baja karbon medium	0,8	110	83,6	1,045	Ulet

Berdasarkan data pada tabel diatas semakin besar temperatur maka energi impact dan kekuatan impact yang dihasilkan semakin kecil. Energi impact terbesar didapatkan pada spesimen Baja karbon medium dengan temperatur 10 °C sebesar 109,74 j dan kekuatan impact yang dihasilkan sebesar 1,3718 j/mm². Sedangkan energi impact terkecil dihasilkan oleh spesimen dengan temperatur 110 °C sebesar 83,6 j dan kekuatan impact yang dihasilkan sebesar 1,0450 j/mm². Hasil perhitungan dapat dilihat pada Kurva perbandingan dibawah ini.



Gambar 4.7 Kurva perbandingan energi impact spesimen Baja karbon medium dengan temperatur berbeda



Gambar 4.8 Kurva perbandingan kekuatan impact spesimen Baja karbon medium dengan temperatur berbeda

B. Spesimen Al-Cu

a. Energi *Impact*

Data yang digunakan pada persamaan dibawah adalah data Al-Cu dengan sudut awal ayun sebesar 120° dan sudut akhir sebesar 99° .

$$\Delta E = W \times l \times (\cos\beta - \cos\alpha)$$

$$\Delta E = (m \times g) \times l \times (\cos\beta - \cos\alpha)$$

$$\Delta E = 13 \times 9,8 \times 0,95 (\cos(99) - \cos(120))$$

$$\Delta E = 41,58 \text{ J}$$

Jadi besar energi impact yang terjadi pada spesimen Al-Cu adalah 41,58 joule.

b. *Impact Strange*

Data yang digunakan pada persamaan dibawah adalah data spesimen Al-Cu dengan *notch* 7,5 mm dan energi impact yang terjadi pada spesimen Baja karbon medium adalah 41,58 joule.

$$IS = \frac{\Delta E}{A}$$

$$IS = \frac{41,58 J}{(7,5 \times 10) mm^2}$$

$$IS = 0,5544 \frac{J}{mm^2}$$

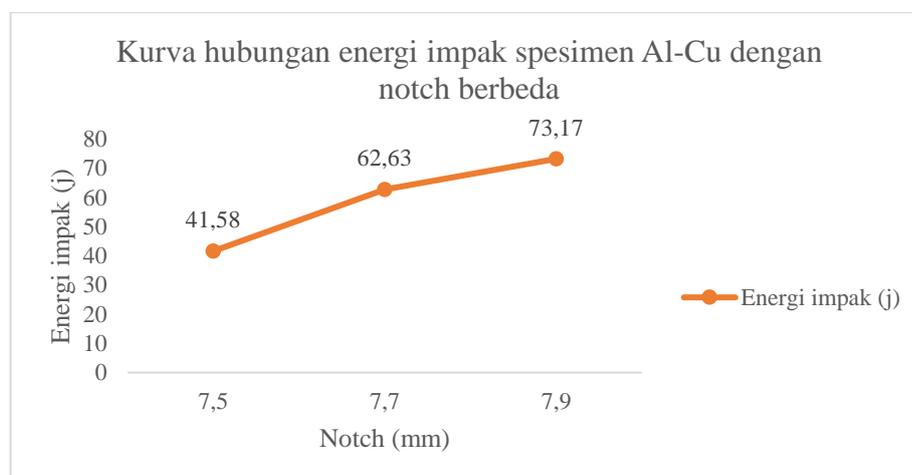
Jadi besar kekuatan impact yang terjadi pada material Baja karbon medium adalah $0,5544 \frac{J}{mm^2}$.

Berdasarkan rumusan diatas berikut adalah hasil pengujian spesimen Baja karbon medium yang dirangkum dalam tabel dibawah ini.

