

**ANALISIS PENGARUH KETEBALAN ALUMINIUM YANG
DIPERKUAT BAHAN TEMBAGA TERHADAP
SERAPAN ENERGI IMPAK**

SKRIPSI

OLEH :

**ORLANDO ADE RONASIB SIAHAAN
198130063**



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

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 8/11/24

Access From (repository.uma.ac.id)8/11/24

**ANALISIS PENGARUH KETEBALAN ALUMINIUM YANG
DIPERKUAT BAHAN TEMBAGA TERHADAP
SERAPAN ENERGI IMPAK**

SKRIPSI

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

Oleh:

**ORLANDO ADE RONASIB SIAHAAN
198130063**

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

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 8/11/24

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

Access From (repository.uma.ac.id)8/11/24

HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI


Judul Proposal : Analisis Pengaruh Ketebalan Aluminium Yang Diperkuat Bahan Tembaga Terhadap Serapan Energi Impak

Nama Mahasiswa : Orlando Ade Ronasib Siahaan

NIM : 198130063

Fakultas : Teknik Mesin

Disetujui Oleh
Komisi Pembimbing


Muhammad Yusuf Rahmansyah Siahaan, S.T., M.T.
Pembimbing


Dr. Eng. Supriatno, S.T., MT
Dekan


Dr. Eng. Wahat, S.T., MT
Ka. Prodi

Tanggal Lulus: 19 Agustus 2024

HALAMAN PERNYATAAN

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

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



Medan, 10 Juli 2024

Orlando Ade Ronasib Siahaan
198130063

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

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

Nama : Orlando Ade Ronasib Siahaan

NPM : 198130063

Program Studi : Teknik Mesin

Fakultas : Teknik

Jenis karya : Tugas Akhir/Skripsi/Tesis

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Medan Area Hak Bebas Royalti Noneklusif (*non-exclusive- free right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul: ANALISIS PENGARUH KETEBALAN ALUMINIUM YANG DIPERKUAT BAHAN TEMBAGA TERHADAP SERAPAN ENERGI IMPAK.

Beserta perangkat yang ada (jika di perlukan). Dengan hak bebas Royalti Noneklusif ini Universitas Medan Area berhak menyimpan, mengalih media/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan tugas akhir/skripsi/tesis saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/ pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini buat dengan sebenarnya.

Di buat di : Medan

Pada tanggal : 10 Juli 2024

Yang menyatakan



(Orlando Ade Ronasib Siahaan)

198130063

ABSTRAK

Aluminium adalah logam yang memiliki sifat ringan, tahan korosi, dan daya hantar listrik yang baik. Namun, aluminium memiliki sifat mekanik yang buruk sehingga perlu diberi unsur tambahan untuk memperbaiki sifat-sifat mekaniknya. Salah satu aplikasi paduan aluminium-tembaga adalah sebagai bahan perisai radiasi. Perisai radiasi digunakan untuk melindungi pekerja radiasi maupun masyarakat umum dari radiasi. Di Indonesia terdapat banyak bahan yang sangat potensial untuk dijadikan bahan perisai radiasi, diantaranya adalah besi, stainless steel dan tembaga. Dalam penelitian ini sampel aluminium dengan variasi ketebalan yang berbeda diperkuat menggunakan material tembaga dan diuji dalam kondisi impact yang terkontrol. Metode yang digunakan meliputi pengujian impact charpy untuk mengukur energi yang diserap oleh sampel saat terkena beban impact. Hasil pengujian menunjukkan bahwa spesimen aluminium yang diperkuat tembaga memiliki nilai rata-rata energi impact sebesar 102,681 Joule pada spesimen 1AT, sedangkan pada spesimen 2AT nilai impact sebesar 72,053 Joule, dan pada spesimen 3AT nilai impact sebesar 49,686. Kemudian untuk nilai rata-rata kekuatan impact pada spesimen 1AT yaitu 1,3 J/mm², spesimen 2AT yaitu 0,90 J/mm², dan spesimen 3AT yaitu 0,62 J/mm². Hasil ini menunjukkan peningkatan signifikan pada data yang telah dilakukan dalam pengujian, bahwa aluminium yang diperkuat tembaga dengan variasi ketebalan yang berbeda memiliki pengaruh yang berbeda. Terlihat bahwa material aluminium dengan ketebalan terkecil dan diperkuat material tembaga dengan ketebalan besar memiliki nilai energi impact yang terbesar.

Kata Kunci: Aluminium, Tembaga, serapan energi impact, Standar ASTM E-23, Pengujian charpy

ABSTRACT

Aluminum is a light-weight, electrically conductivity-rich metal that resists corrosion. To increase its mechanical qualities, aluminum must be combined with other elements because it has low mechanical qualities already. Aluminum-copper alloys can be used as radiation shielding materials, for example. Radiation workers and the general public are shielded from radiation by radiation shields. Iron, stainless steel, and copper are just a few of the materials that have a lot of promise for usage as radiation shielding materials in Indonesia. In this study, copper material was used to strengthen aluminum samples with varying thickness variations, and the samples were examined under controlled impact settings. The technique involves measuring the amount of energy absorbed by the sample when it is subjected to an impact load using charpy impact testing. The examination. According to the test results, the average impact energy value of the copper-reinforced aluminum specimen is 102,681 Joules in the 1AT specimen, 72,053 Joules in the 2AT specimen, and 49,686 in the 3AT specimen. Then, the 1AT specimen's average impact strength is 1.3 J/mm², the 2AT specimen's average is 0.90 J/mm², and the 3AT specimen's average is 0.62 J/mm². These outcomes significantly outperform the testing data, which indicated that the effects of various thickness variations in copper-reinforced aluminum varied. It is evident that the materials with the biggest impact energy values are reinforced copper with a large thickness and aluminum with the shortest thickness.

Keywords: *Aluminium, Copper, impact energy absorption, Standard ASTM E-23, charpy testing*

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Medan Pada tanggal 14 Juli 2000 dari ayah Ramles Siahaan dan ibu Saroha Br.Manullang. Penulis merupakan putra kedua dari tiga bersaudara.

Tahun 2018 Penulis lulus dari SMA Yayasan Perguruan Kristen Andreas Sunggal dan pada tahun 2019 terdaftar sebagai mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Medan Area.

Pada tahun 2021, Penulis melaksanakan praktek kerja lapangan (PKL) di PT. Ganda Saribu Utama, Sumatera Utara.



KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Kuasa atas segala karuniaNya sehingga skripsi ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian ini ialah pengujian spesimen dengan judul Analisis Pengaruh Ketebalan Aluminium yang Diperkuat Bahan Tembaga Terhadap Serapan Energi Impak.

Terima kasih penulis sampaikan kepada Muhammad Yusuf Rahmansyah Siahaan, S.T., M.T. selaku pembimbing yang telah banyak memberikan saran. Disamping itu penghargaan penulis sampaikan kepada teman – teman grup Impak Charpy yang telah membantu penulis selama melaksanakan penelitian. Ungkapan terima kasih juga disampaikan kepada ayah, ibu, serta seluruh keluarga atas segala doa dan perhatiannya.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir/skripsi ini masih memiliki kekurangan, oleh karena itu kritik dan saran yang bersifat membangun sangat penulis harapkan demi kesempurnaan tugas akhir/skripsi ini. Penulis berharap tugas akhir/skripsi ini dapat bermanfaat baik untuk kalangan pendidikan maupun masyarakat. Akhir kata penulis ucapkan terima kasih.

Penulis,



Orlando Ade Ronasib Siahaan

198130063

DAFTAR ISI

ANALISIS PENGARUH KETEBALAN ALUMINIUM YANG DIPERKUAT BAHAN TEMBAGA TERHADAP SERAPAN ENERGI IMPAK	i
HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	iv
ABSTRAK	v
<i>ABSTRACT</i>	vi
RIWAYAT HIDUP	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Hipotesis Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Aluminium.....	4
2.2 Tembaga	8
2.3 Perilaku Uji Impak	12
2.4 Serapan Energi Impak	19
2.5 Jenis Patahan.....	20
BAB III METODE PENELITIAN.....	23
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian.....	23
3.2 Bahan dan Alat	24
3.3 Metode Penelitian.....	26
3.4 Populasi dan Sampel.....	28
3.5 Prosedur Kerja	29
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	37
4.1 Hasil.....	37
4.2 Pembahasan	43
BAB V SIMPULAN DAN SARAN	53
5.1 Simpulan.....	53
5.2 Saran	53
DAFTAR PUSTAKA	55
LAMPIRAN	57

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Sifat Mekanik Aluminium Yang biasa dipakai	8
Tabel 3.1. Jadwal Tugas Akhir	23
Tabel 3.2. Data Populasi dan Sampel	28
Tabel 4.1. Data ukuran masing - masing bahan	38
Tabel 4.2. Data ukuran spesimen Aluminium yang diperkuat Tembaga	39
Tabel 4.3. Data hasil pengujian impak alumunium yang diperkuat tembaga	40
Tabel 4. 4. Nilai energi impak dan kekuatan impak spesimen aluminium yang diperkuat tembaga data 1	44
Tabel 4. 5. Nilai energi impak dan kekuatan impak specimen alumunium yang diperkuat tembaga data 2	46
Tabel 4. 6. Nilai energi impak dan kekuatan impak spesimen alumunium yang diperkuat tembaga data 2	47
Tabel 4. 7. Nilai seluruh rata- rata energi impak dan kekuatan impak pada spesimen	49



