

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

SKRIPSI

**OLEH :
RICHAD SONI AGO DAMANIK
198130066**



**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 6/11/24

Access From (repository.uma.ac.id)6/11/24

ANALISIS PENGARUH KETEBALAN KUNINGAN YANG DIPERKUAT PLASTIK TERHADAP SERAPAN ENERGI IMPAK

SKRIPSI

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



Oleh:

**RICHAD SONI AGO DAMANIK
198130066**

**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 6/11/24

Access From (repository.uma.ac.id)6/11/24

HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

Judul Proposal : Analisis Pengaruh Ketebalan Kuningan Yang Diperkuat Plastik Terhadap Serapan Energi Impak
Nama Mahasiswa : Richad Soni Ago Damanik
NIM : 198130066
Fakultas : Teknik Mesin

Disetujui Oleh

Komisi Pembimbing


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

Pembimbing



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.



**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 : Richad Soni Ago Damanik

NPM : 198130066

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 KUNINGAN YANG DIPERKUAT PLASTIK TERHADAP SERAPAN ENERGI IMPAK.

Beserta perangkat yang ada (jika di perlukan). 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 buat dengan sebenarnya.

Di buat di : Medan

Pada tanggal : 2 Juni 2024

Yang menyatakan



(Richad Soni Ago Damanik)

198130066

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh ketebalan kuningan yang diperkuat dengan plastik terhadap serapan energi impact. Kuningan, sebagai material yang sering digunakan dalam berbagai aplikasi industri karena sifat mekaniknya, dapat diperkuat dengan plastik untuk meningkatkan ketahanannya terhadap beban impact. Dalam penelitian ini, sampel kuningan dengan variasi ketebalan yang berbeda diperkuat menggunakan plastik *mcbblue* dan teflon 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 yang diperkuat dengan *mcbblue* memiliki nilai rata-rata energi impact pada kuningan yang diperkuat *mcbblue* memiliki nilai rata-rata 20,16 joule, 31,6 joule dan 46,4 joule dan terjadi penurunan nilai 5,02 Joule, 12,27 joule dan 24,36 joule pada kuningan yang diperkuat teflon. Demikian pula hasil rata-rata kekuatan impact pada kuningan yang diperkuat *mcbblue* memiliki nilai 0,25 J/mm², 0,4 J/mm² dan 0,58 J/mm² dan terjadi peningkatan nilai 0,06 J/mm², 0,15 J/mm² dan 0,3 J/mm² pada kuningan yang diperkuat teflon. Hasil ini menunjukkan peningkatan signifikan dibandingkan dengan material kuningan yang tidak diperkuat, menandakan bahwa kombinasi 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: kuningan, *mcbblue*, teflon, serapan energi impact, pengujian *charpy*.

ABSTRACT

This research aims to analyze the effect of the thickness of brass reinforced with plastic on impact energy absorption. Brass, as a material that is often used in various industrial applications due to its mechanical properties, can be reinforced with plastic to increase its resistance to impact loads. In this research, brass samples with different thickness variations were reinforced using Mcblue plastic and Teflon and tested under controlled impact conditions. The method used includes charpy impact testing to measure the energy absorbed by the sample when exposed to an impact load. The test results show that specimens reinforced with McBlue have an average impact energy value for brass reinforced with McBlue which has values of 20.16 Joules, 31.6 Joules and 46.4 Joules and there is a decrease in the values of 5.02 Joules, 12.27 Joules. and 24.36 joules on Teflon-reinforced brass. Likewise, the average impact strength results for Mcblue reinforced brass have values of 0.25 J/mm², 0.4 J/mm² and 0.58 J/mm² and there is an increase in the values of 0.06 J/mm², 0.15 J/mm² and 0.3 J/mm² on Teflon reinforced brass. These results show a significant improvement compared to unreinforced brass material, indicating that the combination of reinforcement with plastic is effective in increasing the impact resistance of the material. These results are expected to contribute to the development of new materials that are more efficient and durable for various industrial needs.

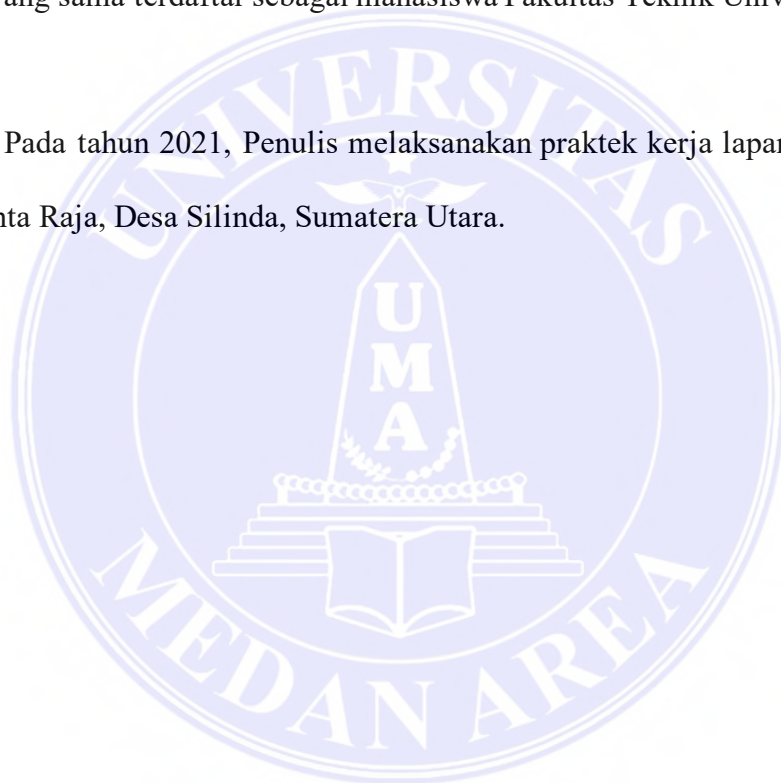
Keywords: brass, mcblue, teflon, impact energy absorption, charpy testing.

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Sorek Dua RIAU Pada tanggal 12 Oktober 2001 dari ayah Ismail Damanik dan ibu Sarmalina Br.Purba. Penulis merupakan putra kedua dari tiga bersaudara.

Tahun 2019 Penulis lulus dari SMA Negeri 1 Pangkalan Lesung dan pada tahun yang sama terdaftar sebagai mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Medan Area.

Pada tahun 2021, Penulis melaksanakan praktek kerja lapangan (PKL) di PT. Cinta Raja, Desa Silinda, 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 Kuningan yang Diperkuat Plastik 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,



Richad Soni Ago Damanik

19813006

DAFTAR ISI

ANALISIS PENGARUH KETEBALAN KUNINGAN YANG DIPERKUAT PLASTIK TERHADAP SERAPAN ENERGI IMPAK	ii
HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	v
ABSTRAK	vi
<i>ABSTRACT</i>	vii
RIWAYAT HIDUP	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR NOTASI	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan masalah.....	5
1.3 Tujuan penelitian	5
1.4 Hipotesis Penelitian	6
1.5 Manfaat Penelitian.....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Kuningan	7
2.2 Plastik	9
2.3 Serapan Energi Impak	14
2.4 Jenis Patahan.....	22
BAB III METODE PENELITIAN.....	25
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian.....	25
3.2 Bahan dan Alat	26
3.3 Metode Penelitian.....	29
3.4 Populasi dan Sampel.....	32
3.5 Prosedur Kerja	32
3.6 Diagram Alir Penelitian.....	40
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	41
4.1 Hasil.....	41
4.2 Pembahasan	50
BAB V SIMPULAN DAN SARAN	62
5.1 Simpulan.....	62
5.2 Saran	63
DAFTAR PUSTAKA	64
LAMPIRAN	66

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1.	Titik Cair Standar Kuningan	7
Tabel 2.1.	Sifat Mekanik Kuningan Yang Biasa Digunakan	8
Tabel 2.2.	Komposisi Berisi PTFE	12
Tabel 2.3.	Sifat karakteristik <i>mcbblue</i>	13
Tabel 3.1.	Jadwal Tugas Akhir	25
Tabel 3.2.	Data Populasi dan Sampel	32
Tabel 4.1.	Data ukuran masing - masing bahan	42
Tabel 4.2.	Data ukuran spesimen kuningan yang diperkuat <i>mcbblue</i>	44
Tabel 4.3.	Data ukuran spesimen kuningan yang diperkuat teflon	44
Tabel 4.4.	Data hasil pengujian impak kuningan yang diperkuat <i>mcbblue</i>	45
Tabel 4.5.	Data hasil pengujian impak kuningan yang diperkuat teflon	45
Tabel 4.6.	Nilai energi impak dan kekuatan impak spesimen kuningan yang diperkuat <i>mcbblue</i> data 1	51
Tabel 4.7.	Nilai energi impak dan kekuatan impak spesimen kuningan yang diperkuat <i>mcbblue</i> data 2	52
Tabel 4.8.	Nilai energi impak dan kekuatan impak spesimen kuningan yang diperkuat <i>mcbblue</i> data 3	53
Tabel 4.9.	Nilai energi impak dan kekuatan impak spesimen kuningan yang diperkuat teflon data 1	54
Tabel 4.10.	Nilai energi impak dan kekuatan impak spesimen kuningan yang diperkuat teflon data 2	55
Tabel 4.11.	Nilai energi impak dan kekuatan impak spesimen kuningan yang diperkuat teflon data 3	56
Tabel 4.12.	Nilai seluruh rata- rata energi impak dan kekuatan impak pada spesimen	56

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.	Profil material kuningan	8
Gambar 2.2.	Diagram Fasa Cu-Zn	9
Gambar 2.3.	Profil material teflon	13
Gambar 2.4.	Profil material <i>Mcblue</i>	14
Gambar 2.5.	Ilustrasi Skematis Pengujian Impak	17
Gambar 2.6.	Ilustrasi pergerakan pendulum	17
Gambar 2.7.	Ilustrasi alat uji impak metode izod	20
Gambar 2.8.	Ilustrasi alat uji impak metode jatuh bebas	21
Gambar 2.9.	Alat uji impak <i>Air Gun Compressor</i>	22
Gambar 2.10.	Patahan getas	23
Gambar 2.11.	Patahan ulet	23
Gambar 2.12.	Patah Campuran	24
Gambar 3.1.	Bahan Kuningan	26
Gambar 3.2.	Bahan <i>Mcblue</i>	26
Gambar 3.3.	Bahan Teflon	27
Gambar 3.4.	Alat uji impak metode <i>charpy</i>	27
Gambar 3.5.	Lem	28
Gambar 3.6.	Ukuran Standart Spesimen ASTM E23	29
Gambar 3.7.	Ukuran spesimen dengan variasi ketebalan 4 mm dan 6 mm	30
Gambar 3.8.	Ukuran spesimen dengan variasi ketebalan 5 mm dan 5 mm	30
Gambar 3.9.	Ukuran spesimen dengan variasi ketebalan 6 mm dan 4 mm	30
Gambar 3.10.	Ukuran Spesimen Kuningan yang Diperkuat <i>Mcblue</i>	31
Gambar 3.11.	Ukuran Spesimen Kuningan yang Diperkuat Teflon	31
Gambar 3.12.	Diagram alir pembuatan spesimen kuningan	33
Gambar 3.13.	Kuningan sebelum dipotong	33
Gambar 3.14.	Kuningan setelah dipotong dan diberi takik	33
Gambar 3.15.	Gambar 3.3. Diagram alir pembuatan spesimen plastik	34
Gambar 3.16.	Bahan plastik yang belum dipotong	34
Gambar 3.17.	Bahan plastik yang sudah dilakukan proses pemotongan dan milling	34
Gambar 3.18.	Diagram alir penggabungan spesimen	35
Gambar 3.19.	Spesimen yang sudah digabung tetapi belum diberi beban plat	35
Gambar 3.20.	Tampak samping spesimen yang diberi beban plat besi dengan berat 5 kg	36
Gambar 3.21.	Diagram alir proses pengujian	36
Gambar 3.22.	Persiapan alat uji impak <i>charpy</i>	37
Gambar 3.23.	Posisi spesimen yang akan diuji	37
Gambar 3.24.	Tampak samping spesimen yang akan diuji	38
Gambar 3.25.	Lengan pendulum dinaikkan	38
Gambar 3.26.	Posisi awal sudut 147° sebelum pengujian spesimen	38
Gambar 3.27.	Posisi sudut akhir setelah pengujian spesimen	39
Gambar 4.1.	Bahan kuningan sebelum diperkuat plastik	41
Gambar 4.2.	Bahan <i>mcblue</i> yang sudah dipotong	42
Gambar 4.3.	Bahan teflon yang sudah dipotong	42
Gambar 4.4.	Spesimen kuningan yang sudah diperkuat <i>mcblue</i>	43
Gambar 4.5.	Spesimen kuningan yang sudah diperkuat teflon	43