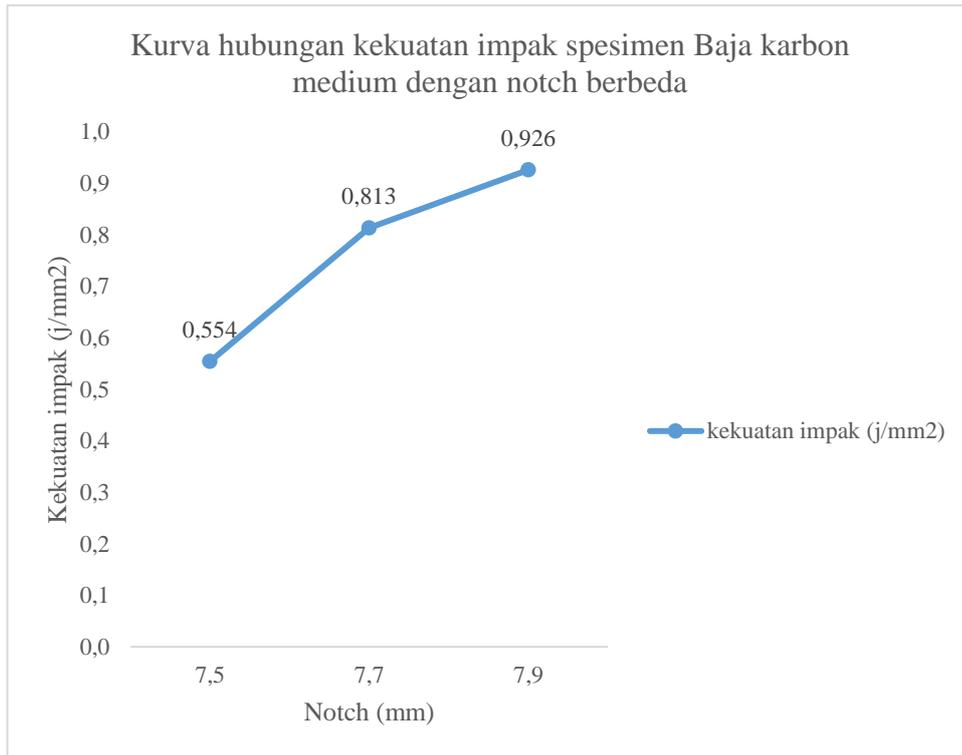
Tabel 4.7 Analisa energi impact dan kekuatan impact Al-Cu dengan *notch* berbeda

No	Spesimen	Notch (mm)	Energi impact (j)	kekuatan impact (j/mm ²)	Patahan
1.	Al-Cu	7,5	41,58	0,5544	Ulet
2.	Al-Cu	7,7	62,63	0,8134	Ulet
3.	Al-Cu	7,9	73,17	0,9262	Ulet

Berdasarkan data pada tabel diatas semakin besar *notch* maka energi impact dan kekuatan impact yang dihasilkan semakin besar. Energi impact terbesar didapatkan pada spesimen Al-Cu dengan *notch* 7,9 mm sebesar 73,17 j dan kekuatan impact yang dihasilkan sebesar 0,926 j/mm². Sedangkan energi impact terkecil dihasilkan oleh spesimen dengan *notch* 7,5 mm sebesar 41,58 j dan kekuatan impact yang dihasilkan sebesar 0,554 j/mm². Hasil perhitungan dapat dilihat pada Kurva perbandingan dibawah ini.



