

**ANALISIS PENGARUH KETEBALAN TEMBAGA YANG  
DIPERKUAT PLASTIK TERHADAP SERAPAN ENERGI  
IMPAK**

**SKRIPSI**

**OLEH:**

**LAMHOT HAMONANGAN ANDRO HENDRICO**

**198130125**



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

**UNIVERSITAS MEDAN AREA**

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

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

Document Accepted 6/8/25

Access From (repository.uma.ac.id)6/8/25

# **ANALISIS PENGARUH KETEBALAN TEMBAGA YANG DIPERKUAT PLASTIK TERHADAP SERAPAN ENERGI IMPAK**

## **SKRIPSI**

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



Oleh:

**LAMHOT HAMONANGAN ANDRO HENDRICO**  
**198130125**

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

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

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

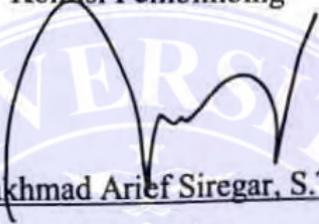
Document Accepted 6/8/25

Access From (repository.uma.ac.id)6/8/25

## HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

Judul Proposal : Analisis Pengaruh Ketebalan Tembaga Yang Diperkuat Plastik Terhadap Serapan Energi Impak  
Nama Mahasiswa : Lamhot Hamonangan Andro Hendrico  
NIM : 198130125  
Fakultas : Teknik Mesin

Disetujui Oleh  
Komisi Pembimbing

  
Dr. Eng. Rakhmad Arief Siregar, S.T., M.Eng

Pembimbing

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

Dekan

  
Dr. Iswandi, S.T., M.T.

Ka. Prodi/ WD 1

Tanggal Lulus : 30 Januari 2025

## HALAMAN PERNYATAAN

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

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



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

---

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

Nama : Lamhot Hamonangan Andro Hendrico

NPM : 198130125

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 Noneksklusif (*non-exclusive- free right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul:

**ANALISIS PENGARUH KETEBALAN TEMBAGA YANG DIPERKUAT PLASTIK TERHADAP SERAPAN ENERGI IMPAK.**

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan hak bebas Royalti Noneksklusif 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 saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di: Medan

Pada tanggal: 18 Februari 2025

Yang menyatakan



(Lamhot Hamonangan Andro Hendrico)  
198130125

## ABSTRAK

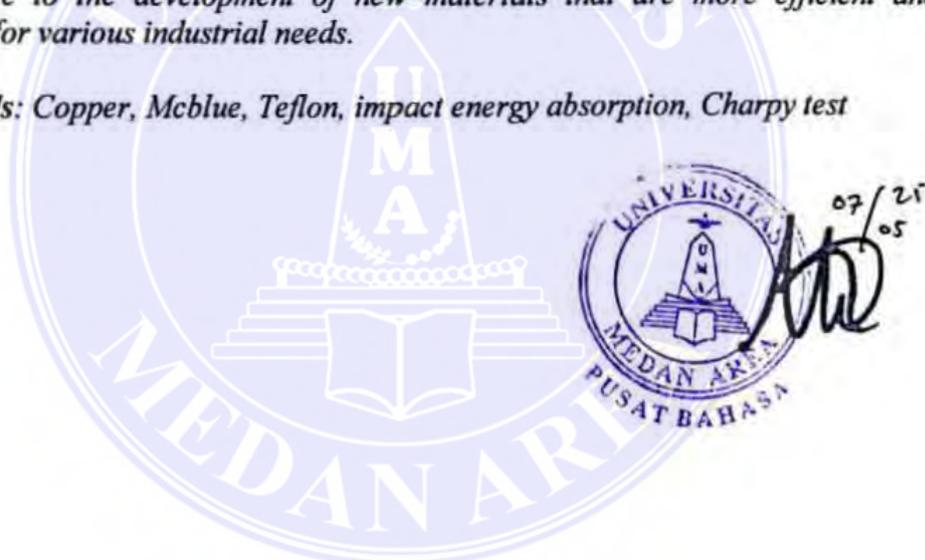
Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh ketebalan tembaga yang diperkuat dengan plastik terhadap serapan energi impact. Tembaga, sebagai suatu material yang banyak digunakan dalam pengaplikasian industri karena sifat mekaniknya, dapat diperkuat dengan plastik untuk meningkatkan ketahanannya terhadap beban impact. Dalam penelitian ini, sampel tembaga dengan variasi ketebalan yang berbeda diperkuat menggunakan plastik Mcblue dan Teflon dan diuji dengan 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 yang diperkuat dengan Mcblue memiliki nilai rata-rata energi impact sebesar 38,50 Joule, 40,04 Joule, dan 47,23 Joule, dan spesimen yang diperkuat Teflon memiliki nilai rata-rata energi impact 24,51 Joule, 33,12 Joule, dan 43,20 Joule. Demikian pula, hasil rata-rata kekuatan impact pada tembaga yang diperkuat Mcblue memiliki nilai 0,48 J/mm<sup>2</sup>, 0,50 J/mm<sup>2</sup>, dan 0,59 J/mm<sup>2</sup>, dan spesimen yang diperkuat Teflon memiliki rata-rata kekuatan impact sebesar 0,31 J/mm<sup>2</sup>, 0,41 J/mm<sup>2</sup>, dan 0,54 J/mm<sup>2</sup>. Hasil ini menunjukkan peningkatan signifikan dibandingkan dengan material tembaga yang tidak diperkuat, menandakan bahwa komposisi penguatan dengan plastik efektif dalam meningkatkan ketahanan impact material. Hasil ini diharapkan dapat berkontribusi pada pengembangan material baru yang lebih efisien dan tahan lama untuk berbagai kebutuhan industri.

**Kata kunci:** Tembaga, *Mcblue*, Teflon, serapan energi impact, pengujian *Charpy*.

## ABSTRACT

*This research aimed to analyze the effect of copper thickness reinforced with plastic on impact energy absorption. Copper, as a material widely used in industrial applications due to its mechanical properties, could be reinforced with plastic to improve its resistance to impact loads. In this research, copper samples with different thickness variations were reinforced using Mcblue and Teflon plastics and tested under controlled impact conditions. The method used included Charpy impact testing to measure the energy absorbed by the samples when subjected to impact loads. The test results showed that the specimens reinforced with Mcblue had average impact energy values of 38.50 Joules, 40.04 Joules, and 47.23 Joules, and the specimens reinforced with Teflon had average impact energy values of 24.51 Joules, 33.12 Joules, and 43.20 Joules. Similarly, the average impact strength values for copper reinforced with Mcblue were 0.48 J/mm<sup>2</sup>, 0.50 J/mm<sup>2</sup>, and 0.59 J/mm<sup>2</sup>, and the specimens reinforced with Teflon had average impact strength values of 0.31 J/mm<sup>2</sup>, 0.41 J/mm<sup>2</sup>, and 0.54 J/mm<sup>2</sup>. These results showed a significant improvement compared to unreinforced copper materials, indicating that reinforcement composition with plastic was effective in increasing the impact resistance of the material. These findings were expected to contribute to the development of new materials that are more efficient and durable for various industrial needs.*

**Keywords:** *Copper, Mcblue, Teflon, impact energy absorption, Charpy test*

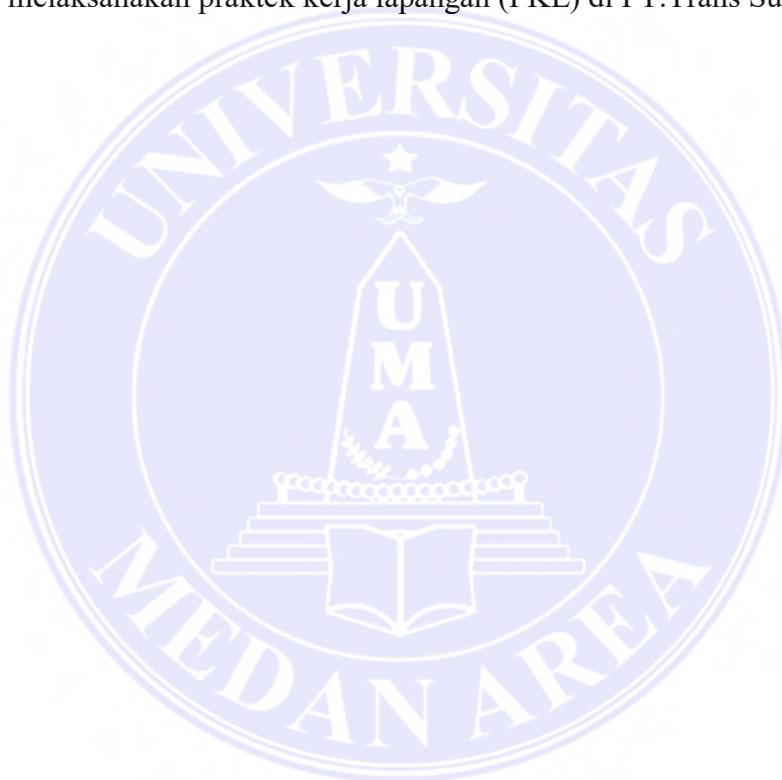


## RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Kota Dumai Riau Pada tanggal 12 Agustus 1998 dari ayah Pardamean.M.Sitindaon dan ibu Helpita Br.Sitorus. Penulis merupakan putra pertama dari 4 bersaudara.

Tahun 2016 Penulis lulus dari SMK Taruna Persada Dumai dan pada tahun 2019 terdaftar sebagai mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Medan Area.

Penulis melaksanakan praktek kerja lapangan (PKL) di PT.Trans Sumatra Andalan.



## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis ucapkan kepada Tuhan Yang Maha Esa yang memberikan berupa kesehatan kepada penulis sehingga mampu menyelesaikan penulisan skripsi ini. Skripsi ini merupakan salah satu persyaratan yang harus dipenuhi bagi setiap mahasiswa Universitas Medan Area untuk Menyelesaikan pendidikan dengan mendapatkan gelar sarjana di Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Medan Area.

Dalam Penulisan skripsi ini banyak kendala yang penulis alami, namun berkat bantuan moral dan material dari berbagai pihak, maka proposal ini dapat diselesaikan, untuk itu penulis mengucapkan terimakasih:

1. Bapak Prof. Dr. Dadan Ramdan, M.Eng., M.Sc., selaku Rektor Universitas Medan Area.
2. Bapak Dr.Eng.Supriatno, ST., MT., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Medan Area.
3. Bapak Dr. Iswandi, ST., MT., selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Universitas Medan Area
4. Bapak Tino Hermanto, ST., M.Sc., selaku Sekretaris Program Studi Teknik Mesin Univeristas Medan Area
5. Bapak Dr.Eng. Rakhmad Arief Siregar, ST.,M.eng., selaku Dosen Pembimbing.
6. Seluruh Bapak/Ibu Dosen program studi Teknik Mesin dan pegawai Fakultas Teknik di Universitas Medan Area.
7. Kedua orang tua tercenta, Bapak Pardamean.M.Sitindaon dan Ibu Helpita Br.Sltorus. Terutama buat Ibu saya yang selalu memberi dukungan, berupa

moral dan materi serta doa yang tidak pernah putus kepada penulis dalam melakukan penulisan skripsi ini.

8. Kepada Jesika Sitindaon, Johannes Sitindaon, dan Rezekhy Novaldo Sitindaon selaku ketiga adik kandung penulis yang telah memberikan dukungan dan semangat kepada penulis.
9. Teman-teman Teknik Mesin Angkatan 19 kelas sore yang senantiasa membantu dan mendukung penulis dalam mengerjakan skripsi ini.

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

Penulis,



Lamhot Hamonangan Andro Hendrico  
198130125

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN .....	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	v
RIWAYAT HIDUP.....	vi
KATA PENGANTAR .....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR .....	xii
DAFTAR NOTASI.....	xiv
BAB 1 PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan masalah .....	3
1.3 Tujuan Penelitian .....	4
1.4 Hipotesis Penelitian .....	4
1.5 Manfaat Penelitain .....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Kabel Bawah Laut .....	5
2.2 Tembaga.....	6
2.2.1 Jenis - jenis tembaga .....	8
2.2.2 Klasifikasi Tembaga .....	9
2.2.3 Sifat – Sifat Tembaga .....	10
2.3 Plastik.....	12
2.3.1 Teflon.....	14
2.3.2 Mc Blue.....	16
2.4 Serapan Energi impak.....	19
2.4.1 Uji Impak .....	20
2.5 Jenis patahan .....	28
BAB III METODE PENELITIAN.....	30
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian.....	30
3.2 Bahan dan Alat.....	31
3.3 Metode Penelitian .....	34
3.4 Populasi dan Sampel .....	37
3.5 Prosedur Kerja .....	38
3.6 Diagram Alir Penelitan .....	45
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....	47
4.1 Hasil .....	47

4.1.1 Hasil Pembuatan Spesimen.....	47
4.1.2 Hasil Pengujian Impak.....	50
4.2. Pembahasan .....	58
4.2.1. Analisis uji energi impak dan kekuatan impak terhadap spesimen tembaga diperkuat <i>mcbblue</i> variasi 1.....	58
4.2.2. Analisis uji energi impak dan kekuatan impak terhadap spesimen tembaga diperkuat <i>mcbblue</i> spesimen variasi 2.....	59
4.2.3. Analisis uji energi impak dan kekuatan impak terhadap spesimen tembaga diperkuat <i>mcbblue</i> spesimen variasi 3.....	60
4.2.4 Analisis uji energi impak dan kekuatan impak terhadap spesimen tembaga diperkuat Teflon spesimen variasi 1.....	61
4.2.5 Analisis uji energi impak dan kekuatan impak terhadap spesimen tembaga diperkuat Teflon spesimen variasi 2.....	62
4.2.6 Analisis uji energi impak dan kekuatan impak terhadap spesimen tembaga diperkuat Teflon spesimen variasi 2.....	63
4.2.7 Analisa Patahan Spesimen.....	66
BAB V.....	70
SIMPULAN DAN SARAN.....	70
5.1 Simpulan.....	70
5.2 Saran.....	71
DAFTAR PUSTAKA.....	72
LAMPIRAN.....	73