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Bahan Alumunium	4
Gambar 2.2. Diagram Fasa Al-Si	6
Gambar 2.5. Ilustrasi pengujian impak metode <i>charpy</i>	13
Gambar 2.6. Ilustrasi pergerakan pendulum	14
Gambar 2.7. Ilustrasi Skematis Pengujian Impak Izod	16
Gambar 2.8. Uji Impak Jatuh Bebas	18
Gambar 2.9. Patahan ulet	21
Gambar 2.10. Patahan getas	22
Gambar 3.1. Bahan Alumunium	24
Gambar 3.2. Logam Tembaga	24
Gambar 3.3. Alat Uji Impak Metode <i>Charpy</i>	25
Gambar 3.4. Lem <i>dextone</i>	25
Gambar 3.5. Ukuran spesimen dengan variasi ketebalan 4 mm dan 6 mm	27
Gambar 3.6. Ukuran spesimen dengan variasi ketebalan 5 mm dan 5 mm	27
Gambar 3.7. Ukuran spesimen dengan variasi ketebalan 6 mm dan 4	27
Gambar 3.8. Ukuran Spesimen Aliminium yang Diperkuat Tembaga	28
Gambar 4.1. Bahan alumunium sebelum diperkuat tembaga	37
Gambar 4.2. Bahan tembaga sebelum diperkuat alumunium	38
Gambar 4.3. Spesimen alumunium yang sudah diperkuat atau di join dengan tembaga	39
Gambar 4. 4. Hasil pengujian spesimen 1AT1, 1AT2 dan 1AT3	41
Gambar 4. 5. Hasil pengujian spesimen 2AT1, 2AT2 dan 2AT3	42
Gambar 4. 6. Hasil pengujian spesimen 3AT1, 3AT2 dan 3AT3	42
Gambar 4. 7. Grafik kekuatan impak alumunium diperkuat tembaga data 1	45
Gambar 4. 8. Grafik energi impak Alumunium diperkuat tembaga data 2	46
Gambar 4. 9. Grafik kekuatan impak alumunium diperkuat tembaga data 2	46
Gambar 4. 10. Grafik energi impak Alumunium diperkuat tembaga data 3	48
Gambar 4. 11. Grafik kekuatan impak Alumunium diperkuat tembaga data 3	48
Gambar 4. 12. Grafik perbandingan energi impak Alumunium yang diperkuat tembaga	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4. 13. Grafik perbandingan kekuatanimpak alumunium yangdiperkuat tembaga	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4. 14. Grafik hasil perbandingan hasil perbandingan hasil rata rata energi impak terhadap 3 variasi ketebalan	49
Gambar 4. 15. Grafik hasil perbandingan hasil rata-rata kekuatan impak terhadap 3 variasi ketebalan	49
Gambar 4. 16. Patahan Spesimen alumunium dan tembaga 1AT1, 1AT2 dan 1AT3	50
Gambar 4. 17. Patahan Spesimen alumunium dan tembaga 2AT1, 2AT2 dan 2AT3	51
Gambar 4. 18. Patahan Spesimen alumunium dan tembaga 3AT1, 3AT2 dan 3AT3	51

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Aluminium adalah logam yang memiliki sifat ringan, tahan korosi, dan daya hantar listrik yang baik. Namun, aluminium memiliki sifat mekanik yang buruk sehingga perlu diberi unsur tambahan untuk memperbaiki sifat-sifat mekaniknya. Salah satu unsur yang sering dijadikan paduan aluminium adalah tembaga. Tembaga dapat meningkatkan kekerasan, kekuatan tarik, dan ketahanan arus aluminium (Fahmi 2015).

Salah satu aplikasi paduan aluminium-tembaga adalah sebagai bahan perisai radiasi. Perisai radiasi digunakan untuk melindungi pekerja radiasi maupun masyarakat umum dari radiasi. Di Indonesia terdapat banyak bahan yang sangat potensial untuk dijadikan bahan perisai radiasi, diantaranya adalah besi, stainless steel dan tembaga yang mana logam-logam tersebut mempunyai rapat jenis tertentu dan nomor atom diatas 26 (Setiyawan, Sutanto, dan Sofjan Firdausi 2015). Namun, bahan-bahan tersebut memiliki kelemahan berupa berat jenis yang tinggi dan mudah berkarat. Oleh karena itu, paduan aluminium-tembaga dapat menjadi alternatif bahan perisai radiasi yang lebih ringan dan tahan korosi.

Salah satu faktor yang mempengaruhi kinerja bahan perisai radiasi adalah serapan energi impact. Serapan energi impact adalah kemampuan bahan untuk menyerap energi kinetik dari benturan atau tumbukan. Bahan dengan serapan energi impact yang tinggi dapat mengurangi kerusakan akibat impact dan melindungi struktur di baliknya. Serapan energi impact dipengaruhi oleh beberapa faktor, salah

satunya adalah ketebalan bahan.

Ketebalan bahan berpengaruh terhadap distribusi tegangan dan deformasi pada saat terjadi impact. Ketebalan bahan yang terlalu tipis dapat menyebabkan penetrasi atau perforasi pada bahan, sedangkan ketebalan bahan yang terlalu tebal dapat menyebabkan retak atau patah pada bahan. Oleh karena itu, perlu dilakukan analisis pengaruh ketebalan bahan terhadap serapan energi impact pada paduan aluminium-tembaga.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

- a) Bagaimana cara menganalisis pengaruh ketebalan pada bahan aluminium yang diperkuat bahan tembaga terhadap serapan energi?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk :

- a) Membuat spesimen uji impact bahan aluminium yang diperkuat bahan tembaga sesuai standar ASTM E23
- b) Menguji spesimen bahan aluminium yang diperkuat bahan tembaga menggunakan alat impact charpy.
- c) Analisis pengaruh variasi ketebalan bahan aluminium yang diperkuat bahan tembaga terhadap serapan energi.

1.4 Hipotesis Penelitian

Hipotesis penelitian ini adalah :

- a) Terdapat pengaruh signifikan antara ketebalan aluminium yang diperkuat bahan tembaga terhadap serapan energi impact.
- b) Nilai optimum ketebalan aluminium yang diperkuat bahan tembaga untuk mencapai serapan energi impact maksimum adalah sekitar 10 mm.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah :

- a) Sebagai referensi bagi peneliti selanjutnya yang ingin melakukan penelitian serupa atau berkaitan dengan topik ini.
- b) Sebagai bahan masukan bagi industri atau lembaga yang berkepentingan dengan pengembangan bahan perisai radiasi berbasis paduan aluminium-tembaga.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Aluminium

Aluminium (Al) adalah salah satu logam non ferro yang memiliki beberapa keunggulan, diantaranya adalah memiliki berat jenis yang ringan, ketahanan terhadap korosi, dan mampu bentuk yang baik (Diharjo, 1999). Adapun sifat dasar dari aluminium (Al) murni adalah memiliki sifat mampu cor yang baik dan sifat mekanik yang jelek. Oleh karena itu dipergunakan aluminium paduan sebagai bahan baku pengecoran sebab sifat mekanisnya akan dapat diperbaiki dengan menambahkan unsur-unsur lain seperti tembaga (Cu), silisium (Si), mangan (Mn), magnesium (Mg) dan sebagainya (Surdia dkk, 1985). Dengan keunggulan tersebut, maka pemanfaatan material aluminium pada beberapa sektor industri menjadi semakin meningkat. Sehingga pemanfaatan kembali aluminium bekas merupakan salah satu alternatif untuk menanggulangi kelangkaan bahan baku aluminium (Al), selain itu akan lebih menghemat sumber daya alam yang ada. Bahan aluminium ini di tunjukan pada gambar 2.1.



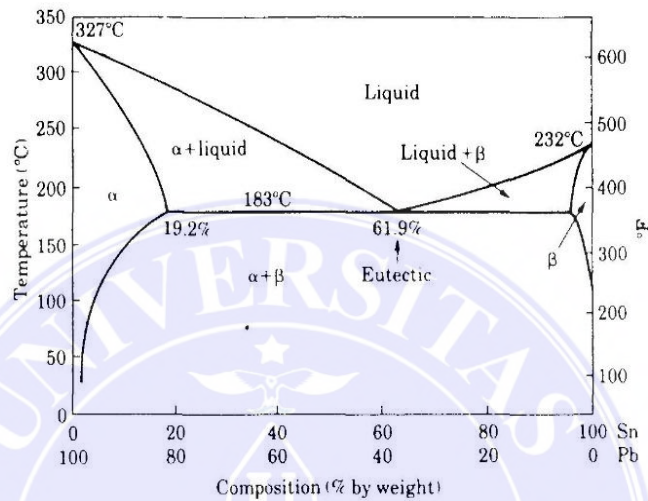
Gambar 2.1. Bahan Alumunium

Paduan aluminium dapat diklasifikasikan berdasarkan jenis, perlakuan panas, dan nomor seri. Jenis paduan aluminium terdiri dari paduan cor dan paduan tempa. Paduan cor adalah paduan yang dibuat dengan cara menuangkan cairan logam ke dalam cetakan, sedangkan paduan tempa adalah paduan yang dibuat dengan cara menekan atau menggulung logam dalam keadaan padat. Perlakuan panas adalah proses pemanasan dan pendinginan logam untuk mengubah sifat-sifatnya. Paduan aluminium yang dapat diperlakukan panas adalah paduan yang dapat meningkatkan kekuatan dan kekerasannya dengan cara penuaan (*aging*), sedangkan paduan aluminium yang tidak dapat diperlakukan panas adalah paduan yang hanya mengandalkan pekerjaan dingin (*cold working*) untuk meningkatkan kekuatan dan kekerasannya. Nomor seri adalah kode angka yang menunjukkan komposisi kimia dan klasifikasi paduan aluminium.

Kelebihan dari logam aluminium adalah memiliki berat sepertiga dari berat baja, memiliki konduktivitas panas dan listrik yang baik, rasio kekuatan dan berat yang tinggi, tahan terhadap korosi, memiliki sifat yang baik serta mudah dicetak. Aluminium yang dijumpai dalam bidang teknik kebanyakan dalam bentuk alloy dengan unsur penambah utama seperti silikon, copper, magnesium, iron, mangan dan zincum (Nadca, 1997).

Beberapa aplikasi paduan aluminium dalam industri antara lain adalah sebagai bahan konstruksi bangunan, kendaraan bermotor, pesawat terbang, peralatan rumah tangga, peralatan elektronik, peralatan medis, peralatan militer, dan lain-lain. Paduan aluminium dipilih karena memiliki berbagai keuntungan, seperti bobot ringan, biaya rendah, ketersediaan tinggi, kemudahan pembuatan dan perawatan, serta kinerja yang baik (Fuad, 2010) menambahkan bahwa paduan Al-

Si memiliki sifat mampu cor yang baik, tahan korosi, dapat diproses dengan pemesinan dan dapat dilas. Diagram ini digunakan sebagai pedoman umum untuk menganalisa perubahan fasa pada pengecoran paduan Al-Si. Gambar diagram fasa Al-Si dapat dilihat pada gambar 2.2



Gambar 2.2. Diagram Fasa Al-Si

2.1.1 Klasifikasi Aluminium Berdasarkan Komposisi Kimia

1. Aluminium Murni

- a.) Aluminium 99%: Mengandung aluminium dengan kemurnian tinggi (99% atau lebih).
- b.) Digunakan dalam aplikasi yang memerlukan konduktivitas listrik tinggi dan ketahanan korosi yang baik.

2. Paduan Aluminium

- a.) Paduan Seri 1xxx: Paduan dengan aluminium murni (minimum 99% Al), memiliki konduktivitas listrik dan ketahanan korosi yang sangat baik.
- b.) Paduan Seri 2xxx: Paduan aluminium-tembaga, dikenal dengan kekuatan tinggi, biasanya digunakan dalam industri kedirgantaraan.