Gambar 4.9 Kurva perbandingan energi impact spesimen Al-Cu dengan *notch* berbeda

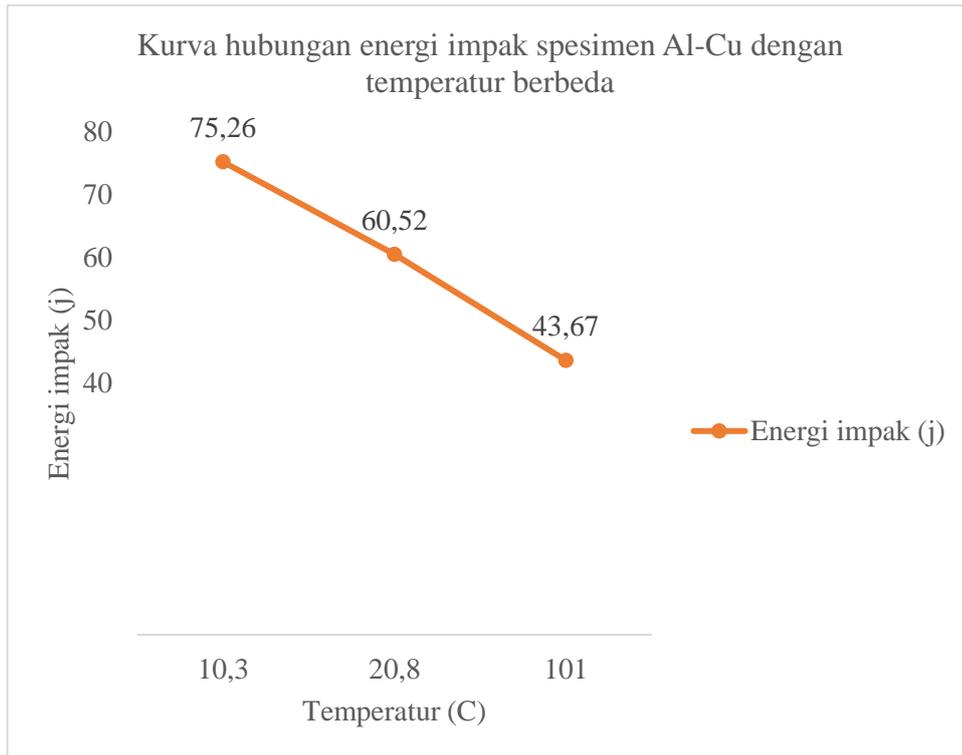


Gambar 4.10 Kurva perbandingan kekuatan impact spesimen Al-Cu dengan *notch* berbeda

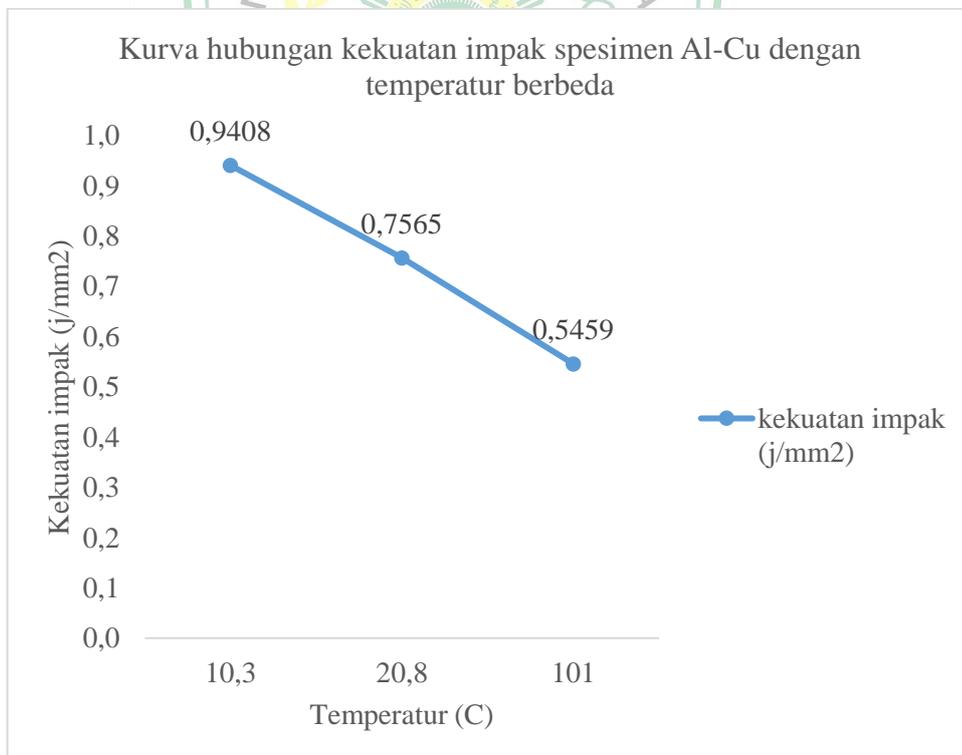
Tabel 4.8 Analisa energi impact dan kekuatan impact Al-Cu dengan temperatur berbeda