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1. Nama tembaga dan paduan tembaga	10
Tabel 2. 2. Material Properties Tembaga	11
Tabel 2. 3. Sifat Mekanik Tembaga Yang Biasa Digunakan	11
Tabel 2. 4. Material properties Teflon	16
Tabel 2. 5. Sifat Karakteristik McBlue	17
Tabel 3.1. Jadwal Tugas Akhir	30
Tabel 3.2. Data Populasi dan Sampel	37
Tabel 4.1. Data ukuran masing-masing	48
Tabel 4.2. Data ukuran specimen tembaga yang diperkuat mcblue	50
Tabel 4.3. Data ukuran specimen tembaga yang diperkuat Teflon	50
Tabel 4.4. Data hasil pengujian spesimen tembaga yang diperkuat mcblue	51
Tabel 4.5. Data hasil pengujian spesimen tembaga yang diperkuat Teflon	51
Tabel 4.6. Nilai energi impact dan kekuatan impact spesimen tembaga yang diperkuat mcblue variasi 1	59
Tabel 4.7. Nilai energi impact dan kekuatan impact spesimen tembaga yang diperkuat mcblue variasi 2	60
Tabel 4.8. Nilai energi impact dan kekuatan impact spesimen tembaga yang diperkuat mcblue variasi 3	61
Tabel 4.9. Nilai energi impact dan kekuatan impact spesimen tembaga yang diperkuat teflon variasi 1	62
Tabel 4.10. Nilai energi impact dan kekuatan impact spesimen tembaga yang diperkuat teflon variasi 2	63
Tabel 4.11. Nilai energi impact dan kekuatan impact spesimen tembaga yang diperkuat teflon variasi 3	64
Tabel 4.12. Nilai rata- rata energi impact dan kekuatan impact pada spesimen tembaga yang diperkuat mcblue	64
Tabel 4.13. Nilai rata- rata energi impact dan kekuatan impact pada spesimen tembaga yang diperkuat Teflon	64

## DAFTAR GAMBAR

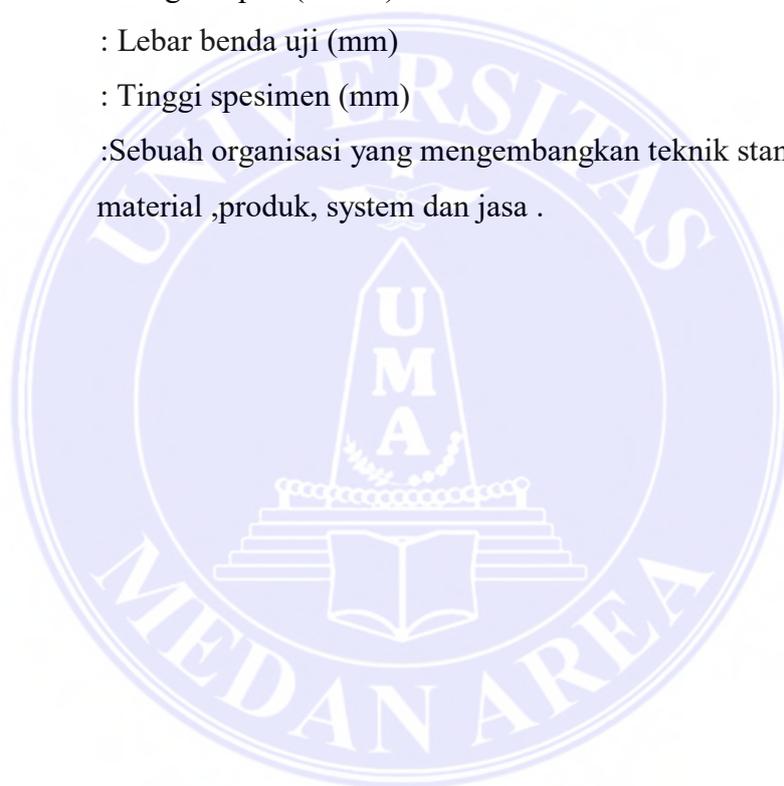
Gambar 2. 1. Profil Kabel Bawah Laut	6
Gambar 2. 2. Profil Bahan Tembaga	8
Gambar 2. 3. Struktur Kristal Tembaga	11
Gambar 2. 4. Profil Bahan Plastik Teflon	15
Gambar 2. 5. Profil Bahan Plastik McBlue	18
Gambar 2. 6. Ilustrasi Skematis Pengujian Impak	21
Gambar 2. 7. Ilustrasi pergerakan pendulum	22
Gambar 2. 8. Ilustrasi Alat Uji Impak Metode Izod	26
Gambar 2. 9. Uji Impak Jatuh Bebas	27
Gambar 2. 10. Uji Air Gun Compressor	28
Gambar 2. 11. Patahan Campuran	29
Gambar 2. 12. Patahan Getas	30
Gambar 2. 13. Patahan Ulet	30
Gambar 3. 1. Bahan Tembaga	31
Gambar 3. 2. Bahan Teflon	32
Gambar 3. 3. Bahan Mc Blue	32
Gambar 3. 4. Alat Uji Impak Charpy	33
Gambar 3. 5. Jangka Sorong	33
Gambar 3. 6. Alat lem Dextone	34
Gambar 3. 7. Ukuran Standard Spesimen ASTM E23 Bahan Logam	35
Gambar 3. 8. Ukuran Standard Spesimen Tembaga yang diperkuat Mcblue	36
Gambar 3. 9. Ukuran Standard Spesimen Tembaga yang diperkuat Teflon	36
Gambar 3. 10. Ukuran spesimen dengan variasi ketebalan 4 mm dan 6 mm	36
Gambar 3. 11. Ukuran spesimen dengan variasi ketebalan 5 mm dan 5 mm	37
Gambar 3. 12. Ukuran spesimen dengan variasi ketebalan 6 mm dan 4 mm	37
Gambar 3. 13. Diagram Alir Penelitian	45
Gambar 4. 1. Bahan tembaga yang sudah ditempa namun belum diperkuat plastic	47
Gambar 4. 2. Bahan mcblue yang telah dipotong	48
Gambar 4. 3. Bahan Teflon yang telah dipotong	48
Gambar 4. 4. Spesimen tembaga yang telah diperkuat plastic mcblue	49
Gambar 4. 5. Spesimen tembaga yang telah diperkuat Teflon	49
Gambar 4. 6. Spesimen 1STMb sebelum dan sesudah diuji	52
Gambar 4. 7. Spesimen 2STMb mcblue sebelum dan sesudah diuji	53
Gambar 4. 8. Spesimen 3STMb mc blue sebelum dan sesudah diuji	54
Gambar 4. 9. Spesimen 1STT Teflon sebelum dan sesudah diuji	55
Gambar 4. 10. Spesimen 2STT Teflon sebelum dan sesudah diuji	56
Gambar 4. 11. Spesimen 3STT Teflon sebelum dan sesudah diuji	57
Gambar 4. 12. Grafik perbandingan rata – rata energy impak antara spesimen tembaga yang diperkuat mcblue dan Teflon	65
Gambar 4. 13. Grafik perbandingan rata – rata kekuatan impak antara spesimen tembaga yang diperkuat mcblue dan teflon	65
Gambar 4. 14. (a) Tampak depan spesimen (b) Tampak atas spesimen 1STMb	66
Gambar 4. 15. (a) Tampak depan spesimen (b) Tampak atas spesimen 2STMb	67
Gambar 4. 16. (a) Tampak depan spesimen (b) Tampak atas spesimen 3STMb	67
Gambar 4. 17. (a) Tampak depan spesimen (b) Tampak atas spesimen 1STT	68

Gambar 4. 18. (a) Tampak depan spesimen (b) Tampak atas spesimen STT	69
Gambar 4. 19. (a) Tampak depan spesimen (b) Tampak atas spesimen	69



## DAFTAR NOTASI

Cu	: Lambang table periodic bahan logam tembaga
W	: Energi impak ( <i>Joule</i> )
$m_p$	: Berat pendulum (m)
$L_p$	: Panjang lengan pendulum (m)
G	: Ketetapan Gravitasi (9,81 m/s <sup>2</sup> )
Ar	: Sudut awal pendulum
$\alpha_0$	: Sudut akhir pendulum
acN	: Harga Impak (J/mm <sup>2</sup> )
$b_n$	: Lebar benda uji (mm)
h	: Tinggi spesimen (mm)
ASTM	: Sebuah organisasi yang mengembangkan teknik standarisasi untuk material, produk, system dan jasa .



## **BAB 1**

### **PENDAHULUAN**

#### **1.1 Latar Belakang**

Seiring dengan perkembangan teknologi dewasa ini yang semakin pesat banyak barang yang diciptakan oleh manusia, baik untuk tujuan produksi maupun untuk tujuan kenyamanan hidup manusia itu sendiri, dimana semua barang tersebut banyak yang terbuat dari logam. Salah satu jenis logam yang sering digunakan manusia adalah tembaga .

Tembaga atau cooper merupakan suatu unsur logam berbentuk kristal dengan warna kemerahan dengan nama kimia cupprum dilambangkan dengan Cu. Tembaga merupakan logam transisi golongan IB yang memiliki nomor atom 29 dan berat atom 63,55 g/mol. Tembaga di alam banyak ditemukan dalam bentuk persenyawaan atau sebagai senyawa padat dalam bentuk mineral .

Tembaga memiliki sifat konduktif yang dapat menghantarkan panas dan listrik dengan baik, tahan korosi, anti mikroba, dan gampang dibentuk. Tembaga juga merupakan suatu komponen yang penting dalam beberapa paduan logam seperti kuningan, perunggu fosfor, dan tembaga berilium. Tembaga memiliki banyak sekali manfaat bagi manusia dikarenakan sifatnya yang unik. Dalam perkembangannya tembaga banyak digunakan manusia untuk memenuhi kebutuhan kehidupan sehari – hari. Tembaga merupakan sebuah logam yang biasa digunakan cukup banyak untuk industri pembuatan mobil maupun untuk penggunaan terhadap kabel listrik.

Penggunaan terhadap tembaga pada saat ini sangat besar dibutuhkan, sehingga dibutuhkan sebuah lapisan pelindung yang mampu mengurangi sifat

tembaga yang dapat dengan mudah menghantarkan listrik secara langsung agar tidak bersentuhan langsung dengan manusia. Sehingga dibutuhkan sebuah material yang bersifat isolator yang tidak langsung dengan mudah menghantarkan listrik. Maka dibutuhkan material plastik yang dapat mengurangi resiko terhadap sifat tembaga yang dapat membahayakan manusia.

Plastik digunakan sebagai pelapis tembaga dikarenakan sifatnya yang isolator yang mengurangi resiko bahaya penggunaan tembaga yang mudah menghantarkan arus listrik. Ada berbagai jenis macam plastik yang biasa digunakan dalam kehidupan sehari – hari. Salah satunya ialah plastik Teflon dan plastik melblue yang dapat ditemukan banyak dipasaran. Akan tetapi dalam penggunaan plastik dibutuhkan plastik yang memiliki sifat kuat, elastis dan tahan terhadap kondisi cuaca. Oleh karena itu dibutuhkan sebuah metode uji yang dapat memastikan kualitas dari lapisan tembaga tersebut. Salah satu metode pengujian yang cocok digunakan untuk melakukan test tersebut ialah metode uji impact

Kekuatan impact merupakan sebuah karakteristik material yang diperoleh dengan cara pengujian eksperimental uji impact dengan beban dinamis yaitu 1) uji impact jatuh bebas, 2) uji impact metode charpy, 3) uji impact metode izod. Salah satu metode yang sering digunakan untuk melakukan eksperimental adalah metode impact charpy. Metode impact charpy adalah sebuah metode yang banyak digunakan dalam dunia industry untuk menguji material yang akan digunakan terhadap pembangunan kapal, jembatan, dan berbagai macam kegiatan konstruksi lainnya.

Dalam pelaksanaan pengujian metode impact charpy, pendulum diarahkan pada bagian belakang takik benda yang akan diuji (spesimen). Benda yang akan

diuji diletakkan secara horizontal pada penahan spesimen (anvil) dan diberi pembebanan secara tiba-tiba pada belakang sisi takik oleh pendulum.

Dalam penelitian ini akan dilakukan uji coba terhadap bahan logam yang dilapisi oleh bahan plastik terhadap kekuatan serapan impact. Plastik yang akan digunakan seperti plastik teflon dan mc blue untuk mendapatkan hasil terhadap kekerasan tembaga yang telah dilapisi plastik tersebut.

Penelitian ini bertujuan untuk melakukan kajian mengenai grafik pengaruh ketebalan tembaga yang dilapisi oleh bahan plastik pada kedua sisi permukaan tembaga terhadap kekuatan serapan impact charpy, grafik yang dihasilkan ialah mengenai analisis terhadap kekuatan serapan impact yang diterima oleh tembaga yang telah dilapisi oleh bahan plastik. Dengan ketebalan tembaga yang berbeda-beda dan ketebalan plastik pelapis tembaga.

## 1.2 Rumusan masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a) Bagaimana pembuatan uji impact bahan Tembaga yang diperkuat plastik sesuai standar?
- b) Bagaimana pengujian spesimen bahan Tembaga yang diperkuat plastik menggunakan alat impact charpy?
- c) Bagaimana pengaruh variasi ketebalan bahan Tembaga yang diperkuat plastik terhadap serapan energi?

### 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk:

- a) Membuat spesimen uji impak bahan Tembaga yang diperkuat plastik sesuai standar
- b) Menguji spesimen bahan Tembaga yang diperkuat plastik menggunakan alat impak charpy.
- c) Analisis pengaruh variasi ketebalan bahan Tembaga yang diperkuat plastik terhadap serapan energi.