Gambar 4.6. Spesimen 1KMb sebelum dan sesudah diuji	46
Gambar 4.7. Spesimen 2KMb sebelum dan sesudah diuji	47
Gambar 4.8. Spesimen 3KMb sebelum dan sesudah diuji	47
Gambar 4.9. Spesimen 1KT sebelum dan sesudah diuji	48
Gambar 4.10. Spesimen 2KT sebelum dan sesudah diuji	49
Gambar 4.11. Spesimen 3KT sebelum dan sesudah diuji	49
Gambar 4.24. Grafik hasil rata-rata energi impact terhadap 3 variasi ketebalan	57
Gambar 4.25. Grafik hasil rata-rata kekuatan impact terhadap 3 variasi ketebalan	57
Gambar 4.26. Tampak depan dan tampak atas spesimen 1KMb	58
Gambar 4.27. Tampak depan dan tampak atas spesimen 2KMb	58
Gambar 4.28. Tampak depan dan tampak atas spesimen 3KMb	59
Gambar 4.29. Tampak depan dan tampak atas spesimen 1KT	60
Gambar 4.30. Tampak depan dan tampak atas spesimen 2KT	60
Gambar 4.31. Tampak depan dan tampak atas spesimen 1KT	61



DAFTAR NOTASI

Al	=	Lambang table periodik bahan logam aluminium
Cu	=	Lambang table periodik bahan logam kuningan
EN	=	Standard teknik eropa (European Standard)
UNS	=	Sistem penunjukkan paduan diterima secara luas di amerika
Zn	=	Lambang table periodik bahan seng
Sn	=	Lambang table periodik bahan timah
W	=	Energi impak (Joule)
m_p	=	Berat pendulum (N)
L_p	=	Panjang lengan pendulum (m)
α_r	=	Sudut awal pendulum
α_0	=	Sudut akhir pendulum
a_{cN}	=	Harga Impak (J/mm^2)
b_n	=	Lebar spesimen diluar takik (mm)
h	=	Tinggi spesimen (mm)
Cu-Zn	=	Paduan kuningan dan seng atau biasa disebut dengan kuningan

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam dunia material komposit, integrasi antara logam dan polimer menawarkan solusi inovatif untuk meningkatkan performa struktural dan fungsional material. Kuningan, yang dikenal dengan konduktivitas termal dan elektrikalnya yang baik, sering kali dibatasi oleh ketahanan impaknya. Penelitian ini berfokus pada analisis pengaruh ketebalan kuningan yang diperkuat plastik terhadap serapan energi impact, khususnya pada aplikasi kabel bawah laut yang rentan terhadap impact dari jangkar kapal laut. Dengan mempertimbangkan kondisi operasional yang ekstrem dan risiko kerusakan yang tinggi, penelitian ini mengkaji bagaimana penguatan plastik pada kuningan dapat memperbaiki sifat mekaniknya, terutama dalam menyerap dan mendistribusikan energi impact. Melalui pendekatan eksperimental dan analitis, studi ini bertujuan untuk menghasilkan data yang dapat dijadikan acuan dalam desain dan pemilihan material untuk kabel bawah laut yang lebih tahan terhadap beban impact, sehingga dapat meningkatkan keandalan dan keamanan infrastruktur kelautan.

Kuningan adalah logam yang terbuat dari campuran kuningan dan seng. Kuningan lebih kuat dan keras dibandingkan kuningan tetapi tidak sekuat atau sekeras baja. Kuningan merupakan komponen utama dari kuningan. Kuningan biasanya diklasifikasikan sebagai paduan kuningan. Warna kuningan bervariasi dari coklat kemerahan gelap hingga cahaya kuning. Kuningan lebih kuat dan lebih keras dari pada kuningan, tetapi tidak sekuat atau sekeras seperti baja. Kuningan

sangat mudah untuk dibentuk dalam berbagai bentuk. Kuningan bertindak sebagai konduktor panas yang baik dan umumnya tahan terhadap korosi dan air garam. Kuningan atau Cuprum (Cu) merupakan logam yang banyak sekali digunakan karena mempunyai sifat hantaran arus dan panas yang baik (Jaya 2019).

Namun, dalam beberapa aplikasi, kuningan mungkin tidak cukup kuat untuk menahan tekanan atau beban tertentu. Untuk meningkatkan kekuatan kuningan, teknik perkuatan plastik sering digunakan. Teknik ini melibatkan penggunaan bahan pengisi, seperti serat karbon atau serat kaca, untuk meningkatkan kekuatan dan kekakuan material kuningan. Namun, penambahan bahan pengisi ke dalam kuningan dapat mempengaruhi sifat mekaniknya, termasuk kemampuan serap energi impaknya. Oleh karena itu, analisis pengaruh ketebalan kuningan yang diperkuat plastik terhadap serapan energi impact perlu dilakukan untuk memahami bagaimana material tersebut akan berperilaku dalam situasi kecelakaan atau beban impact. Analisis ini dapat memberikan informasi penting bagi desainer dan insinyur untuk memilih bahan yang tepat untuk aplikasi tertentu dan mengoptimalkan desain untuk meningkatkan keamanan dan kinerja produk.

Bahan utama untuk membuat logam kuningan adalah kuningan dan seng. Kuningan merupakan paduan kuningan dan seng dengan kandungan kuningan sekitar 60-90% dan kandungan seng sekitar 10-40%. Selain kuningan dan seng, kuningan juga dapat mengandung unsur-unsur lain seperti timbal, timah, nikel, aluminium, dan mangan dalam jumlah kecil untuk meningkatkan sifat-sifat mekanik atau sifat lainnya. Proses pembuatan kuningan melalui proses peleburan dan pencampuran kuningan dan seng dalam proporsi yang sesuai. Setelah proses peleburan, paduan kuningan dicetak atau dibentuk sesuai dengan kebutuhan, seperti

dalam bentuk plat, batang, atau pipa. Proses pengolahan selanjutnya seperti pemotongan, pengeboran, dan pengelasan dapat dilakukan untuk membentuk produk akhir. Ketebalan kuningan mengacu pada ketebalan material kuningan yang digunakan dalam suatu produk atau aplikasi. Ketebalan kuningan dapat mempengaruhi sifat-sifat mekanik, termal, dan elektromagnetik material kuningan

Manfaat dari ketebalan kuningan yang tepat adalah: 1) Kekuatan; semakin tebal kuningan, semakin kuat benda tersebut. Hal ini karena tebalnya kuningan memberikan lebih banyak material yang dapat menahan beban atau tekanan, 2) Kekakuan; kuningan yang lebih tebal cenderung lebih kaku dan kurang fleksibel. Ini membuatnya lebih tahan terhadap deformasi dan patah saat dikenakan tekanan, 3) Ketahanan korosi; semakin tebal lapisan kuningan, semakin tahan terhadap korosi dan karat. Kuningan dengan ketebalan yang cukup dapat digunakan dalam lingkungan yang keras atau berbahaya, 4) Konduktivitas; kuningan yang lebih tebal biasanya lebih baik dalam menghantarkan listrik dan panas. Hal ini dapat berguna dalam aplikasi seperti kabel, radiator, dan peralatan listrik.

Namun, terlalu tebalnya kuningan juga dapat mengakibatkan beberapa masalah seperti peningkatan berat dan biaya produksi. Oleh karena itu, ketebalan kuningan yang ideal harus dipilih berdasarkan aplikasi yang diinginkan dan sifat-sifat yang diperlukan. Beberapa kelemahan dari ketebalan kuningan adalah sebagai berikut: 1) Berat yang tinggi; semakin tebal kuningan, semakin berat pula material tersebut. Ini dapat membuat penggunaan kuningan yang tebal kurang praktis dalam beberapa aplikasi, terutama jika kebutuhan untuk memperkecil berat produk, 2) Biaya produksi yang tinggi; kuningan yang lebih tebal membutuhkan lebih banyak

bahan dan waktu untuk diproduksi, yang dapat membuatnya lebih mahal dibandingkan dengan bahan lain dengan ketebalan yang lebih rendah, 3) Sulit dibentuk; kuningan yang lebih tebal cenderung lebih sulit dibentuk dan diolah, yang dapat mengakibatkan peningkatan biaya produksi dan waktu produksi, 4) Rentan terhadap retak dan korosi; kuningan yang lebih tebal dapat memiliki kemungkinan retak atau korosi lebih tinggi karena ketebalannya yang menyebabkan adanya ketegangan pada material. Namun, kelemahan-kelemahan di atas tidak selalu berlaku pada setiap kasus. Oleh karena itu, pemilihan ketebalan kuningan harus disesuaikan dengan kebutuhan aplikasi yang diinginkan serta mempertimbangkan faktor-faktor seperti sifat-sifat mekanik, termal, dan elektromagnetik material tersebut.

Ketangguhan (impak) merupakan ketahanan bahan terhadap beban kejut. Disinilah pengujian impact berbeda dengan pengujian tarik dan kekerasan saat pembebanan lambat. Pengujian impact merupakan upaya untuk mensimulasikan kondisi pengoperasian material yang biasa ditemui pada peralatan transportasi atau konstruksi, dimana pembebanan tidak selalu perlahan-lahan melainkan tiba-tiba. Jika material tersebut memiliki kemampuan untuk menyerap energi ini, maka energi tersebut akan dikonversi menjadi bentuk lain, seperti panas atau deformasi, dan tidak akan merusak atau merusak benda atau struktur di sekitarnya. Serapan energi impact sangat penting dalam banyak aplikasi teknik dan industri, seperti pembuatan kendaraan, pesawat, alat-alat olahraga, dan perlindungan personal.

Dalam aplikasi ini, material yang mampu menyerap energi impact dapat membantu melindungi pengguna atau bagian penting dari kendaraan atau struktur dari kerusakan atau kerusakan yang disebabkan oleh tumbukan atau benturan. Oleh

karena itu, pemilihan material dengan serapan energi impact yang baik sangat penting untuk memastikan keamanan dan kinerja yang optimal dari produk atau sistem yang dibuat.

Untuk menguji kemampuan serapan energi impact dari sebuah kuningan, terlebih dahulu harus dipilih metode pengujian yang tepat dan standar. Berikut adalah beberapa metode yang dapat digunakan dalam melakukan pengujian impact, seperti metode *Charpy*, metode Izod, metode benda jatuh bebas, metode *Air Gun Compressor* dan lain-lain (Pakpahan, Siahaan, dan Siregar 2023).

Penelitian ini bertujuan untuk Membuat spesimen uji impact bahan kuningan yang diperkuat plastik sesuai standar, Menguji spesimen bahan kuningan yang diperkuat plastik menggunakan alat uji impact *charpy* dan Menganalisis pengaruh variasi ketebalan bahan kuningan yang diperkuat plastik terhadap serapan energi impact.

1.2 Rumusan masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a) Bagaimana menganalisis pengaruh variasi ketebalan bahan kuningan yang diperkuat plastik terhadap serapan energi?

1.3 Tujuan penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk:

- a) Membuat spesimen uji impact bahan kuningan yang diperkuat plastik sesuai standar ASTM E23.