No	Spesimen	Notch (mm)	Temperatur (°C)	Energi impact (j)	kekuatan impact (j/mm ²)	Patahan
1.	Al-Cu	0,8	10,3	75,26	0,9408	Ulet
2.	Al-Cu	0,8	20,8	60,52	0,7565	Ulet
3.	Al-Cu	0,8	101	43,67	0,5459	Ulet

Berdasarkan data pada tabel diatas semakin besar temperatur maka energi impact dan kekuatan impact yang dihasilkan semakin kecil. Energi impact terbesar didapatkan pada spesimen Al-Cu dengan temperatur 10,3 °C sebesar 75,26 j dan kekuatan impact yang dihasilkan sebesar 0,9408 j/mm². Sedangkan energi impact terkecil dihasilkan oleh spesimen dengan temperatur 101 °C sebesar 43,67 j dan kekuatan impact yang dihasilkan sebesar 0,5459 j/mm². Hasil perhitungan dapat dilihat pada Kurva perbandingan dibawah ini.



Gambar 4.11 Kurva perbandingan energi impact spesimen Al-Cu dengan temperatur berbeda



Gambar 4.12 Kurva perbandingan kekuatan impact spesimen Al-Cu dengan temperatur berbeda

Berdasarkan pengujian dampak metoda Izod yang telah dilakukan, berikut adalah penampakan dari spesimen baja karbon medium dan aluminium paduan seri Al-Cu sebelum dan setelah pengujian. Perlakuan yang dilakukan pada spesimen yaitu variasi notch dan temperatur yang berbeda. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 4.9 dibawah ini.

Tabel 4.9 Hasil pengujian spesimen pada alat uji dampak metode Izod

No	Spesimen	Gambar	
		Sebelum pengujian	Setelah pengujian
1.	Baja karbon medium	Notch berbeda	
			
		Temperatur berbeda	
			
		Notch berbeda	

			
2.	Aluminium paduan seri Al-Cu	Temperatur berbeda	
			



BAB V

KESIMPULAN dan SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan rancang bangun alat uji impact metode Izod yang telah dibuat, alat ini berfungsi dengan baik dalam menguji energi dan kekuatan impact material. Spesifikasi alat uji impact ini menggunakan lengan pendulum dengan panjang 0,95 m dan berat pendulum sebesar 13 kg. Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Pada pengujian variasi *notch* yang telah dilakukan, semakin besar dimensi *notch* maka energi impact dan kekuatan impact meningkat. Nilai energi impact dan kekuatan impact terbesar yaitu 93,87 j dan 1,3410 j/mm² dengan spesimen baja karbon medium notch 7 mm. Sedangkan semakin kecil dimensi *notch* maka energi impact dan kekuatan impact menurun. Nilai energi impact dan kekuatan impact terkecil yaitu 41,58 j dan 0,5544 j/mm² dengan spesimen aluminium paduan seri Al-Cu notch 7,5 mm.
2. Pada pengujian variasi temperatur yang telah dilakukan, semakin besar temperatur maka energi impact dan kekuatan impact menurun. Nilai energi impact dan kekuatan impact terbesar yaitu 109,74 j dan 1,3718 j/mm² dengan spesimen baja karbon medium temperatur 10 °C. Sedangkan semakin kecil temperatur maka energi impact dan kekuatan impact meningkat. Nilai energi impact dan kekuatan impact terkecil yaitu 43,67 j dan 0,5459 j/mm² dengan spesimen aluminium paduan seri Al-Cu notch temperatur 101 °C.
3. Patahan yang terjadi pada spesimen Baja karbon medium setelah diuji impact metode Izod adalah patah getas, sedangkan pada spesimen Al-Cu patahan yang terjadi adalah patah ulet.
4. Pada pengujian impact metode Izod, patahan Baja karbon medium dapat menjadi ulet apabila temperatur spesimen dinaikan. Dapat disimpulkan semakin besar suhu maka patahan spesimen cenderung mengalami patah ulet.