### 1.4 Hipotesis Penelitian

Hipotesis dari penilitain ini adalah:

- a) Ketebalan tembaga yang diperkuat plastik berpengaruh positif terhadap serapan energy impak

### 1.5 Manfaat Penelitain

Manfaat yang diharapkan pada penelitian ini adalah:

- a) Penelitian ini diharapkan mampu memberikan pengetahuan kepada pembaca mengenai jenis bahan pelapis yang sesuai terhadap pelapis tembaga yang kuat
- b) Hasil penelitian ini diharapkan mampu memberi pengetahuan mengenai grafik kekuatan tembaga yang dilapisi oleh plastik terhadap serapan energi impak
- c) Hasil penelitian ini diharpkan mampu menjadi referensi bagi peneliti yang relevan

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Kabel Bawah Laut

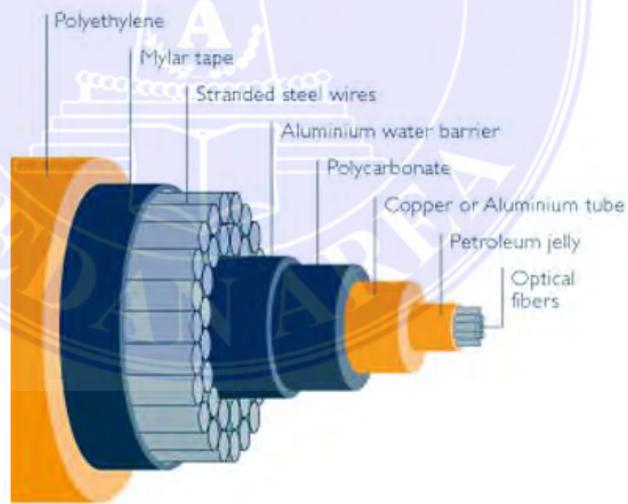
Pada umumnya kabel laut termasuk dalam jenis kabel dibawah air, yakni kabel-kabel yang dipergunakan untuk dan keperluan dasar tenaga listrik diantaranya: untuk menyalurkan daya listrik dipermukaan air, baik air sungai, air laut maupun air danau, diantara tempat-tempat yang dipisahkan oleh air, untuk mengirim sinyal komunikasi, control maupun penggunaan telemetri. Pada umumnya konstruksi kabel untuk penyaluran daya listrik atau untuk telekomunikasi pada umumnya sama.

Kabel bawah laut adalah sebuah media untuk mentransmisikan tenaga listrik dari pusat pembangkit menuju pusat beban yang akan dibentangkan pada saluran dasar laut dan didesain untuk melindungi bagian dalam kabel dari air agar terciptanya penyaluran daya yang ekonomis dan efisien. Penggunaan kabel bawah laut sebagai penyalur tenaga listrik dibawah air adalah sama dengan penggunaan kabel bawah tanah (*under ground cable*).

Pada proses penyaluran daya listrik ke pusat beban tidak terlepas dari proses pembangkitan-nya. Pembangkitan daya listrik pada pusat pembangkit dapat disalurkan melalui saluran transmisi untuk jarak jauh dan saluran distribusi untuk jarak dekat (George dan Ashok, 2021).

Sebuah kabel bawah laut yang biasa digunakan pada umumnya terdiri dari seperti yang terlihat pada gambar 2.1.

1. Inti pusat (konduktor), umumnya digunakan tembaga, yang mempunyai luas permukaan yang memadai, yang akan memberikan rugi arus yang kecil atau karakteristik impedansi yang perlu dan juga logam-logam lainnya.
2. Selubung isolasi, biasanya terdiri dari: rubber, polyvinylchloride, nylon, polythlene.
3. Lead sheath, terdiri dari timah hitam sebagai perisai atau sarung terhadap efek dari medan listrik atau magnet.
4. Protective armor (pita baja pelindung), umumnya diselubungkan secara spiral dan dibuat galvanized high strength steel, untuk melindungi konduktor dan mendapatkan kekuatan tarik yang tinggi.
5. Penutup luar (out side cover), sebagai pelindung terbuat dari, terjeute textereserving, rubber atau thermo plastic.



Gambar 2. 1. Profil Kabel Bawah Laut

## 2.2 Tembaga

Tembaga (Cu) merupakan sebuah logam transisi golongan IB yang memiliki nomor atom 29 dengan berat atom 63,55 g/mol. Tembaga dalam bentuk logam

memiliki warna kemerahan, namun lebih sering ditemukan dalam bentuk berikatan dengan ion-ion lain seperti sulfat sehingga memiliki warna yang berbeda dari logam tembaga murni.

Tembaga memiliki nama kimia Cuprum dilambangkan dengan Cu, berbentuk kristal dengan warna kemerah-merahan dan dapat ditemukan dialam dengan bentuk logam bebas, akan tetapi lebih banyak ditemukan dalam bentuk persenyawaan atau sebagai senyawa padat dalam bentuk sebuah mineral. Dalam tabel periodik unsur-unsur kimia tembaga menempati posisi urutan nomor atom 29 dan mempunyai bobot 63,456 (Palar 2004). Tembaga merupakan sebuah logam merah muda yang lunak, dapat ditempah, liat, dan melebur pada suhu 1038 °C. Senyawa-senyawa yang terbentuk oleh logam tembaga mempunyai bilangan valensi yang di bawahnya. Logam tembaga juga dinamakan cupro untuk yang bervalensi +1 dan cupri yang bervalensi +2. Garam-garam tembaga (II) umumnya berwarna biru, baik dalam bentuk hidrat, padat, maupun dalam larutan air.

Tembaga merupakan salah satu logam non ferro yang banyak digunakan dalam konstruksi maupun industry permesinan. Tembaga dan paduan tembaga merupakan salah satu kelompok utama logam komersial. Logam ini banyak digunakan dikarenakan memiliki konduktivitas listrik yang baik dan termal yang juga sangat baik. Ketahanan logam terhadap korosi yang luar biasa, memiliki kekuatan yang baik, mudah difabrikasi, tidak bersifat magnetik, serta tahan terhadap lelah (fatigue). Dikarenakan sifatnya logam tembaga dan paduannya memiliki daya tahan terhadap korosi yang tinggi sehingga banyak digunakan dalam pembuatan pipa, dan katup yang dialiri oleh fluida (B. Basmal AP. Bayuseno, S. Nugroho 2012).

Tembaga memiliki keunggulan dan kerugaian sebagai sebuah material diantaranya yaitu: keunggulan tembaga ialah daya tahan terhadap korosi yang baik, gampang dibentuk dan disambung, memiliki warna yang menarik, dan memiliki nilai ekonomis yang tinggi, serta konduktivitas panas dan listrik yang tinggi. Sedangkan kerugian tembaga adalah memiliki berat jenis yang tinggi, mudah melunak pada suhu yang tinggi, mudah teroksidasi pada udara lembab, dan memiliki harga yang relatif mahal. Bahan tembaga ditunjukkan pada gambar 2.2.



Gambar 2. 2. Profil Bahan Tembaga

### 2.2.1 Jenis - jenis tembaga

Berikut ini adalah beberapa jenis tembaga yang umum dikenal:

#### 1. Tembaga Dalung (TD)

Jenis tembaga yang pertama adalah tembaga dalung yang tergolong ke dalam kelas lima dan sering kali digunakan sebagai bahan baku pembuatan dandang atau kualifikasi bekas dengan harga yang lebih terjangkau.

#### 2. Tembaga Bakar

Dibandingkan dengan tembaga dalung, tembaga bakar memiliki harga yang lebih mahal dan termasuk dalam kelas empat. Tembaga ini memiliki penampilan yang lebih kotor atau hitam (mirip seperti terbakar) dan menunjukkan bekas kulit akibat proses pembakaran.

### 3. Tembaga Biasa

Tembaga biasa, yang termasuk dalam kelas tiga, memiliki harga yang masih terjangkau dan berbentuk seperti rambut atau serabut. Jenis tembaga ini dapat ditemukan pada trafo, generator, dan dinamo penggerak dengan penampilan yang bersih dan tidak berbau seperti sisa pembakaran.

### 4. Tembaga BC

Tembaga BC adalah jenis tembaga kelas dua yang berbentuk batangan atau pipa dan hampir mendekati kualitas tembaga super. Perbedaannya dengan tembaga super terletak pada warnanya yang lebih hitam, sedikit kusam, dan tidak berkilau. Kulitnya terkelupas karena proses pembakaran.

### 5. Tembaga Super (TS)

Tembaga super adalah tembaga kelas satu dengan harga yang paling tinggi dibandingkan dengan jenis lainnya. Tembaga ini berwarna mengkilap, berukuran lebih kecil (setipis sapu ijuk), dan biasanya berbentuk kabel bertegangan tinggi.

## 2.2.2 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

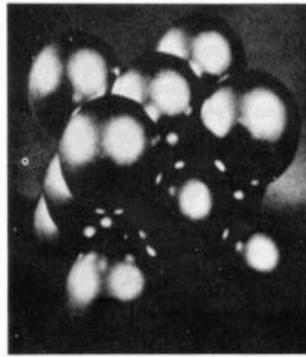
range C10000 sampai C79999 merupakan penamaan yang digunakan untuk *wrought copper*, sedangkan range C80000 sampai C99999 merupakan penamaan untuk *cast alloy* (Cowie 2006). Nama dan paduan tembaga dapat dilihat pada tabel 2.1.

Tabel 2. 1. Nama tembaga dan paduan tembaga

<i>Copper or Copper Alloy UNS No.</i>	<i>Name</i>
C11000	<i>Copper</i>
C14500	<i>Copper-tellurium</i>
C14700	<i>Copper-sulfur</i>
C36500	<i>Leaded muntz metal, uninhibited</i>
C37000	<i>Free-cutting muntz metal</i>
C37700	<i>Forging brass</i>
C46400	<i>Naval brass</i>
C48200	<i>Medium leaded naval brass</i>
C48500	<i>Leaded naval brass</i>
C61900	<i>Aluminium bronze</i>
C62300	<i>Aluminium bronze, 9%</i>
C63000	<i>Aluminium-nickel bronze</i>
C63200	<i>Aluminium-nickel bronze</i>
C64200	<i>Aluminium-silicon bronze</i>
C64210	<i>Aluminium-silicon bronze, 6.7%</i>
C65500	<i>High silicon bronze (A)</i>
C67500	<i>Manganese bronze (A)</i>
C67600	<i>Leaded manganese bronze (A)</i>
C69300	<i>Copper-zinc-silicon</i>
C70620	<i>Copper-nickel 90-10</i>
C71520	<i>Copper-nickel 70-30</i>
C77400	<i>Nickel silver, 45-10</i>

### 2.2.3 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, ketembaga bila dicampur dengan seng, dan keperakan bila dicampur dengan nikel (Skočovský 2000).



Gambar 2. 3. 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 weldingability*)
4. Memiliki ketahanan korosi yang tinggi
5. Memiliki penampilan estetika yang baik (Kutz 2006).

Tabel 2. 2. Material Properties Tembaga

Item	Unit
Simbol Kimia	Cu
Nomor Atom	29
Berat Atom	63.54
Densitas	8960 kg m <sup>-3</sup>
Titik Lebur	1356 K
Panas Spesifik cp (293K)	0.383 KJ kg <sup>-1</sup> k <sup>-1</sup>
Konduktivitas Termal	394 W m <sup>-1</sup> K <sup>-1</sup>
Koefisien Ekspansi Linear	16.5 x 10 <sup>-6</sup> K <sup>-1</sup>
Elastisitas Modulu Young	110 x 10 <sup>9</sup> N m <sup>-2</sup>
Konduktivitas Elektrik	1.673 x 10 <sup>-8</sup> ohm-m
Struktur Kristal	Face-Centered Cubic

Tabel 2. 3. 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 2.3 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 Plastik

Plastik adalah sebuah bahan buatan yang dapat diubah bentuknya menjadi berbagai macam produk dan barang melalui proses panas, penggilingan, pembentukan dan metode lainnya. Plastik berasal dari kata Yunani "*plastikos*" yang berarti pembentukan. Plastik mirip dengan resin, sehingga kedua istilah ini sering keliru digunakan. Resin adalah sebuah bahan padat atau semi-padat yang lengket dan digunakan dalam produk seperti cat, bahan poles dan plastik. Resin disebut sebagai plastik ketika berubah menjadi padat pada proses akhirnya. Produk plastik dibuat dari resin yang padat dan telah diproses (Fenichell 1996).

Plastik adalah senyawa polimer yang terbentuk dari polimerisasi molekul – molekul kecil (monomer) hidrokarbon yang akhirnya akan membentuk rantai panjang dengan stuktur yang kaku. Plastik merupakan senyawa sintesis dari minyak bumi (terutama hidrokarbon rantai pendek) yang dibuat dengan polimerisasi molekul – molekul kecil (monomer) yang sama, sehingga membentuk rantai

panjang yang kaku dan akan menjadi padat setelah temperature pembentukannya. Plastik memiliki titik didih dan titik beku yang beragam, tergantung dari monomer pembentukannya (Klein, 2011)

Plastik merupakan bahan pokok yang banyak digunakan dalam industri makanan dan minuman, bahan bungkus plastik dapat digunakan untuk berbagai produk contohnya seperti plastik pembungkus makanan dan minuman, perabotan rumah tangga dari bahan plastik yang rusak dan akan dibuang begitu saja, pembuatan bingkai plastik, pembungkus makanan, kemasan air minum karena harganya lebih murah, mudah diolah dan didapatkan. Namun penggunaan terhadap sampah plastic menjadi suatu permasalahan terhadap lingkungan dikarenakan membutuhkan waktu yang sangat panjang untuk proses pendauran ulang. Plastik memiliki beberapa keunggulan seperti ringan, fleksibel, kuat, tidak mudah pecah, transparan, tahan air serta ekonomis (Darni dkk., 2005)

Adapun jenis plastic menurut (Putra dkk, 2017) pada dasarnya secara umum digolongkan menjadi 3 (tiga) macam dilihat berdasarkan temperturnya yakni:

1. Bahan Thermoplastic merupakan jenis plastic yang akan meleleh pada keadaan suhu tertentu, mudah melekat megikuti perubahan suhu, mudah untuk kembali kepada bentuk semula ataupun megeras ketika didinginkan tanpa mengaalami perubahan kimia yang signifikan. Contoh dariapada bahan thremoplastik adalah: Polistiren, Polietilen, Polipropilen, Nilon, Plastik fleksiglass dan Teflon.
2. Bahan Thermoseting atau thermodursisabel merupakan jenis plastic yang tidak dapat mengikuti perubahan suhu sehingga bila pengerasan terjadi maka tidak akan dapat kembali menjadi bentuk semula. Pemanasan

dengan suhu yang tinggi tidak akan melunakkan plastik ini melainkan membuat plastic ini menjadi arang dan terurai. Karena sifatnya yang demikian maka banyak jenis plastik ini banyak digunakan sebagai tutup ketel yang mampu menahan suhu yang tinggi. Contoh bahan Thermosetting termasuk resin epoksi, silicon, dan fenolik.