- b) Menguji spesimen bahan kuningan yang diperkuat plastik menggunakan alat impak *charpy*
- c) Analisis pengaruh variasi ketebalan bahan kuningan yang diperkuat plastik terhadap serapan energi.

1.4 Hipotesis Penelitian

Hipotesis dari penelitian ini adalah :

- a) Ketebalan kuningan yang diperkuat plastik berpengaruh positif terhadap serapan energi impak.
- b) Terdapat pengaruh yang signifikan antara ketebalan kuningan terhadap serapan energi impak.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a) Penelitian ini diharapkan mampu memberikan pengetahuan kepada pembaca tentang analisis pengaruh ketebalan kuningan yang diperkuat plastik terhadap serapan energi impak.
- b) Hasil penelitian ini diharapkan mampu memberikan pengetahuan kepada pembaca mengenai grafik kekuatan kuningan yang dilapisi oleh plastik terhadap serapan energi impak.
- c) Hasil penelitian ini dapat dijadikan sumber referensi bagi peneliti yang relevan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kuningan

Kuningan yang merupakan paduan antara kuningan (Cu) dan seng (Zn) dikenal luas sebagai bahan tahan korosi yang banyak diaplikasikan dalam bidang konstruksi, perpipaan, selongsong amunisi dan karena bentuknya yang mirip dengan emas maka kuningan banyak digunakan dalam perhiasan dan peralatan rumah tangga (Siregar dkk. 2023).

Kuningan biasanya diklasifikasikan sebagai paduan kuningan. Warna kuningan bervariasi dari coklat kemerahan gelap hingga cahaya kuning. Kuningan lebih kuat dan keras dibandingkan kuningan tetapi tidak sekuat atau sekeras baja. Kuningan sangat mudah untuk dibentuk dalam berbagai bentuk. Kuningan bertindak sebagai konduktor panas yang baik dan umumnya tahan terhadap korosi dan air garam (Jaya 2019).

Kuningan yang memiliki kualitas terbaik adalah jenis cartridge brass dengan komposisi 70% kuningan dan 30% seng. Campuran ini menghasilkan kuningan yang memiliki ketahanan korosi yang tinggi. Penting untuk mencatat bahwa paduan seng dalam kuningan sebaiknya tidak melebihi 35% agar dapat mempertahankan sifatnya pada suhu dingin. Oleh karena itu, kuningan banyak digunakan dalam berbagai aplikasi seperti tangki kendaraan, fitting lampu, amunisi, senjata api, dan termasuk piston skep pada komponen karburator sepeda motor (Purwanti dan Sutjahjo 2015).

Tabel 2.1. Sifat Mekanik Kuningan Yang Biasa Digunakan

Base metal	Yield strength		Tensile Strength		% Elongation in 2 inch (50 mm) gage length	Hardness (BHN)
	Psi	Mpa	Psi	Mpa		
Brass	20	206	62	427	47	89

Profil material kuningan ini ditunjukkan pada gambar 2.1.



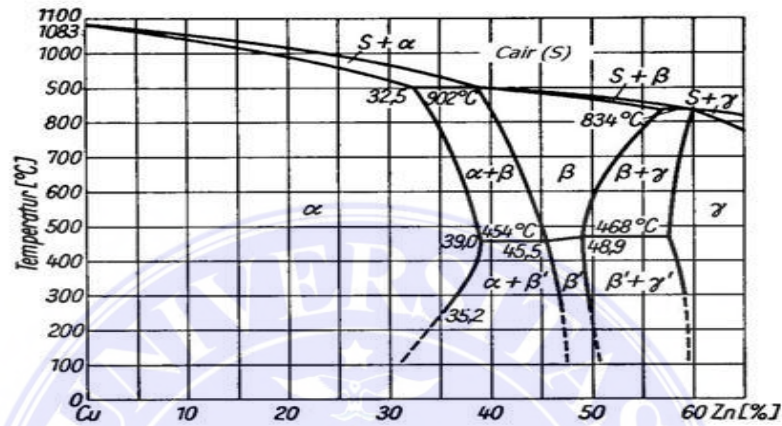
Gambar 2.1. Profil material kuningan

Seng adalah unsur pertama dalam golongan 12 tabel periodik. Seng (bahasa belanda zink). Zink atau timah sari adalah unsur kimia dengan lambang kimia Zn, bernomor atom 30 dan masa atom relatif 65,39. Seng merupakan unsur paling melimpah ke-24 dikerak bumi dan memiliki lima isotop stabil. Bijih seng yang paling banyak ditambang adalah sfalerit (seng sulfida). Seng lebih banyak mempengaruhi warna kuningan tersebut (Jaya 2019).

Kuningan juga memiliki kelebihan dan kekurangan, berikut ini adalah kelebihan dan kekurangan dari kuningan. Kelebihan kuningan adalah ketahanan terhadap korosi, kekerasan yang tinggi, konduktivitas termal dan listrik yang tinggi. Kekurangan kuningan adalah kuningan mempunyai kekuatan tarik yang rendah, biaya relatif tinggi, dan ketika berada dalam lingkungan bersuhu dingin, kuningan memiliki keterbatasan dalam kemampuan kerjanya.

Paduan kuningan dipengaruhi oleh jumlah kuningan dan seng dalam paduan tersebut. Hal ini dapat dilihat melalui diagram fasa paduan kuningan (Gambar 2.2).

Pada diagram fasa paduan kuningan fasa α dengan unit sel FCC cenderung memiliki sifat ulet serta cukup memiliki keternesinan yang baik sedangkan fasa β dengan unit sel BCC cenderung lebih keras dan lebih kuat dari fasa α , namun memiliki sifat yang getas (mudah hancur).



Gambar 2.2. Diagram Fasa Cu-Zn

Kuningan dengan fasa campuran α/β , kandungan Zn digunakan untuk memperkirakan sifat-sifat mekanik bahan, mengingat kandungan Zn sangat menentukan presentasi fasa-fasa yang terdapat didalamnya, dimana pada kandungan sampai 39% ternyata struktur masih terdiri dari α seluruhnya sedangkan setelah 46,5% struktur terdiri dari β seluruhnya. Kuningan pada dasarnya adalah paduan kuningan dengan seng sebagai paduan utama. Biasanya kandungan seng yang terkandung mencapai 40%(Chijiwa dan Surdia 1982).

2.2 Plastik

Plastik adalah polimer rantai panjang yang terdiri dari atom yang saling terikat. Rantai ini membentuk banyak unit molekul berulang yang disebut "monomer". Istilah plastik mencakup produk sintesis hasil polimerisasi, tetapi juga ada beberapa polimer alami yang termasuk dalam kategori plastik. Plastik dapat terbentuk melalui reaksi kondensasi organik atau penambahan polimer, dan juga

dapat dihasilkan dengan menggunakan bahan lain untuk menciptakan plastik yang ekonomis (Ningsih 2010).

Plastik adalah komoditas yang sering digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Hampir semua peralatan atau produk yang kita gunakan terbuat dari plastik, dan seringkali digunakan sebagai bahan kemasan. Namun, sampah plastik menjadi masalah lingkungan karena membutuhkan waktu yang lama untuk didaur ulang. Plastik memiliki beberapa keunggulan, seperti ringan, fleksibel, kuat, tidak mudah pecah, transparan, tahan air, dan ekonomis (Sari 2014).

Beberapa jenis plastic untuk keperluan umum yang banyak digunakan antara lain *Polyethylene (PE)*, *Polypropylene (PP)*, *Polystyrene (PS)*, *Poly Vinyl Chloride (PVC)*, *Poly Metil Pentena (PMP)*, *Polyethylene Perephthalate (PET)*, dan *Poly tetrafluoroetilen* atau Teflon.

(Putra dkk. 2017) mengatakan Pada dasarnya plastik secara umum digolongkan kedalam 3 (tiga) macam dilihat dari temperturnya yakni:

1. Bahan Thermoplastik (Thermoplastic) adalah jenis bahan yang dapat meleleh ketika dipanaskan dan mengeras kembali ketika didinginkan tanpa mengalami perubahan kimia yang signifikan.. Contoh bahan thermoplastik adalah: Polistiren, Polietilen, Polipropilen, Nilon, Plastik fleksiglass dan Teflon.
2. Bahan Thermoseting (Thermosetting) adalah jenis bahan yang mengalami perubahan permanen ketika dipanaskan. Setelah dipanaskan dan mengalami reaksi polimerisasi, bahan Thermosetting mengeras menjadi bentuk yang tidak dapat dilelehkan kembali atau diubah bentuknya dengan pemanasan ulang. Ini membuat bahan Thermosetting tahan terhadap suhu tinggi,

memiliki kekuatan dan kekerasan yang baik, serta daya tahan yang tinggi terhadap kimia dan pengaruh lingkungan. Contoh bahan Thermosetting termasuk resin epoksi, silikon, dan fenolik.

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

2.2.1 Teflon

Teflon adalah nama dagang bahan plastik yang sangat berguna, yaitu Politetrafluoroetilena (PTFE). PTFE termasuk dalam kelas plastik yang dikenal sebagai fluoropolimer. Teflon digunakan sebagai lapisan untuk melindungi bagian mesin dari panas, pakaian dari gesekan, dan peralatan laboratorium dari bahan kimia korosif. Teflon juga digunakan sebagai lapisan pada peralatan masak dan peralatan lainnya (Aryanta dkk. 2017).

Teflon, dengan ketahanan listrik yang baik dan tahan terhadap suhu panas dan dingin, memiliki indeks abrasi yang rendah, menunjukkan bahwa bahan ini tidak menempel pada zat lain. PTFE memiliki stabilitas kimia yang tinggi dan kristalisasi yang sangat baik. Bahan ini memiliki berat yang lebih besar dibandingkan dengan polimer lainnya dan memiliki sifat mekanik dengan massa jenis tinggi. Dalam tekanan 4,6 kgf/cm², temperatur deformasi termal Teflon adalah 120 °C, dan dapat digunakan pada suhu antara 90 °C hingga 260 °C untuk jangka waktu yang lebih lama. Ketahanan panas Teflon mencapai sekitar 288 °C. Namun, kristalisasi akan hilang jika dipanaskan di atas 300 °C dan kekuatan

tariknya akan berkurang dengan cepat. Secara kimia, Teflon hanya akan terpengaruh perlahan oleh logam alkali dan gas flour dengan konsentrasi tinggi, tetapi tidak akan diserang oleh aqua regia, asam nitrat panas, asam sulfat panas, dan larutan soda kaustik panas berkonsentrasi tinggi karena merupakan resin yang sangat kuat. Dalam hal sifat listrik, Teflon memiliki keunggulan sebagai isolator listrik dan sedikit dipengaruhi oleh suhu dan kelembaban (Jambak 2023).

Teflon atau PTFE (Polytetrafluoroethylene) memiliki beragam aplikasi dalam kehidupan sehari-hari. Beberapa di antaranya meliputi: Teflon digunakan sebagai bahan komponen mesin dan bantalan karena sifatnya yang tahan aus, tahan korosi, dan memiliki koefisien gesekan yang rendah. Aplikasi ini meliputi mesin industri, pompa, katup, dan peralatan berat. Untuk grade dari PTFE dapat dilihat pada tabel 2.2, Bahan Teflon atau PTFE dapat dilihat pada gambar 2.3.

