

**TUGAS AKHIR**  
**PEMBUATAN HELM SEPEDA MOTOR BAHAN KOMPOSIT**  
**MENGGUNAKAN SERAT HYBIRD CARBON FIBER**  
**DAN FIBER GLASS**

*Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Memperoleh  
Gelar Sarjana Teknik Mesin Pada Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*

**Disusun Oleh:**

**MUHAMMAD FIKRI HANAFI**  
**1907230073**



**UMSU**

Unggul | Cerdas | Terpercaya

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**  
**MEDAN**  
**2023**

## HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh :

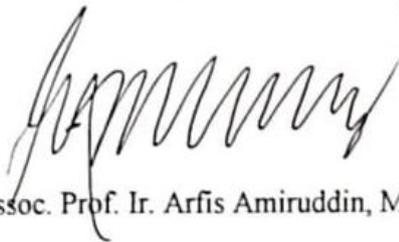
Nama : Muhammad Fikri Hanafi  
Npm : 1907230073  
Program Studi : Teknik Mesin  
Judul Tugas Akhir : Pembuatan Helm Sepeda Motor Bahan Komposit Menggunakan Serat Hybrid Carbon Fiber Dan Fiber Glass  
Bidang Ilmu : Konstruksi Manufaktur

Telah berhasil dipertahankan dihadapan Tim Penguji dan diterima sebagai salah satu syarat yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 11 September 2023

Mengetahui dan menyetujui:

Dosen Penguji I



Assoc. Prof. Ir. Arfis Amiruddin, M.Si

Dosen Penguji II



Ahmad Marabdi Siregar, S.T., M.T

Dosen Penguji III



M. Yani, S.T., M.T

Program Studi Teknik Mesin  
Ketua



Chandra A Siregar, S.T., M.T

## SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : Muhammad Fikri Hanafi  
Tempat /Tanggal Lahir: Medan/13 Oktober 2001  
NPM : 1907230073  
Fakultas : Teknik  
Program Studi : Teknik Mesin

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa laporan Tugas Akhir saya yang berjudul:

### **“PEMBUATAN HELM SEPEDA MOTOR BAHAN KOMPOSIT MENGGUNAKAN SERAT CARBON FIBER DAN FIBER GLASS”**

Bukan merupakan plagiarisme, pencurian hasil karya milik orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena hubungan material dan non-material, ataupun segala kemungkinan lain, yang pada hakekatnya bukan merupakan karya tulis Tugas Akhir saya secara orisinal dan otentik.

Bila kemudian hari diduga kuat ada ketidaksesuaian antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia diproses oleh Tim Fakultas yang dibentuk untuk melakukan verifikasi, dengan sanksi terberat berupa pembatalan kelulusan/kesarjanaan saya.

Demikian Surat Pernyataan ini saya buat dengan kesadaran sendiri dan tidak atas tekanan ataupun paksaan dari pihak manapun demi menegakkan integritas akademik di Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 11 September 2023

Saya yang menyatakan,



Muhammad Fikri Hanafi

## **ABSTRAK**

Dalam beberapa tahun terakhir, ketertarikan riset teknik berubah dari suatu bahan ke material yang diperkuat. Fiber Glass dan Carbon Fiber digunakan sebagai reinforced materials in reinforced plastics (FRP). Karena pokok pemilihan FRP merupakan kekakuan tinggi pada perbandingan berat dan perbandingan intensitas pada berat yang tinggi dibanding dengan materi konvensional. Maka dilakukan penelitian tentang pembuatan helm sepeda motor berbahan komposit yang menggunakan campuran serat hybrid Carbon Fiber dan Fiber Glass dengan menguji besar kekuatan impact komposit yang diperkuat dengan serat tersebut. Berdasarkan data dari gambar spesimen 5 memiliki nilai rata-rata sebesar 0,0554303 Joule/mm<sup>2</sup> impact yang lebih baik dari pada spesimen yang lainnya. Oleh karena itu dapat disimpulkan spesimen 5 digunakan untuk pembuatan helm sepeda motor komposit menggunakan serat hybrid carbon fiber dan fiber glass. Pemilihan susunan serat sangatlah penting dalam pembuatan helm sepeda motor bahan komposit menggunakan serat hybrid carbon fiber dan fiber glass agar mencapai kekuatan yang baik untuk menjaga kepala pengemudi dari tekanan yang disebabkan oleh benturan.

Kata kunci: Helm, Komposit, Pengujian Impact Charpy, Pembuatan.

## **ABSTRACT**

*In recent years, engineering research interest has shifted from materials to reinforced materials. Glass Fiber and Carbon Fiber are used as reinforced materials in reinforced plastics (FRP). Because the principle of selecting FRP is a high stiffness to weight ratio and a high intensity to weight ratio compared to conventional materials. So research was carried out on making motorbike helmets from composite materials using a hybrid fiber mixture of Carbon Fiber and Glass Fiber by testing the impact strength of composites reinforced with these fibers. Based on data from the image, specimen 5 has an average value of 0.0554303 Joule/mm<sup>2</sup> impact which is better than the other specimens. Therefore, it can be concluded that specimen 5 was used to make composite motorbike helmets using hybrid carbon fiber and glass fiber. The choice of fiber arrangement is very important in making motorbike helmets from composite materials using hybrid carbon fiber and glass fiber in order to achieve good strength to protect the driver's head from pressure caused by impact.*

*Keywords: Helmet, Composite, Charpy Impact Test, Manufacturing.*

## KATA PENGANTAR

Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadirat Allah Subhanahu Wata'ala yang telah memberikan karunia dan nikmat yang tiada terkira. Salah satu dari nikmat tersebut adalah keberhasilan penulis dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini yang berjudul "Pembuatan Helm Sepeda Motor Bahan Komposit Menggunakan Serat Carbon Fiber dan Fiber Glass". Sebagai syarat untuk meraih gelar akademik Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU), Medan.

Banyak pihak telah membantu dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini, untuk itu penulis menghaturkan rasa terimakasih yang tulus dan dalam kepada:

1. Bapak M. Yani, S.T., M.T, selaku Dosen Pembimbing yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini. Sekaligus sebagai Dosen Penasihat Akademik, Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
2. Bapak Assoc Prof. Ir. Arfis Amiruddin, M.Si, selaku Dosen Penguji I yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Ahmad Marabdi Siregar, S.T., M.T selaku Dosen Penguji II dan juga selaku sekretaris Prodi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang juga banyak memberi arahan kepada penulis.
4. Bapak Munawar Alfansury Siregar, S.T., M.T, selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Bapak Chandra Amirsyah Putra Siregar S.T., M.T, selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
6. Orang tua penulis: Alm. Syamsul Ahwan dan Ibu Nur Ainun, yang telah bersusah payah membesarkan dan membiayai studi penulis.
7. Bapak/Ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

8. Sahabat-sahabat penulis: Elvira dan lainnya yang tidak mungkin namanya disebut satu per satu.

Laporan Tugas Akhir ini tentunya masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu penulis berharap kritik dan masukan yang konstruktif untuk menjadi bahan pembelajaran berkesinambungan penulis di masa depan. Semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi dunia industri Teknik Mesin.

Medan, 11 September 2023



Muhammad Fikri Hanafi

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN PENGESAHAN</b>	<b>ii</b>
<b>SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR</b>	<b>iii</b>
<b>ABSTRAK</b>	<b>iv</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>v</b>
<b>KATA PENGANTAR</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR ISI</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR TABEL</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR NOTASI</b>	<b>xiv</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	6
1.3. Ruang Lingkup	6
1.4. Tujuan	6
1.5. Manfaat	7
<b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA</b>	<b>8</b>
2.1. Pengertian Helm	8
2.2. Komposit	11
2.2.1. Jenis-jenis Komposit	12
2.2.2. Komposit Berdasarkan Jenis Penguatnya	14
2.3. Resin	14
2.4. Matriks	15
2.5. Aerosil	17
2.6. Fiber glass	18
2.7. Carbon Fiber	19
2.8. Metode Hand lay-up	20
2.9. Uji Impact charpy	21
<b>BAB 3 METODE PENELITIAN</b>	<b>24</b>
3.1. Tempat dan Waktu	24
3.1.1. Tempat	24
3.1.2. Waktu	24
3.2. Alat dan Bahan	24
3.2.1. Alat	24
3.2.2. Bahan	30
3.3. Diagram Alir Penelitian	34
3.4. Langkah-langkah Pencetakan Helm	35
3.5. Langkah-langkah Pencetakan Spesimen	36
3.6. Langkah-langkah Pengujian Impak charpy	37
3.7. Rancangan Penelitian	37
<b>BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	<b>38</b>

4.1. Adapun langkah-langkah pembuatan spesimen uji impact dan perhitungan uji impact	38
4.1.1. Pembuatan cetakan spesimen uji impact	38
4.1.2. Pembuatan spesimen	39
4.2. langkah-langkah pengujian impact charpy dan hasil dari percobaan spesimen uji impact	49
4.2.1 Langkah-langkah pengujian impact charpy.	49
4.3. Data hasil pengujian spesimen uji impact charpy dan perhitungan hasil pengujian impact charpy	51
4.3.1. Data hasil pengujian spesimen 1 dan perhitungan hasil pengujian impact chrpy pada spesimen 1	51
4.3.2. Data hasil pengujian spesimen 2 dan perhitungan hasil pengujian impct chrpy pada spesimen 2	58
4.3.3. Data hasil pengujian spesimen 3 dan perhitungan hasil pengujian impct chrpy pada spesimen 3	65
4.3.4. Data hasil pengujian spesimen 4 dan perhitungan hasil pengujian impct chrpy pada spesimen 4	72
4.3.5. Data hasil pengujian spesimen 5 dan perhitungan hasil pengujian impct chrpy pada spesimen 5	79
4.4. Langkah-langkah pembuatan helm sepeda motor bahan komposit menggunakan serat hybrid carbon fiber dan fiber glass	86
<b>BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN</b>	<b>93</b>
5.1. Kesimpulan	93
5.2. Saran	93
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	<b>94</b>
<b>LAMPIRAN</b>	
<b>LEMBAR ASISTENSI</b>	
<b>DAFTAR RIWAYAT HIDUP</b>	

## DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Data Jumlah Korban Jiwa Kecelakaan LLAJ	1
Tabel 2.1 Sifat Epoksi dan Resin Poliester	14
Tabel 2.2 Analisa Kekuatan Serat Fiber Glass	14
Tabel 2.3 Analisa Kekuatan Material Carbon Fiber	28
Tabel 2.4 Data Pengujian Impak Charpy	19
Tabel 3.1 Kegiatan.	23
Tabel 3.2 Perbandingan Komposisi Setiap Spesimen	37
Tabel 4.1 Hasil pengujian specimen uji impact charpy specimen 1	50
Tabel 4.2 Hasil pengujian specimen uji impact charpy specimen 2	57
Tabel 4.3 Hasil pengujian specimen uji impact charpy specimen 3	64
Tabel 4.4 Hasil pengujian specimen uji impact charpy specimen 4	71
Tabel 4.5 Hasil pengujian specimen uji impact charpy specimen 5	78
Tabel 4.6 Hasil rata-rata spesimen uji impact charpy	84

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Grafik Jumlah Korban Jiwa Kecelakaan LLAJ	2
Gambar 2.1 Helm Sepeda Motor	8
Gambar 2.2 Struktur Komposit.	12
Gambar 2.3 Jenis Komposit Berdasarkan Bahan Pengisinya	13
Gambar 2.4 Ilustrasi Komposit Berdasarkan Penguatnya	13
Gambar 2.5 Katalis	17
Gambar 2.6 Aerosil	18
Gambar 2.7 Fiber Glass	18
Gambar 2.8 Carbon Fiber	20
Gambar 2.9 Metode Hand Lay-Up	21
Gambar 2.10 Impak Charpy	22
Gambar 3.1 Gerinda	25
Gambar 3.2 Amplas	25
Gambar 3.3 Kape (sekrup tangan)	26
Gambar 3.4 Kuas	26
Gambar 3.5 Pisau cutter/karter	26
Gambar 3.6 Sarung Tangan	27
Gambar 3.7 Timbangan	27
Gambar 3.8 Cetakan Helm	28
Gambar 3.9 Pengaduk	28
Gambar 3.10 Kunci Shock	29
Gambar 3.11 Baut dan Mur	29
Gambar 3.12 Cetakan Spesimen	29
Gambar 3.13 Mesin uji impak	30
Gambar 3.14 Serat Carbon Fiber	30
Gambar 3.15 Serat fiber glass	31
Gambar 3.16 Release agent	31
Gambar 3.17 Resin epoxy	32
Gambar 3.18 Katalis	32
Gambar 3.19 Aerosil	33
Gambar 3.20 Bagan Alir Penelitian	34
Gambar 3.21 Rancangan Pembuatan	37
Gambar 4.1 Kayu spesimen	38
Gambar 4.2 Meletakan kayu pada cetakan	38
Gambar 4.3 Penuangan silen pada cetakan	38
Gambar 4.4 Silicon cetakan spesimen	39
Gambar 4.5 Resin epoxy	39
Gambar 4.6 Potongan fiber glass	39
Gambar 4.7 Pengolesan mirorr glass	40
Gambar 4.8 Peletakan serat pada cetakan	40
Gambar 4.9 Penuangan resin epoxy	40
Gambar 4.10 Hasil Spesimen 1	41
Gambar 4.11 Resin Epoxy	41
Gambar 4.12 Potongan carbon fiber	41
Gambar 4.13 Pengolesan mirror glass	42

Gambar 4.14 Peletakan serat pada cetakan	42
Gambar 4.15 Penuangan resin epoxy	42
Gambar 4.16 Hasil spesimen 2	43
Gambar 4.17 Resin epoxy	43
Gambar 4.18 Potongan fiber glass dan carbon fiber	43
Gambar 4.19 Pengolesan mirror glass	44
Gambar 4.20 Peletakan serat pada cetakan	44
Gambar 4.21 Penuangan resin epoxy	44
Gambar 4.22 Hasil spesimen 3	44
Gambar 4.23 Resin epoxy	45
Gambar 4.24 Potongan carbon fiber dan fiber glass	45
Gambar 4.25 Pengolesan mirror glass	45
Gambar 4.26 Peletakan serat pada cetakan	46
Gambar 4.27 Penuangan resin epoxy	46
Gambar 4.28 Hasil spesimen 4	46
Gambar 4.29 Resin epoxy	47
Gambar 4.30 Potongan carbon fiber dan fiber glass	47
Gambar 4.31 Pengolesan mirror glass	47
Gambar 4.32 Peletakan serat pada cetakan	48
Gambar 4.33 Penuangan resin epoxy	48
Gambar 4.34 Hasil spesimen 5	48
Gambar 4.35 Alat impact charpy	49
Gambar 4.36 Peletakan Spesimen	49
Gambar 4.37 Menaikan gondam	50
Gambar 4.38 Melepaskan kunci gondam	50
Gambar 4.39 Patahan spesimen 1	51
Gambar 4.40 Patahan spesimen 2	58
Gambar 4.41 Patahan spesimen 3	65
Gambar 4.42 patahan spesimen 4	72
Gambar 4.43 Patahan spesimen 5	79
Gambar 4.44 Grafik kekuatan spesimen pada uji impact charpy	86
Gambar 4.45 Serat fiber glass dan carbon fiber	86
Gambar 4.46 Menyatukan cetakan helm	87
Gambar 4.47 Melumasi cetakan helm	87
Gambar 4.48 Resin epoxy	87
Gambar 4.49 Pengolesan resin epoxy	88
Gambar 4.50 Peletakan fiber glass	88
Gambar 4.51 Melumasi fiber glass	88
Gambar 4.52 Proses Pengeringan	89
Gambar 4.53 Pelepasan cetakan dan pengamplasan fiber glass	89
Gambar 4.54 Pengolesan resin eopxy dan meletakkan carbon fiber pada bagian dalam	89
Gambar 4.55 Pengolesan carbon fiber dan proses pengeringan	90
Gambar 4.56 Tahap pemotongan serat berlebih	90
Gambar 4.57 Pengolesan resin epoxy pada bagian luar dan peletakan carbon fiber	90
Gambar 4.58 Pemotongan serat berlebih dan pengolesan resin epoxy	91
Gambar 4.59 Pengulangan pengolesan resin epoxy	91

Gambar 4.60 Pengampalasan	91
Gambar 4.61 Pelapisan clear coat	92
Gambar 4.62 Hasil pembuatan helm	92

## DAFTAR NOTASI

SIMBOL	KETERANGAN	SATUAN
E	Energi Impact	Joule
M	Berat Pendalum	Kg
G	Gravitasi	m/s <sup>2</sup>
R	Jarak Lengan Pengayun	m
cos $\alpha$	Sudut Posisi Awal Pendalum	°
cos $\beta$	Sudut Akhir Pendalum	°
HI	Energi Impact	Joule/mm <sup>2</sup>
A	Luas Penampang	mm <sup>2</sup>

# BAB 1 PENDAHULUAN

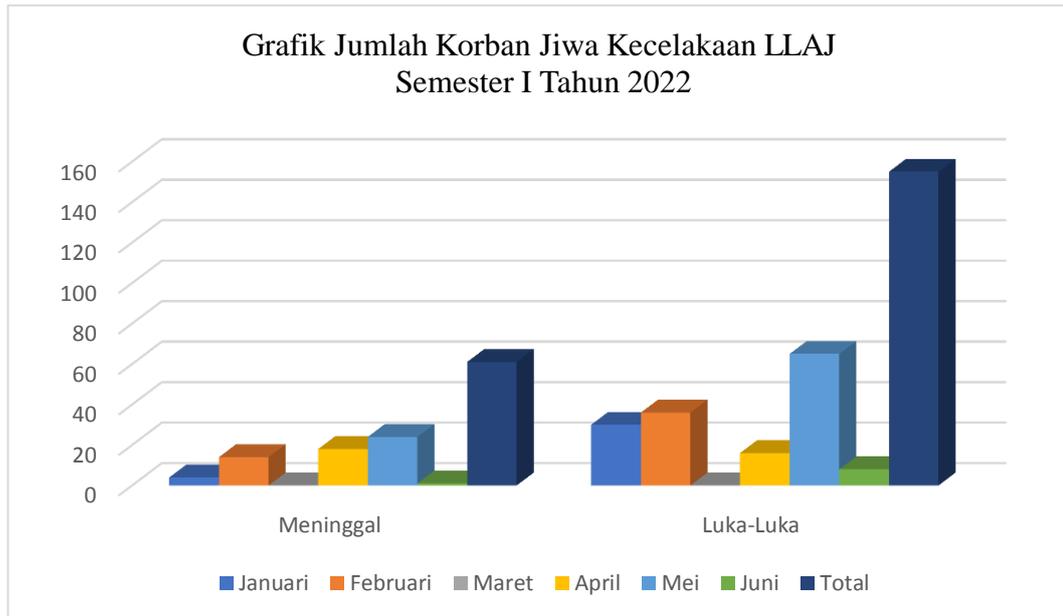
## 1.1 Latar Belakang

Kecelakaan lalu lintas ialah peristiwa dimana alat transportasi bermotor berantukan dengan objek lain serta berdampak kehancuran. Kadangkala musibah ini bisa mengakibatkan luka-luka maupun kematian individu atau hewan (Krug, 2017). Penindakan kecelakaan perlu dijalani berlandaskan aspek pemicunya (Lestari & Anjarsari, 2020). Adapun aspek pemicu dalam kecelakaan lalu lintas antara lain aspek pengguna jalan (sopir dan pejalan kaki), aspek alat transportasi, aspek jalan serta daerah. Tidak hanya itu kecelakaan juga diakibatkan oleh campuran dari sebagian aspek semacam sikap tidak baik dari sopir ataupun pejalan kaki, keadaan jalan, keadaan alat transportasi, keadaan cuaca tidak baik dan pandangan yang tidak baik (Ayu., 2021).