5.2 Saran

Setiap material memiliki sifat yang beragam pada temperatur tertentu atau saat dikenai beban yang berbeda. Pengujian dampak menunjukkan bahwa sifat-sifat material ini dapat dipahami melalui berbagai variasi percobaan. Saat memilih material, terutama untuk bekerja pada suhu rendah, sifat dan ketangguhan patahan material harus sangat diperhatikan, karena hal ini memiliki dampak yang signifikan pada kinerja material saat digunakan.



DAFTAR PUSTAKA

- [1] C. U. Wardani, Y. Samantha, H. Budiman, F. Teknik, and U. Majalengka, "Analisis Pengujian Impak Metoda Izod dan Charpy Menggunakan Benda Uji Alumunium dan Baja ST37," *Univ. Majalengka*, no. 1, pp. 244–247, 2017, [Online]. Available: <http://jurnal.unma.ac.id/index.php/ST/article/download/248/232>
- [2] Harijono and H. Purwanto, "Analisis Keakuratan Hasil Uji Impact dengan Metode Izod dan Charpy," *Pros. Semin. Nas. Has. Penelit. 2017*, pp. 130–135, 2017.
- [3] F. Hardiana, H. Budiman, Y. Samantha, F. Teknik, and U. Majalengka, "Analisa Kekuatan Mekanis Dinding Komposit Sekam Padi Untuk Kabin Pendingin," *Umsu*, vol. 2, no. 1, pp. 2–6, 2016.
- [4] K. N. Saffanah, "Analisis Perancangan Website Museum Sebagai Sarana Informasi dan Promosi untuk Mendukung Proses Online Reservasi Penginapan di Museum Tanah dan Pertanian," vol. 19, no. 1, pp. 95–102, 2023.
- [5] S. Alfaris and S. Y. Sari, "Analisa dan Perancangan Aplikasi Penyewaan Gelanggang Olah Raga Berbasis Web (Studi Kasus: Gor Larangan)," *J. Ikhaifi*, vol. 2, no. 2, pp. 2655–7541, 2020.
- [6] veteran, "Perancangan, Pengembangan dan Inovasi Produk," *J. Peranc. Pembembangan Prod.*, pp. 13–93, 2015.
- [7] Z. Fikar, "Perancangan Alat Uji Impak Charpy Sederhana Untuk Material Logam Baja St 30," *J. Mech. Eng. Manuf. Mater. Energy*, vol. 1, no. 1, p. 1, 2018, doi: 10.31289/jmemme.v1i1.1189.
- [8] M. K. Huda, "Rancang Bangun Alat Uji Impact Metode Charpy," *Mechonversio Mech. Eng. J.*, vol. 1, no. 1, p. 7, 2018, doi: 10.51804/mmej.v1i1.348.
- [9] Y. Nuhgraha, M. K. A. Rosa, and I. Agustian, "Perancangan Alat Uji Impak Digital dengan Metode Charpy Untuk Mengukur Kekuatan Material Polimer," *J. Amplif. J. Ilm. Bid. Tek. Elektro Dan Komput.*, vol. 10, no. 2, pp. 15–19, 2020, doi: 10.33369/jamplifier.v10i2.15316.