Tabel 2.2. Komposisi Berisi PTFE

No.	Grade	Kandungan pengisi berdasarkan beratnya %
1.	<i>Virgin</i> PTFE	---
2.	<i>Chemically Modified</i> PTFE	---
3.	<i>Glass Filled</i> PFTE	15-25
4.	<i>Carbon / Coke Filled</i> PFTE	25-35
5.	<i>Graphite Filled</i> PFTE	15
6.	<i>Bronze Filled</i> PFTE	40-60
7.	<i>Bronze Plus Molybdenum Disulphide Filled</i> PFTE	55+5
8.	<i>Glass Plus Molybdenum Disulphide Filled</i> PFTE	5/15+5
9.	<i>Aluminium Oxide (Ceramic) Filled</i> PTFE	5-10
10.	<i>Silicon Dioxide (Silica) Filled</i> PTFE	5-10
11.	<i>Calcium Flouride Filled</i> PTFE	5-10
12.	<i>Saniless Steel Filled</i> PFTE	5-10
13.	<i>Mica Filled</i> PTFE	5-10
14.	<i>Bronze Plus TSQ Filled</i> PTFE	40+1
15.	<i>Pigmented</i> PTFE	



Gambar 2.3. Profil material teflon

2.2.2 *Mcbblue*

Polyamide atau nilon adalah resin yang memiliki ikatan amida. Struktur nilon ditunjukkan oleh gugus amida yang terhubung dengan unit hidrokarbon yang memiliki panjang yang berbeda dalam satu polimer. Karakteristik yang sangat dikenal dari plastik jenis ini adalah tahan panas, kekuatan tinggi, dan modulus tinggi. Bahan ini banyak digunakan dalam pembuatan bahan komposit dan isolator listrik. *Polyamide* memiliki temperatur leleh yang lebih tinggi dari 200 °C. Serat nilon digunakan secara luas, misalnya sebagai serat industri untuk pembuatan tambang, benang ban mobil, jaring ikan, ban konveyor, dan sebagainya. Sifat karakteristik *mcbblue* dapat dilihat pada tabel 2.3.

Tabel 2.3. Sifat karakteristik *mcbblue*

Sifat	Kering / Lembab	Unit
Densitas	1,15	g/cm ³
<i>Yield Stress</i>	80 / 60	Mpa
Pemanjangan karena robek	40 / 100	%
Modulus elastisitas hasil uji tarik	3.100 / 1.800	Mpa
Modulus elastisitas hasil uji lentur	3.400 / 2000	Mpa
Kekuatan lentur	140 / 60	Mpa
Kekuatan Impak	o.B.	kJ/m ²
Kekuatan tumbukan batang berlekuk	> 4 / > 15	kJ/m ²
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

(Parodi 2017) menjelaskan *Polyamide 6* banyak digunakan sebagai polimer rekayasa, dengan banyak aplikasi seperti serat untuk pakaian, tali, komponen struktural dan mekanik, serat tambahan di ban dan perekat. 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)*.

Adapun Keunggulan dari *mcblue* adalah memiliki kekuatan mekanik yang tinggi, Ketahanan terhadap aus dan goresan dan ketahanan terhadap suhu yang tinggi. Bahan *mcblue* dapat dilihat pada gambar 2.4.



Gambar 2.4. Profil material *Mcblue*

2.3 Serapan Energi Impak

Serapan energi impak adalah kemampuan material untuk menyerap energi yang dihasilkan oleh benturan atau tumbukan. Ketika material dikenai kekuatan atau gaya yang kuat dan tiba-tiba, seperti dalam kasus benturan atau tumbukan, energi kinetik dari objek yang menimbulkan kekuatan atau gaya tersebut dapat dipindahkan ke material yang terkena dampak (Anhar Pulungan, 2017).

Energi impak berasal dari energi potensial pendulum yang diubah menjadi energi kinetik (gerak). Besarnya energi yang dilepas oleh pendulum dapat diketahui

dari ketinggian awal dan akhir kedudukan pendulum, jarak titik ayun dengan titik takik dan berat pendulum. Jika jarak titik takik dan berat pendulum tetap maka energi impak sepenuhnya bergantung pada kedudukan awal dan akhir pendulum.

Metode yang menjadi standar uji impak suatu bahan adalah, uji *Charpy* atau uji *Izod*. Kuningan umumnya memiliki sifat serapan energi impak yang relatif rendah dibandingkan dengan baja dan beberapa logam lainnya. Hal ini disebabkan oleh sifat mekanis kuningan yang relatif lunak dan kurang tahan terhadap deformasi plastis. Namun, beberapa jenis kuningan yang mengandung paduan seperti aluminium, silikon, atau nikel, dapat memiliki serapan energi impak yang lebih baik.

Nilai serapan energi impak kuningan dapat berbeda-beda tergantung pada komposisi kimianya, kondisi permukaan, suhu, dan faktor-faktor lainnya. Untuk aplikasi yang memerlukan ketahanan terhadap impak yang tinggi, seperti dalam industri otomotif atau penerbangan, paduan kuningan yang lebih kuat dan tahan terhadap deformasi plastis mungkin lebih cocok digunakan.

2.3.1. Uji impak

Uji Impak adalah metode pengujian yang digunakan untuk mengukur ketangguhan bahan logam dan komposit. Pengujian ini melibatkan pemberian beban tumbuk pada sampel bahan dan mengukur energi yang diperlukan untuk mematahkannya. Standar ASTM E 23 digunakan sebagai acuan untuk pengujian ini. Terdapat dua metode pengujian yang umum digunakan, yaitu metode *Charpy* dan *Izod* (Harijono dan Purwanto 2017).

Menurut Dieter, George E (1988) uji impak digunakan dalam menentukan kecenderungan material untuk rapuh atau ulet berdasarkan sifat ketangguhannya.

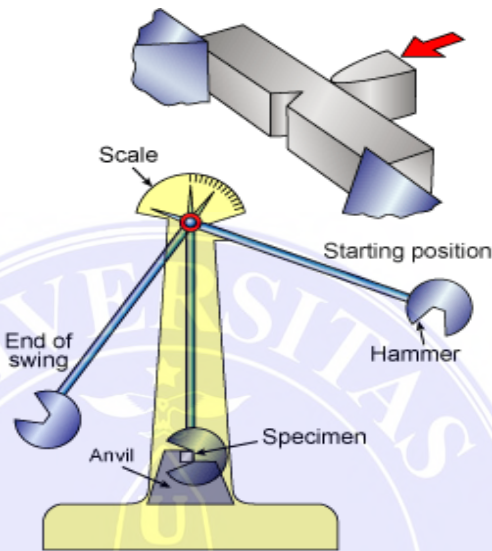
Hasil uji impak tidak dapat dibaca secara langsung kondisi perpatahan batang uji, sebab tidak dapat mengukur komponen gaya-gaya tegangan tida dimensi yang terjadi pada batang uji. Hasil yang diperoleh dari pengujian impak ini , juga tidak ada persetujuan secara umum mengenai interpretasi atau pemanfaatannya. Sejumlah uji impak batang uji bertakik dengan berbagai desain telah dilakukan dalam menentukan perpatahan rapuh pada logam maupun bahan lainnya. Metode yang telah menjadi standar untuk uji impak ini ada 2, yaitu uji impak *charpy* dan *izod*. Metode *charpy* banyak digunakan di Amerika Serikat, sedangkan metode impak *izod* lebih sering digunakan di sebagian besar daratan Eropa (Handoyo 2013).

1. Uji Impak *Charpy*

Pengujian impak *Charpy* (juga dikenal sebagai tes *Charpy v-notch*) merupakan standar pengujian laju regangan tinggi yang menentukan jumlah energi yang diserap oleh bahan selama terjadi patahan. Energi yang diserap adalah ukuran ketangguhan bahan tertentu dan bertindak sebagai alat untuk belajar bergantung pada suhu transisi ulet getas. Metode ini banyak digunakan pada industri dengan keselamatan yang kritis, karena mudah untuk dipersiapkan dan dilakukan. Kemudian hasil pengujian dapat diperoleh dengan cepat dan murah (Handoyo 2013).

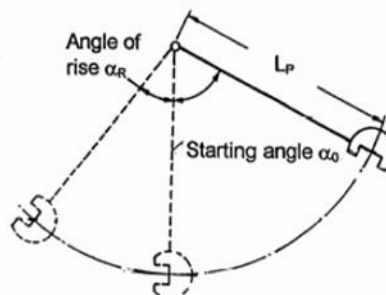
Keunggulan Alat Uji Impact *Charpy* adalah: Hasil pengujian lebih akurat, Pengerjaannya lebih mudah dipahami dan dilakukan, Menghasilkan tegangan lebih seragam disepanjang penampang, Harga alat lebih murah, dan Waktu pengujian lebih singkat. Sementara Kelemahan metode ini antara lain: Hanya dapat dipasang pada posisi horizontal, Spesimen dapat bergeser dari tumpuannya karena tidak di

cekam, Pengujian hanya dapat dilakukan pada specimen yang kecil, dan hasil pengujian kurang dapat atau tepat dimanfaatkan dalam perancangan karena level tegangan yang diberikan tidak rata (Kumar, Siregar, dan Ramdan 2017). Ilustrasi pengujian impact metode *charpy* diperlihatkan pada gambar 2.5 berikut.



Gambar 2.5. Ilustrasi Skematis Pengujian Impact

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 impact *charpy* dapat dilihat pada gambar 2.6 berikut.



Gambar 2.6. Ilustrasi pergerakan pendulum

Energi impact menunjukkan besarnya energi yang diserap oleh benda uji sehingga benda uji tersebut mengalami patah sesuai dengan metode impact *charpy*

maka besarnya Energi impak dapat ditulis sebagai berikut :(Safrijal, Ali, dan Susanto 2017).

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

dimana :

- W = Energi Impak (Joule)
- mp = Massa pendulum (Kg)
- g = Ketetapan Gravitasi (9,81 m/s²)
- Lp = Panjang lengan pendulum (m)
- α_r = Sudut pendulum setelah mematahkan spesimen (°)
- α_0 = Sudut pemukulan awal (°)

Energi potensial yang dimiliki pendulum dari posisi awal sebelum memukul benda uji sampai posisi akhir setelah memukul benda uji disebut sebagai energi impak. Takik bertujuan agar spesimen benda uji bisa patah karena takik adalah posisi paling lemah sebagai awal patahan. Rumus harga impak dinyatakan sebagai berikut :

$$a_{cN} = \frac{W_c}{b \cdot h} \dots\dots\dots (2.2)$$

dimana:

- a_{cN} = Kekuatan impak (J/mm²)
- W_c = Energi (Joule)
- b = Lebar benda uji (mm)
- h = Tinggi benda uji (mm)

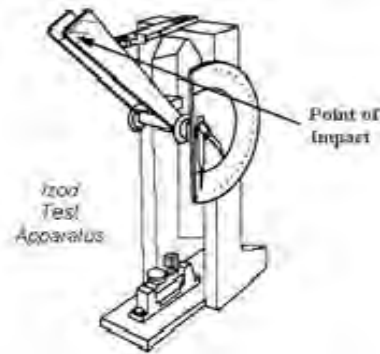
2. Uji *Izod*

Impak *Izod* adalah sebuah metode pengujian yang digunakan untuk mengukur ketangguhan atau kekuatan suatu bahan terhadap pukulan atau benturan. Metode ini dinamakan sesuai dengan nama George *Izod*, seorang insinyur Inggris yang mengembangkan metode tersebut pada tahun 1903.

Uji *Izod* mirip dengan uji *Charpy*, tetapi perbedaannya terletak pada bentuk palu yang digunakan. Pada uji *Izod*, sampel ditempatkan secara horizontal dan palu memiliki bentuk pendek yang melekat pada ujungnya. Sampel kemudian dipukul pada bagian ujung yang tidak diperkuat, dan energi yang diserap oleh material diukur (Porawati 2018).

Berikut ini adalah beberapa kelebihan dan kekurangan dari pengujian *Izod*: Metode *Izod* memiliki kelebihan sebagai berikut: Tumbukan pada takikan dan spesimen tepat karena salah satu ujungnya dicekam, sehingga tidak mudah bergeser dan dapat menggunakan spesimen berukuran lebih besar. Metode *Izod* memiliki kekurangan sebagai berikut: Biaya pengujian yang lebih tinggi, Pembebanan hanya dilakukan pada satu ujungnya yang menghasilkan hasil yang kurang optimal, Kualitas perpatahan yang kurang baik, Proses pengujian memakan waktu yang cukup lama karena melibatkan prosedur yang kompleks.