- c.) Paduan Seri 3xxx: Paduan aluminium-mangan, memiliki ketahanan korosi yang baik dan digunakan dalam industri makanan dan minuman.
- d.) Paduan Seri 4xxx: Paduan aluminium-silikon, digunakan dalam aplikasi pengelasan dan pengecoran.
- e.) Paduan Seri 5xxx: Paduan aluminium-magnesium, memiliki kekuatan sedang hingga tinggi dan ketahanan korosi yang baik, sering digunakan dalam industri kelautan.
- f.) Paduan Seri 6xxx: Paduan aluminium-magnesium-silikon, dapat diolah dengan panas, memiliki sifat mekanik yang baik dan ketahanan korosi, umum digunakan dalam konstruksi.
- g.) Paduan Seri 7xxx: Paduan aluminium-seng, dikenal dengan kekuatan tinggi, biasanya digunakan dalam industri kedirgantaraan dan otomotif.
- h.) Paduan Seri 8xxx: Paduan aluminium dengan elemen lain (seperti lithium), digunakan dalam aplikasi khusus.

2.1.2 Sifat – Sifat aluminium

Aluminium adalah logam ringan dengan kepadatan sekitar $2,70 \text{ g/cm}^3$, yang membuatnya lebih ringan dibandingkan banyak logam lainnya seperti baja atau tembaga. Kekuatan tarik aluminium bervariasi tergantung pada paduan dan perlakuan panasnya. Kekuatan tarik umumnya berada di kisaran 70 hingga 700 MPa. Aluminium memiliki titik lebur relatif rendah sekitar 660°C , yang memungkinkan proses pengecoran dan daur ulang yang lebih mudah. Sifat – sifat mekanik aluminium dapat dilihat pada tabel 2.1 berikut :

Tabel 2.1. Sifat Mekanik Aluminium Yang biasa dipakai

Base metal	Yeild strength		Tensile strength		% Elongation in 2 inch (50 mm) Gage length	Hardness (BHN)
	Psi	Mpa	psi	Mpa		
Aluminium	5	34	13	89.6	35	23

2.2 Tembaga

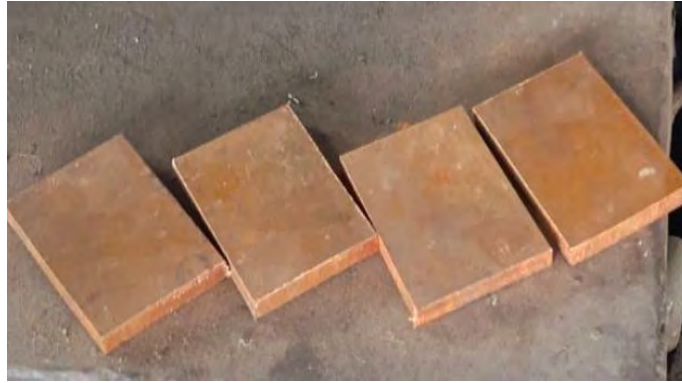
Tembaga adalah logam yang ditemukan sebagai unsur atau berasosiasi dengan tembaga dan perak. Tembaga ini terdapat dalam jumlah yang relatif besar dan ditemukan selama pemisahan dari bijinya (coal) pada elektrolisis dan pemurnian tembaga (Hartati, 1996).

Tembaga (Cu) merupakan logam transisi golongan IB yang memiliki nomor atom 29 dan berat atom 63,55 g/mol. Tembaga dalam bentuk logam memiliki warna kemerah-merahan, namun lebih sering ditemukan dalam bentuk berikatan dengan ion-ion lain seperti sulfat sehingga memiliki warna yang berbeda dari logam tembaga murni. Tembaga sulfat pentahidrat ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) merupakan salah satu bentuk persenyawaan Cu yang sering ditemukan. Senyawa tersebut biasa digunakan dalam bidang industri, misalnya untuk pewarnaan tekstil, untuk penyepuhan, pelapisan, dan pembilasan pada industri perak (Denis Herlin Saputri 2013). Tembaga dengan nama kimia cupprum dilambangkan dengan Cu. Unsur logam ini berbentuk kristal dengan warna kemerahan. Dalam tabel periodik unsur-

unsur kimia, tembaga menempati posisi dengan nomor atom 29 dan mempunyai bobot atau berat atom 63,546. Unsur tembaga di alam dapat ditemukan dalam bentuk logam bebas, akan tetapi lebih banyak ditemukan dalam bentuk persenyawaan atau sebagai senyawa padat dalam bentuk mineral (Sriati, Dkk 2013).

Tembaga memiliki banyak manfaat dalam bidang industri, elektronik, perhiasan, kesehatan, dan lain-lain. Tembaga dimanfaatkan untuk berbagai alat listrik dan rumah tangga karena sifatnya sebagai penghantar listrik yang baik. Tembaga juga merupakan komponen utama perlengkapan handphone, komputer, dan elektronik lainnya. Tembaga juga dapat digunakan untuk membuat berbagai perhiasan menarik, terutama ketika dicampurkan dengan emas atau logam lainnya. Tembaga juga memiliki fungsi biologis sebagai kofaktor enzim, antioksidan, antiinflamasi, antikanker, dan antibakteri. Tembaga juga dapat membantu menjaga kesehatan kulit, rambut, tulang, saraf, dan sistem kekebalan tubuh.

Tembaga memiliki beberapa keunggulan dan kerugian sebagai material. Keunggulan tembaga adalah memiliki konduktivitas panas dan listrik yang tinggi, tahan terhadap korosi, mudah dibentuk dan disambung, memiliki warna yang menarik, dan memiliki nilai ekonomis yang tinggi. Kerugian tembaga adalah memiliki berat jenis yang tinggi, mudah melunak pada suhu tinggi, mudah teroksidasi pada udara lembab, dan memiliki harga yang relatif mahal. Bahan tembaga ini ditunjukkan pada gambar 2.4.



Gambar 2.3. Bahan Tembaga

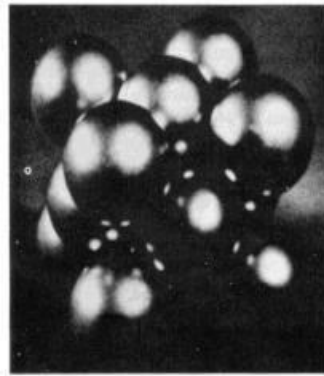
2.2.1 Klasifikasi Tembaga

Sistem penamaan *Unified Numbering System* (UNS) merupakan sistem penamaan yang diterima secara luas untuk produk *wrought copper*, *cast copper*, dan paduan tembaga. Penamaannya biasanya dapat diketahui dengan 5 digit angka yang dimulai dengan huruf “C”. Sistem penamaan ini didasarkan pada sistem penamaan sebelumnya yang menggunakan 3 digit angka dalam industri tembaga di Amerika Serikat. Sebagai contoh, *Copper Alloy* No. 377 menjadi C37700 dalam sistem penamaan UNS. Sistem penamaan ini didaftarkan oleh *Copper Association Development (CDA)*. Penamaan ini kemudian disusun oleh *American Society for Testing Materials (ASTM)* dan *Society of Automotive Engineers (SAE)*. Penamaan range C10000 sampai C79999 merupakan penamaan yang digunakan untuk *wrought copper*, sedangkan range C80000 sampai C99999 merupakan penamaan untuk *cast alloy* (Cowie 2006).

2.2.2. Sifat – Sifat Tembaga

Tembaga adalah logam non-polimorf dengan kisi face centered cubic (FCC), seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.3. Tembaga murni berwarna kemerahan, kekuningan bila dicampur dengan seng, dan keperakan bila dicampur

dengan nikel (Skočovský 2000).



Gambar 2.4. Struktur Kristal Tembaga

Sifat-sifat yang pada umumnya dianggap sebagai keunggulan tembaga antara lain sebagai berikut:

1. Konduktivitas termal dan listrik yang bagus
2. Kombinasi kekuatan dan keuletan yang baik
3. Mudah difabrikasi (*machinability, castability, serta weldability*)
4. Memiliki ketahanan korosi yang tinggi
5. Memiliki penampilan estetika yang baik (Kutz 2006).

Tabel 2.2. Sifat Mekanik Tembaga Yang Biasa Digunakan

Base metal	Yield strength		Tensile Strength		% Elongation in 2 inch (50 mm) gage length	Hardness (BHN)
	Psi	Mpa	Psi	Mpa		
Copper	10	68	33	227	40	30

Tabel 2.2 di atas memperlihatkan sifat mekanik umum dari tembaga yang sering digunakan dalam industri fabrikasi. *Tensile Strength* (kekuatan tarik) adalah beban maksimal yang dapat ditahan oleh material sebelum patah, sedangkan *Yield Strength* (kekuatan luluh) adalah beban saat material mulai kehilangan elastisitasnya. *Elongation* (pemanjangan) adalah pengujian mekanis untuk mengukur pemanjangan material hingga putus, yang dihitung dengan

rumus: $\text{Elongation (\%)} = ((\text{panjang akhir} - \text{panjang awal}) : \text{panjang awal}) \times 100$.

Hardness (kekerasan) diukur dengan uji kekerasan *Brinell*, sebuah pengujian kekerasan terhadap suatu bahan, dalam tes ini, sebuah bola baja berdiameter tertentu diletakkan di atas bahan yang sedang diuji, lalu dikenakan suatu beban.

2.3. Perilaku Uji Impak

Menurut Dieter, George E (1988) uji impak digunakan dalam menentukan kecenderungan material untuk rapuh atau ulet berdasarkan sifat ketangguhannya. Hasil uji impak juga tidak dapat membaca secara langsung kondisi perpatahan batang uji, sebab tidak dapat mengukur komponen gaya-gaya tegangan tiga dimensi yang terjadi pada batang uji. Hasil yang diperoleh dari pengujian impak ini, juga tidak ada persetujuan secara umum mengenai interpretasi atau pemanfaatannya.

Sejumlah uji impak batang uji bertakik dengan berbagai desain telah dilakukan dalam menentukan perpatahan rapuh pada logam. Metode yang telah menjadi standar untuk uji impak ini ada 2, yaitu uji impak metode Charpy dan metode Izod. Metode charpy banyak digunakan di Amerika Serikat, sedangkan metode izod lebih sering digunakan di sebagian besar dataran Eropa (Handoyo 2013).

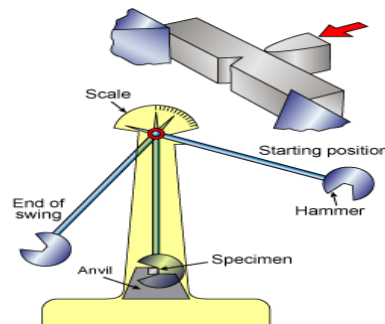
2.3.1 Uji Impak Charpy

Uji impak charpy adalah salah satu metode pengujian sifat mekanik material yang bertujuan untuk mengetahui ketangguhan atau kegetasan material terhadap beban tiba-tiba (Handoyo 2013). Uji impak charpy dilakukan dengan cara memberikan beban kejut pada spesimen material yang memiliki takik berbentuk V atau U pada bagian tengahnya.