Jumlah korban kecelakaan bisa dirinci sebagai korban tewas dan korban luka luka. Jumlah korban jiwa pada Semester I Tahun 2022 mendapati kenaikan yang relevan dibanding semester sebelumnya yang berjumlah 59 orang korban jiwa. Sebaliknya pada Semester I tahun 2022 jumlah korban jiwa kecelakaan LLAJ yang diinvestigasi oleh KNKT sebesar 216 korban yang terdiri dari korban yang tewas sebesar 61 jiwa dan korban yang mendapati luka-luka sebesar 155 orang (Lantai, 2022).

Tabel 1.1 Data Jumlah Korban Jiwa Kecelakaan LLAJ Semester I Tahun 2022.

No	Uraian	Bulan						Total
		Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	
1.	Meninggal	4	14	0	18	24	1	61
2.	Luka-luka	30	36	0	16	65	8	155
	Jumlah	<b>34</b>	<b>50</b>	<b>0</b>	<b>34</b>	<b>89</b>	<b>9</b>	<b>216</b>



Gambar 1.1 Grafik Jumlah Korban Jiwa Kecelakaan LLAJ Semester I Tahun 2022.

Adapun menurut Direktorat Lalu Polri, kapasitas lalu lintas di Indonesia melambung tajam dalam beberapa tahun terakhir, paling utama jumlah sepeda motor yang sebagai pemicu pokok kecelakaan lalu lintas. Hal ini akibat para pemakai sepeda motor tidak teratur ataupun tidak memperhatikan kenyamanan dan keamanan dalam berkendara. Banyak para pengemudi motor yang tidak meneladan peraturan peraturan bermain yang diberlakukan negara dalam *safety Riding* semacam perihalnya mulai dari ban yang alus, menggunakan spion hanya satu, lampu kurang bersinar serta yang lebih serius lagi tidak mengenakan Helm sesuai ketentuan yang diatur oleh Pasal 57 Ayat 2 Undang- Undang Nomor 22 tahun 2009 mengenai lalu lintas dan angkutan jalan yakni tentang helm Standar Nasional Indonesia (SNI). Sedangkan kedudukan helm sungguh berarti buat para pengemudi sepeda motor, alasannya helm sebagai perlengkapan buat menjaga kepala si pengemudi dari benturan-benturan yang tidak diinginkan dari kejadian kecelakaan (Nugraha & Yulianto, 2009).

Perlengkapan sebagai halnya ditujukan pada butir (1) untuk sepeda motor terdiri dari helm yang memenuhi persyaratan nasional di Indonesia. Selain itu, Pasal 106 ayat (8) Undang-Undang Nomor 22 Tahun 2009 mengatur, “Setiap orang yang mengendarai sepeda motor di Indonesia wajib memakai helm yang

sesuai dengan standar negara.” Setelah perkara itu, 49,1% pengemudi sepeda motor mendapati luka di kepala. Kerusakan pengaruhi perut, pinggul, kaki, lengan, dada, ataupun leher. Apabila pengemudi sepeda motor tidak mendapati luka kepala, jumlah kematian hendak menurun, menurut polisi. Topi pengaman atau helm bisa digunakan guna menjaga kepala (Arahman Hidayat, Sunardi, 2019).

Helm merupakan topi penjaga kepala yang terbuat dari bahan kuat hantaman, yang dikenakan oleh angkatan, unit barisan pemadam kebakaran, pekerja tambang, penyelam, maupun pengemudi sepeda motor (Antou, 2013). Helm berfungsi hanya sebagai pelindung kepala atau pencegah kepala dari benturan. Tetapi helm bukan merupakan faktor utama dari sebuah kejadian cedera pada kepala, melainkan fungsi dari kegunaan helm tersebut sudah sesuai kriteria atau hanya sebagai fashion (peniru). Helm yang baik ialah helm yang berstandar dan dipakai sesuai dengan tata cara yang dasar (Purwanto, 2016).

Terdapat struktur helm SNI rata-rata terdiri dari :

1. Lapisan luar yang keras (Hard Outer Shell)
2. Susunan dalam yang tebal (Inside Shell on Liner)
3. Lapisan dalam yang lunak (Comfort Padding)
4. Tali pengikat
5. Kaca pelindung

Menurut COST, Helm yang bagus yakni helm yang mampu menahan bobot tekan, meresap paling tidak 50 % dari sepenuhnya kekuatan impact yang muncul, dan mempunyai kekerasan permukaan yang kecil. Hal ini dimaksudkan untuk meminimalkan kemungkinan terdapatnya perputaran yang bertindak pada helm ketika berlangsung hantaman. Disamping daya tahan helm ketika terjalin hantaman, berat dan dimensi helm jua mempengaruhi pada keamanan serta kenyamanan berkendara. Helm yang berat mempengaruhi kenyamanan pengemudi sepeda motor. Helm yang berat mengakibatkan leher pengemudi lebih sering menghadapi kelelahan dan menurunkan fokus pengemudi motor. Termasuk 80% dari sepenuhnya nilai kecelakaan efek menurunnya fokus dalam mengemudi di jalan dipegang oleh pengemudi sepeda motor (Safa'at, 2017).

Tinjauan tentang pemakaian helm sepeda motor yang meliputi 53 studi dilakukan oleh WHO (2014) dan ringkasan dari tinjauan sistematis tentang efektifitas helm sepeda motor yaitu menggunakan helm dapat mengurangi resiko dan keparahan dari cedera sekitar 72%, mengurangi kemungkinan kematian sampai 39%, tergantung dari kecepatan sepeda motor yang terlibat dalam kecelakaan. Sementara tidak memakai helm dapat meningkatkan resiko mengalami cedera kepala 90% karena kepala manusia hanya bisa menerima benturan ringan sebesar 10% lebih dari itu menyebabkan cedera yang serius bahkan kemungkinan meninggal.

Dalam dunia kedokteran, dokter menggunakan glasgow coma scale (GCS) untuk menilai kesadaran dan mengidentifikasi tingkat keparahan cedera kepala yang dialami pasien. Nilai GCS ditentukan berdasarkan tiga faktor, yaitu:

- Respons verbal
- Pergerakan fisik
- Pembukaan mata

Berdasarkan total nilai ini, cedera kepala diklasifikasikan menjadi tiga tingkat keparahan, yaitu:

- Cedera kepala ringan: total nilai berada dalam skala 13–15
- Cedera kepala sedang: total nilai berada dalam skala 9–12
- Cedera kepala berat: total nilai berada dalam skala 8–3

Nilai 15 (nilai tertinggi) menunjukkan bahwa pasien dalam keadaan sadar seutuhnya, dapat membuka mata secara spontan, berbicara, dan menerima instruksi. Sementara nilai skala 3 (nilai terendah) menunjukkan pasien dalam keadaan koma. Jika diperlukan, dokter akan melakukan pemeriksaan penunjang, seperti CT scan atau MRI (Mustarhfiroh et al., 2018).

Material komposit dikenal sebagai material yang kokoh dan ringan. Material komposit banyak pada perusahaan penerbangan, perkapalan, dan otomotif golongan atas misalnya super car dan formula 1. Salah satu dari sekian

banyak pengaplikasian komposit berwujud pembuatan helm dengan material *Carbon Fiber* dan *Fiber Glass*. Helm tipe ini amat ringan dan kokoh (Safa'at, 2017). Material komposit yakni material yang sangat berguna karena ada sifat-sifat yang tertentu. Sifat-sifat itu antara lain ialah kekakuannya, kekokohnya, ringan, tidak terkorosi dan juga umur fatik yang lebih bagus dibandingkan bahan konvensional yang ada (Manurung, 2020). Jika material komposit dikombinasikan dengan *Fiber Glass* dan *Carbon Fiber* akan mampu menghasilkan bahan yang kuat. *Fiber Glass* atau kaca serat maupun serat gelas sederhananya adalah kaca cair yang ditarik selaku serat kecil. Serat ini dapat dipintal dan dicampur dengan resin sehingga menjadi bahan yang kokoh. Sedangkan *Carbon Fiber* atau plastik diperkokoh serat karbonium ialah material komposit yang diperkuat oleh serat. Serat karbonium kaku, kuat, tetapi tetap ringan. Dalam hal pembuatan juga mudah.