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 impak metode *izod* ditampilkan pada gambar 2.7 berikut.



Gambar 2.7. Ilustrasi alat uji impak metode izod

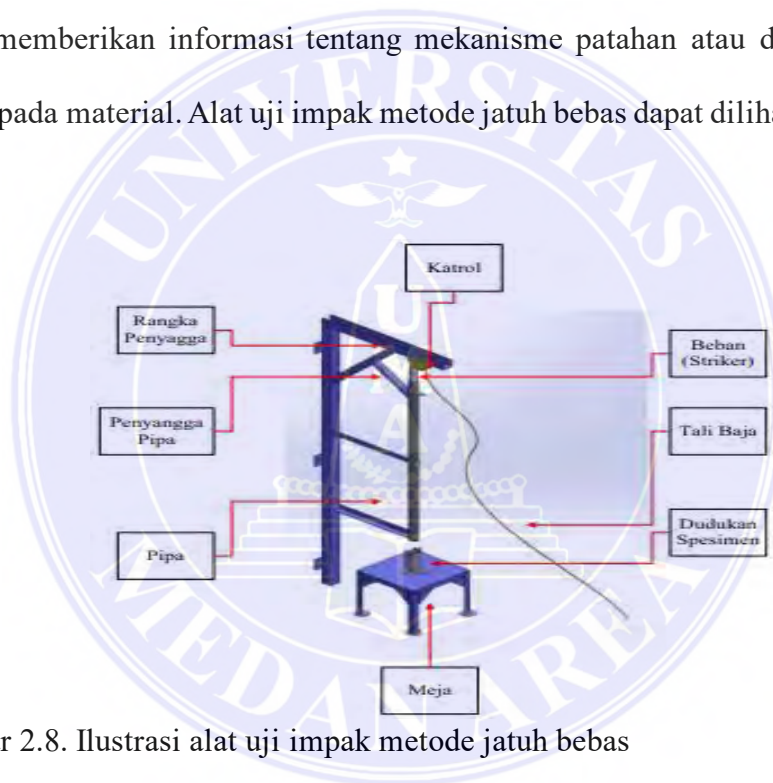
3. Uji Impak Jatuh Bebas

Pengujian impak jatuh bebas dapat didefinisikan sebagai kondisi di mana suatu benda jatuh secara bebas tanpa penambahan kecepatan selama proses jatuh. Jika benda tersebut jatuh ke bumi dari ketinggian yang relatif kecil dibandingkan dengan jari-jari bumi, maka benda akan mengalami penambahan kecepatan ke arah bawah dengan nilai yang sama setiap detik. Hal ini mengindikasikan bahwa percepatan benda akan berkurang dengan nilai yang sama. Sebaliknya, jika benda ditembakkan ke atas, kecepatannya akan berkurang dengan nilai yang sama setiap detik, dan perlambatannya ke atas akan seragam (Ali 2015).

Metode uji impak jatuh bebas menggunakan sebuah benda yang dijatuhkan dari ketinggian tertentu ke atas sampel material yang ingin diuji. Uji impak jatuh bebas dapat digunakan untuk menganalisis pengaruh pembebanan impak terhadap energi yang diserap, harga impak, momentum, implus dan ketangguhan pada material. (Pakpahan, Siahaan, dan Siregar 2023)

Alat uji impak merupakan suatu alat yang digunakan untuk mengukur keuletan bahan atau kegetasan bahan terhadap beban tiba-tiba. Secara umum penggunaan alat uji impak jatuh bebas didunia industri memiliki beberapa pengujian helm sebelum helm tersebut diproduksi (Mahyunis dkk. 2022)

Uji impact jatuh bebas mempunyai kelebihan dan kekurangan. Kelebihan dari uji ini adalah: Mudah dilakukan dan tidak memerlukan peralatan yang rumit, mampu mensimulasikan kondisi beban impact yang terjadi pada aplikasi nyata, seperti pada kendaraan atau struktur, dan dapat menguji berbagai jenis material, baik logam maupun non-logam. Ada pun kelemahan uji impact jatuh bebas adalah: Memiliki variasi hasil yang besar karena dipengaruhi oleh banyak faktor, seperti ketinggian jatuh, massa beban, bentuk spesimen, dan kondisi lingkungan, dan tidak dapat memberikan informasi tentang mekanisme patahan atau deformasi yang terjadi pada material. Alat uji impact metode jatuh bebas dapat dilihat pada gambar 2.8.



Gambar 2.8. Ilustrasi alat uji impact metode jatuh bebas

4. Uji Impact Uji Impact *Air Gun Compressor*

Metode uji impact air gun compressor digunakan untuk mengukur kekuatan dan keretakan bahan yang terkena beban impact 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 impact, batang penerus dan batang uji. Dalam uji impact ini, beban impact mengenai satu ujung batang impact, 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 impak *air gun compressor* adalah mempunyai akurasi yang akurat, biaya relatif rendah, dan alat uji impak air gun compressor dapat digunakan untuk menguji berbagai jenis benda berbagai ukuran. Kelemahan alat uji impak *air gun compressor* adalah penggunaan energi yang tinggi dan pengaturan yang rumit. Alat Uji impak *Air Gun Compressor* dapat dilihat pada gambar 2.9.



Gambar 2.9. Alat uji impak *Air Gun Compressor*

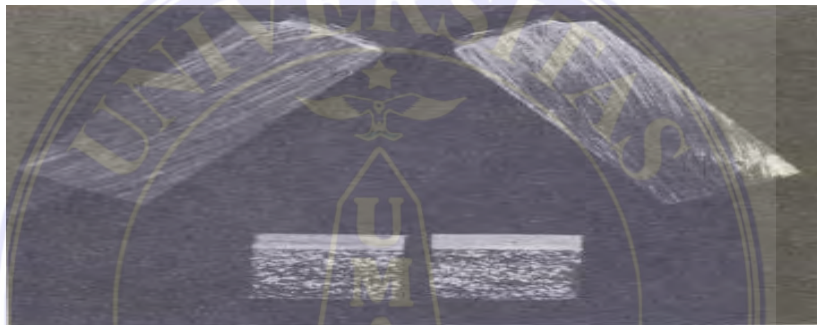
2.4 Jenis Patahan

Patahan pada material terjadi ketika material tidak mampu menahan beban atau gaya yang diberikan padanya, sehingga mengalami keretakan atau pecah. Patahan dapat terjadi baik pada material logam maupun non-logam, dan seringkali disebabkan oleh kelebihan beban atau stres yang melebihi batas kekuatan material tersebut. Patahan pada material dapat memiliki dampak yang serius terhadap kekuatan, keamanan, dan keandalan suatu struktur atau produk. Oleh karena itu, pemahaman tentang sifat patahan material dan pengujian yang tepat sangat penting

dalam proses desain, produksi, dan penggunaan material. Menurut (Jalil, Zulkifli, dan Rahayu 2017)ada 3 bentuk patahan pada uji impak jenis, yaitu:

1. Patahan Getas.

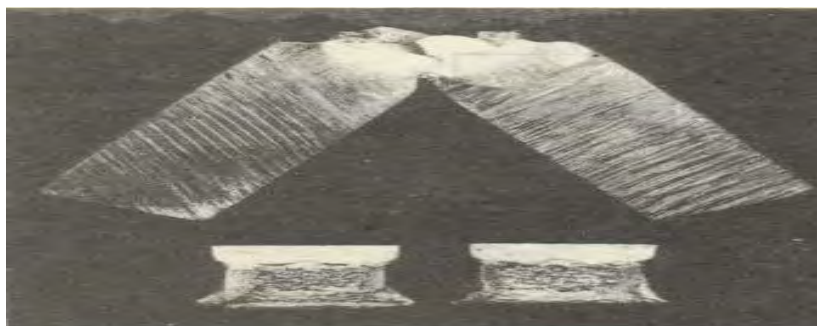
Patahan pada benda yang getas, seperti besi tuang, dapat dianalisis dengan ciri-ciri sebagai berikut: permukaannya rata dan mengkilap, potongan dapat dipasang kembali, keretakan tidak disertai dengan deformasi yang signifikan, dan memiliki nilai pukulan takik yang rendah. Patahan getas dapat dilihat pada gambar 2.10.



Gambar 2.10. Patahan getas

2. Patahan Ulet.

Patahan yang terjadi pada benda yang lunak, seperti baja lunak dan kuningan, dapat dianalisis dengan ciri-ciri sebagai berikut: permukaannya tidak rata, buram, dan berserat, pasangan potongan tidak bisa dipasang kembali, terdapat deformasi pada keretakan, dan memiliki nilai pukulan takik yang tinggi. Patahan ulet dapat dilihat pada gambar 2.11.



Gambar 2.11. Patahan ulet

3. Patahan Campuran.

Patahan pada bahan yang memiliki kekuatan yang cukup namun juga ulet, seperti pada baja temper, memiliki ciri-ciri sebagai berikut: merupakan kombinasi antara patahan getas dan patahan liat, permukaannya terlihat kusam dan sedikit berserat, potongan masih dapat dipasangkan kembali, dan terdapat deformasi pada retakan. Patahan campuran dapat dilihat pada gambar 2.12.



Gambar 2.12. Patah Campuran

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 2023 - 2024							
	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Mei	Juni	Ags
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. Kuningan

Logam yang merupakan campuran dari kuningan dan seng adalah Kuningan. Kuningan merupakan konduktor panas yang baik dan tahan terhadap korosi dan air garam. Bahan kuningan dapat dilihat pada gambar 3.1 berikut ini.



Gambar 3.1. Bahan Kuningan

2. Plastik *Mcblue*

Mcblue merupakan jenis plastik yang dikenal dengan karakteristiknya, yaitu tahan panas, modulus tinggi dan kekuatan tinggi. Bahan *mcblue* dapat dilihat pada gambar 3.2 berikut ini.



Gambar 3.2. Bahan *Mcblue*

3. Plastik teflon

Teflon digunakan sebagai bahan isolator listrik, seal, gasket, bushing, dan alat anti gesek di industri kimia, listrik, dan tekstil. (*stuffing box*). Bahan teflon dapat dilihat pada gambar 3.3 berikut ini.



Gambar 3.3. Bahan Teflon

3.2.2 Alat

Adapun alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Alat uji impact metode *charpy*

Pengujian ini digunakan untuk mengetahui kekuatan dari spesimen yang akan di uji dengan alat impact *charpy*. Alat uji impact metode *charpy* dapat dilihat pada gambar 3.4 berikut ini



Gambar 3.4. Alat uji impact metode *charpy*

2. Lem

Lem digunakan untuk merekatkan antar spesimen kuningan dengan spesimen plastik. Lem dapat dilihat pada gambar 3.5 berikut ini.