- [10] A. Husada, S. Tangkuman, and J. Rantung, "Optimasi Diameter Poros Roda Belakang Sepeda Motor," *J. Poros Tek. Mesin Unsrat*, vol. 2, no. 1, 2013.
- [11] Fajar Ismail, "Rancang Bangun Alat Uji Impak Charpy," *Fak. Tek. Univ. Diponegoro*, p. 8, 2012.
- [12] H. Sonawan, *Perancangan elemen mesin*, II. Bandung: Alfabeta, 2014.
- [13] G. W. Sangur, F., & Lailossa, "Analisa Penggunaan Besi Profil Siku sebagai Bahan Alternatif Pengganti Kayu pada Konstruksi Keramba Jaring Apung.," *J. Sumberd. Akuatik Indopasifik*, vol. 6, no. 4, pp. 377–388, 2022.
- [14] E. Yuliatwati, "Evaluasi perbaikan sistem produksi plat baja dengan pendekatan lean manufacturing," *J. Matrik*, vol. 9, no. 1, pp. 12–17, 2010.
- [15] F. M. A. Mevia, "Plat Besi – Definisi, Jenis, Kegunaan, Hingga Daftar Harga," *wira.co.id*, 2021. <https://wira.co.id/plat-besi/> (accessed Nov. 01, 2022).
- [16] Robiansyah, "Perancangan Mesin Pencacah Pelepah Sawit Untuk Pakan Ternak Sapi," *J. Tek. Mesin*, vol. 1, no. 1, pp. 1–10, 2019.
- [17] A. Hermawan, A. Sunardi, R. Ariyansah, S. Restuasih, and A. Gamayel, "Analisis Variasi Arus Pengelasan SMAW Terhadap Sifat Mekanis Mata Tekuk Baja ST 41 Dan ST 37 Pada Perancangan Alat Penekuk Besi Behel Manual," vol. 12, no. 3, pp. 152–160.
- [18] A. Sebayang, E. Tarigan, and S. Siahaan, "Analisa Perbandingan Kekuatan Tarik Hasil Pengelasan Plat Baja ST 37 dengan Menggunakan Metode Pengelasan Shielded Metal Arc Welding (SMAW) dan Metal Inert Gas (MIG) Menggunakan Arus 140 A dan 120 A," *J. Ilm. Core IT*, vol. 9, no. 6, pp. 1–8, 2021.
- [19] W. dan Okumura, "Pengelasan (Welding)," *Univ. Muhammadiyah Malang*, pp. 5–36, 2013.
- [20] A. Syahrani, A. Sam, and Chairulnas, "Variasi Arus Terhadap Kekuatan Tarik dan Bending Pada Hasil Pengelasan SM490," *J. Mek.*, vol. 4, no. 2, p. 393402, 2013.
- [21] UBL, "Kekuatan Sambungan Las Sudut (Fillet Welds) | Struktur Baja | Lightboard," [youtube.com](https://www.youtube.com/watch?v=QnR_C3VpXS4&t=0s), 2021. https://www.youtube.com/watch?v=QnR_C3VpXS4&t=0s (accessed Aug.

22, 2022).

- [22] E. Herawati and L. Karlinasari, “Karakteristik Kekuatan Leleh Lentur Baut Besi dengan Beberapa Variasi Diameter Baut,” pp. 217–222, 2017, doi: 10.5614/jts.2017.24.3.4.
- [23] D. U. Albab, “ULIR PADA PERLAKUAN JUMLAH MATA PISAU DAN KECEPATAN PUTAR (RPM). PERFORMANCE TEST OF SCREW TYPE PEANUT GRINDING MACHINE ON THE TREATMENT OF THE NUMBER OF BLADES AND ROTATIONAL SPEED (RPM),” 2021.