Spesifik mekanis dari komposit yang diperkuat serat tidak cuma tergantung pada sifat serat, tetapi juga pada tingkatan dimana bobot yang dipraktikkan disebarkan ke serat dengan tahap matriks. Penting untuk tingkatan transmitansi berat ini yaitu besarnya hubungan antar muka antara serat dan tahap matriks. Di dasar titik berat yang dipraktikkan, hubungan matriks serat ini berhenti pada puncak serat, menciptakan pola transformasi matriks seperti yang ditunjukkan selaku ilustratif sistematis. Di bagian lain, tidak ada transmitansi berat dari matriks pada tiap-tiap ekstremitas serat. sebagian panjang serat berguna dibutuhkan untuk penguatan dan kekakuan yang efisien dari materi komposit. Panjang kritis ini terkait pada diameter serat dan kapasitas tarik pada ketahanan ikatan serat-matriks (Fajarudin, 2019).

Dalam beberapa tahun terakhir, ketertarikan riset teknik berubah dari suatu bahan ke material yang diperkuat. *Fiber Glass* dan *Carbon Fiber* digunakan sebagai *reinforced materials in reinforced plastics* (FRP). FRP ini diterima secara luas sebagai bahan untuk aplikasi struktural & nonstruktural. Karena pokok pemilihan FRP merupakan kekakuan tinggi pada perbandingan berat dan perbandingan intensitas pada berat yang tinggi dibanding dengan materi konvensional.

Dari uraian diatas, maka dilakukan penelitian tentang pembuatan helm sepeda motor berbahan komposit yang menggunakan campuran serat hybrid *Carbon Fiber* dan *Fiber Glass* dengan menguji besar kekuatan impact komposit yang diperkuat dengan serat tersebut. Oleh karena itu, penelitian ini berjudul **“Pembuatan Helm Sepeda Motor Bahan Komposit Menggunakan Serat Hybrid Carbon Fiber Dan Fiber Glass”**

## **1.2 Rumusan Masalah**

Adapun rumusan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana cara pengaplikasian bahan serat hybrid *Carbon Fiber* dan *Fiber Glass* sebagai bahan penguat dalam pembuatan helm sepeda motor?
2. Seberapa besar kekuatan impact komposit yang diperkuat serat hybrid *Carbon Fiber* dan *Fiber Glass* untuk bahan helm sepeda motor?

## **1.3 Ruang Lingkup**

Adapun ruang lingkup dari penelitian ini meliputi sebagai berikut;

1. Pembuatan helm sepeda motor yang memakai bahan serat hybrid *Carbon Fiber* dan *Fiber Glass* yang dicetak dengan helm berbahan fiber glass dengan cara hand lay-up.
2. Untuk mengetahui kekuatan impact komposit yang diperkuat serat hybrid *Carbon Fiber* dan *Fiber Glass* untuk bahan helm sepeda motor.

## **1.4 Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut;

1. Tujuan umum

Untuk mengetahui pembuatan helm sepeda motor yang serat hybrid *Carbon Fiber* dan *Fiber Glass* dengan metode *hand lay-up* dan untuk mengetahui kekuatan komposit yang diperkuat serat hybrid *Carbon Fiber* dan *Fiber Glass* untuk bahan helm sepeda motor menggunakan uji impak.

2. Tujuan khusus

Untuk membuat helm sepeda motor yang diperkuat serat hybrid *Carbon Fiber* dan *Fiber Glass*. Untuk menguji kekuatan impact komposit yang diperkuat serat hybrid *Carbon Fiber* dan *Fiber Glass* untuk bahan penguat helm sepeda motor.

### **1.5 Manfaat**

Manfaat penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini diharapkan dapat menambah informasi dan wawasan mengenai pengaplikasian diperkuat serat hybrid *Carbon Fiber* dan *Fiber Glass* sebagai bahan untuk pembuatan helm.
2. Dapat mengetahui kekuatan impact komposit yang diperkuat diperkuat serat hybrid *Carbon Fiber* dan *Fiber Glass*.

## **BAB 2**

### **TUJUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Pengertian Helm**

Helm adalah bagian dari perlengkapan alat transportasi bermotor berupa topi penjaga kepala yang berperan mencegah kepala penggunanya jika terjadi benturan. Tidak hanya itu helm juga berperan guna mencegah penggunanya dari debu, pasir, serta objek-objek kecil yang lain yang mencelakakan ketika berkendara. Oleh karena itu Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 14 Tahun 1992 pasal 23 mewajibkan pengendara sepeda motor untuk mengenakan helm sebagai pelindung kepala. Pengemudi sepeda motor biasanya memakai helm yang tidak standart, hanya semata-mata helm bukan selaku perlengkapan keamanan penjaga kepala.

Pengendara sepeda motor yang merasa keamanan serta keamanan dirinya lebih menentukan helm yang berstandart SNI, meski harga helm berstandart SNI dapat tergolong lebih mahal ketimbang helm yang tidak berstandart SNI, akan tapi mahalnya helm berstandart SNI setimpal dengan manfaat yang diterima. Mengingatnkan peranan dari helm tersebut, sehingga bahan pembentuk helm perlu mampu mencegah kepala dari hantaman apabila terjadi kecelakaan. Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2009 pasal 57 memutuskan apabila helm yang dikenakan untuk berkendara perlu mencukupi Standar Nasional Indonesia (SNI) (Mulyo & Yudiono, 2018).



Gambar 2.1 Helm Sepeda Motor.

(Sumber: <https://bit.ly/3WCbvPj>)

Helm yang sudah mempunyai simbol SNI merupakan helm yang sudah lolos tes yang dipersyaratkan SNI 1811:2007 serta mendapat sertifikasi indikasi SNI (SNI marking). Persyaratan dalam SNI tersebut mencakup:

- 1) Helm SNI wajib tercapai tes penyerapan kekuatan kejut pada komponen sungkup helm dengan batasan  $\leq 300$ g dengan sungkup percobaan tetap utuh,
- 2) Helm SNI mesti tercapai tes penekanan pada komponen sungkup helm dimana bermaksud menjamin produk helm ber-SNI tidak mampu ditembus oleh metal seperti paku dengan massa 3kilogram dengan tingkatan kekerasan rockwell paku metal sebesar 50-45 rockwell-C dijatuhkan dari  $h=1,6$  meter.
- 3) Helm SNI mesti tercapai tes impak miring (paron balok) dengan batas angka gaya arah membujur puncak maksimum 2,5 kN dengan durasi impak 15,5 Newton detik,
- 4) Helm SNI mesti tercapai tes impak miring (paron keausan) dengan tujuan menjamin sungkup helm senantiasa utuh saat helm bergesekan dengan bidang lain.
- 5) Helm SNI mesti berhasil ketahanan sistem penahan dengan perpanjangan dinamis 25-32 milimeter serta sisa perpanjangan 8-16 milimeter,
- 6) Helm SNI mesti tercapai tes kelicinan sabuk helm dimana batasan perpindahan gesekan penjepit maksimum 10 milimeter,
- 7) Helm SNI mesti tercapai tes keausan sabuk helm dimana sabuk tidak bisa putus serta bisa menahan bebas 3 kN apabila berlangsung perpindahan lebih dari 5 milimeter.
- 8) Helm SNI mesti melewati tes pelindung dagu yang bermaksud meyakinkan jika pelindung dagu bisa menyerap kekuatan kejut sesudah tumbukan sebesar  $\leq 300$  g.

Jumlah energi rata-rata yang bisa diserap helm pada posisi ini ialah 61.5% dari energi keseluruhan yang sanggup terjadi pada posisi tersebut (Purwanto, 2016).

Pemilihan material helm juga harus di pertimbang kan dengan benar untuk mencegah terjadinya benturan terhadap kepala akibat benda-benda keras. Untuk itu material yang utama untuk pembuatan helm agar dipertimbangkan dengan sangat baik untuk mencapai target yang ingin di capai. Tidak hanya itu material yang digunakan harus melewati uji kekuatan pada helm tersebut. Untuk saat ini material yang sering di pakai pada helm yang berstandart SNI ialah Plastik ABS (Acrylonitrile Butadiene Styrene), Tri-Fiber Composite, Full Carbon.

Terdapat sebagian struktur dan susunan helm didasarkan pada ukuran dan berat helm itu sendiri. Susunan dari konstruksi sebuah helm motor rata-rata terdiri dari:

#### 1. *Hard Outer Shell* (Lapisan luar yang keras)

Lapisan ini didesain guna tidak bisa rusak apabila menghadapi hantaman dan sanggup menyerap dan juga menyebarkan redaman benturan ke seluruh helm, mencegah dari objek tajam, menghindarkan gores, serta membantu menghindarkan cedera leher ketika terjatuh dari motor.

Lapisan ini umumnya di bikin dari lazimnya dibuat dari plastik polikarbon at, fiberglass, serat karbon, serta kevlar. Helm yang lebih mahal memakai bahan kombinasi. Masing-masing campurannya akan menciptakan ketahanan serta kemampuan yang berlainan.

#### 2. *Inside Shell on Liner* (Susunan dalam yang tebal)

lapisan dalam ialah lapisan yang serupa pentingnya untuk dampak pelapis penahan. Umumnya terbuat dari bahan Polistirena ataupun Polystyrene (styro foam). Lapisan tebal ini memberikan bantalan yang bertugas menahan goncangan sesaat helm terbentur objek keras, sedangkan kepala masih bergerak. Memberikan pengurangan waktu apabila helm menghadapi hantaman di saat sebelum dampak hantaman langsung tersebut didapat oleh kepala.

#### 3. *Comfort Padding* (Lapisan dalam yang lunak)

Lapisan ini adalah bagian dalam yang terdiri dari bahan lunak serta kain buat menempatkan kepala secara presisi pada ruang helm. Lapisan ini berfungsi guna melindungi kepala pengendara untuk tetap kering serta nyaman.