Uji impak charpy menggunakan alat yang terdiri dari palu pendulum yang dapat berayun secara bebas, pemegang spesimen, dan alat ukur energi impak. Palu pendulum diayunkan dari ketinggian tertentu hingga mengenai spesimen dan mematahkannya. Energi impak adalah selisih antara energi potensial palu sebelum dan sesudah mengenai spesimen (Nuhgraha dkk. 2020).

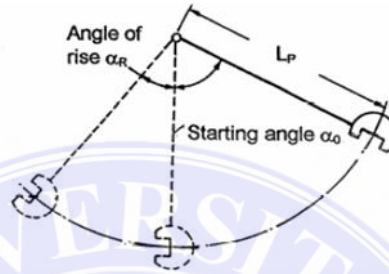
Energi impak dapat digunakan untuk mengukur ketangguhan material, yaitu kemampuan material untuk menyerap energi sebelum patah. Semakin besar energi impak yang dibutuhkan untuk mematahkan spesimen, semakin tangguh material tersebut. Uji impak charpy dapat digunakan untuk membandingkan sifat mekanik material yang berbeda atau material yang sama dengan perlakuan panas yang berbeda.

Uji impak charpy dapat diterapkan pada berbagai jenis material, seperti logam, keramik, polimer, komposit, dan lain-lain. Uji impak *charpy* dapat mensimulasikan kondisi operasi material yang sering ditemui dalam perlengkapan transportasi atau konstruksi dimana beban tidak selamanya terjadi secara perlahan-lahan melainkan datang secara tiba-tiba. Ilustrasi pengujian impak metode charpy diperlihatkan pada gambar 2.5 berikut.



Gambar 2.3. Ilustrasi pengujian impak metode *charpy*

Ketika suatu pengujian dilakukan, energi yang diserap oleh suatu benda uji (atau lebih tepatnya energi yang dilepaskan oleh pendulum selama tumbukan) 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 2.6 berikut.



Gambar 2.4. Ilustrasi pergerakan pendulum

Alat uji impak *charpy* memiliki begitu banyak keunggulan sehingga banyak digunakan daripada alat uji impak izod dan lainnya. Berikut ini merupakan keunggulan uji impak metode charpy, antara lain:

1. Hasil pengujian lebih akurat.
2. Pengerjaan lebih mudah dipahami dan dilakukan.
3. Menghasilkan tegangan lebih seragam disepanjang penampang
4. Harga alat lebih murah
5. Waktu pengujian terbilang singkat.

Walaupun memiliki keunggulan yang begitu mumpuni, uji impak metode charpy juga memiliki kelemahan atau kekurangan, yaitu:

1. Hanya dapat dipasang pada posisi horizontal saja.
2. Spesimen tidak dicekam, mengakibatkan spesimen dapat bergeser.
3. Hanya bisa dilakukan pada spesimen yang kecil.

4. Hasil pengujian kurang tepat dimanfaatkan dalam perancangan karena level tegangan yang diberikan tidak rata.

2.3.2 Uji Impak Izod

Uji impak izod adalah salah satu metode pengujian impak yang menggunakan teknik kantilever, yaitu spesimen dijepit pada satu ujung hingga takik berada dekat penjepit. Uji ini dapat digunakan untuk bahan logam maupun non-logam (Porawati 2018). Tujuan uji ini adalah untuk mengetahui kekuatan impak dan sensitivitas takik pada material pada laju regangan tinggi.

Uji impak izod dilakukan dengan menggunakan alat uji impak pendulum atau *drop-weight*, yang memiliki energi tertentu dan tinggi jatuh yang ditentukan. Pendulum diayunkan dari ketinggian tertentu akan memukul ujung spesimen yang tidak dijepit dari depan takik. Akibatnya, pendulum tidak kembali ke ketinggian jatuh semula setelah tumbukan. Perbedaan tinggi terukur antara tinggi jatuh dan tinggi jatuh kenaikan menjadi ukuran energi yang diserap oleh spesimen.

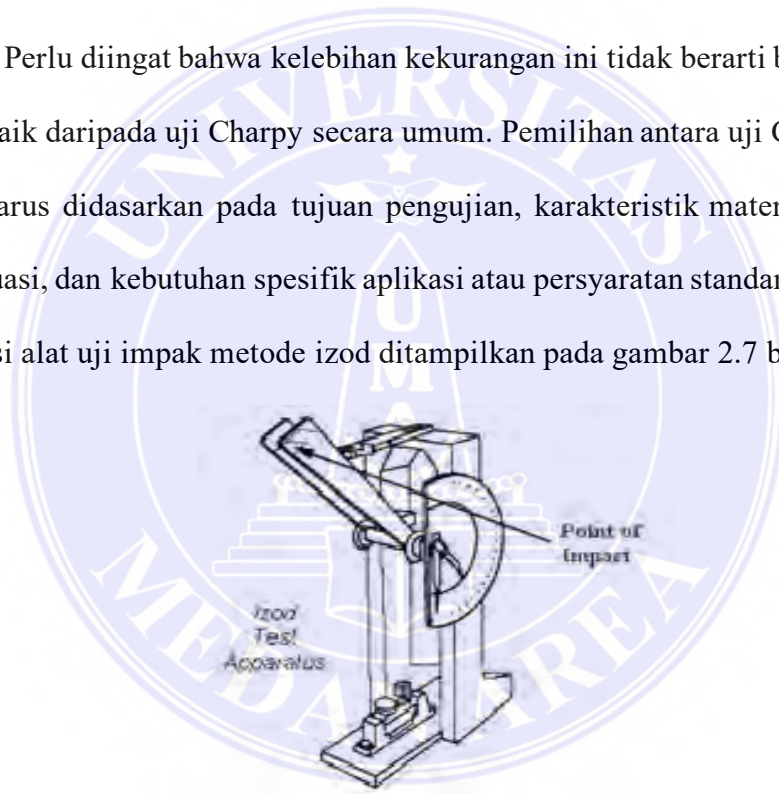
Uji impak izod memiliki beberapa keuntungan dan kerugian. Keuntungan dari uji ini adalah:

- a. Mudah dilakukan dan membutuhkan spesimen yang relatif kecil.
- b. Dapat memberikan informasi tentang perilaku kegagalan material atau komponen yang mengalami pemuatan cepat dan pada temperatur yang bervariasi.
- c. Dapat digunakan untuk perbandingan bahan cetakan yang berbeda, pemantauan toleransi, pembuatan kartu material, dan pengukuran efek penuaan.

Kerugian dari uji ini adalah:

- a. Tidak dapat memberikan informasi tentang sifat mekanik material secara detail, seperti modulus elastisitas, tegangan luluh, atau tegangan maksimum.
- b. Tidak dapat mengukur gaya secara langsung, tetapi hanya energi yang diserap.
- c. Tidak dapat digunakan untuk material yang sangat rapuh atau sangat lentur.

Perlu diingat bahwa kelebihan kekurangan ini tidak berarti bahwa uji Izod lebih baik daripada uji Charpy secara umum. Pemilihan antara uji Charpy dan uji Izod harus didasarkan pada tujuan pengujian, karakteristik material yang akan dievaluasi, dan kebutuhan spesifik aplikasi atau persyaratan standar yang relevan. Ilustrasi alat uji dampak metode izod ditampilkan pada gambar 2.7 berikut.



Gambar 2.5. Ilustrasi Skematis Pengujian Impak Izod

2.3.3 Uji Impak Jatuh Bebas

Uji impak jatuh bebas adalah suatu pengujian untuk mengukur ketahanan bahan terhadap beban kejut (dinamis) yang disimulasikan dengan menjatuhkan benda dari ketinggian tertentu. Uji impak jatuh bebas memanfaatkan massa benda

dan gaya gravitasi untuk menghasilkan energi kinetik yang akan ditransfer ke bahan uji saat terjadi benturan (Dailami, Bahri, dan Hamdani 2020).

Sebuah benda jatuh bebas dari keadaan mula berhenti mengalami pertambahan kecepatan selama benda tersebut jatuh. Jika benda jatuh ke bumi dari ketinggian tertentu relatif kecil dibandingkan dengan jari-jari bumi, maka benda mengalami pertambahan kecepatan dengan harga yang sama setiap detik. Hal ini berarti bahwa percepatan ke bawah benda bertambah dengan harga yang sama jika sebuah benda ditembakkan ke atas kecepatannya berkurang dengan harga yang sama setiap detik dan perlambatan ke atasnya seragam (Basir 2008).

Uji impak jatuh bebas dapat digunakan untuk menganalisis pengaruh pembebanan impak terhadap energi yang diserap, harga impak, momentum, implus dan ketangguhan pada material.

Uji impak jatuh bebas dapat dilakukan dengan menggunakan alat uji impak jatuh bebas model drop weight test. Alat uji ini terdiri dari beberapa komponen utama, yaitu: tiang struktur utama, pipa peluncur, meja anvil, striker dan spesimen. Tiang struktur utama berfungsi sebagai penyangga alat uji dan tempat meletakkan pipa peluncur. Pipa peluncur berfungsi sebagai tempat meluncurkan striker yang akan menjatuhkan beban pada spesimen. Meja anvil berfungsi sebagai tempat menempelkan spesimen yang akan diuji. Striker berfungsi sebagai beban yang akan memberikan benturan pada spesimen. Spesimen adalah bahan uji yang akan dianalisis perilaku mekanisnya akibat beban impak.

Uji impak jatuh bebas dilakukan dengan cara menjatuhkan striker dari ketinggian tertentu (h) ke atas spesimen yang ditempelkan pada meja anvil. Saat striker menyentuh spesimen, terjadi transfer energi kinetik dari striker ke spesimen.

Energi kinetik ini akan menyebabkan spesimen mengalami deformasi dan pembengkokan akibat benturan. Energi kinetik yang tidak digunakan untuk deformasi spesimen disebut sebagai energi yang diserap oleh spesimen.

Ilustrasi alat uji impak metode uji impak jatuh bebas ditampilkan pada gambar 2.8 berikut.



Gambar 2.6. Uji Impak Jatuh Bebas

2.3.4 Uji Impak Air Gun Compressor

Metode uji impak air gun compressor digunakan untuk mengukur kekuatan dan keretakan bahan yang terkena beban impak yang besar secara dinamis. Dalam metode ini, alat uji yang digunakan adalah air gun compressor (AGC), yang memiliki tiga batang yang berbaris koliner, yaitu batang impak, batang penerus dan batang uji. Dalam uji impak ini, beban impak mengenai satu ujung batang impak, yang menimbulkan gelombang tekanan yang melaju melalui batang dan spesimen. Gelombang tekanan ini dapat diukur dengan sensor tegangan yang terletak pada batang. Dengan menganalisis gelombang tekanan yang bergerak masuk dan keluar dari spesimen, kekuatan dan keretakan bahan dapat ditentukan (Haiyum 2010).

Kelebihan alat uji impact air gun compressor adalah mempunyai akurasi yang akurat, biaya relatif rendah, dan alat uji impact air gun compressor dapat digunakan untuk menguji berbagai jenis benda berbagai ukuran. Kelemahan alat uji impact air gun compressor adalah penggunaan energi yang tinggi dan pengaturan yang rumit .