3. Bahan elastis (Elastomer) adalah jenis bahan yang memiliki sifat elastisitas atau kemampuan untuk mengalami deformasi ketika diberikan sebuah gaya dan kembali ke bentuk semula setelah gaya tersebut dihilangkan. Elastomer dapat meregang dengan mudah dan kembali ke bentuknya secara reversibel. Contoh bahan elastis adalah karet sintesis.

### 2.3.1 Teflon

Teflon adalah salah satu bahan plastic yang merupakan merek dagang yang terdaftar yaitu Polytetrafluoroethylene (PTFE). PTFE merupakan salah satu kelas dari plastic yang dikenal sebagai fluoropolymers. Teflon memiliki sifat-sifat yang unik, dimana Teflon memiliki titik lebur yang sangat tinggi, dan juga sangat stabil ketika berada pada suhu yang sangat rendah, dan Teflon tahan terhadap sifat korosif.

Sehingga Teflon dapat dengan sangat baik melapisi bagian atau suatu komponen mesin yang terkena panas, pakaian, dan gesekan, untuk laboratorium yang harus tahan terhadap korosif bahan kimia dan sebagai pelapis peralatan masak dan peralatan lainnya (Aryanta dkk. 2017).

Teflon memiliki titik leleh antara 260 °C hingga 327 °C, tergantung pada jenis plover tertentu. Teflon juga memiliki sifat-sifat lain seperti tahan air, tahan api, tahan gesekan, tahan UV, serta tahan kimia.

Teflon dapat juga dimanfaatkan sebagai bahan perekat dan cincin geser (sifat geseran dapat diperbaiki dengan bagian-bagian alat dari Teflon menambahkan graft kedalamnya). Teflon dapat digunakan untuk pembuatan cincin O, gasket, dan konsentrik dengan diberi bahan yang lunak (sebab Teflon tidak begitu elastis), alat-alat yang kecil, pipa, dan selang selubung pipa. PTFE digunakan sebagai bahan pelapis anti lengket pada peralatan masak, lapisan polimer unik ini akan mencegah makanan untuk tidak menempel pada peralatan masak ketika sedang proses memasak. Pada proses memasak dengan suhu normal, peralatan memasak berlapis PTFE akan melepaskan berbagai gas dan bahan kimia menunjukkan toksisitas ringan hingga berat.

Bahan Teflon juga merupakan suatu bahan yang bersifat isolator, sehingga cocok digunakan untuk instalasi listrik, elektronika, maupun komponen-komponen yang berhubungan dengan listrik. Teflon umumnya berwarna putih dan merupakan bahan sintetik yang kuat, serta tahan terhadap panas hingga suhu 288 °C ketika melewati batas suhu yang dapat ditahan Teflon maka akan meleleh dan sulit menjadi arang. Teflon memiliki massa jenis kira-kira 2,2 kg/mm<sup>2</sup>. Teflon tidak tahan terhadap larutan alkali hidroksida, dan juga kurang tahan terhadap hidrokarbon yang memiliki kandungan khlor. Bahan Teflon dapat dilihat pada gambar 2.4



Gambar 2. 4. Profil Bahan Plastik Teflon

Tabel 2. 4. Material properties Teflon

Item	Unit	Value
Density	g/cm <sup>3</sup>	2.2~2.40
Water Absorption	%	< 0.01
Working Temperature	°C	-180~260
Tensile Strength	Mpa	14
Elongation At Break	%	140
Izod Impact	KJ/m <sup>2</sup>	13
Hardness	Shore A	60~80
Liner Expansion Coefficient	10 <sup>-5</sup> cm/cm <sup>o</sup>	1.05
Thermal Deformation Temperature	°C	150
Compression Strength	Mpa	12
Dynamic Friction Cefficient	-	0.1
Surface Resistivity	Ω*cm	10 <sup>16</sup>
Dielectric Strength	KV/mm	10

Penggunaan terhadap Teflon banyak digunakan dikarenakan Teflon memiliki beberapa sifat dan kegunaan yang baik sehingga banyak dibutuhkan, diantaranya ialah:

1. Tahan terhadap panas dan gesekan.
2. Memiliki titik leleh hingga 342 °C.
3. Tahan terhadap bahan kima, korosif.
4. Tahan terhadap uap air yang bertekanan tinggi.
5. Bersifat sintetis yang kuat.
6. Digunakan sebagai pelapis wajan anti lengket.
7. Digunakan untuk komponen listrik karena bersifat isolator.

### 2.3.2 Mc Blue

McBlue merupakan nama generik untuk keluarga rantai panjang amida polimer yang terbuat dari nomorer *nylon-6* yang diinject dengan caprolactam kedalam bentuk cetakan dan terjadi polimerisasi dengan menggunakan ion atau

gugus yang memiliki muatan negatif. Menurut Jia dkk (2004) polyamide 6/nylon 6 adalah termoplastik semikristalin kinerja tinggi dengan sifat fisik dan mekanis yang menarik yang menyediakan beragam peran penting dalam banyak aplikasi di dunia industri. Pada kondisi yang sama, semua nilon adalah higroskopis (sensitif terhadap kelembaban).

Banyak dari pertumbuhan polyamide 6 saat ini ditemukan di bidang otomotif, dimana bagian yang terbuat dari polyamide 6 secara bertahap menggantikan logam (berbagai baja dan paduan ringan, berbahan dasar aluminium dan magnesium), dan dalam beberapa kasus plastik.

Polyamide 6 juga dapat dicetak sekitar 80° F (27° C) lebih rendah dengan penyusutan cetakan karena lebih sedikit kristal. Sebaliknya, polyamide 6 memiliki modulus lebih rendah dan menyerap kelembaban lebih cepat dari polyamide 6/6. Polyamide 6 termasuk kedalam polimer sintetis yang tidak terdapat secara alami dan termasuk kedalam plastik thermoplast yang dapat dicetak berulang - ulang dengan menggunakan media panas.

Karena sifatnya yang sangat baik, polyamide 6 mencakup sebagian besar dari pasar polimer rekayasa dunia. Penggunaan utama polyamide 6 adalah pada bidang manufaktur transportasi industri, meliputi 35% dari konsumsi polyamide (PA).

Tabel 2. 5. Sifat Karakteristik McBlue

Sifat	Kering/Lembab	Unit
Densitas	1,15	g/cm <sup>3</sup>
Yield Stress	80 / 60	Mpa
Pemanjangan Karena Robek	40 / 100	%
Modulus Elastisitas Hasil Uji Tarik	3.100 / 1.800	Mpa
Modulus Elastisitas Hasil Uji Luntur	3.400 / 2000	Mpa
Kekuatan Luntur	140 / 60	Mpa
Kekuatan Impak	o.B.	kJ/m <sup>2</sup>
Kekuatan Tumbukan Batang Berlekuk	>4 / > 15	kJ/m <sup>2</sup>

Suhu leleh	+ 220	°C
Konduktivitas Termal	0,23	W/(K.m)
Kapasitas Termal Spesifik	1,7	J/(g.K)
Koefisien Ekspansi Linier	7 - 8	$10^{-5}.K^{-1}$

Mc Blue adalah sebuah bahan sintesis yang terbuat dari serat polyester yang memiliki sifat anti air, anti bakteri, anti jamur dan anti UV. Mc Blue juga merupakan nama dari bahan polimer yang menunjukkan sifat yang sangat stabil pada kisaran panas – 40 °C sampai 100 °C dalam kondisi terus menerus. Bahan ini memerlukan pengkondisian setelah proses annealing untuk menciptakan sifat mekanik yang kuat. Pengkondisian dapat dilakukan dalam udara ruangan pada saat proses penyimpanan. Bahan ini lebih ulet dan keras dibandingkan dengan nylon karena melalui proses casting dan annealing.

McBlue memiliki kemudahan fabrikasi dan banyak sifat-sifat unggul. McBlue banyak digunakan dalam aplikasi luas untuk bantalan, ring, segel, gigi, panduan, roller, pakai piring, pengencang, isolator, membentuk dies, lengan, liners, kipas pendingin dan banyak bagian lain. Sifat McBlue termasuk aus yang tinggi dan ketahanan abrasi, dengan koefisien gesek yang rendah dan kekuatan tinggi rasio berat. Bahan McBlue ini dapat dilihat pada gambar 2.5



Gambar 2. 5. Profil Bahan Plastik McBlue

## 2.4 Serapan Energi impak

Serapan energy impak adalah suatu kemampuan sebuah material menyerap suatu energi yang terjadi akibat benturan ataupun tumbukan. Pada saat sebuah material dikenai oleh kekuatan atau gaya yang kuat dan secara tiba-tiba, seperti dalam kasus benturan atau tumbukan, energi kinetik dari objek yang menghasilkan kekuatan atau gaya dapat dipindahkan ke material yang terkena dampak tersebut. (Anhar Pulungan 2017).

Energy impak merupakan suatu energy potensial pendulum yang diubah menjadi sebuah energy kinetic (gerak). Besar energi yang oleh pendulum dapat diketahui dari jarak ketinggian awal dan akhir kedudukan pendulum tersebut, jarak terhadap titik ayun dengan titik takik dan berat daripada pendulum tersebut. Jika jarak dari titik takik dengan berat pendulum tetap sama maka energy impak sepenuhnya bergantung terhadap kedudukan awal dan akhir pendulum itu.

Metode uji impak yang sesuai telah memenuhi standar pengujian suatu bahan terdapat 2 macam yaitu, uji impak charpy dan uji impak izod. Tembaga memiliki serapan energy impak yang terbilang baik dibandingkan dengan jenis logam lainnya. karena sifat tembaga yang keras, ulet, tahan terhadap lelah (fatigue) serta tahan terhadap korosi dan tidak bersifat magnetic. Nilai serapan energi impak tembaga berbeda-beda tergantung pada komposisi yang terkandung seperti kandungan kimianya, kondisi permukaan, suhu, dan faktor-faktor lainnya. Tembaga banyak digunakan dalam kegiatan produksi seperti dalam industri otomotif atau industri elektronika.

### 2.4.1 Uji Impak

Uji Impak adalah suatu pengujian dengan menggunakan pembebanan yang cepat (rapid loading). Pengujian uji impak digunakan untuk mengukur ketangguhan suatu bahan logam dan komposit. Dalam pengujian mekanik terdapat perbedaan terhadap pemberian jenis beban kepada sebuah material. Pengujian ini melibatkan pemberian beban tumbuk pada sampel bahan dan mengukur energy yang dibutuhkan untuk mematahkannya. Standar ASTM E 23 digunakan sebagai acuan dalam pengujian ini. Terdapat dua buah metode pengujian yang umum digunakan, yaitu metode Charpy dan metode Izod (Harijono dan Purwanto 2017).

Menurut Dieter, George E (1998) uji impak digunakan dalam menentukan kecenderungan material untuk rapuh atau ulet berdasarkan sifat ketangguhannya. Hasil uji impak tidak dapat dibaca secara langsung kondisi perpatahan dari 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.

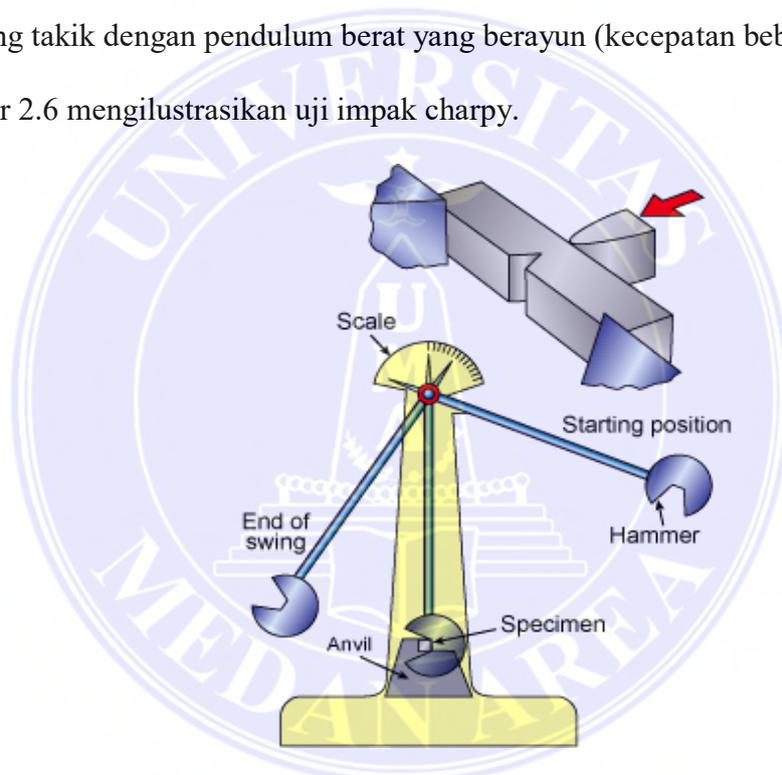
Sejumlah uji impak batang uji bertakik dengan berbagai desai telah dilakukan pengujian dalam menentukan perpatahan rapuh pada logam maupun bahan lainnya. Metode yang menjadi standar untuk uji impak ini ada 2, yaitu metode uji impak charpy dan metode izod. Metode charpy banyak digunakan di Amerika Serikat, sedangkan metode impak izod lebih sering digunakan di sebagian besar daratan eropa (Handoyono 2013).