#### 4. Tali pengikat

Bagian paling penting lainnya dalam struktur helm ialah tali pengikat. Helm tidak akan berperan dengan baik jika tanpa adanya tali pengikat. Sebaiknya tali pengikat pilih yang bertipe D-Ring ataupun O-Ring seperti mana persyaratan helm –helm untuk balap bukan yang bertipe buckle maupun click. Lebar webbing minimal 20 mm dan wajib benar-benar berguna sebagai pengikat helm saat dikenakan.

#### 5. Kaca pelindung

Kaca pelindung ini bertugas guna memberikan proteksi kepada mata dari penetrasi abu, pasir, kerikil serta serangga. Penutup terjangan angin ataupun partikel dari luar akibatnya mata tidak terganggu . Visor pada helm wajib sanggup tampak oleh pengendara serta orang lain baik siang serta malam. Bahan kaca pelindung ini, umumnya diciptakan dari bahan flexyglass (Haryotedjo, 2018).

Seiring dengan kemajuan perkembangan teknologi di bidang material, maka banyak dikembangkan material komposit dengan berbagai macam bahan utama yang dapat menghasilkan hasil yang optimal. Untuk itu proses pembuatan helm sepeda motor, desain serta kualitas harus di perhatikan. Dikarenakan, helm sepeda motor harus mampu melindungi kepala pengendara dari benturan. Oleh karena itu, bahan pembuatan helm sepeda haruslah berasal dari bahan berkualitas tinggi.

Peneliti dalam hal ini fokus untuk membuat *Hard Outer Shell* (Lapisan luar yang keras) saja .

Adapun metode penelitian ini adalah pengaplikasian atau Langkah-langkah pembuatan helm sepeda motor berbahan campuran bahan utama serat karbon fiber dan fiber glass dengan penguat material komposit menggunakan cara hand lay-up dan vacuum.

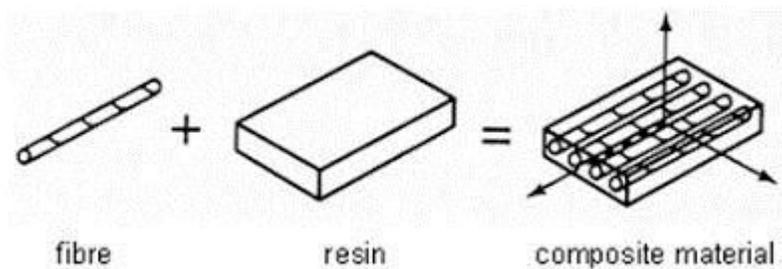
## 2.2 Komposit

Komposit merupakan pencampuran 2 material maupun lebih material yang berlainan sebagai sebuah campuran yang bersatu. Bahan komposit biasanya terdiri dari 2 faktor, yakni serat (fiber) selaku pengisi dan bahan pengikat serat yang disebut matrik.

Didalam komposit komponen khususnya ialah serat, sementara itu materi pengikatnya ialah polimer yang gampang dibentuk. Sebagai bahan pengisi, serat dipakai buat menahan gaya yang bertugas pada bahan kombinasi, matrik berperan menjaga serta mengikat serat agar mampu bertindak dengan bagus pada gaya-gaya yang berlangsung. Komposit mempunyai sifat mekanik serta karakteristik yang berlainan dari material pembentuknya. Komposit memiliki sifat mekanik yang lebih bagus dari logam, kekakuan jenis (modulus Young/density) dan kekuatan jenisnya lebih tinggi dari logam.

Komposit dibentuk dari dua jenis material yang berbeda, yaitu:

- a. Penguat (*reinforcement*), yang memiliki sifat kurang gigih namun lebih rigid dan juga lebih kokoh, yang dipakai merupakan serat alam.
- b. Matrik, biasanya lebih gigih namun memiliki ketahanan rigiditas yang lebih rendah (Rindrawan, 2016).



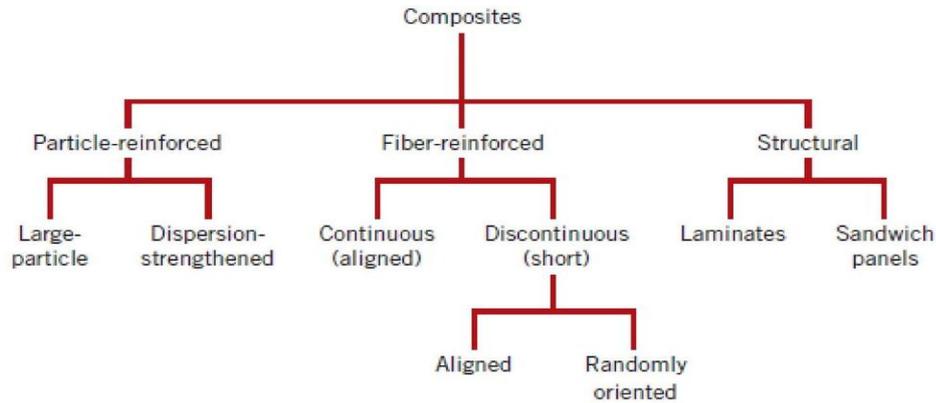
Gambar 2.2 Struktur Komposit.

(Sumber: <https://bit.ly/3Gn8uLJ>)

### 2.2.1 Jenis-jenis Komposit

Jenis-jenis komposit bisa dibagi menurut sifat dan strukturnya. Jenis komposit berdasarkan bahan pengisinya bisa dibagi menjadi 3

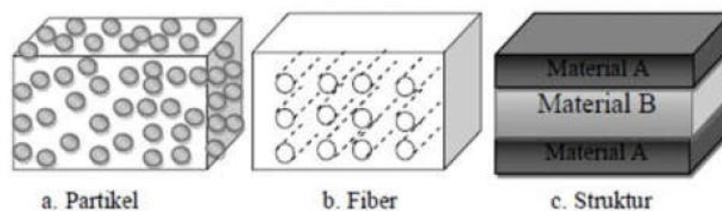
jenis, yakni komposit partikulat, komposit fiber dan komposit struktural, seperti di gambar 2.3.



Gambar 2.3 Jenis Komposit Berdasarkan Bahan Pengisinya.

(Sumber: <https://slideplayer.info/slide/11824621/>)

Berlandaskan sifat penguatnya, komposit dipisah jadi 2 yakni komposit isotropik dan anisotropik. Komposit isotropik merupakan komposit yang penguatnya memberikan penguatan yang sepadan guna berbagai arah (baik dalam arah transversal ataupun longitudinal) alhasil seluruh dampak tekanan ataupun regangan dari luar akan memiliki poin ketahanan yang sesuai. kebalikannya komposit anisotropik merupakan komposit yang penguatnya memberikan penguatan tidak sesuai pada arah yang bertentangan, maka segala dampak tegangan ataupun regangan dari luar akan memiliki angka ketahanan yang tidak serupa (baik arah transversal ataupun longitudinal). Seperti gambar 2.4 (Maulana ibrahim, 2021).



Gambar 2.4 Ilustrasi Komposit Berdasarkan Penguatnya.

(Sumber: <https://bit.ly/3ZuyUUO>)

### 2.2.2 Komposit Berdasarkan Jenis Penguatnya

Menurut jenis penguatnya, komposit dipisah menjadi 4 tipe adalah:

1. Komposit Berpenguat Partikel yakni komposit yang penguatnya berwujud fase partikel contoh: semen, yang yakni bahan dasar bangunan dimana matriksnya yakni semen sementara itu penguatnya yakni pasir.
2. Komposit Berpenguat Serat yaitu komposit yang fase penguatnya berwujud serat. Contoh: serat glass dalam matriks polimer dan serat alam dalam matriks polimer.
3. Komposisi Berpenguat Struktur yaitu komposit yang penguatnya berbentuk susunan atau struktural. Contoh: polywood.
4. Hybrid Composite yaitu suatu jenis komposit yang penguatnya lebih dari satu jenis penguat ke dalam satu matriks. tingkatan pencampuran bisa dalam rasio kecil serta rasio besar. Tujuan dari hibridisasi yakni buat menciptakan sebuah material baru yang memiliki kualitas dari penyusun nya. Contoh dari hybrid composite yakni *Glass Reinforced Fiber Metal Laminate (GLARE)*

Hybrid Composite dibedakan sebagai 4 tipe yaitu:

- a. *Sandwich*, yaitu sebuah material yang dihimpit oleh material lainnya.
- b. *Interply* atau *Laminated*, yakni sebuah material yang terdiri dengan susunan penyusun yang berbeda.
- c. *Intraply*, merupakan ikatan 2 ataupun lebih jenis serat yang dalam satu lamina.
- d. *Intimately mixed*, Penyusun dari masing-masing serat penguat disatukan sedemikian rupa alhasil tidak terlihat dari masing-masing yang kelihatan pada material komposit (Safa'at, 2017).

### 2.3 Resin

Resin komposit adalah suatu bahan matriks dalam komposit yang mempunyai bagian atau fraksi volume terbesar atau dominan. Dalam pembuatan

komposit, resin yang banyak dipakai yakni dari tipe polimer thermosetting yang terdiri dari:

### 1. Resin Poliester

Resin poliester merupakan bahan matrik polimer yang setidaknya luas penggunaannya sebagai matrik pengikat, dari cara pengerjaan yang simpel hingga hasil pembentukan yang dikerjakan dengan metode cetakan mesin. Sebagai resin thermosetting, poliester mempunyai ketahanan mekanis yang lumayan baik, kekuatan pada bahan kimia, biayanya pula relatif lumayan hemat. Resin model ini banyak dipakai dalam serat reinforced plastic dikarenakan apabila diperkokoh dengan serat gelas sehingga daya tahan panas akan lebih baik, tetapi kurang kuat. Resin poliester mampu menghadapi cara curing dalam temperatur kamar serta mampu dipercepat dengan menambahkan katalis. contohnya: kapal, drum penyimpanan air serta perabot konstruksi.