2.4. Serapan Energi Impak

Serapan energi impact adalah proses penyerapan energi yang besar dari energi kinetik suatu beban yang menumbuk ke benda uji. Serapan energi impact dapat digunakan untuk menguji sifat mekanik material, seperti kekuatan, kekerasan dan keuletan (Wardani, Samantha, dan Budiman 2016). Serapan energi impact juga dapat dirancang untuk mencegah atau mengurangi kerusakan akibat tabrakan, seperti pada crash zone area pada kereta api. (Setiawan dkk. 2019)

Ada beberapa metode pengujian impact yang umum digunakan, seperti metode Izod dan Charpy. Metode Izod menggunakan benda uji dengan takik di tengah dan dipasang secara vertikal pada alat uji. Metode Charpy menggunakan benda uji dengan takik di tengah dan dipasang secara horizontal pada alat uji. Kedua metode ini menggunakan bandul yang dilepaskan dari sudut tertentu dan menumbuk benda uji dengan kecepatan tinggi. Energi impact dihitung dari selisih energi potensial bandul sebelum dan sesudah tumbukan.

Energi yang diserap dapat dihitung menggunakan rumus berikut.

$$W = mp g Lp (\cos \alpha r - \cos \alpha 0) \dots\dots\dots (2.1)$$

dimana :

Sedangkan, untuk menentukan kekuatan impact charpy maupun izod dari

- W = Energi (J)
- Mp = Massa pendulum (Kg)
- G = Ketetapan Gravitasi (9,81 m/s²)
- Lp = Panjang lengan pendulum (m)

spesimen a_{cU} yang tidak memiliki lekukan juga dikenal sebagai ketahanan material, energi Wc yang digunakan untuk mematahkan spesimen terkait dengan luas penampang awal spesimen, dengan rumus berikut ini.

$$a_{cU} = \frac{Wc}{b.h} \dots\dots\dots (2.2)$$

dimana:

a_{cN} = Kekuatan impak (J/mm^2)

Wc = Energi (J)

bn = Lebar benda uji (mm)

h = Tinggi benda uji (mm)

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 a_{cN} , dihitung dari energi yang diserap selama tumbukan Wc dalam kaitannya dengan luas penampang awal terkecil dari spesimen di dasar takikan.

$$a_{cN} = \frac{Wc}{bn.h} \dots\dots\dots (2.3)$$

dimana:

a_{cN} = Kekuatan impak (J/mm^2)

Wc = Energi (J)

bn = Lebar benda uji (mm)

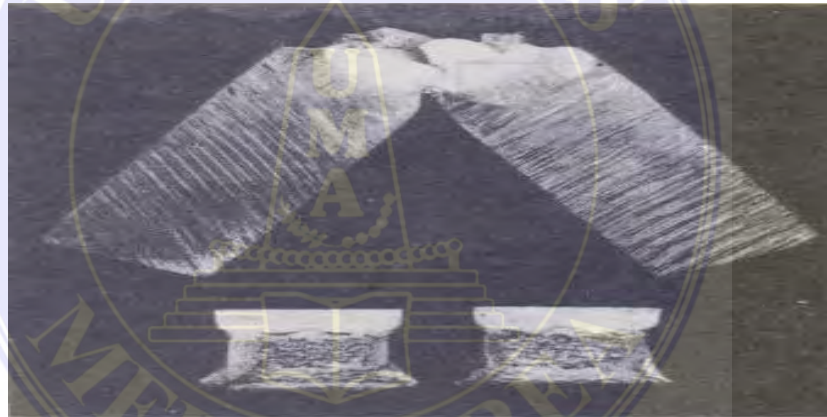
h = Tinggi benda uji (mm)

2.5 Jenis Patahan

Patahan pada material adalah suatu kondisi dimana terjadi kerusakan atau

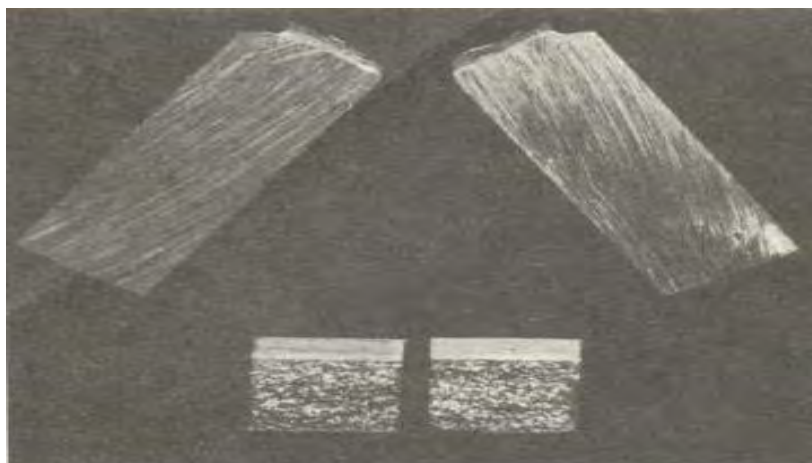
pemisahan material akibat adanya beban atau gaya yang melebihi batas kekuatan material. Patahan pada material dapat mempengaruhi sifat mekanik, fungsi, dan keandalan material. Patahan pada material dapat dikategorikan berdasarkan jenis beban, mekanisme perpatahan, dan morfologi permukaan patahan. Menurut Akhmad, H. W, perpatahan impact digolongkan menjadi 3 jenis, yaitu:

1. Perpatahan Ulet, berserat (*fibrous fracture*), yang melibatkan mekanisme pergeseran bidang kristal di dalam bahan (*logam*) yang ulet (*ductile*). Ditandai dengan permukaan patahan berserat yang berbentuk dimpel yang menyerap cahaya dan berpenampilan buram. patah ulet dapat dilihat pada gambar



Gambar 2.7. Patahan ulet

2. Perpatahan getas, granular/kristalin, yang dihasilkan oleh mekanisme pembelahan (*cleavage*) pada butir-butir dari bahan (*logam*) yang rapuh (*brittle*). Ditandai dengan permukaan patahan yang datar yang mampu memberikan daya pantul cahaya yang tinggi (*mengkilat*). patah getas dapat dilihat pada gambar



Gambar 2.8. Patahan getas

3. Perpatahan campuran (*berserat dan granular*). Merupakan kombinasi dua jenis perpatahan di atas permukaannya terlihat kusam dan sedikit berserat, potongan masih dapat dipasang kembali, dan terdapat deformasi pada retakan (Hasrin 2013).

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

3.1.1 Tempat

Ada pun pengujian eksperimen dilaksanakan di Labolatorium Manufaktur Program Studi Teknik Mesin Universitas Medan Area.

3.1.2 Waktu

Adapun waktu penelitian diawali sejak tanggal di keluarkannya Surat Keputusan tugas akhir dan penentuan dosen pembimbing dengan detail jadwal tugas akhir seperti terlihat pada tabel 3.1 sebagai berikut :

Tabel 3.1. Jadwal Tugas Akhir

Aktifitas	Tahun 2023-2024								
	Jun	Nov	Des	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agt
Pengajuan Judul									
Penulisan Proposal									
Seminar Proposal									
Proses Penelitian									
Pengolahan Data Penyelesaian Laporan									
Seminar Hasil									
Evaluasi dan persiapan Sidang									
Sidang Sarjana									

3.2 Bahan dan Alat

3.2.1 Bahan

Pada proses penelitian ini digunakan beberapa bahan uji yang dijabarkan sebagai berikut :

1. Alumunium

Aluminium (Al) adalah salah satu logam non ferro yang memiliki beberapa keunggulan, diantaranya adalah memiliki berat jenis yang ringan, ketahanan terhadap korosi, dan mampu bentuk yang baik



Gambar 3.1. Bahan Alumunium

2. Logam Tembaga

Tembaga adalah logam yang ditemukan sebagai unsur atau berasosiasi dengan tembaga dan perak. Tembaga ini terdapat dalam jumlah yang relatif besar dan ditemukan selama pemisahan dari bijinya (*coal*) pada elektrolisis dan pemurnian tembaga dapat dilihat pada gambar 3.2 berikut ini.



Gambar 3.2. Logam Tembaga

3.2.2 Alat

Adapun alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Alat uji impak metode *charpy*

Pengujian ini digunakan untuk mengetahui kekuatan dari spesimen yang akan di uji dengan alat impak *charpy*. Alat uji impak metode *charpy* dapat dilihat pada gambar 3.3 berikut ini:



Gambar 3.3. Alat Uji Impak Metode *Charpy*

2. Lem *Dextone*



Gambar 3.4. Lem *dextone*

Lem *dextone* atau perekat berfungsi untuk menempelkan kedua bahan menjadi satu spesimen.

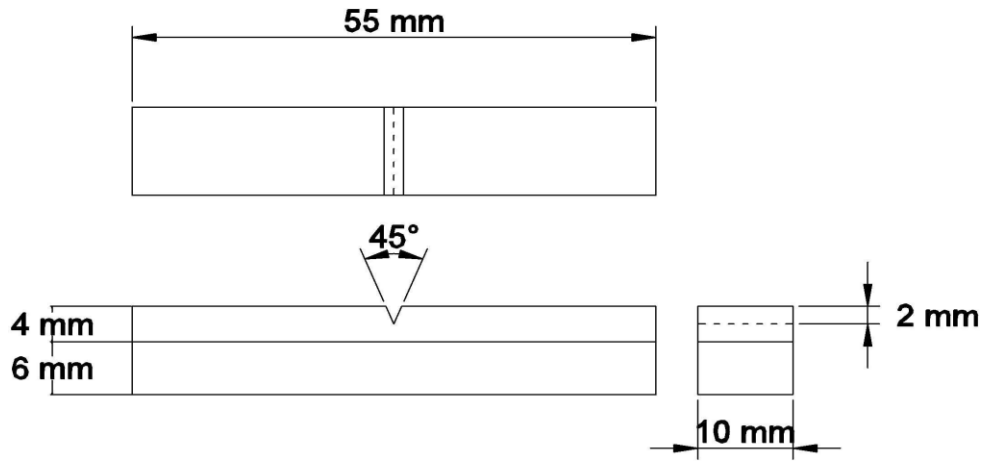
3.3 Metode Penelitian

Metode yang akan digunakan dalam penelitian ini dapat dijabarkan sebagai berikut:

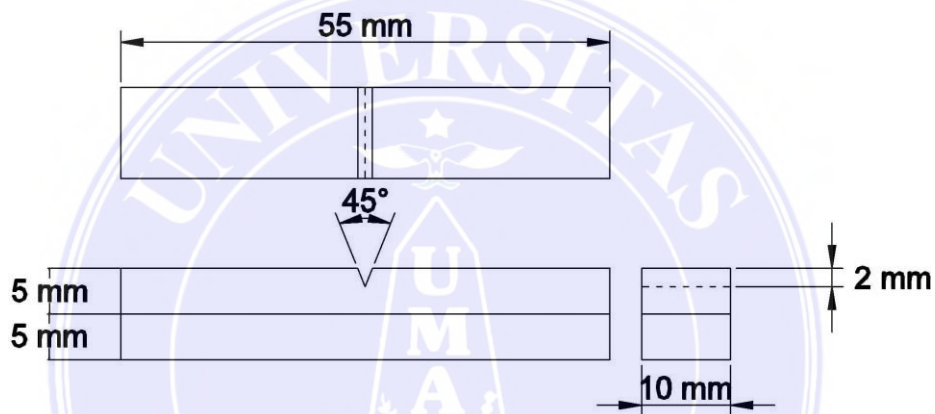
1. Observasi literatur jurnal dan buku.
2. Melakukan survei ketersediaan peralatan impak *charpy* pada daerah Medan.
3. Membeli bahan logam aluminium dan logam tembaga dengan ukuran 100mm L x 60mm W x 10mm T melalui toko online.
4. Membuat spesimen uji material sesuai standard ASTM E23 menggunakan logam aluminium dan logam tembaga dengan variasi ketebalan.
5. Melakukan pengujian spesimen material dengan adanya pengaruh suhu yang diberikan sebelum pengujian alat uji impak *charpy* di Laboratorium Metalurgi Universitas Sumatera Utara.
6. Mencatat hasil pengujian spesimen pada alat uji impak *charpy* yang dilakukan di Laboratorium Metalurgi Universitas Sumatera Utara.
7. Melakukan analisis data hasil pengujian menggunakan persamaan:

$$W = mp g Lp (\cos \alpha - \cos \alpha_0)$$

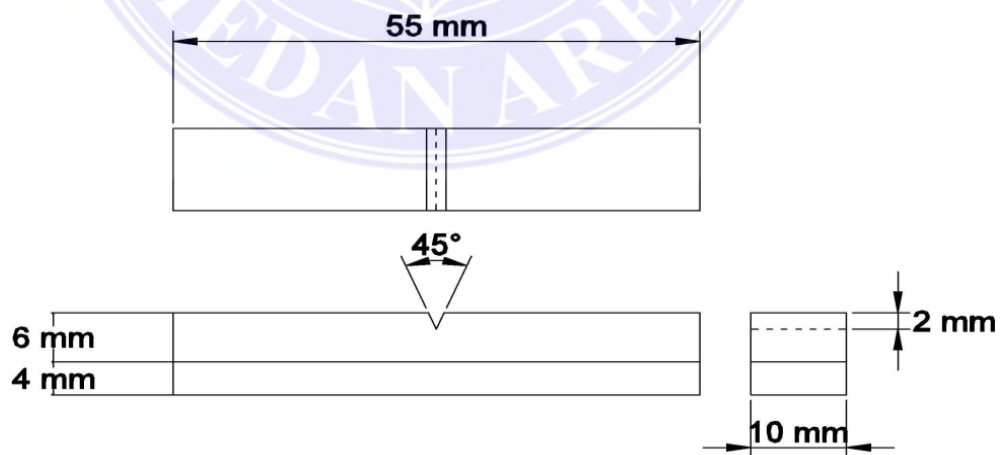
8. Membuat laporan naskah seminar hasil.
9. Membuat laporan naskah sidang sarjana.



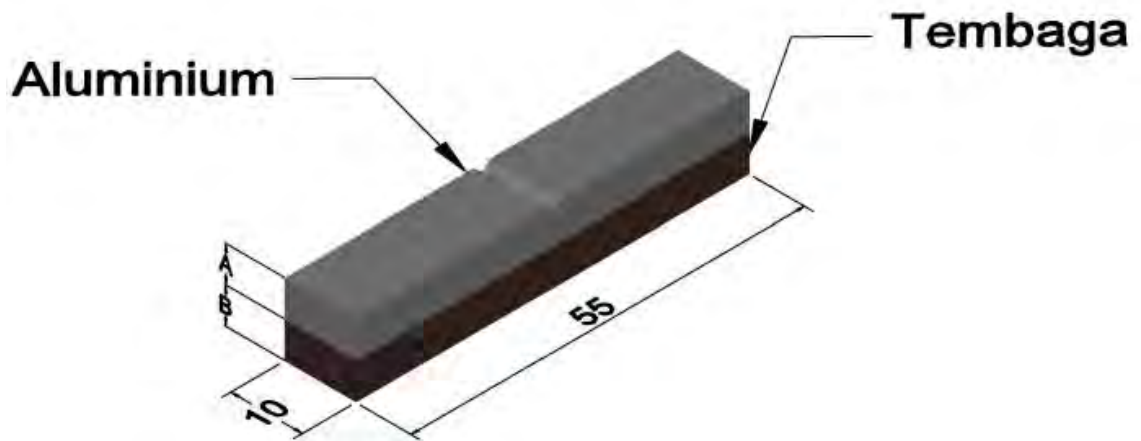
Gambar 3.5. Ukuran spesimen dengan variasi ketebalan 4 mm dan 6 mm



Gambar 3.6. Ukuran spesimen dengan variasi ketebalan 5 mm dan 5 mm



Gambar 3.7 Ukuran spesimen dengan variasi ketebalan 6 mm dan 4



Gambar 3.8. Ukuran Spesimen Aliminium yang Diperkuat Tembaga

Gambar 3.5 hingga 3.8 merupakan ukuran spesimen dari berbagai sudut pandang, gambar 3.8 merupakan Aluminium yang yang diperkuat Tembaga

3.4 Populasi dan Sampel

Pada penelitian ini untuk populasi dan sampel menggunakan bahan logam alumunium dan logam tembaga dengan variasi ketebalan dan pengaruh suhu masing-masing sebanyak 3 sampel variasi.

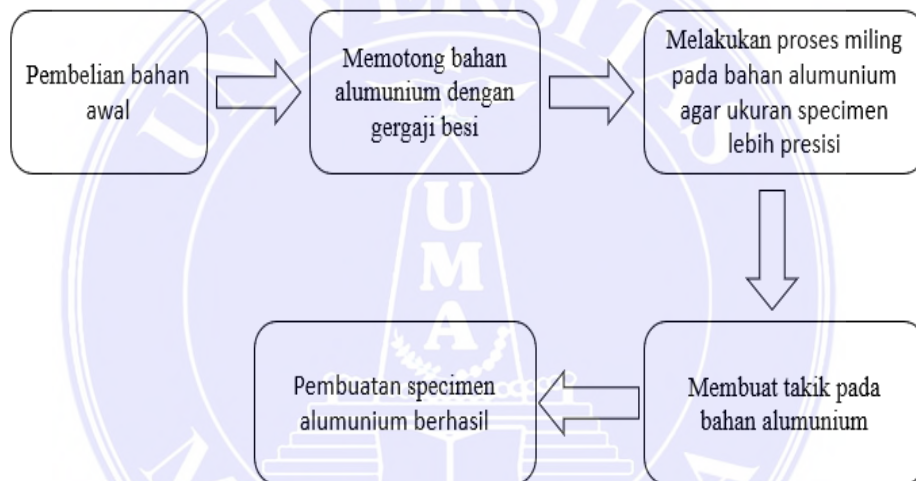
Tabel 3.2. Data Populasi dan Sampel

No	Bahan Material	l	w	t
		Mm	mm	mm
1	Aluminium	55	10	6
	Tembaga	55	10	4
2	Aluminium	55	10	5
	Tembaga	55	10	5
3	Aluminium	55	10	4
	Tembaga	55	10	6

3.5 Prosedur Kerja

3.5.1 Prosedur Pembuatan spesimen alumunium

Proses pembuatan spesimen dijalankan secara manual melalui serangkaian langkah. Material awal dibeli dengan dimensi panjang 80 mm, lebar 50 mm dan ketebalan yang bervariasi antara 6 mm, 5 mm, dan 4 mm untuk bahan kuningin. Material tersebut selanjutnya dipotong hingga berukuran panjang 55 mm, lebar 10 mm dengan ketebalan yang sama, dan diberikan takik berbentuk V, sebagaimana yang digambarkan pada gambar 3.9 sampai 3.10.



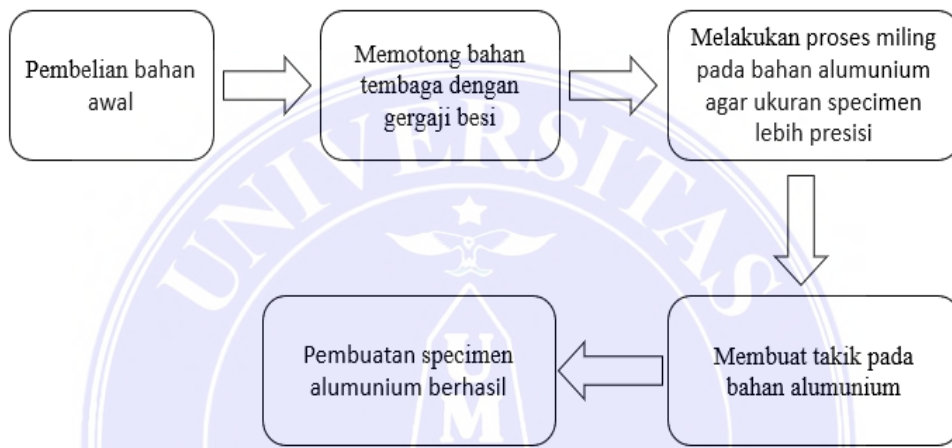
Gambar 3.9. Diagram alir pembuatan spesimen alumunium



Gambar 3.10. Alumunium setelah dipotong dan diberi takik

3.5.2 Prosedur Pembuatan spesimen Tembaga

Proses pembuatan spesimen dijalankan secara manual melalui serangkaian langkah. Material awal dibeli dengan dimensi panjang 80 mm, lebar 50 mm dan ketebalan yang bervariasi antara 6 mm, 5 mm, dan 4 mm untuk bahan kuningan. Material tersebut selanjutnya dipotong hingga berukuran panjang 55 mm, lebar 10 mm dengan ketebalan yang sama, sebagaimana yang digambarkan pada gambar 3.11 sampai 3.12.