#### 1. Uji impak charpy

Uji impak charpy adalah suatu metode pengujian sifat kekuatan mekanik material yang bertujuan untuk mengetahui ketangguhan atau kegetasan material

terhadap beban tiba-tiba (Handoyono 2013). Uji impact charpy dilakukan dengan cara memberikan beban kejut pada specimen material yang memiliki bentuk takik berbentuk V atau U pada bagian tengahnya.

Pengujian metode impact charpy, beban diayunkan dari ketinggian tertentu hingga membentur benda yang diuji, yang kemudian dilihat bentuk dari sudut akhir, kemudian dilakukan pengukuran energy yang diserap oleh retakan. Strip uji charpy kemudian ditempatkan secara horizontal pada titik tumpu dan tiba-tiba dibebani di belakang takik dengan pendulum berat yang berayun (kecepatan beban  $\pm 5$  m/dtk). Gambar 2.6 mengilustrasikan uji impact charpy.



Gambar 2. 6. Ilustrasi Skematis Pengujian Impact

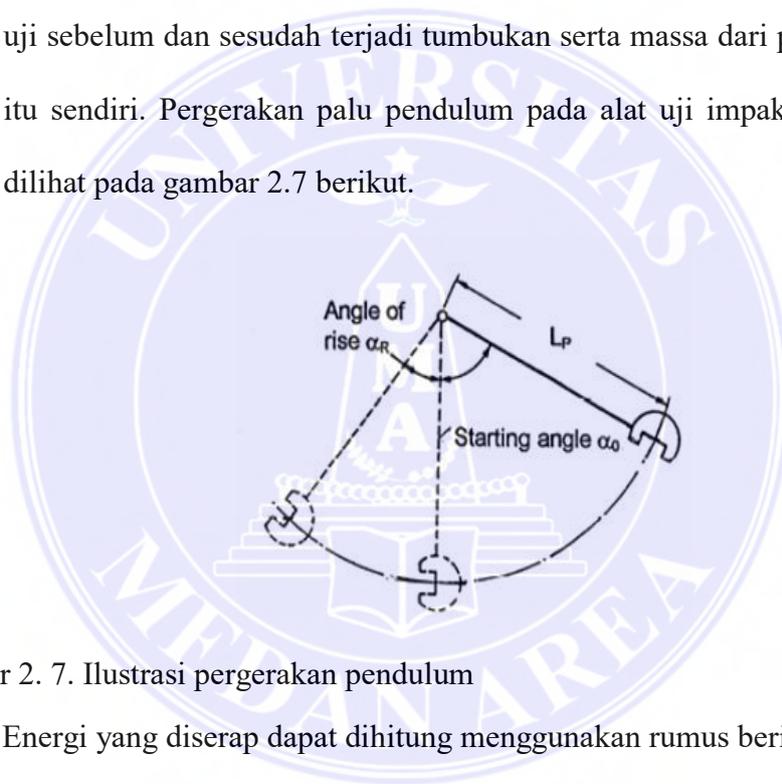
Bagian utama dari peralatan uji impact yaitu:

- a. Anvil/dudukan benda uji berfungsi sebagai dudukan bahan yang diuji.
- b. Batang pendulum berfungsi sebagai pemegang pendulum yang memiliki diameter tertentu.
- c. Indicator-indikator pada alat uji impact charpy ini terdiri dari jarum pertama yang dihubungkan dengan putaran poros berfungsi untuk membaca besar

sudut pendulum sebelum diayunkan ( $\alpha$ ), dan jarum yang kedua untuk membawa besar sudut pendulum setelah mematahkan specimen ( $\beta$ ).

- d. Pendulum berfungsi sebagai penumbuk dengan massa tertentu terhadap benda uji.

Ketika suatu pengujian dilakukan, energy yang diserap oleh benda uji (atau lebih tepatnya energy yang dilepaskan oleh pendulum selama terjadi tumbukan) dihitung dari selisih antara tinggi palu pendulum terhadap benda uji sebelum dan sesudah terjadi tumbukan serta massa dari palu pendulum itu sendiri. Pergerakan palu pendulum pada alat uji impak charpy dapat dilihat pada gambar 2.7 berikut.



Gambar 2. 7. Ilustrasi pergerakan pendulum

Energi yang diserap dapat dihitung menggunakan rumus berikut.

$$W = mp g Lp (\cos \alpha_r - \cos \alpha_0) \dots\dots\dots (2.1)$$

dimana:

- W = Energi (J)
- mp = Massa pendulum (Kg)
- g = Ketetapan Gravitasi (9,81 m/s<sup>2</sup>)
- Lp = Panjang lengan pendulum (m)

Sedangkan, untuk menentukan kekuatan dari metode impact charpy maupun izod dari specimen  $a_{cU}$  yang tidak memiliki sebuah lekukan juga dikenal sebagai sebagai ketahanan suatu material, energy  $Wc$  yang digunakan untuk memathkan specimen terakit dengan luas penampang awal specimen, dengan rumus berikut ini.

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

dimana:

$a_{cU}$  = Kekuatan impact ( $J/mm^2$ )

$Wc$  = Energi (J)

$b$  = Lebar benda uji (mm)

$h$  = Tinggi benda uji (mm)

Untuk mengukur kekuatan impact charpy maupun izod, specimen berlekuk diposisikan secara terpusat pada penopang dan takik pada permukaan takiknya. Oleh karena itu tumbukan terjadi pada sisi takik yang berlawanan (sisi takik dalam uji izod). Kekuatan takik charpy  $a_{cN}$ , dihitung dari energy yang diserap selama terjadi tumbukan  $Wc$  dalam kaitannya dengan luas penampang awal terkecil dari specimen di dasar takikan.

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

dimana:

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

$Wc$  = Energi (J)

$B$  = Lebar benda uji (mm)

$h$  = Tinggi benda uji (mm)

Takik  $45^\circ$  yang dibuat

Pengujian dampak metode charpy dapat mengidentifikasi suatu material tergolong getas atau material ulet. Penelitian ini dilakukan dengan tujuan mendapatkan nilai energi dampak rata-rata spesimen bahan tembaga, kekuatan dampak rata-rata, dan bentuk jenis patahan spesimen (M.Yusuf Rahmansyah Siahaan, Rakhmad Arief Siregar, Faisal Amri Tanjung, Agung Saktiawan, 2023).

## 2. Uji Izod

Dampak izod merupakan sebuah metode pengujian yang digunakan untuk mengukur ketangguhan atau kekuatan suatu material terhadap pukulan dan benturan. Metode ini dinamakan sesuai dengan nama penemu yakni George Izod, seorang insinyur Inggris yang mengembangkan metode tersebut pada tahun 1903.

Uji dampak izod mirip dengan uji dampak charpy, tetapi perbedaannya terletak pada bentuk palu yang digunakan dan teknik yang digunakan uji dampak izod ialah menggunakan teknik kantilever, yaitu spesimen dijepit pada satu ujung hingga takik berada dekat dengan penjepit. Uji ini dapat digunakan untuk bahan logam dan non logam (Porawati 2018). Tujuan uji ini adalah untuk mengetahui kekuatan dampak dan sensitivitas takik pada material pada laju regangan tinggi.

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

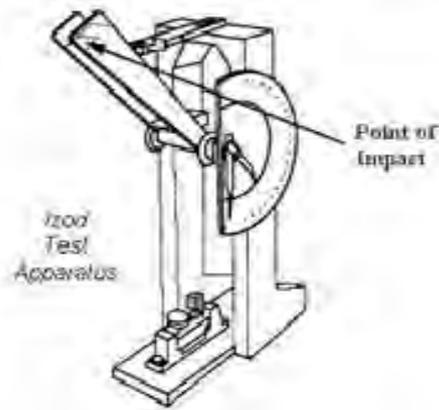
Impak izod memiliki beberapa kelebihan dan kekurangan. Keuntungan dari uji ini diantaranya sebagai berikut:

- a. Pengujian mudah dilakukan dan specimen yang dibutuhkan relative kecil
- b. Dapat digunakan sebagai perbandingan bahan cetakan yang berbeda, pemantauan toleransi pengukuran efek peneuaan, dan juga sebagai pembuatan kartu material.
- c. Memberikan informasi mengenai perilaku kegagalan suatu material atau komponen yang mengalami peneuaan cepat dan pada temeperatur yang bervariasi.

Kerugian dari uji impak izod adalah:

- a. Tidak dapat memberikan informasi secara detail mengenai sifat mekanik material, seperti modulus elastisitas, tegangan luluh, dan tegangan maksimum.
- b. Tidak dapat digunakan untuk mengukur material yang sangat lentur dan rapuh
- c. Gaya terukur tidak dapat diukur secara langsung, tetapi hanya energi yang diserap.

Perlu diperhatikan bahwa kelebihan dan kekurangan ini tidak menyatakan bahwa uji impak izod lebih baik daripada uji impak charpy secara umum. Pemilihan antar uji impak charpy dan uji impak izod didasarkan oleh tujuan pengujian, karakteristik material yang akan di uji, dan kebutuhan spesifik aplikasi atau persyaratan standar yang relevan. Ilustrasi alat uji impak izod dapat diilustrasikan seperti pada gambar 2.8 berikut.



Gambar 2. 8. Ilustrasi Alat Uji Impak Metode Izod

### 3. Uji Impak Jatuh Bebas

Uji impak jatuh bebas merupakan suatu metode pengujian bertujuan untuk mengukur ketahanan bahan atau material terhadap beban kejut (dinamis) yang disimulasikan dengan menjatuhkan benda dari ketinggian tertentu. Metode uji impak benda jatuh bebas menggunakan sebuah benda yang dijatuhkan dari ketinggian yang ditentukan ke atas sampel material yang akan diuji (Pakpahan, Siahaan, Siregar 2023).

Pengujian impak jatuh bebas dapat didefinisikan sebagai suatu kondisi di mana sebuah benda jatuh bebas tanpa adanya penambahan kecepatan selama terjadinya proses jatuh. Jika benda tersebut jatuh ke bumi dari ketinggian yang relative kecil dibandingkan jari-jari bumi, maka benda tersebut mengalami penambahan kecepatan ke arah bawah dengan nilai yang sama setiap detiknya. Hal ini menandakan bahwa percepatan benda akan berkurang dengan nilai yang sama. Sebaliknya apabila benda ditembakkan ke atas, kecepatan akan berkurang dengan nilai yang sama setiap detik, dan perlambatan ke atas yang terjadi akan sama nilai setiap detiknya. (Ali 2015).

Uji impak jatuh bebas dapat dilakukan dengan menggunakan alat uji impak jatuh bebas model drop weight test. Pengujian dilakukan dengan menjatuhkan striker pada ketinggian yang ditentukan ( $h$ ) ke atas specimen yang ditempelkan pada meja anvil. Saat striker menyentuh specimen, akan terjadi transfer energy kinetik dari striker ke specimen. Energy kinetik ini akan menyebabkan specimen mengalami deformasi dan pembengkokan akibat benturan. Energy yang diserap oleh specimen merupakan energy kinetik yang tidak digunakan pada deformasi specimen.



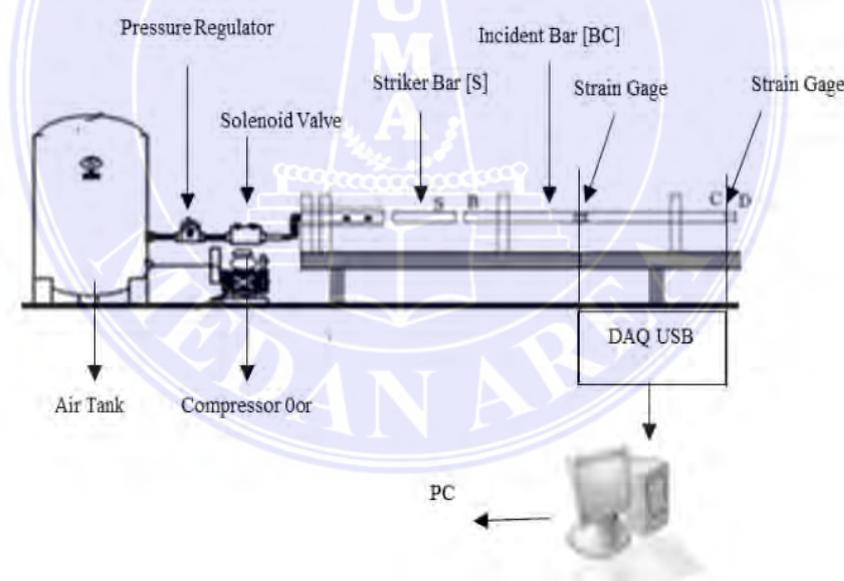
Gambar 2. 9. Uji Impak Jatuh Bebas

#### 4. Uji Impak Air Gun Compressor

Metode uji impak air gun compressor merupakan metode pengujian untuk mengukur kekuatan dan keretakan bahan akibat diberikannya beban impak yang tinggi secara dinamis. Metode ini menggunakan alat uji yakni air gun compressor (AGC), yang memiliki tiga batang berbasis kolinier, yaitu batang impak, batang penerus dan batang penguji. Dalam pengujian uji impak ini, beban impak akan mengenai satu ujung batang impak, yang akan menimbulkan gelombang tekanan

yang melaju melalui batang dan specimen. Sensor tegangan pada batang akan mengukur gelombang tekanan. Dengan menganalisis gelombang tekanan yang terjadi ketika bergerak masuk dan keluar dari specimen, kekuatan dan keretakan yang terjadi pada bahan dapat ditentukan. (Haiyum 2010).