### 2. Resin Epoksi

Resin ini biayanya sedikit mahal, namun resin kategori ini ada kelebihan dalam hal ketahanan yang tinggi serta penyusutan yang relatif kecil sesudah proses curing. Resin ini banyak digunakan selaku matrik pada campuran polimer dengan penguatnya serat karbon maupun kevlar (Rindrawan, 2016).

Table 2.1 Sifat Epoksi dan Resin Poliester.

Sifat	Poliester	Epoksi
Kekuatan tarik (MPa)	40-90	55-130
Modulus elastis (GPa)	2,0-4,4	2,8-4,2
Kekuatan impak (J/m)	10,6-21,2	5,3-53
Kerapatan (g/cm <sup>3</sup> )	1,10-1,46	1,2-1,3

### 2.3 Matriks

Material komposit terdiri dari matrik serta filler (pengisi). Matriks diartikan material pengikat antara serat maupun komponen, akan tetapi tidak terjalin respon kimia dengan materi pengisi. Sebagai biasanya matrik bertugas selaku pengikat materi pengisi, selaku penahan serta penjaga serat dari dampak

lingkungan dari keburukan baik keburukan dengan cara mekanik ataupun kerusakan dampak reaksi kimia, dan guna memindahkan beban dari luar ke materi pengisi (Maulana Ibrahim, 2021).

Matriks memiliki peranan sebagai berikut:

- a) memindahkan tekanan ke serat.
- b) menciptakan ikatan gabungan antara dasaran matriks serta serat.
- c) Melindungi serat.
- d) Memisahkan serat.
- e) memantapkan serat saat proses manufaktur (Arifin, 2021).

Matrik pada komposit terdapat beberapa berbentuk:

1. MMC: Metal Matrik Composite (memakai matrik logam)

Metal matrik composite merupakan salah satu kategori komposit yang mempunyai matrik logam. Pada mulanya yang diteliti merupakan continuous filamen MMC yang dipakai dalam perusahaan penerbangan.

2. CMC: Ceramic Matrik Composit (memakai matrik keramik)

Ceramic matrik composite yakni 2 fasa dengan satu fasa berguna sebagai penguat serta satu fasa sebagai matrik dimana matriknya diciptakan dari keramik. Salah satu metode pembuatan dari CMC ialah dengan metode DIMOX ialah metode penciptaan komposit dengan reaksi oksidasi leburan logam guna perkembangan matrik keramik disekeliling wilayah filler. Komposit dengan matrik keramik mampu dikenakan sebagai bahan tambahan pada pembuatan busi.

3. PMC: Polimer Matrix Composite (memakai matrik polimer).

Polimer matrik composite yakni matrik paling normal dipakai pada material komposit. Material ini mempunyai sifat yang lebih resistan terhadap korosi serta lebih mudah. Matrik polimer dibagi menjadi 2 yakni termoset dan termoplastik. Perbedaannya termoset tidak mampu didaur kembali dan sebaliknya termoplastik mampu didaur kembali.

## 2.4 Katalis

Metyl Etyl Keton Peroksida (MEKPO) yaitu bahan kimia yang dikenal dengan sebutan katalis. Katalis ini termasuk senyawa polimer dengan bentuk cair berwarna bening. Fungsi dari katalis ini adalah mempercepat proses pengeringan (curing) pada bahan matriks suatu komposit. Semakin banyak katalis yang dicampurkan pada matriks akan mempercepat proses laju pengeringan, tetapi akibat mencampurkan katalis terlalu banyak akan menyebabkan komposit menjadi getas. makin banyak katalis yang digabungkan pada cairan matriks akan mempercepat sistem laju pengeringan, tapi dampak mencampurkan katalis begitu banyak ialah membuat campuran menjadi getas. Pemakaian katalis hendaknya diatur bersumber pada kebutuhannya (Porwanto & Johar, 2008).



Gambar 2.5 Katalis.

(Sumber: <https://bit.ly/3GXuRjp>)

## 2.5 Aerosil

Aerosil adalah salah satu bahan baku pengisi untuk membuat komposit fiberglass. Berbentuk bubuk halus berwarna putih. Bahan ini memiliki fungsi agar fiberglass menjadi keras namun juga lentur. Biasanya aerosol digunakan sebanyak 5% terhadap resin.



Gambar 2.6 Aerosil.

(Sumber: <https://bit.ly/3itQ0B1>)

## 2.6 Fiber Glass

Fiber glass dalam bahan komposit berfungsi sebagai bahan penting yang menahan beban, akibatnya besar kecilnya ketahanan dari kekuatan dan juga pembentuknya. makin kecil bahan (penampang serat mendekati dimensi kristal) maka makin kokoh bahan tersebut, sebab rendahnya cacat pada material.

Fiber glass yakni serat kaca yang bermula dari kaca cair yang ditarik menjadi serat tipis. Serat ini kemudian dipintal jadi benang ataupun ditenun jadi semacam kain. kemudian diresapi dengan resin akibatnya sebagai bahan yang kokoh serta tahan korosi. Banyak orang yang mengaggap serat glass ini gampang terbelah akibat bahannya dari kaca. akan tetapi sesudah diolah dengan bermacam ragam sistem penekanan, larutan ataupun serbuk kaca berubah sebagai serat. teknik inilah yang membuat kaca jadi serat yang kokoh serta tidak gampang terbelah (M. D.Pamungkas, 2020), seperti gambar 2.5.



Gambar 2.7 Fiber Glass.

(Sumber: <https://bit.ly/3CEWZ1s>)

Berikut adalah ulasan mengenai daya tahan serat fiberglass melalui metode hand lay-up. Uji kekerasan dilakukan dengan menggunakan peralatan duranometer shere D, sementara uji tarik dilakukan dengan kapasitas 300 kg. Proses pengujian sampel komposit ini mengacu pada standar ASTM D3039/D3039M. Hasil dari pengujian dapat ditemukan pada tabel 2.2.(, Purnama et al., 2021).

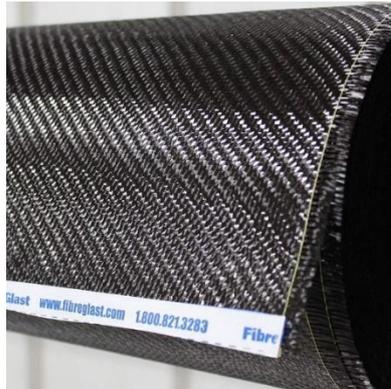
Table 2.2 Analisa Kekuatan Serat Fiber Glass.

Sifat	Hasil
Densitas fiber glass	1,32 gr/cm <sup>3</sup>
Kekerasan	73,23 shore D
Kekuatan tarik	138,65 MPa

## 2.7 Carbon Fiber

Carbon fiber adalah sebuah serat dari karbon murni yang sangat kuat dalam ketegangan (pada saat ditarik) dan cukup fleksibel. Carbon fiber diproduksi dari serat organik (rayon, akrilik, dll) atau dari sisa minyak bumi. Bahan ini terkenal sangat kuat namun memiliki bobot yang ringan dengan yang mampu dibuat tipis serta enteng, tapi mampu hancur menjadi pecahan ketika terhantam benturan keras.

Umumnya serat carbon digunakan untuk motorsport dikarenakan mengejar berat tetapi tidak mengurangi ketahanan material. Serat karbon (carbon fiber) yakni serat yang mempunyai kandungan paling tidak 90% berat karbon. Rata-rata serat karbon yang dikenakan yakni serat graphite yang ialah serat dengan isi karbon dengan komposisi 95%. Serat karbon harus mencukupi persyaratan ketahanan, kekakuan, ringan serta kekuatan pada fatigue (kelelahan). Tidak hanya itu serat karbon juga mampu dikenakan dalam aplikasi yang membutuhkan kuat terhadap temperatur tinggi, kelembaban serta rendaman. Serat karbon ialah serat yang mempunyai kandungan paling tidak 90% serat karbon terdiri atas searah, bersilangan, berhubungan, ataupun tidak tetap (Tamaela, 2009).



Gambar 2.8 Carbon Fiber.

(Sumber: <https://bit.ly/3GVZS01>)

Berikut adalah analisa pengujian kekuatan bahan material carbon fiber menurut referensi “Composite Materials Handbook MIL 17” hasil yang di dapat dari analisa tersebut ialah carbon fiber memiliki kekuatan dan modulus elastisitas yang tinggi, namun memiliki densitas yang rendah dan kestabilan termal yang rendah serta carbon fiber termasuk mahal. Hasil dari pengujian dapat ditemukan pada tabel 2.2 (Douglas Kiser et al., 2018).

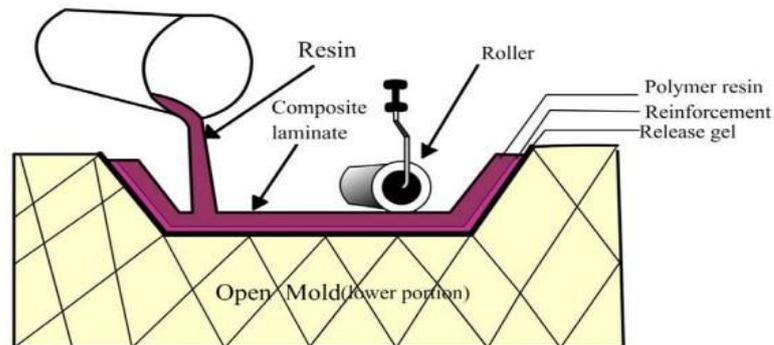
Table 2.3 Analisa Kekuatan Material Carbon Fiber.