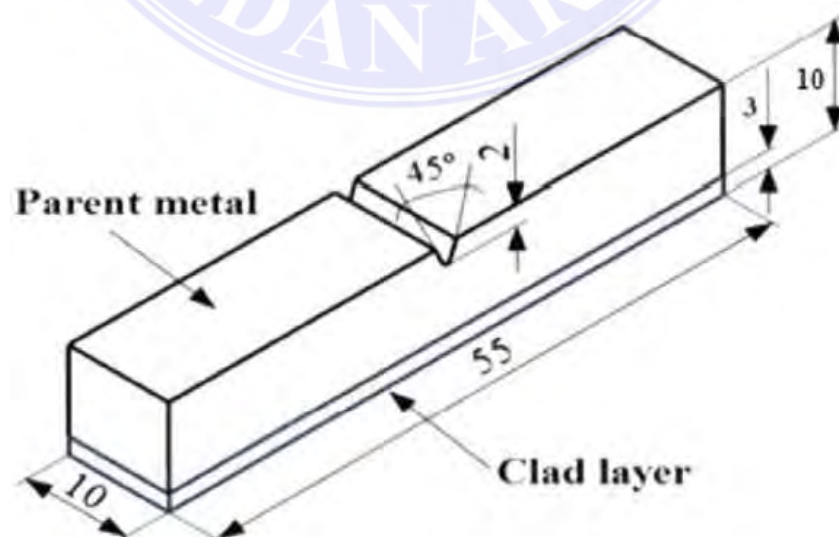


Gambar 3.5. Lem

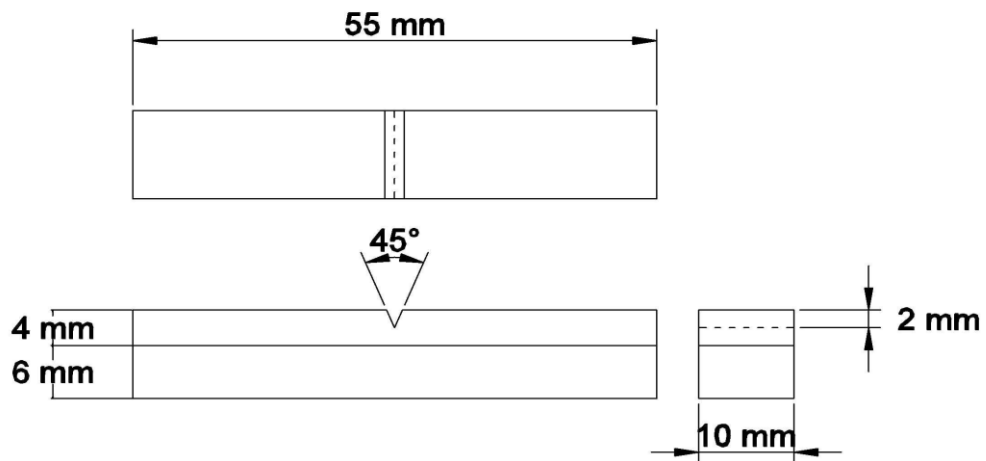
3.3 Metode Penelitian

Pada penelitian ini, metode yang digunakan dalam menjalani penelitian ini dijabarkan sebagai berikut.

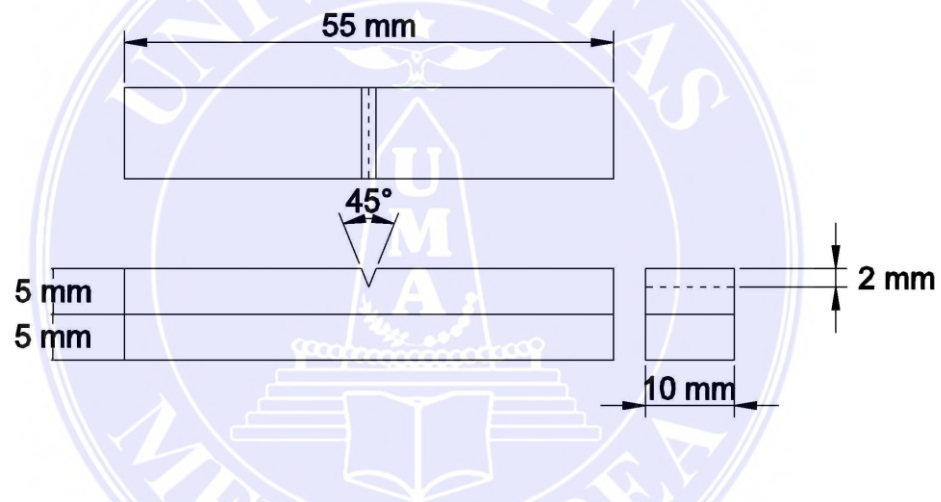
1. Meninjau secara cermat literatur yang berasal dari jurnal maupun buku.
2. Melakukan survei ketersediaan peralatan alat uji impak *charpy* di kota Medan.
3. Membeli spesimen atau bahan uji berupa bahan kuningan, teflon dan *mcblue* Kota Medan.
4. Membuat spesimen uji material sesuai standar ASTM E23 menggunakan bahan kuningan, teflon dan *mcblue* dengan variasi ketebalan.
5. Melakukan pengujian pada spesimen menggunakan alat uji impak *charpy* di Bengkel Bubut dan Las Sudarman atau Bengkel Arya.
6. Mencatat serta menganalisis hasil dari pengujian pada alat uji impak metode *charpy* di Bengkel Bubut dan Las Sudarman atau Bengkel Arya.
7. Melakukan analisis data hasil pengujian menggunakan persamaan 2.1, 2.2.
8. Membuat laporan naskah seminar hasil dan laporan naskah sidang sarjana.



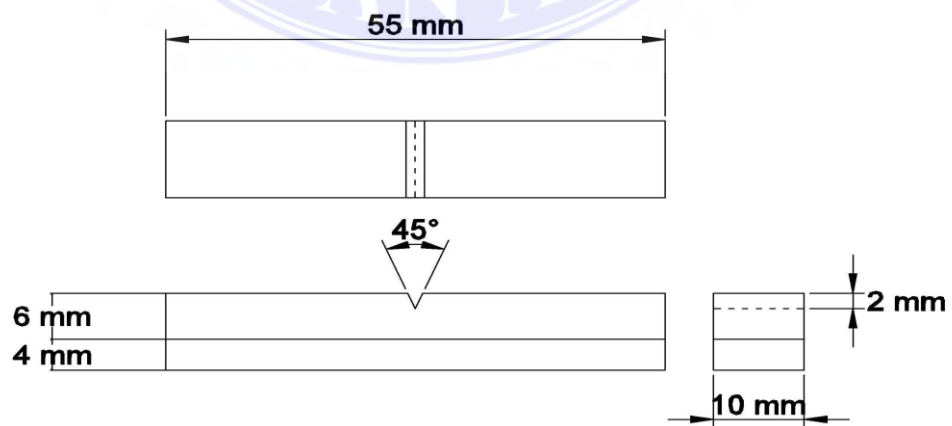
Gambar 3.6. Ukuran Standart Spesimen ASTM E23



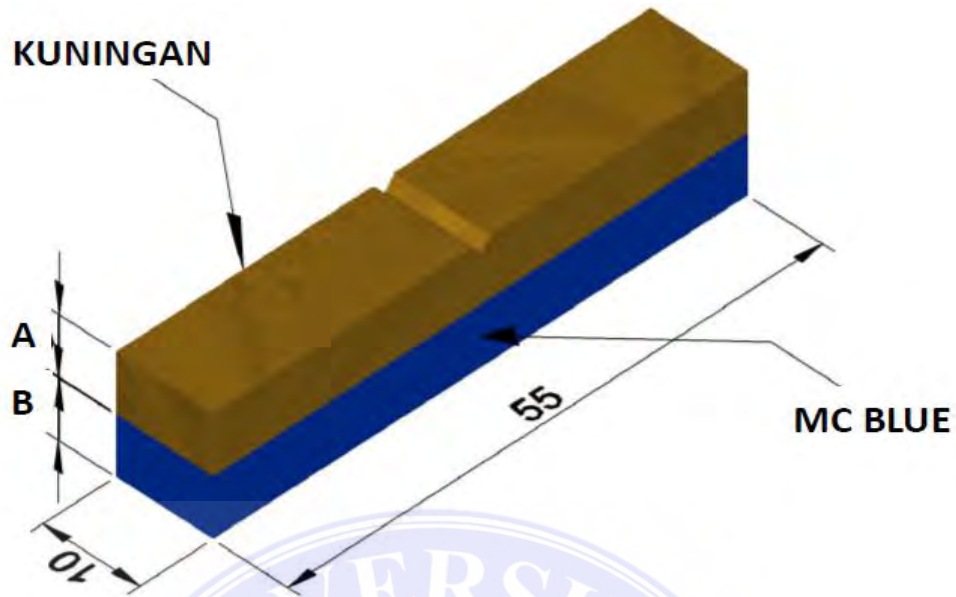
Gambar 3.7. Ukuran spesimen dengan variasi ketebalan 4 mm dan 6 mm



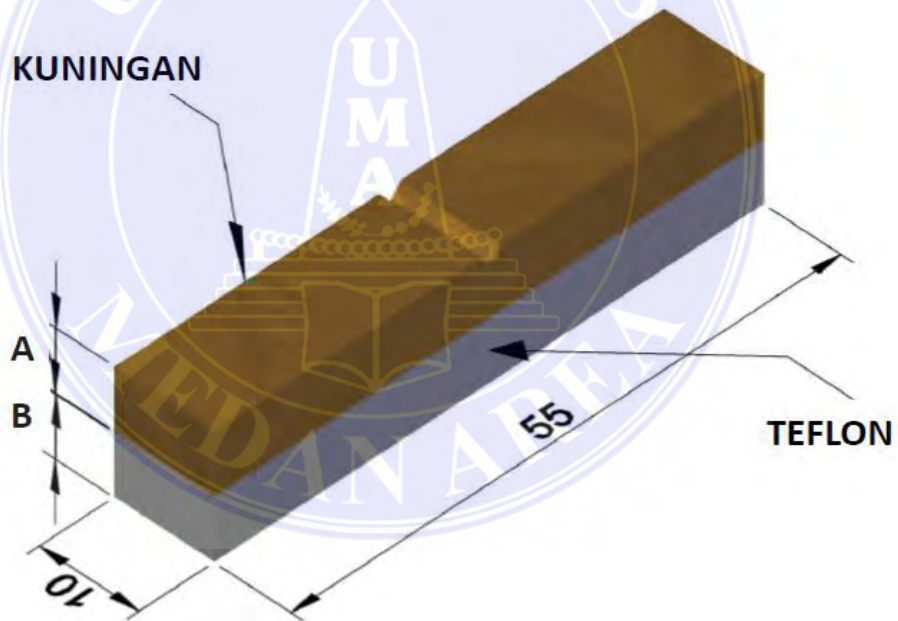
Gambar 3.8. Ukuran spesimen dengan variasi ketebalan 5 mm dan 5 mm



Gambar 3.9. Ukuran spesimen dengan variasi ketebalan 6 mm dan 4 mm



Gambar 3.10. Ukuran Spesimen Kuningan yang Diperkuat *Mcblue*



Gambar 3.11. Ukuran Spesimen Kuningan yang Diperkuat Teflon

Gambar 3.7 hingga 3.9 merupakan ukuran spesimen dari berbagai sudut pandang, gambar 3.10 merupakan kuningan yang diperkuat *mcbblue*, sedangkan gambar 3.11 merupakan ukuran dari spesimen kuningan yang diperkuat teflon.

3.4 Populasi dan Sampel

Pada penelitian ini untuk populasi dan sampel menggunakan bahan Kuningan yang diperkuat Teflon dan *Mcblue*.