Uji impak air gun compressor dapat digunakan untuk menguji berbagai macam jenis bahan seperti keramik, komposit, logam, polimer dan lainnya. Juga uji impak air gun compressor dapat dilakukan pada berbagai macam kondisi lingkungan dan suhu. Uji impak air gun compressor memiliki beberapa keuntungan dibandingkan dengan metode uji impak lainnya, seperti tingkat akurasi yang sangat tinggi, fleksibilitas yang besar, juga kemampuan untuk menguji bahan specimen yang berukuran kecil.



Gambar 2. 10. Uji Air Gun Compressor

## 2.5 Jenis patahan

Patahan pada sebuah material merupakan kondisi dimana terjadinya kerusakan atau keretakan yang terjadi pada material akibat ketidakmampuan material menahan beban atau gaya yang diberikan pada material tersebut.

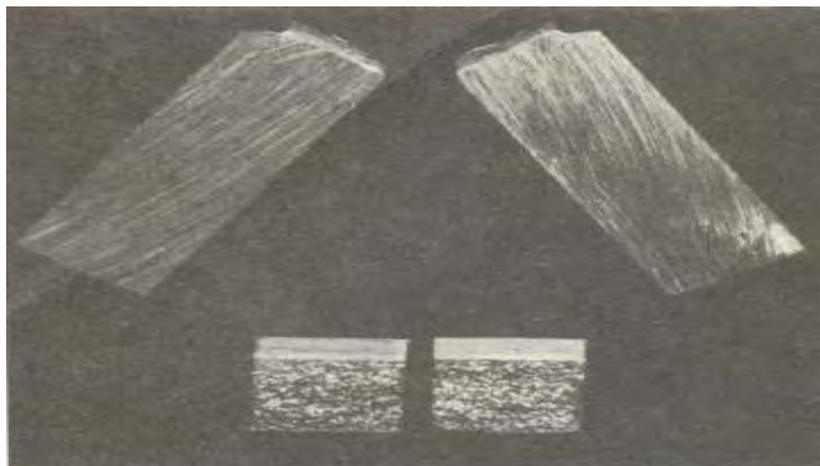
Kelebihan beban atau stress yang melebihi batas kekuatan material tersebut akan menyebabkan terjadinya patahan yang dapat terjadi baik pada material logam maupun non-logam. Patahan pada sebuah material dapat dikategorikan berdasarkan pada jenis beban, mekanisme patahan, dan morfologi pada permukaan patahan. Menurut Akhmad, H.W, patahan impak dapat dikategorikan menjadi 3 yaitu:

1. Patahan campuran merupakan jenis perpatahan yang mengkombinasikan 2 jenis patahan antara patahan ulet dan patahan getas, dimana hasil patahan akan terlihat permukaannya terlihat kusam dan sedikit berserat, dan hasil patahan masih dapat disambungkan kembali, dan terdapat deformasi pada patahan tersebut.



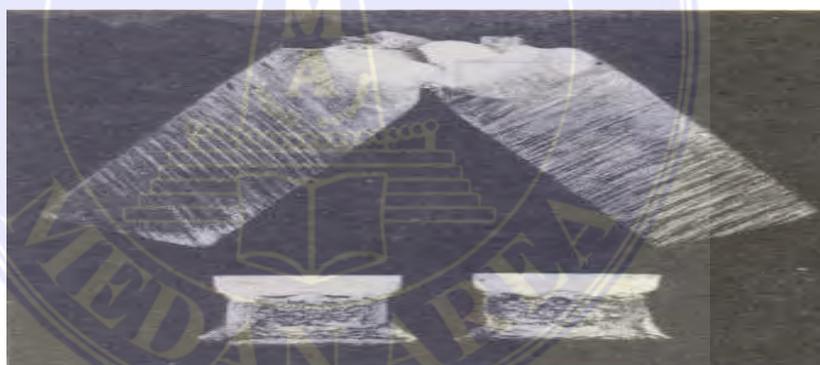
Gambar 2. 11. Patahan Campuran

2. Patahan getas, merupakan jenis patahan yang dihasilkan oleh mekanisme pembelahan (cleavage) pada butir-butir bahan (logam) yang rapuh. Ditandai adanya permukaan patahan yang datar mampu memberikan daya pantul terhadap cahaya yang tinggi (mengkilat).



Gambar 2. 12. Patahan Getas

3. Patahan ulet, merupakan jenis patahan yang terjadi akibat mekanisme pergeseran bidang Kristal dalam bahan (logam) yang ulet. Pada permukaan patahan akan terlihat berserat dan berbentuk dimple yang dapat menyerap cahaya dan berpenampilan buram.



Gambar 2. 13. Patahan Ulet

## BAB III

### METODE PENELITIAN

#### 3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

##### 3.1.1 Tempat

Ada pun pengujian eksperimen dilaksanakan di Laboratorium 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 2024-2025						
	Apr	Mar	Juni	Juli	Agus	Okt	Jan
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 akan digunakan proses penelitian yang akan dijabarkan sebagai berikut:

#### 1. Tembaga

Tembaga sebagai bahan uji pada penelitian ini yang kemudian dilapisi dengan *mcbblue* dan teflon untuk meningkatkan kekuatan dan ketangguhan material. Materi awal tembaga yang digunakan memiliki ukuran panjang 100 mm, lebar 73 mm dan tebal 12 mm. Bahan tembaga dapat dilihat pada gambar 3.1 dibawah ini.



Spesifikasi	
Grade	A (tembaga elektrolitik)
Kemurnian	≥ 99,99 %
Bentuk Fisik	Katoda tembaga (lembaran datar)
Berat	50 – 80 kg
Konduktivitas listrik	100 – 101 % IACS
Konduktivitas Panas	~385 W/m·K
Titik Lelah	~ 1083 °C
Densitas	~ 8,96 g/cm <sup>3</sup>
Modulus Elastisitas	~ 110 GPa

Gambar 3. 1. Bahan Tembaga

#### 2. Plastik Teflon

Teflon digunakan dalam penelitian ini untuk sebagai pelapis tembaga. Material awal Teflon yang digunakan memiliki ukuran panjang 250 mm, lebar 80 mm dan tebal 5 mm. Bahan Teflon dapat dilihat pada gambar 3.2 dibawah ini.



Gambar 3. 2. Bahan Teflon

### Spesifikasi

Kemurnian	≥ 99,99 % PTFE tanpa filter
Bentuk Fisik	Lembaran, batang, tabung
Densitas	2,13 – 2,20 g/cm <sup>3</sup>
Titik Leleh	~ 327 °c
Modulus Elastisitas	~ 500 – 700 MPa
Konduktivitas listrik	Isolator sangat baik

### 3. Plastic *McBue*

*Mcblue* digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai pelapis untuk tembaga. Material awal *mcblue* yang digunakan memiliki ukuran panjang 250 mm, lebar 80 mm dan tebal 5 mm. Bahan *mcblue* dapat dilihat pada gambar 3.3 dibawah ini.



Gambar 3. 3. Bahan Mc Blue

### Spesifikasi

Kekuatan Tarik	80 – 120 MPa
Modulus Elastisitas	3 – 4 GPa
Ketahanan Suhu	-40°C hingga 110°C
Densitas	1,13-1,16 g/cm <sup>3</sup>
Elongasi(regangan patahan)	30-70%
Sifat Listrik	Isalator baik

#### 3.2.2. Alat

Adapaun alat-alat yang akan digunakan dalam pengujian penelitian dijelaskan sebagai berikut :

##### 1. Alat Uji Impak Charpy

Uji Impak Charpy adalah suatu alat yang berfungsi sebagai standar pengujian laju regangan tinggi yang menentukan jumlah energy yang mampu diserap

oleh specimen. Alat uji impact metode charpy ditunjukkan pada gambar 3.4 dibawah ini



#### Spesifikasi

Model	IR – 2023
Kapasitas Maksimal	300 Joule
Massa Pendulum	22,95 Kg
Panjang Lengan Pendulum	0,75 m
Sudut Pemukul Awal	147°

Gambar 3. 4. Alat Uji Impak Charpy

## 2. Jangka Sorong

Merupakan suatu alat yang berfungsi untuk menentukan suatu ketebalan diameter luar dan dalam pada suatu benda kerja. Juga mampu mengukur tingkat kedalaman benda kerja. Alat uji jangka sorong ditunjukkan pada gambar 3.5 dibawah ini.



Gambar 3. 5. Jangka Sorong

### 3. Lem Dextone

Lem dextone berfungsi untuk merekatkan kedua bahan menjadi satu Specimen



Gambar 3. 6. Alat lem Dextone

### 3.3 Metode Penelitian

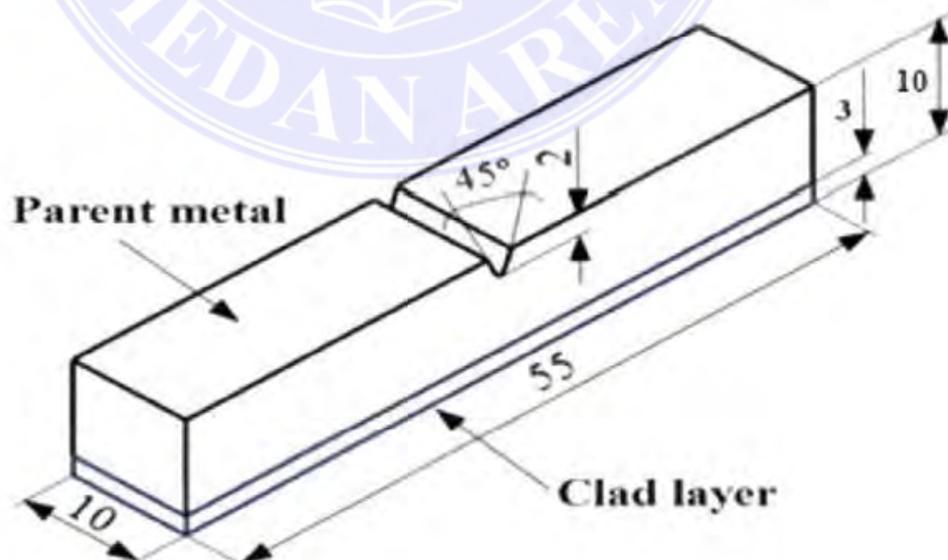
Metode penelitian pada eksperimen merupakan metode penelitian kuantitatif. Dengan demikian metode eksperimen dapat diartikan sebagai sebuah metode penelitian yang digunakan untuk mencari pengaruh perlakuan tertentu terhadap yang lain dalam kondisi yang terkendali. Termasuk dalam judul tugas akhir saya yakni “ Analisis Pengaruh Ketebalan Tembaga Yang Di Perkuat Plastik Terhadap Kekuatan Impact”.

Dalam metode penelitian one-shot case study saya ini adalah ada bahan tembaga yang diperkuat plastic terhadap kekuatan impact. Adapun jenis dan bentuk bahan uji yang digunakan disini adalah sebagai berikut:

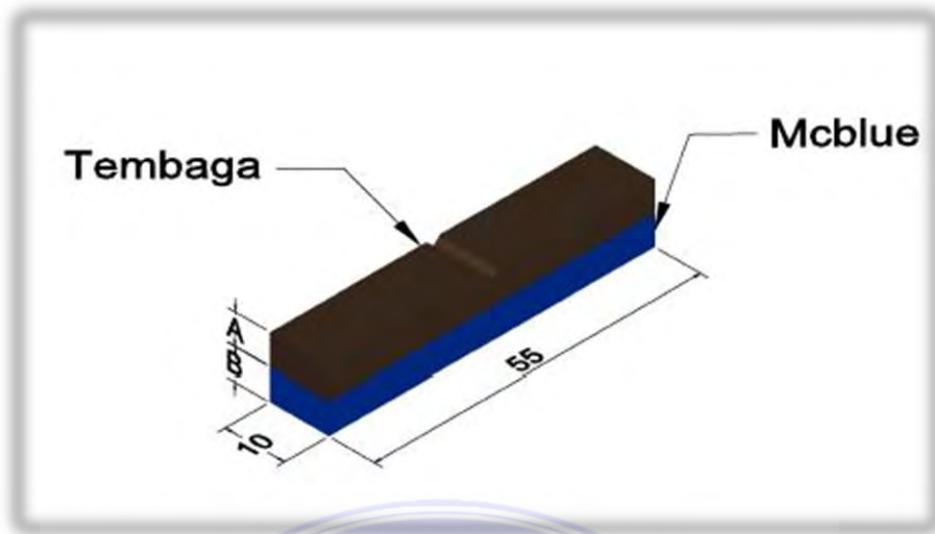
1. Bahan tembaga
2. Bahan Plastik Teflon
3. Bahan Plastik McBlue

Metode yang digunakan dalam pengujian ini adalah metode eksperiment untuk menguji dan menyelidiki, metode yang digunakan dapat dijabarkan sebagai berikut:

1. Observasi literature jurnal dan buku.
2. Melakukan survey ketersediaan peralatan alat uji impact charpy.
3. Membeli bahan tembaga, plastic Teflon dan plastic McBlue.
4. Membuat specimen uji material sesuai standart ASTM E23 menggunakan tembaga yang diperkuat plastic Teflon dan plastic McBlue.
5. Melakukan pengujian specimen material tembaga yang diperkuat plastic terhadap kekuatan impact charpy di Laboratorium Metalurgi Universitas Medan Area.
6. Mencatat hasil pengujian specimen pada alat uji impact charpy yang dilakukan di Laboratorium Metalurgi Unveristas Medan Area.
7. Melakukan analisis data hasil pengujian menggunakan persamaaan 2.1 dan 2.2
8. Membuat laporan naskah seminar hasil.
9. Membuat laporan naskah sidang sarjana.