Sifat	Hasil
Kekuatan tarik	340 MPa
Modulus elastisitas	240 GPa
Densitas	1,55 g/cm <sup>3</sup>

## 2.8 Metode Hand lay-up

Sistem hand lay-up yang disebut juga way lay-up adalah semacam cara pembuatan komposit yaitu dengan mengisiskan resin kedalam molding (cetakan) dengan tangan ke serat didalam sebuah media. Dalam sistem ini, serat dapat disusun, dianyam, ataupun diikat. Umumnya untuk meratakan permukaan dari resin dipakai roller ataupun kuas (Porwanto & Johar, 2008). Kelebihan dari penggunaan sistem ini ialah:

1. Mudah digunakan.
2. Cocok digunakan untuk komponen yang besar.
3. Memiliki volume sangat rendah.



Gambar 2.9 Metode Hand Lay-Up.

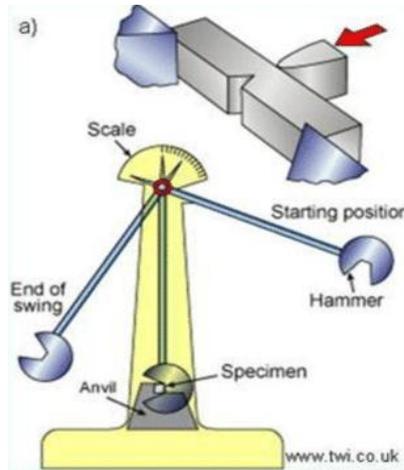
(Sumber: <https://bit.ly/3He1IZ9>)

## 2.9 Uji Impact Charpy

Alat uji coba impact sangat berguna untuk riset serta pengembangan materi struktur, cara yang selalu dipakai ialah metode charpy dengan wujud specimen standar. Peneliti dalam hal ini hanya menguji kekuatan impact charpy pada helm sepeda motor bahan komposit menggunakan serat hybrid carbon fiber dan fiber glass.

Metode charpy ialah pengujian tumbuk dengan meletakkan posisi specimen uji pada tumpuan dengan posisi horizontal/mendatar, dan arah pembebanan berlawanan dengan arah takikan. Metode charpy memakai batang impact yang ditutup pada kedua ujungnya. Objek percobaan charpy memiliki luas penampang lintang bujur sangkar serta mempunyai takik V-45°, dengan jari-jari dasar 0,25 mm dan kedalaman 2 mm, objek percobaan diletakkan pada sandaran dalam posisi mendatar dan bagian yang bertakik diberi bobot impact dengan ayunan bandul. Objek percobaan akan patah pada laju regangan yang tinggi. Alat percobaan Impact bertugas untuk mendapati harga impact sesuatu beban yang disebabkan oleh gaya impact pada bahan percobaan tersebut.

Pengujian percobaan impact dengan sistem charpy yang berguna mencoba material komposit polimer sesuai standart pengujian ASTM D 6110. Pengujian impact sesuai standar ASTM D-6110 yang mengontrol proses pengujian dan dimensi sampel material uji impact charpy untuk material plastik ataupun komposit yang ketahanan impact maksimalnya berkisar 2,7 Joule (Prasetyo & Kastiawan, 2020).



Gambar 2.10 Impak Charpy.

(Sumber: <https://bit.ly/3Xspuau>)

Untuk menentukan ketahanan material terhadap pembebanan impact, yaitu guna menemukan besar gaya impact yang diperlukan untuk mematahkan objek uji coba dipisah dengan luas penampang bahan (Safrijal et al., 2017). Pada uji impact, energi yang diserap untuk mematahkan benda uji harus diukur. Setelah bandul dilepaskan maka benda uji akan patah, setelah itu bandul akan berayun kembali, semakin rendah ayunan kembali dari bandul. Energi terserap biasanya dapat dibaca langsung pada skala penunjuk yang telah dikalibrasi yang terdapat pada alat penguji. Energi terserap juga dapat dituliskan dalam bentuk rumus :

$$E = m \cdot g \cdot r (\cos \beta - \cos \alpha) \quad (2.1)$$

Dimana :

E : Energi impact (joule)

m : Berat Pedalum (kg)

$g$  : Gravitasi =  $9,8\text{m/s}^2$

$r$  : Jarak lengan pengayun

$\cos \alpha$  : Sudut posisi awal pendulum

$\cos \beta$  : Sudut posisi akhir pendulum

Bersarnya nilai impact dapat dinyatakan dengan rumus :

$$HI : E / A \tag{2.2}$$

Dimana :

HI : Energi impact (joule/mm<sup>2</sup>)

E : Harga yang diperlukan untuk mematahkan benda uji

A : luas penampang (mm<sup>2</sup>)

Pengujian impact dapat diidentifikasi sebagai berikut:

- Material yang getas, bentuk patahannya akan permukaan merata, hal ini menunjukkan bahwa material yang getas, akan cenderung patah akibat tegangan normal.
- Material yang ulet akan terlihat meruncing, hal ini menunjukkan bahwa material yang ulet akan patah akibat tegangan geser.
- Semakin besar posisi sudut  $\beta$  akan semakin getas, demikian sebaliknya. Artinya pada material getas, energi untuk mematahkan material cenderung semakin kecil, demikian sebaliknya.

Table 2.4 Data Pengujian Impak Charpy

No	Nomor Spesimen	Sudut Impak ( <sup>o</sup> )	Arah Serat Impak
1.	Specimen I	130 <sup>o</sup>	Horizontal
2.	Spesimen II	130 <sup>o</sup>	Horizontal
3.	Spesimen III	130 <sup>o</sup>	Horizontal
4.	Spesimen IV	130 <sup>o</sup>	Horizontal
5.	Spesimen V	130 <sup>o</sup>	Horizontal

## BAB 3 METODE PENELITIAN

### 3.1 Tempat dan Waktu

#### 3.1.1 Tempat Penelitian

Adapun tempat pelaksanaan pembuatan helm sepeda motor dengan menggunakan serat hybrid carbon fiber dan fiber glass sebagai penguatnya ini dilakukan di laboratorium proses produksi Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

#### 3.1.2 Waktu Penelitian

Adapun waktu penyelesaian skripsi direncanakan selama  $\pm$  6 bulan dinilai sejak penentuan dosen pembimbing skripsi. Judul ini disusun pada table 3.1

Table 3.1 Kegiatan.

No	Kegiatan	Bulan (waktu)					
		1	2	3	4	5	6
1.	Pengajuan judul	■					
2.	Studi literatur		■				
3.	Pengumpulan alat dan bahan			■			
4.	Proses pembuatan				■	■	
5.	Penyelesaian skripsi						■

### 3.2 Alat dan Bahan

#### 3.2.1 Alat

Pada pembahasan ini adapun alat-alat yang digunakan dalam pembuatan helm spesimen antara lain:

### 1. Gerinda

Gerinda ini berguna membantu memutar amplas untuk menghaluskan dempul atau sisa resin dan memotong resin yang keluar dari area yang diinginkan. Seperti gambar 3.1.



Gambar 3.1 Gerinda.

### 2. Amplas

Amplas ini berguna untuk menghaluskan lapisan resin, saya menggunakan amplas dengan ukuran 100, 120, 240. Seperti pada gambar 3.2.



Gambar 3.2 Amplas.

### 3. Kape (sekrup tangan)

Kape atau sering kita sebut skrap tangan berguna untuk mengambil hasil helm tersebut dari cetakan. Selain itu kape juga berguna untuk membersihkan cetakan dari sisa-sisa resin yang menempel pada cetakan. Seperti gambar 3.3.



Gambar 3.3 Kape (sekrup tangan).

#### 4. Kuas

Kuas ini berguna untuk mengoleskan resin epoxy dan katalis pada cetakan. Selain itu berguna sebagai membersihkan cetakan dari sisa-sisa kotoran komposit. Seperti pada gambar 3.4.



Gambar 3.4 Kuas.

#### 5. Pisau cutter/karter

Pisau cutter/karter ini berguna untuk memotong carbon fiber dan fiber glass sesuai dengan ukuran yang diinginkan. Seperti gambar 3.5.



Gambar 3.5 Pisau Cutter/karter.

## 6. Sarung Tangan

Sarung tangan ini berguna sebagai untuk melindungi tangan dari serat carbon fiber dan fiber glass dikarenakan serat tersebut tidak boleh terkena langsung oleh tangan dan apabila terkena tangan akan mengakibatkan gatal-gatal pada daerah yang tersentuh oleh tangan. Seperti gambar 3.6.



Gambar 3.6 Sarung Tangan.

## 7. Timbangan

Timbangan ini berfungsi sebagai untuk menimbang serat, resin dan katalis yang akan digunakan sebelum dicampurkan. Seperti pada gambar 3.7.



Gambar 3.7 Timbangan.

#### 8. Cetakan Helm

Cetakan ini berguna sebagai mencetak helm komposit yang diperkuat serat hybrid carbon fiber dan fiber glass sesuai dengan ukuran yang diinginkan. Seperti pada gambar 3.8.



Gambar 3.8 Cetakan Helm.

#### 9. Pengaduk

Pengaduk ini berguna sebagai mencampurkan resin, katalis dan aerosil pada gelas ukur. Seperti pada gambar 3.9.



Gambar 3.9 Pengaduk.