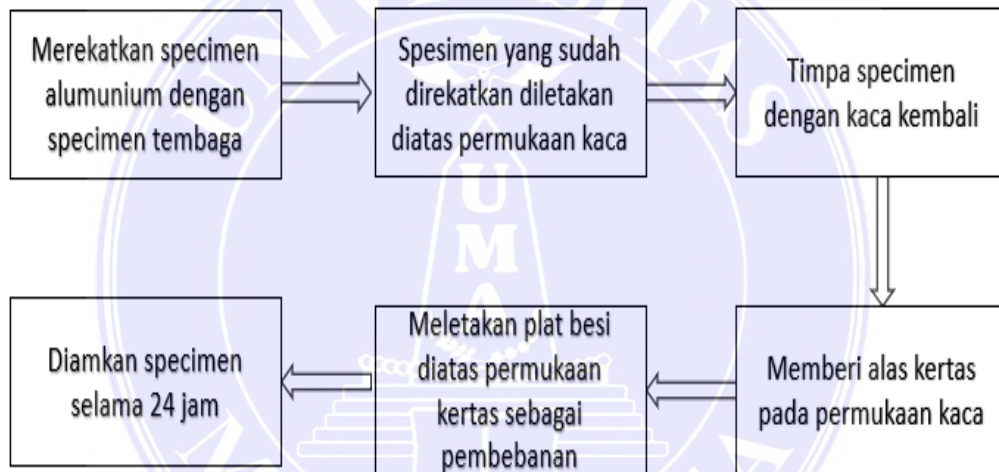
Gambar 3.11. Diagram alir pembuatan spesimen tembaga



Gambar 3.12. Bahan tembaga yang sudah dilakukan proses pemotongan dan milling

3.5.3 Prosedur Penggabungan spesimen

Proses penyatuan spesimen aluminium dan tembaga dilaksanakan dengan metode perekatan. Pada proses ini, kedua spesimen diikat menggunakan sebuah lem yang memiliki daya rekat tinggi serta dapat menyesuaikan dengan perbedaan karakteristik fisik dari kedua material tersebut. Untuk mencapai hasil yang optimal, permukaan harus dipersiapkan secara hati-hati dan lem diaplikasikan secara seragam, sehingga menciptakan ikatan yang kokoh antara kuningan dan plastik. Detail proses ini terdapat dalam ilustrasi yang terletak pada gambar 3.13 sampai dengan gambar 3.15.



Gambar 3.13. Diagram alir penggabungan spesimen



Gambar 3.14. Spesimen yang sudah digabung tetapi belum diberi beban plat



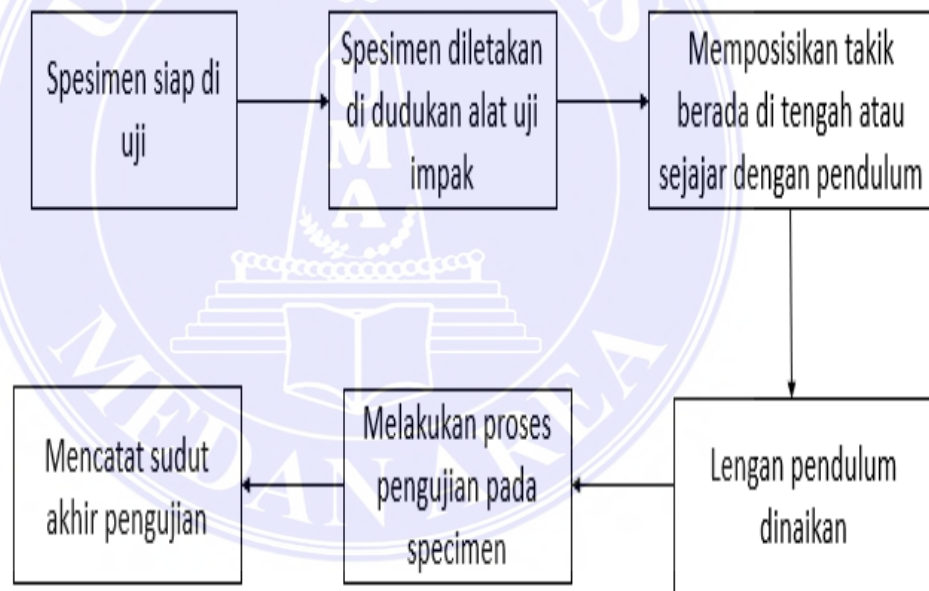
Gambar 3.15. Tampak samping spesimen yang diberi beban plat besi dengan berat 5 kg

Pada gambar 3.13 dan 3.15 Terlihat gambar tersebut menunjukkan proses melakukan *joint* pada spesimen menggunakan lem *dextone*, saat proses perekatan

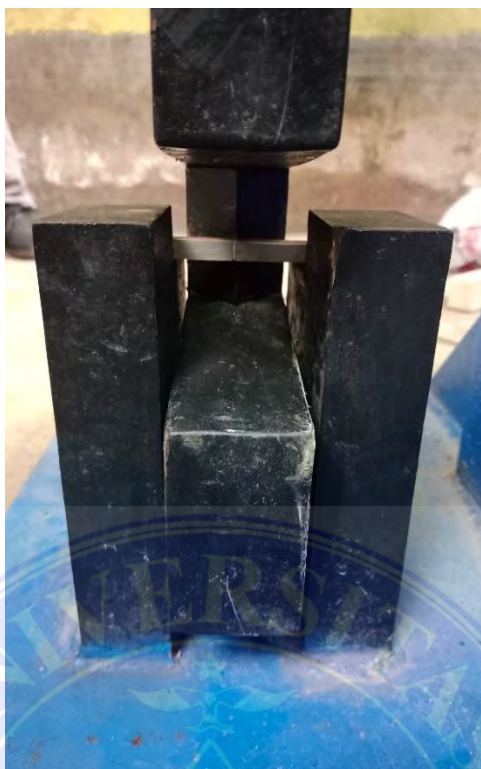
sudah berlangsung spesimen dilakukan penimpaan menggunakan plat Baja ST37 dengan ukuran berat 5 kg dan proses ini dilakukan selama 24 jam. Ukuran plat Baja ST37 yang digunakan yaitu 210 mm L x 120 mm W x 25 mm T serta ukuran kaca sebagai alas spesimen yaitu 220 mm L x 140 mm W x 10 mm T.

3.5.4 Prosedur Pengujian specimen

Dalam proses pengujian spesimen dengan tujuan mendapatkan sudut akhir pengujian, perlu diperhatikan prosedur pengujian yang ada seperti pada gambar 3.15 hingga 3.18. Setelah mendapatkan hasil sudut akhir maka perhitungan atau analisis untuk setiap variasi ketebalan dapat dilakukan.



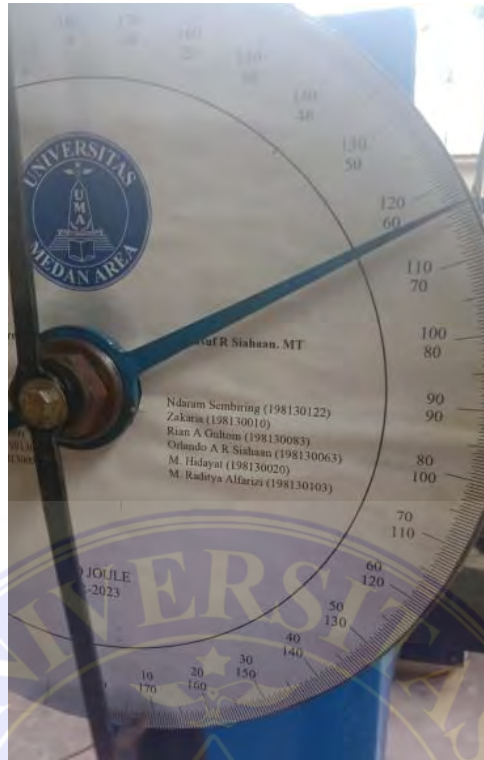
Gambar 3.16. Diagram alir pengujian



Gambar 3.17. Posisi specimen yang akan di uji



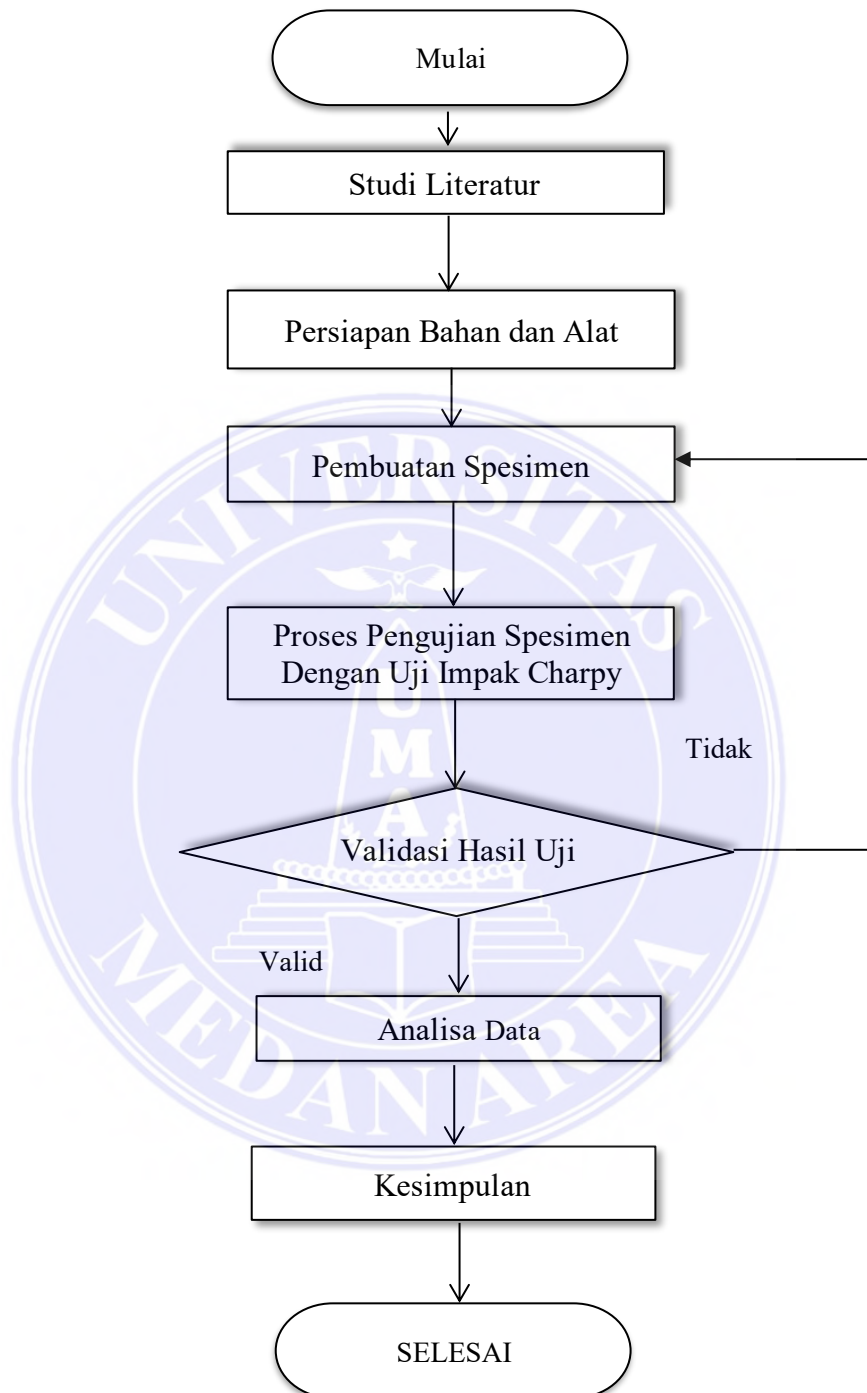
Gambar 3.18. Lengan pendulum dinaikkan hingga mencapai sudut 147°



Gambar 3.19. Posisi sudut akhir setelah pengujian spesimen

Setelah proses pengujian terhadap setiap spesimen selesai, pencatatan sudut akhir dilakukan sebagai langkah untuk menghitung dan menganalisis energi serta kekuatan impact yang dihasilkan oleh masing-masing spesimen.