Gambar 3. 7. Ukuran Standard Spesimen ASTM E23 Bahan Logam

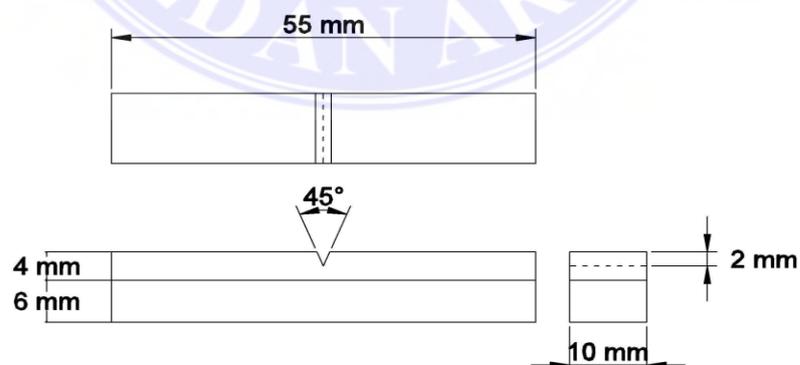


Gambar 3. 8. Ukuran Standard Spesimen Tembaga yang diperkuat Mcblue

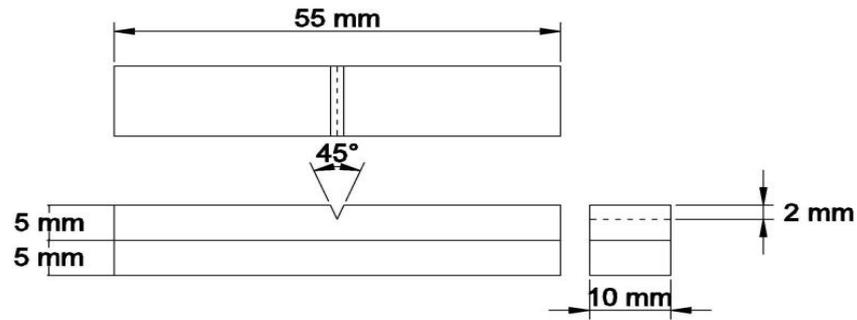


Gambar 3. 9. Ukuran Standard Spesimen Tembaga yang diperkuat Teflon

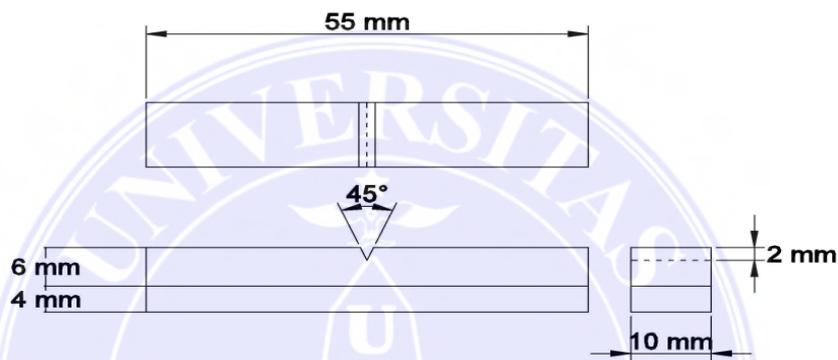
Gambar 3.8 merupakan tembaga yang diperkuat *Mcblue*, sedangkan gambar 3.9 merupakan ukuran dari spesimen tembaga yang diperkuat Teflon.



Gambar 3. 10. Ukuran spesimen dengan variasi ketebalan 4 mm dan 6 mm



Gambar 3. 11. Ukuran spesimen dengan variasi ketebalan 5 mm dan 5 mm



Gambar 3. 12. Ukuran spesimen dengan variasi ketebalan 6 mm dan 4 mm

### 3.4 Populasi dan Sampel

Pada penelitian ini untuk populasi dan sampel menggunakan bahan tembaga yang diperkuat Teflon dan McBlue.

Tabel 3. 2. Data Populasi dan Sampel

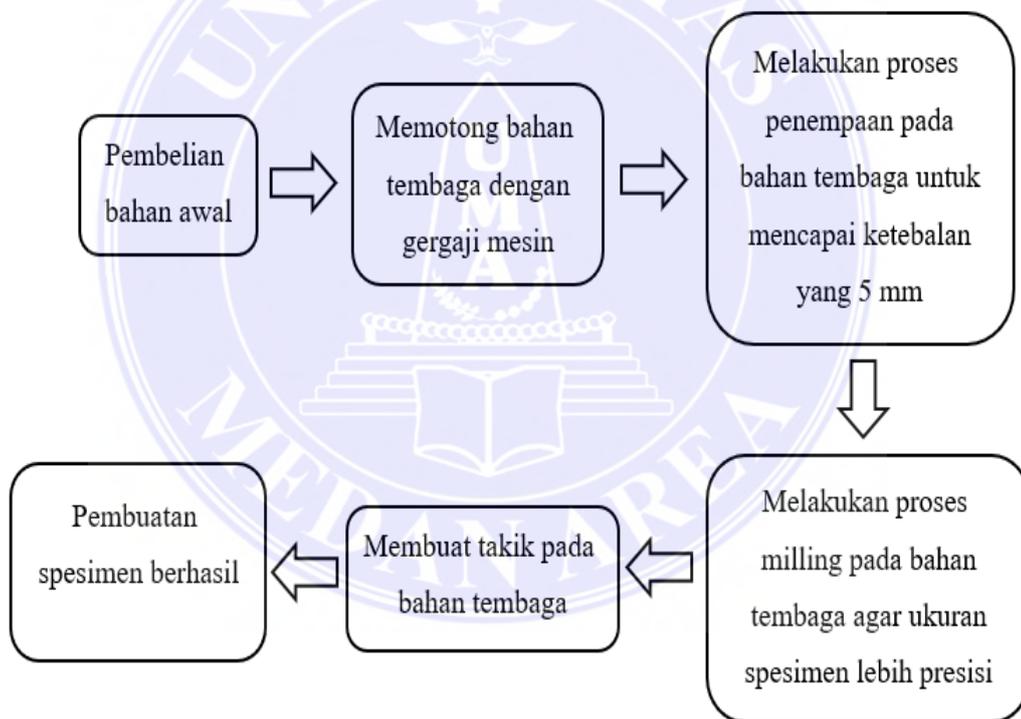
No	Bahan Material	l	B	T	Jumlah
		mm	mm	Mm	
1	Tembaga	55	10	5	3
	Plastik <i>Mcblue</i>	55	10	5	
2	Tembaga	55	10	6	3
	Plastik <i>Mcblue</i>	55	10	4	
3	Tembaga	55	10	5	3
	Plastik Teflon	55	10	5	
4	Tembaga	55	10	6	3
	Plastik Teflon	55	10	4	

### 3.5 Prosedur Kerja

#### 3.5.1. Prosedur Pembuatan Spesimen

##### 1. Pembuatan Spesimen Tembaga

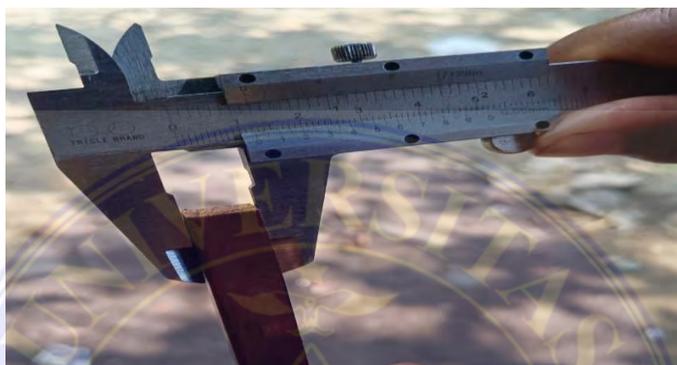
Pembuatan spesimen dilakukan secara manual dengan beberapa tahapan, Dimana pembelian material awal dengan ukuran Panjang 100 mm, lebar 73 mm dan tebal 12 mm untuk bahan tembaga yang kemudian dipotong dan ditempa sampai ukuran spesimen tembaga menjadi panjang 55 mm, lebar 10 mm dan tebal 4 mm, 5 mm dan 6 mm kemudian diberi takik (*notch*) dengan bentuk v dengan kedalaman 2 mm, yang ditunjukkan pada gambar 3.13 sampai dengan gambar 3.16



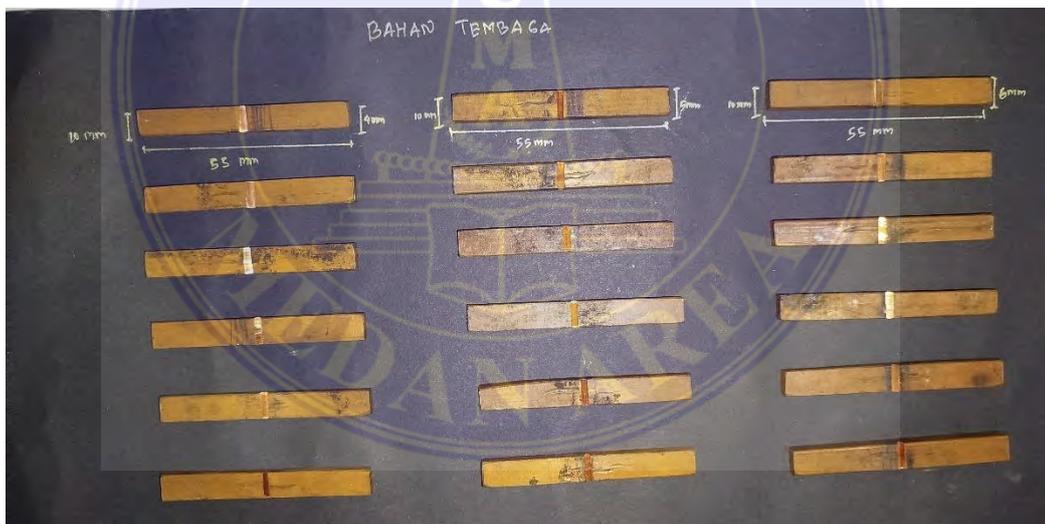
Gambar 3.13. Diagram alir pembuatan spesimen tembaga



Gambar 3.14. Tembaga sebelum dipotong



Gambar 3.15. Pengukuran bahan tembaga setelah dipotong

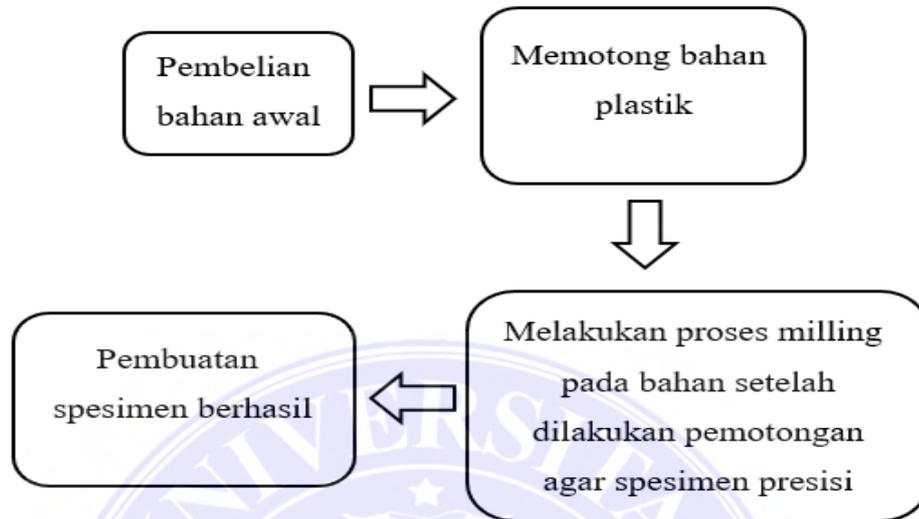


Gambar 3.16. Tembaga setelah dipotong dan diberi takik

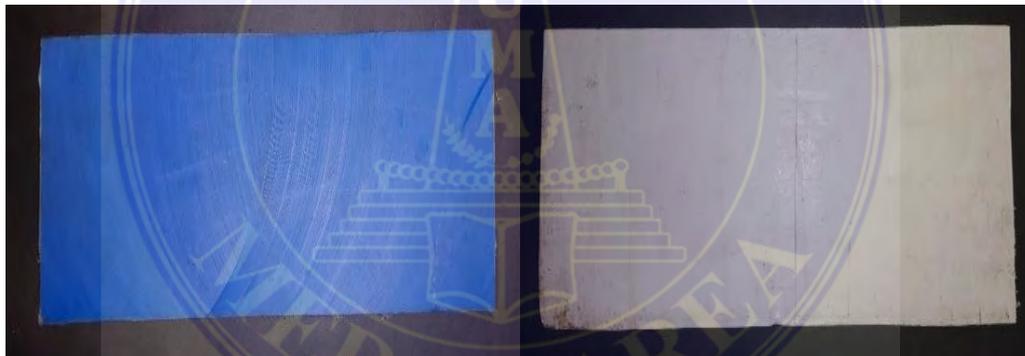
## 2. Pembuatan Spesimen plastic

Pembuatan spesimen dilakukan secara manual dengan beberapa tahapan, dimana pembelian material awal panjang 250 mm, lebar 80 mm dan variasi tebal 6 mm, 5 mm dan 4 mm untuk bahan Teflon dipotong sampai ukuran spesimen menjadi panjang 55 mm, lebar 10 mm dan tebal 4 mm, 5 mm dan 6 mm setiap

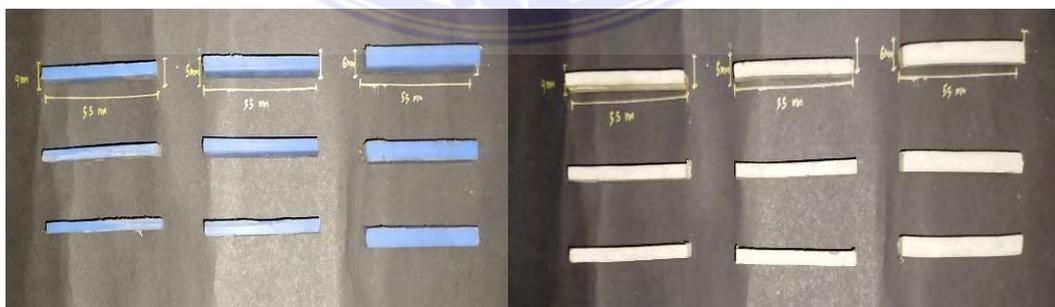
spesimen. Proses pembuatan spesimen plastic dapat dilihat pada gambar 3.17 hingga gambar



Gambar 3.17 diagram alir pembuatan spesimen plastik



Gambar 3.18. Bahan plastic yang belum dipotong



Gambar 3.19. Bahan plastic yang sudah dilakukan proses pemotongan dan milling

### 3. Penggabungan spesimen

Penggabungan (*Joint*) spesimen Tembaga dengan spesimen plastic 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 disiapkan secara hati-hati dan lem diaplikasikan secara seragam, sehingga menciptakan ikatan yang kokoh antara tembaga dan plastic. Detail proses ini terdapat dalam ilustrasi yang terletak pada gambar 3.20 sampai dengan gambar



Gambar 3.20. Diagram alir penggabungan spesimen.