Tabel 3.2. Data Populasi dan Sampel

No	Bahan Material	l	b	t	Jumlah Spesimen
		mm	mm	mm	
1	Kuningan	55	10	4	3
	Plastik <i>Mcblue</i>	55	10	6	
2	Kuningan	55	10	5	3
	Plastik <i>Mcblue</i>	55	10	5	
3	Kuningan	55	10	6	3
	Plastik <i>Mcblue</i>	55	10	4	
4	Kuningan	55	10	4	3
	Plastik Teflon	55	10	6	
5	Kuningan	55	10	5	3
	Plastik Teflon	55	10	5	
6	Kuningan	55	10	6	3
	Plastik Teflon	55	10	4	

3.5 Prosedur Kerja

3.5.1 Prosedur Pembuatan Spesimen

1. Pembuatan Spesimen Kuningan

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

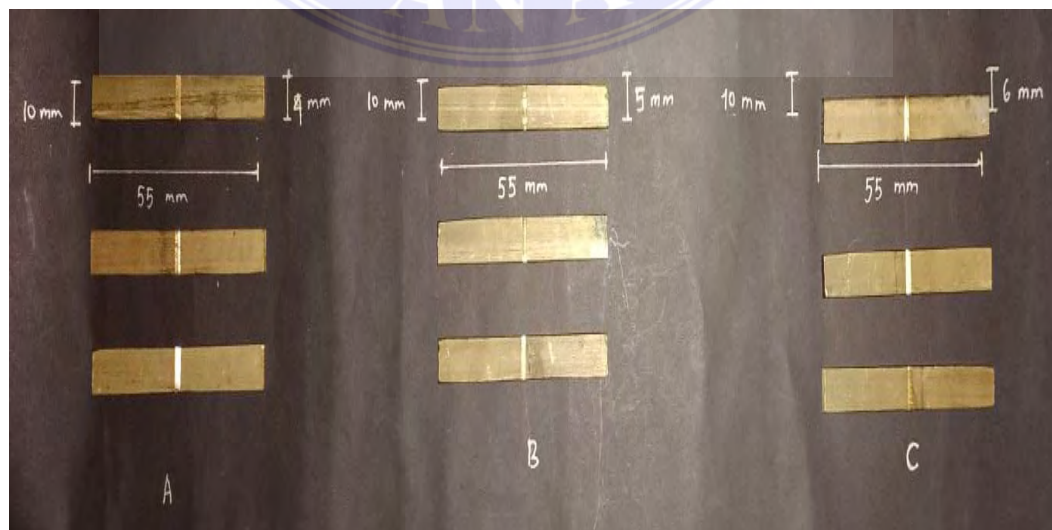
mm dengan ketebalan yang sama, dan diberikan takik berbentuk V, sebagaimana yang digambarkan pada gambar 3.12 sampai 3.14.



Gambar 3.12. Diagram alir pembuatan spesimen kuningan



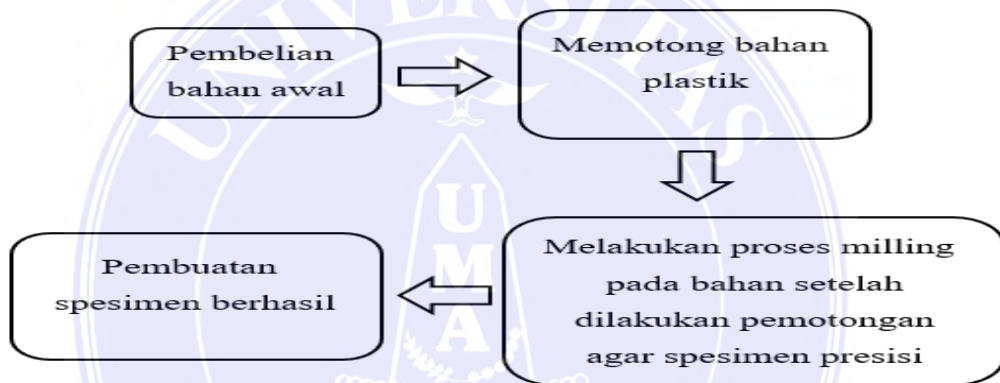
Gambar 3.13. Kuningan sebelum dipotong



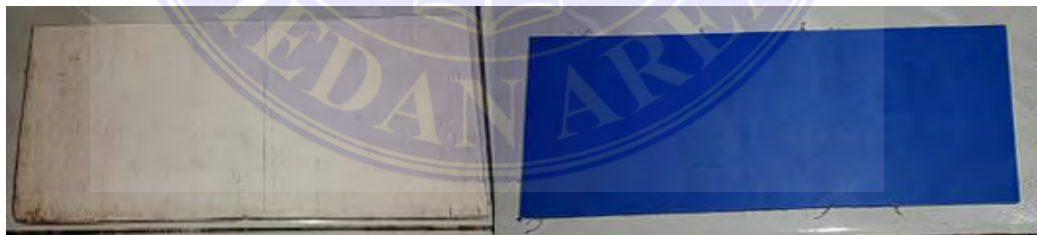
Gambar 3.14. Kuningan setelah dipotong dan diberi takik

2. Pembuatan Spesimen Plastik

. 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 *mcblue* dan 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 plastik dapat dilihat pada gambar 3.15 hingga gambar 3.17.



Gambar 3.15. Gambar 3.3. Diagram alir pembuatan spesimen plastik



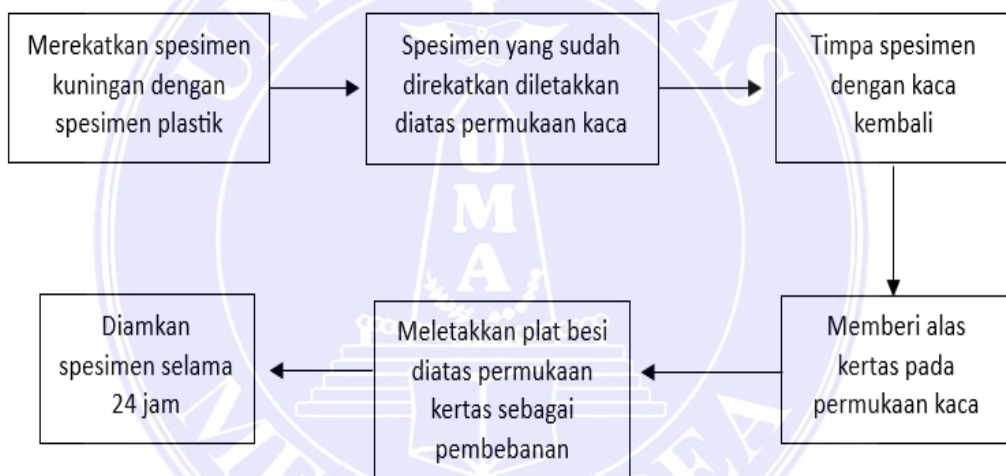
Gambar 3.16. Bahan plastik yang belum dipotong



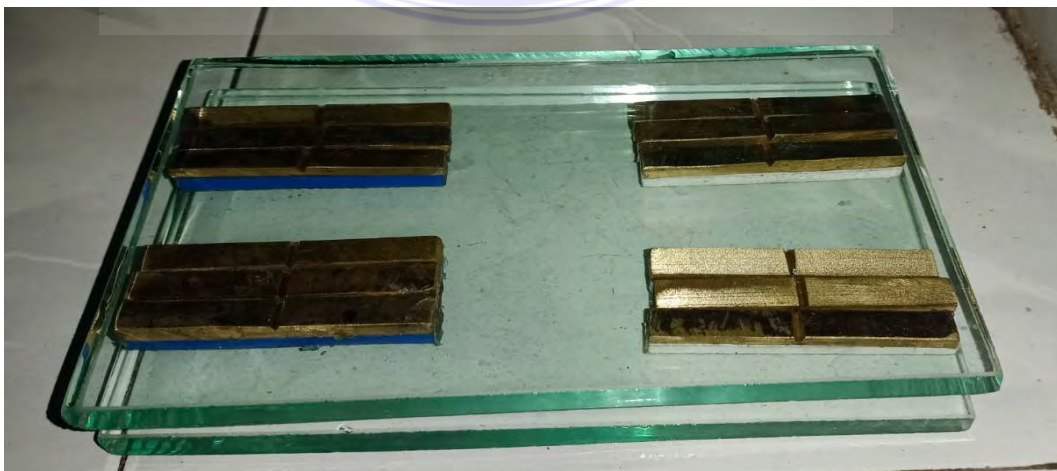
Gambar 3.17. Bahan plastik yang sudah dilakukan proses pemotongan dan milling

3.5.2 Prosedur Penggabungan Spesimen

Proses penyatuan spesimen kuningan dan plastik 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 3.18 sampai dengan gambar 3.20.



Gambar 3.18. Diagram alir penggabungan spesimen



Gambar 3.19. Spesimen yang sudah digabung tetapi belum diberi beban plat

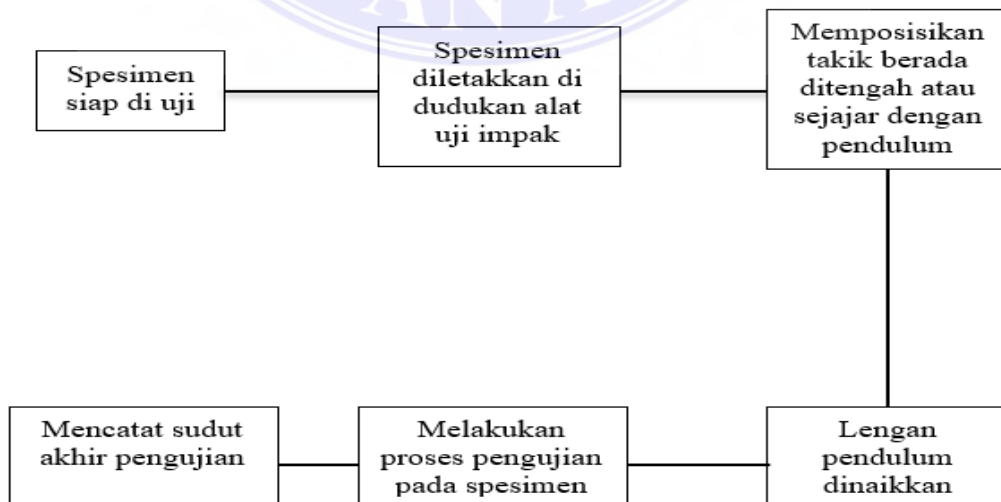


Gambar 3.20. Tampak samping spesimen yang diberi beban plat besi dengan berat 5 kg

Untuk mencapai kekuatan perekatan yang terbaik, prosedur penggabungan antara spesimen kuningan dan plastik ini perlu dijalankan selama 24 jam.

3.5.3 Prosedur Pengujian Spesimen

Dalam proses pengujian spesimen dengan tujuan mendapatkan sudut akhir pengujian, perlu diperhatikan prosedur pengujian yang ada seperti pada gambar 3.21 hingga 3.27 Setelah mendapatkan hasil sudut akhir maka perhitungan atau analisis untuk setiap variasi ketebalan dapat dilakukan.

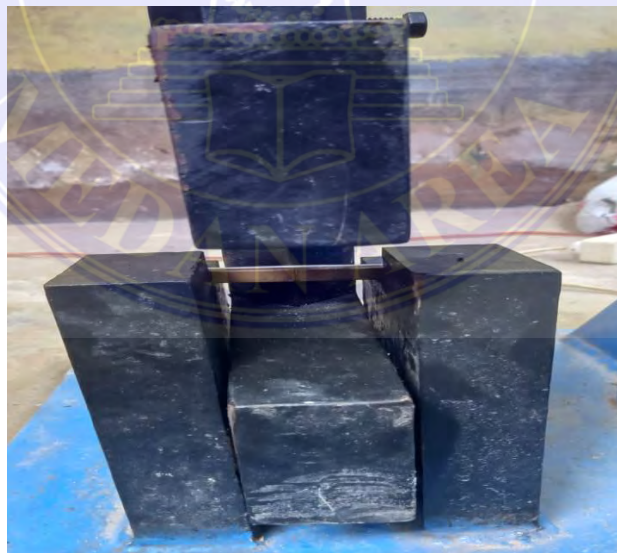


Gambar 3.21. Diagram alir proses pengujian

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 3.22.



Gambar 3.22. Persiapan alat uji impak *charpy*



Gambar 3.23. Posisi spesimen yang akan diuji

Saat pengujian dilakukan, takik (notch) pada spesimen harus ditempatkan menghadap ke arah yang berlawanan dari pendulum. Aturan ini berlaku pada setiap spesimen yang akan diuji.