3.5.5 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.20. Diagram Alir Penelitian

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Kesimpulan yang didapat dari hasil pengujian dan perhitungan adalah sebagai berikut:

1. Spesimen yang di uji dengan uji impak charpy memiliki ukuran Panjang 55mm, lebar 10 mm tinggi 10 mm, *notch* dengan sudut 45°, kedalaman *notch* 2mm, dan radius pusat 0,2mm sesuai dengan dimensi ASTM-E23 yang di perkuat dengan alumunium dan tembaga telah berhasil dibuat dengan jumlah specimen sebanyak 9 pcs.
2. Hasil penelitan bahan alumunium yang di perkuat tembaga variasi pertama menghasilkan sudut 105, 103 dan 102 sedangkan variasi 2 menghasilkan sudut 116, 114 dan 113 dan variasi 3 menhasilkan sudut 125, 123 dan 121 jadi dapat disimpulkan variasi lebih kuat dengan bahan alumunium yang lebih tebal.
3. Hasil analisis menunjukkan bahwa rata- rata energi impak pada alumunium yang diperkuat tembaga 1AT memiliki nilai 102,7 *joule*, 2AT terjadi penurunan nilai 72,1 *joule* dan 3AT juga terjadi penurunan nilai 49,7 *joule* demikan pula hasil rata-rata kekuatan impak padaa alumunium yang diperkuat tembaga 1AT memiliki nilai 1,3 J/mm², 2AT memiliki nilai 0,90 J/mm², dan 3AT memiliki nilai 0,62 J/mm²

5.2 Saran

1. Pengujian harus memilih dan memotong material spesimen sesuai dengan standar ASTM-E23 pada pengujian spesimen ini.

2. Pesimen harus diuji dengan alat uji impak *charpy* pada proses pengujian.
3. Saat melakukan pengujian selalu utamakan keselamatan, ketika hendak memindahkan spesimen ke dudukan pada alat uji impak *charpy*.
4. Catat dan amati dengan teliti sudut akhir pengujian pada spesimen yang telah di uji.



DAFTAR PUSTAKA

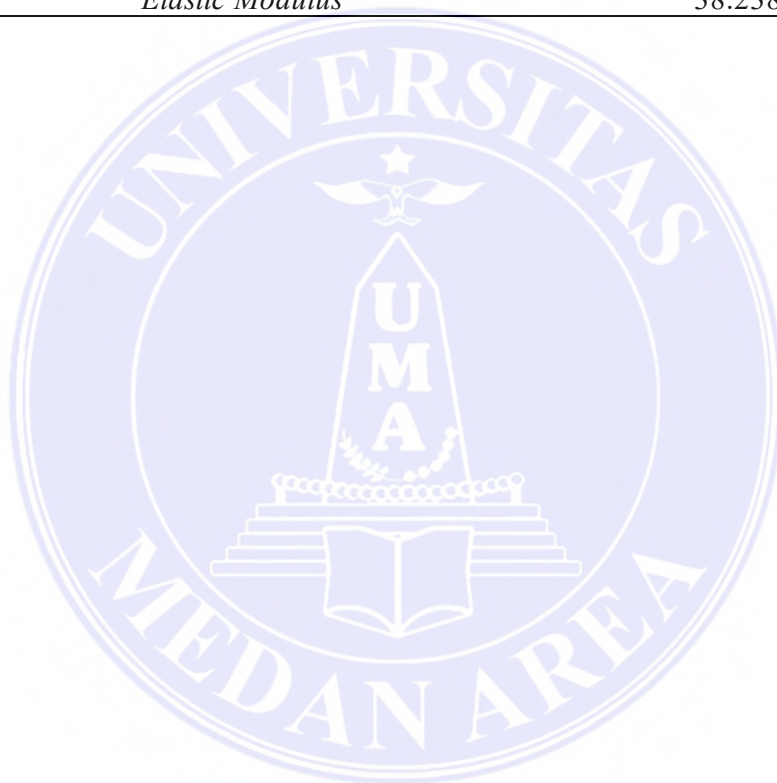
- Abdillah, Fuad. 2010. Perlakuan Panas Paduan Al-Si Pada Prototipe Piston Berbasis Material Bekas. Teknik Mesin Universitas Diponegoro Semarang.
- Akhmad, H.W., 2009, "Buku Panduan Praktikum Karakterisasi Material 1 Pengujian Merusak", Departemen Metalurgi dan Material Fakultas Teknik UI, Jakarta.
- Dailami., Hamdani, & Bahri, S., (2020). Desain alat uji impak jatuh bebas untuk pengujian. baja struktur.
- Denis Herlin Saputri, (2013) Anatomi Akar Kecubung (Datura Metel L.) Setelah Terpapar Logam Berat Tembaga, Universitas Gadjah Mada.
- Dieter George E, University Of Maryland, 1987, "Metalurgi mekanik", Halaman 91-117, Edisi ketiga, Jilid II, Jakarta, Erlangga, 1042.
- Diharjo, K., dan Triyono, T., 1999. Buku Pegangan Kuliah Material Teknik, Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- Fitria, Nita. Sriati, Aat. Hernawaty, Taty. 2013. Laporan pendahuluan tentang masalah psikososial. Jakarta : Salemba Medika.
- Haiyum, Muhd. 2010. "IDENTIFIKASI KEKUATAN DAN KERETAKAN KOMPOSIT GIPSUM TERHADAP BEBAN IMPAK KECEPATAN TINGGI." Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Lhokseumawe: 876-84.
- Handoyo Yopi, (2013). Perancangan Alat Uji Impak Metode Charpy Kapasitas 100 Joule. Universitas Islam 45. Jurnal Ilmiah Teknik Mesin, 1(2), 45-53.
- Hartati, R.D., 1996, Penentuan tembaga dalam contort geokimia di daerah Bangko, Cara Graphite Furnace AAS, Jurnal Indo Kimia, Vol.2 No. 56, 215-220.
- Hasrin, 2013, "Analisa Perpatahan Baja ST60 Dikenai Beban Impak Charpy", Universitas Politeknik Negri Lhokseumawe Banda Aceh, Diakses 03/07/2015 Jam 21:49 wib, pdf.
- Iwan Setiyawan, Heri Sutanto, dan K.Sofjan Firdausi."Penentuan Nilai Koefisien Serapan Bahan Pada Besi, Tembaga Dan Stainless Steel Sebagai Bahan Perisai Radiasi". Youngster Physics Journal , Vol. 4, No. 2, Hal 219- 224, 2015.
- Nadca, 1997, Alloy Data; Aluminium Die Casting Alloys, NADCA Product Specification Standards for Die Casting, Sec.3.

- Nuhgraha, Y., Rosa, M. K. A., & Agustian, I. (2020). Perancangan Alat Uji Impak Digital dengan Metode Charpy Untuk Mengukur Kekuatan Material Polimer. *JURNAL AMPLIFIER : JURNAL ILMIAH BIDANG TEKNIK ELEKTRO DAN KOMPUTER*, 10(2), 15–19. <https://doi.org/10.33369/jamplifier.v10i2.15316>.
- Porawati, Hilda. 2018. “Analisis Alat Uji Impak Izod pada Bengkel Politeknik.” *Jurnal Inovator* Volume 1. Nomor 1: 1-5. Politeknik Jambi. Putranto, B. 2011.
- Rachman Setiawan , Yunendar Aryo Handoko, Fikri Imam Ramadhan, dan M. Yazid Fahmi (2019). ”Perancangan dan Analisis Penyerapan Energi Impak Crash Zone Area Kereta Penumpang Nasional”. Prodi Sarjana Teknik Mesin, Fakultas Teknik Mesin dan Dirgantara, Institut Teknologi Bandung.
- Siahaan, M. Yusuf Rahmansyah, Rakhmad Arief Siregar, dan Faisal Amri Tanjung 2023. “Investigating the Flexural Strength of Aluminium Honeycomb Sandwich Panels at Varying Angle of Impact Loads.” *International Journal of INTELLIGENT SYSTEMS AND APPLICATIONS IN ENGINEERING* ISSN :2147-6792.
- Siahaan, M. Yusuf Rahmansyah, Rakhmad Arief Siregar, Faisal Amri Tanjung, dan Agung Saktiawan. 2023. “Analisis Karakteristik Bahan Tembaga Akibat Pengaruh Proses Penempaan Terhadap Kekuatan Impak.” *Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur dan Energi* 6(1). <https://jurnal.umsu.ac.id/index.php/RMME/article/view/13709>.
- Siregar R.A., Khan S.F. and Foo C.T. (2015) ‘Study of Impact Behaviour of Aluminium Thin Plate’, *Applied Mechanics and Materials*, Vol. 786, Trans Tech Publications, pp.345-348.
- Surdia, T., Saito, S., 1985, *Pengetahuan Bahan Teknik*, Cetakan Ke-3, PT. Padnya Paramita, Jakarta.

LAMPIRAN

Lampiran 1 Tabel Data Uji Tarik Bahan Teflon

DATA UJI TARIK BAHAN TEFLON	
<i>Diameter</i>	9.5 mm
<i>Sectional Area</i>	70.882 mm ²
<i>Elongation</i>	55.99 mm
<i>Maximum Point Load</i>	868.82 N
<i>Maximum Point Stress</i>	12.257 Mpa
<i>Break Point Strain</i>	502.05 %GL
<i>Upper Yield Stress</i>	10.471 Mpa
<i>Lower Yield Stress</i>	10.469 Mpa
<i>Elastic Modulus</i>	38.238 Mpa



Lampiran 2 Tabel Data Uji Tarik Bahan *Mcbblue*

DATA UJI TARIK BAHAN <i>MCBLUE</i>	
<i>Diameter</i>	9.5 mm
<i>Sectional Area</i>	70.882 mm ²
<i>Elongation</i>	55.54 mm
<i>Maximum Point Load</i>	2483 N
<i>Maximum Point Stress</i>	35.031 Mpa
<i>Break Point Strain</i>	23.527 %GL
<i>Upper Yield Stress</i>	10.505 Mpa
<i>Lower Yield Stress</i>	4.9573 Mpa
<i>Elastic Modulus</i>	48.592 Mpa