Gambar 3.21. Tampak atas spesimen yang telah digabung tetapi belum diberi beban plat



Gambar 3.22. Tampak samping spesimen yang diberi beban plat besi dengan berat 5 kg

Proses penggabungan spesimen ini dilakukan selama 24 jam untuk mendapatkan daya rekat yang maksimal antar spesimen tembaga dengan spesimen plastic.

### 3.5.2. Prosedur Pengujian Spesimen

Proses pengujian spesimen memiliki tujuan untuk mendapatkan sudut akhir pengujian, maka dalam hal ini perlu diperhatikan prosedur pengujian yang ada seperti pada gambar 3.23 hingga gambar . Setelah mendapatkan hasil sudut akhir maka perhitungan atau analisis untuk setiap spesimen dapat dilakukan.



Gambar 3.23. Diagram alir proses pengujian

Sebelum dilakukan pengujian terhadap spesimen hal yang pertama kali dilakukan yaitu mempersiapkan alat uji impak *charpy*. Baik dari kelistrikan dan

kepresisian alat yang akan digunakan. Persiapan alat uji impak *charpy* dapat dilihat pada gambar 3.24 dan gambar 3.25.



Gambar 3.24. Persiapan alat uji impak *charpy*



Gambar 3.25. Posisi spesimen yang akan diuji

Posisi takik (*notch*) saat melakukan pengujian harus membelakangi pendulum. Posisi ini berlaku untuk semua spesimen yang akan diuji.



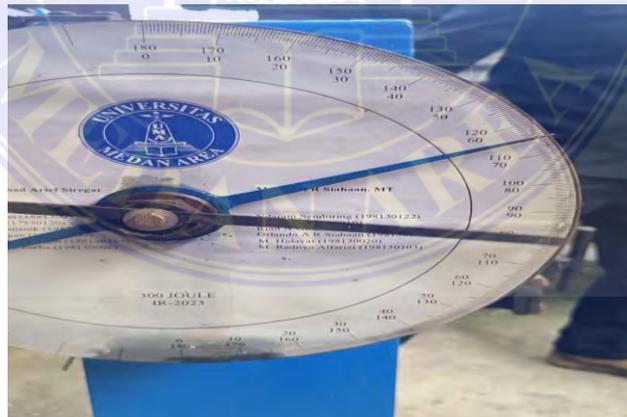
Gambar 3.26. Tampak samping spesimen yang akan diuji



Gambar 3.27. Posisi lengan pendulum dinaikkan



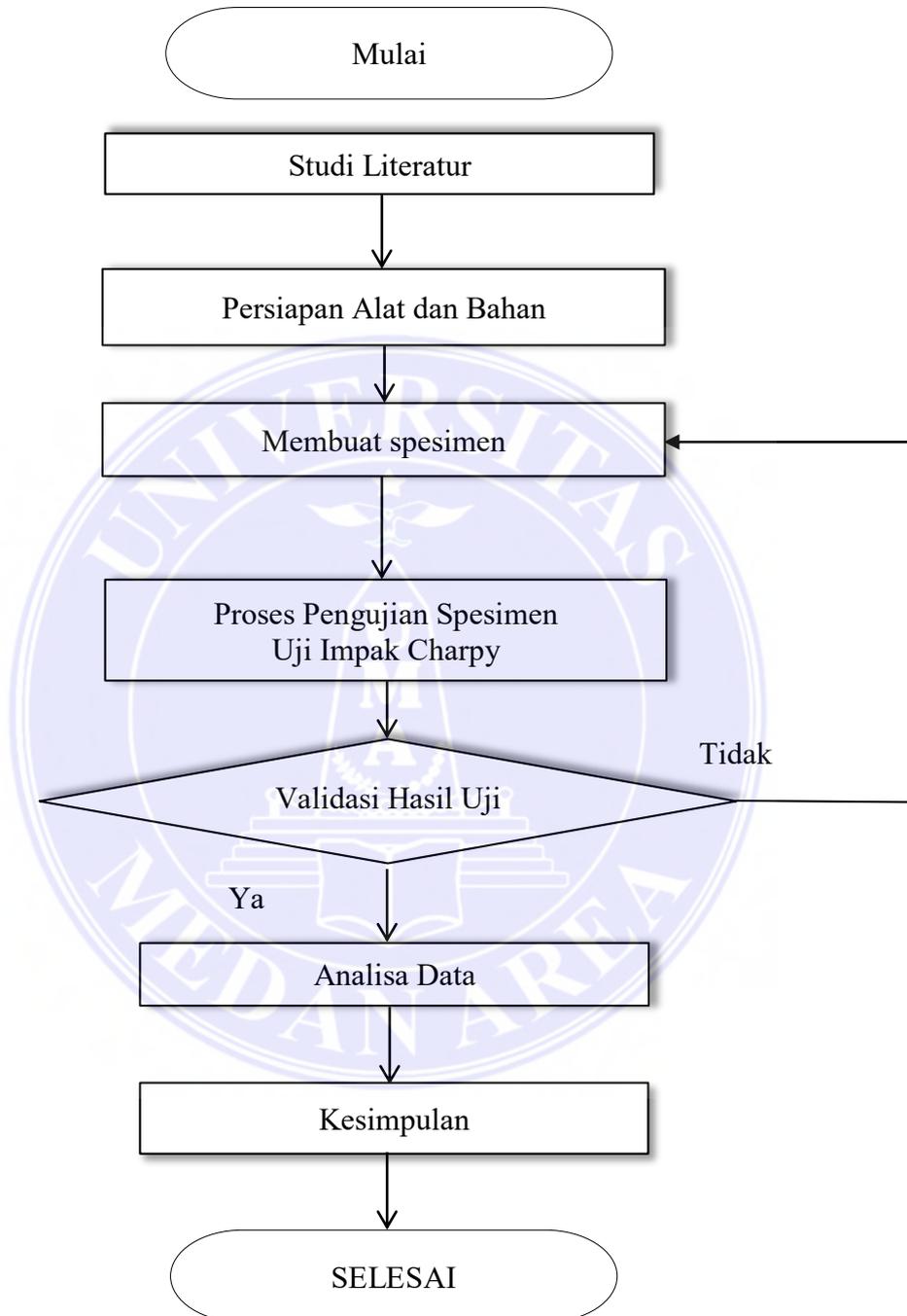
Gambar 3.28. Posisi awal sudut  $147^{\circ}$  sebelum pengujian spesimen



Gambar 3.29. Posisi sudut akhir setelah pengujian spesimen

Setelah semua spesimen diuji, sudut akhir pengujian dicatat untuk menghitung atau menganalisis energy impact dan kekuatan impact dari tiap-tiap spesimen yang diuji

### 3.6 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3. 13. 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 diuji dengan impak *charpy* memiliki ukuran panjang 55 mm, lebar 10 mm, tebal 10 mm, *notch* dengan sudut  $45^\circ$ , kedalaman *notch* 2 mm, dan radius pusat 0,2 mm sesuai dengan dimensi ASTM-E23 yang diperkuat dengan *mcblue* dan teflon telah berhasil untuk dibuat dengan jumlah spesimen sebanyak 18 pcs.
2. Hasil pengujian pada spesimen tembaga yang diperkuat dengan *mcblue* menunjukkan bahwa variasi ke-3 memiliki hasil yang lebih baik dalam menahan impak (benturan) daripada variasi ke-1 dan ke-2. Hal ini menunjukkan ketahanan terhadap benturan dengan sudut akhir berkisar  $126^\circ$  sampai  $122^\circ$ . Di sisi lain, spesimen tembaga yang diperkuat dengan Teflon variasi ke-3 juga menunjukkan ketahanan terhadap benturan dengan sudut berkisar  $128^\circ$  sampai  $124^\circ$ . Berdasarkan hasil ini, spesimen tembaga yang diperkuat *mcblue* dan Teflon efektif dalam menahan impak. Kesimpulannya, semakin kecil nilai sudut akhir, maka spesimen tersebut lebih kuat dalam menahan impak.
3. Hasil analisis menunjukkan bahwa hasil rata-rata energi impak pada tembaga yang diperkuat *mcblue* memiliki nilai 38,50 *joule*, 40,04 *joule* dan 47,23 *joule*. Dan terjadi penurunan nilai 24,51 *joule*, 33,12 *joule* dan 43,20 *joule* pada tembaga yang diperkuat Teflon. Demikian pula hasil rata-rata

kekuatan impak pada tembaga yang diperkuat *mcblue* memiliki nilai 0,48 J/mm<sup>2</sup>, 0,55 J/mm<sup>2</sup> dan 0,59 J/mm<sup>2</sup>. dan terjadi penurunan nilai 0,31 J/mm<sup>2</sup>, 0,41 J/mm<sup>2</sup> dan 0,54 J/mm<sup>2</sup> pada tembaga yang diperkuat Teflon.

## 5.2 Saran

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

- Handoyo, Y. (2013). Perancangan Alat Uji Impak Metode Charpy Kapasitas 100 Joule.
- Jambak, B. H. N. (2023). Analisis Pengaruh Suhu Pada Bahan Plastik Terhadap Kekuatan Impact. Repository Uma.
- MYR Siahaan, RA Siregar, FA Tanjung, A Saktiawan (2023). Analisis Karakteristik Bahan Tembaga Akibat Pengaruh Proses Penempaan Terhadap Kekuatan Impak. - Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur dan Energi,
- Anhar Pulungan, M. (2017). Pengaruh Ketebalan Terhadap Daya Serap Energi Impak pada Rompi Anti Peluru yang Terbuat dari Komposit Hgm-Epoxy Dan Serat Karbon. Jurnal Inotera, 2(2).
- Siahaan, M. Yusuf Rahmansyah, Rakhmad Arief Siregar, Faisal Amri Tanjung, dan Agung Saktiawan. 2023b. "Analisis Karakteristik Bahan Tembaga Akibat Pengaruh Proses Penempaan Terhadap Kekuatan Impak." Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur dan Energi 6(1). doi:10.30596/rmme.v6i1.13709.
- Kumar, D., Siregar, A., & Ramdan, D. (2017). Perancangan Alat Uji Impak Charpy Sederhana Untuk Material Logam Baja St 30 Design Of Simple Charpy Impact Test For Steel Meterial Steel Materials. JMEMME, 1(1). <http://ojs.uma.ac.id/index.php/jmemme>
- Chijiwa, K., & Surdia, T. (1982). Teknik pengecoran logam. Pradnya Paramita.
- "Designation: E23 – 16b Standard Test Methods for Notched Bar Impact Testing of Metallic Materials 1." [www.astm.org](http://www.astm.org).
- Pakpahan, Goodman, Muhammad Yusuf Siahaan, dan Rakhmad Arief Siregar. 2023. "Perancangan Alat Uji Impak Anak Panah Jatuh Bebas untuk Menguji Lembaran Plastik dengan Kapasitas 120 gr." JMEMME (Journal of Mechanical Engineering, Manufactures, Materials and Energy) 7(1): 95–103. doi:10.31289/jmemme.v7i1.6295.
- Palar, Heryando. 2004. Pencemaran & Toksikologi logam berat. Jakarta: Rineka Cipta.
- Porawati, H. (2018). Analisis Alat Uji Impak Metode Izod pada Bengkel Politeknik Jambi. In Jurnal Inovator (Vol. 1, Issue 1). [www.ojs.politeknikjambi.ac.id/index/inovator](http://www.ojs.politeknikjambi.ac.id/index/inovator)
- Aryanta, H., Ma'ruf, A., & Finahari, N. (2017). Analisis pengaruh serat limbah teflon terhadap sifat mekanik komposit fiber sebagai material pengganti alas cor beton. *ROTOR*, 10(2), 6-11.
- Sugiyono, Prof, Dr. (2015). *Metode Penelitian dan Pengembangan*. Bandung: ALFABETA
- Y. P. Octavian, "Analisis Gangguan Transmisi Pada Sistem Komunikasi Kabel Laut Matrix Cable System," 2019.

## LAMPIRAN

### Pengujian Tembaga Terhadap Serapan Energi Impak

No	Tembaga	P	L	T	Sudut Awal	Sudut Akhir
1	Spesimen 1	55 mm	10 mm	10 mm	147°	102°
2	Spesimen 2	55 mm	10 mm	10 mm	147°	109°
3	Spesimen 3	55 mm	10 mm	10 mm	147°	115°

### Grafik Pengujian Tembaga Terhadap Serapan Energi Impak