Gambar 3.24. Tampak samping spesimen yang akan diuji



Gambar 3.25. Lengan pendulum dinaikkan



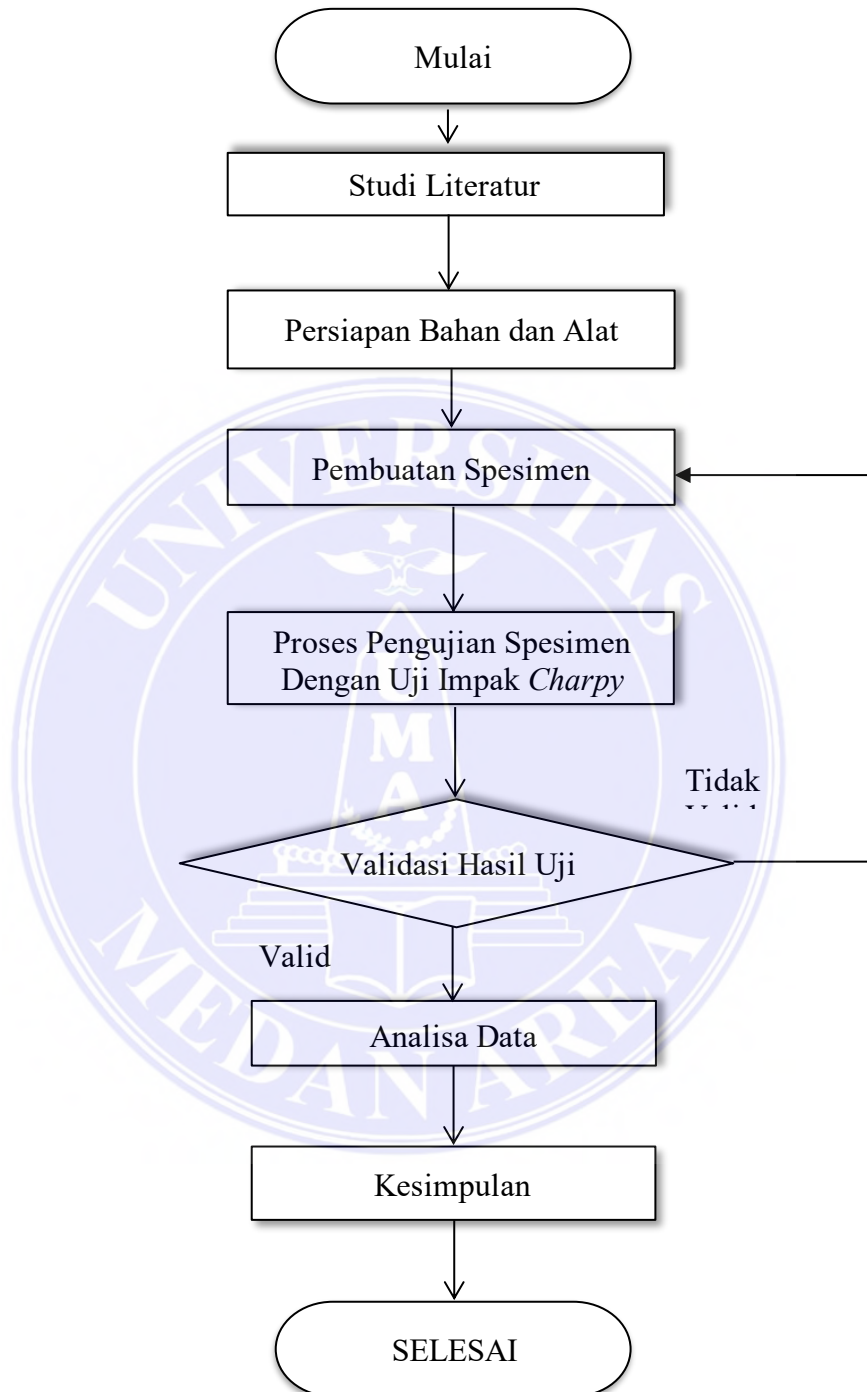
Gambar 3.26. Posisi awal sudut 147° sebelum pengujian spesimen



Gambar 3.27. 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 impak yang dihasilkan oleh masing-masing spesimen.

3.6 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.27. 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 uji impak *charpy* memiliki ukuran panjang 55 mm, lebar 10 mm, tinggi 10 mm, *notch* dengan sudut 45° , kedalaman *notch* 2mm, dan radius pusat 0,2mm sesuai dengan dimensi ASTM-E23 yang diperkuat dengan *mcbblue* dan teflon telah berhasil untuk dibuat dengan jumlah spesimen sebanyak 18 pcs.
2. Hasil dari pengujian spesimen kuningan yang diperkuat *mcbblue* mengalami jenis patahan campuran dengan nilai sudut akhir yang terendah yaitu 123° pada spesimen 3KMb, sedangkan untuk spesimen kuningan yang diperkuat teflon mengalami jenis patahan getas dengan nilai sudut akhir yang tertinggi yaitu 145° pada spesimen 1KT. Dikarenakan semakin kecil nilai sudut akhir maka spesimen tersebut lebih kuat dalam menahan impact, sehingga dapat disimpulkan bahwa spesimen kuningan yang diperkuat *mcbblue* memiliki hasil yang lebih baik dalam menahan impact (benturan) dibandingkan dengan kuningan yang diperkuat teflon.
3. Hasil analisis menunjukkan bahwa rata-rata energi impact pada kuningan yang diperkuat *mcbblue* memiliki nilai 20,16 joule, 31,6 joule dan 46,4 joule dan terjadi penurunan nilai 5,02 Joule, 12,27 joule dan 24,36 joule pada kuningan yang diperkuat teflon. Demikian pula hasil rata-rata kekuatan

impak pada kuningan yang diperkuat *mcblue* memiliki nilai $0,25 \text{ J/mm}^2$, $0,4 \text{ J/mm}^2$ dan $0,58 \text{ J/mm}^2$ dan terjadi peningkatan nilai $0,06 \text{ J/mm}^2$, $0,15 \text{ J/mm}^2$ dan $0,3 \text{ J/mm}^2$ pada kuningan 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.



DAFTAR PUSTAKA

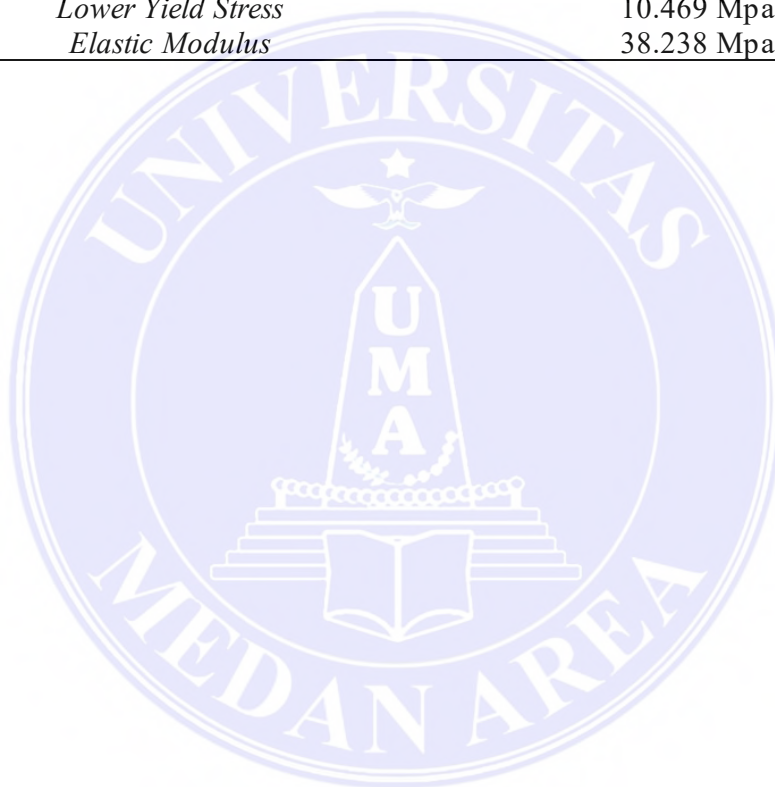
- Ali, Syurkarni. 2015. "Pengaruh Beban Impak Jatuh Bebas Pada Produk Inovasi Parking Bumper Dari Bahan Polymeric Foam Diperkuat Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS)." *Jurnal Mekanova* 1(1).
- Anhar Pulungan, Muhammad. 2017. "Pengaruh Ketebalan Terhadap Daya Serap Energi Impak pada Rompi Anti Peluru yang Terbuat dari Komposit Hgm-Epoxy Dan Serat Karbon." *Jurnal Inotera* 2(2).
- Aryanta, Hendra, Abdullah Ma'ruf, Khanif Khoirul, dan Nurida Finahari. 2017. 10 Jurnal ROTOR *Analisis Pengaruh Serat Limbah Teflon Terhadap Sifat Mekanik Komposit Fiber Sebagai Material Pengganti Alas Cor Beton*.
- Chijiwa, Kenji, dan Tata Surdia. 1982. *Teknik pengecoran logam*. Jakarta: Pradnya Paramita.
- "Designation: E23 – 16b Standard Test Methods for Notched Bar Impact Testing of Metallic Materials 1." www.astm.org.
- Haiyum, Muhd. 2010. "Identifikasi Kekuatan dan Keretakan Komposit Gypsum 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*.
- Harijono, dan Hengki Purwanto. 2017. "Seminar Nasional Hasil Penelitian." : 978–602.
- Jalil, Saifuddin A., Zulkifli, dan Tri Rahayu. 2017. "Analisa Kekuatan Impak Pada Penyambungan Pengelasan SMAW Material ASSAB 705 Dengan Variasi Arus Pengelasan."
- Jambak, Basri H.N. 2023. "Analisis Pengaruh Suhu Pada Bahan Plastik Terhadap Kekuatan Impact." repository UMA.
- Jaya, Sigma Indra. 2019. "Pengaruh Lama Proses Pelapisan Hard Chrome Pada Pelat Kuningan Terhadap Ketebalan, Kekerasan, dan foto Mikro Lapisan."
- Kumar, Dhilif, Amru Siregar, dan Dadan Ramdan. 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>.
- Mahyunis, Nurdiana, Sari Farah Dina, dan Ahmad Wito Pirmansyah. 2022. "Desain dan Pembuatan Alat Uji Impak Jatuh Bebas model Drop Weight Test Design and manufacture of Free Fall Impact Test Equipment with Drop Weight Test model." *IRA Jurnal Teknik Mesin dan Aplikasinya (IRAJTMA)* 1(1): 41–50.
- Ningsih, Sri Widia. 2010. "Optimasi Pembuatan Bioplastik Polihidroksialkanoat dengan Menggunakan Bakteri Mesofilik dan Media Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit." *Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sumatera Utara Medan*.
- 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.

- Parodi, Emanuele. 2017. "Structure properties relations for polyamide 6." www.tue.nl/taverne.
- Porawati, Hilda. 2018. 1 Jurnal Inovator *Analisis Alat Uji Impak Metode Izod pada Bengkel Politeknik Jambi*. www.ojs.politeknikjambi.ac.id/index/inovator.
- Purwanti, Alvia Dwi, dan Dwi Heru Sutjahjo. 2015. "Pengukuran Laju Korosi Kuningan C26800 Pada Pelampung Karburator Dengan Media Premium Dan Pertamina Menggunakan Metode ASTM D-130." *Jurnal Teknik Mesin* 1: 36–42.
- Putra, Wawan Trisnadi, Ismono Ismono, Fadelan Fadelan, dan Yoyok Winardi. 2017. "Analisa Hasil Uji Impak Sampah Plastik Jenis PP, PET, dan Campuran (PP + PET)." *R.E.M. (Rekayasa Energi Manufaktur) Jurnal* 2(1): 51.
- Safrijal, Syurkarni Ali, dan Herdi Susanto. 2017. "Pengujian Papan Komposit Diperkuat Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) Dengan Menggunakan Alat Uji Impact Charpy." 3(5): 158–67.
- Sari, Diah Permata. 2014. "Pembuatan Plastik Biodegradable menggunakan Pati dari Umbi Keladi." *Politeknik Negeri Sriwijaya*.
- Siregar, Rakhmad Arief, M Yusuf, Rahmansyah Siahaan, Amru Siregar, dan Ahmad Yunus Nasution. 2023. "Effect of Forging Process on Impact Strength in Brass Materials." *Jurnal Dinamis* 11(01): 20–028. doi:10.26594/register.v6i1.idarticle.

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 *Mcblue*

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