#### 10. Kunci Shock

Kunci shock ini berguna sebagai memasang dan melepaskan baut yang mengikat atau menyatukan dua belah cetakan. Seperti pada gambar 3.10.



Gambar 3.10 Kunci Shock.

### 11. Baut dan Mur

Baut dan mur ini berguna sebagai pengikat dan menyatukan dua belah cetakan agar cetakan tersebut rapat. Seperti pada gambar 3.11.



Gambar 3.11 Baut dan Mur.

### 12. Cetakan spesimen

Cetakan ini berfungsi untuk mencetak spesimen komposit yang diperkuat serat hybrid carbo fiber dan fiber glass untuk bahan yang akan di uji impak. Seperti pada gambar 3.13.



Gambar 3.12 Cetakan Spesimen.

### 13. Mesin uji impact

Mesin uji ini berfungsi untuk menguji ketahanan material terhadap beban yang akan diterima. Seperti pada gambar 3.14.



Gambar 3.13 Mesin uji impact.

### 3.2.2 Bahan

Pada pembahasan ini adapun bahan-bahan yang akan saya gunakan pada pembuatan helm komposit dengan menggunakan serat hybrid carbon fiber dan fiber glass adalah:

#### 1. Serat Carbon Fiber

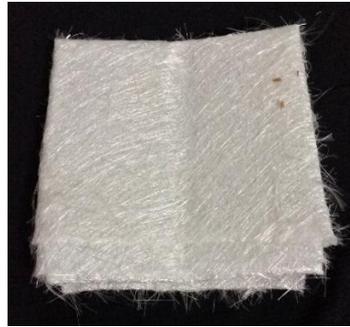
Serat carbon fiber ini adalah sebagai bahan penguat untuk pembuatan helm ini. Bahan ini di pilih dikarenakan material ini sangat kuat dalam ketegangan (pada saat di tarik) dan cukup fleksibel. Seperti pada gambar 3.15.



Gambar 3.14 Serat Carbon Fiber.

## 2. Serat Fiber Glass

Serat fiber glass ini berfungsi sebagai bahan penguat untuk pembuatan helm ini. Bahan ini di pilih dikarenakan material ini dapat menahan beban dan memiliki ketahanan dan kekuatan yang baik. Seperti pada gambar 3.16.



Gambar 3.15 Serat fiber glass.

## 2. Release Agent

Release agent ini berfungsi sebagai melapisi cetakan sebelum adonan komposit dituangkan, hal ini bertujuan untuk mencegah komposit agar tidak lengket pada cetakan. Sehingga dapat memudahkan pelepasan komposit pada cetakan. Seperti pada gambar 3.17.

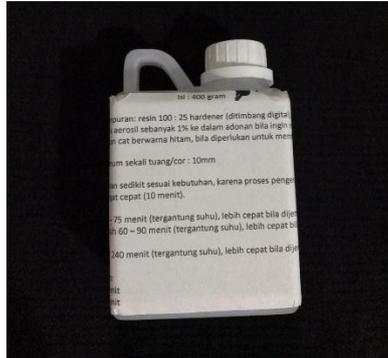


Gambar 3.16 Release agent.

## 3. Resin Epoxy

Resin epoxy ini berfungsi sebagai bahan pengikat dan penguat dari serat hybrid carbon fiber dan fiber glass. Resin epoxy ini memiliki

ketahanan yang tinggi serta penyusutan yang relatif kecil sesudah proses curing. Seperti pada gambar 3.18.



Gambar 3.17 Resin epoxy.

#### 4. Katalis

Katalis ini berfungsi sebagai bahan tambahan dalam pembuatan helm komposit. Katalis berfungsi sebagai bahan pemicu dan proses mempercepatnya pengeringan. Seperti pada gambar 3.19.



Gambar 3.18 Katalis.

#### 5. Aerosil

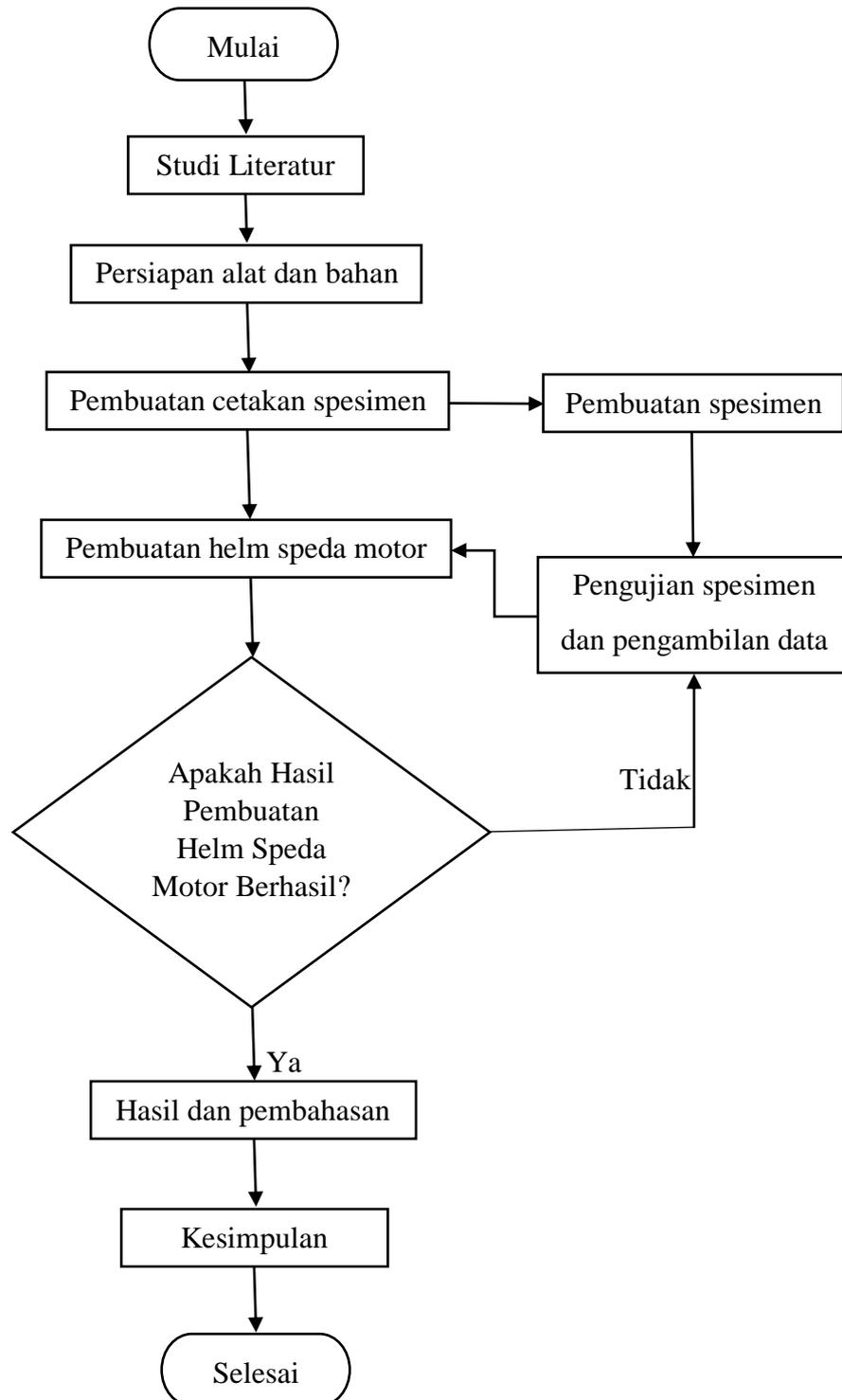
Aerosil ini berfungsi sebagai bahan baku pembuatan komposit fiber glass dan carbon fiber. Bahan ini berfungsi agar fiber glass dan carbon fiber menjadi keras namun juga lentur. Seperti pada gambar 3.20.



Gambar 3.19 Aerosil.

### 3.3 Bagan Alir Penelitian

Bagan alir penelitian ini dapat dilihat pada gambar di bawah ini:



Gambar 3.20 Bagan Alir Penelitian.

### **3.4 Langkah-langkah Pencetakan Helm**

Adapun langkah-langkah proses pencetakan helm dengan metode hand lay-up menggunakan serat carbon fiber dan fiber glass adalah sebagai berikut:

1. Memotong carbon fiber dan fiber glass sesuai dengan bidang yang akan di cetak.
2. Menyatukan cetakan helm dengan menggunakan mur dan baut. Kunci dengan menggunakan kunci shock agar cetakan rapat sempurna
3. Mempersiapkan cetakan helm yang terlebih dahulu sudah di lumasi dengan riverst agent.
4. Mempersiapkan resin epoxy dengan perbandingan resin sebanyak 100%, katalis 25% dan menambahkan aerosil sebanyak 1% ke dalam campuran resin dan katalis, kemudian aduk resin epoxy hingga tercampur dengan rata.
5. Mengoleskan larutan resin pada cetakan helm yang sudah di takar sesuai dengan komposisi yang ada.
6. Meletakkan fiber glass di atas resin yang ada pada cetakan hingga memenuhi cetakan.
7. Mengoleskan kembali resin sehingga menutupi fiber glass yang sudah melekat.
8. Diamkan cetakan 1-2 hari hingga kering sempurna.
9. Setelah kering sempurna, membuka cetakan dengan baut dan selanjutnya tahap pengamplasan untuk merapihkan sisa-sisa fiber glass.
10. Mengoleskan kembali resin pada bagian dalam helm sepeda motor hingga merata dan meletakkan carbon fiber pada bagian dalam helm sepeda motor.
11. Mengoleskan kembali resin sehingga menutupi fiber glass dan diamkan selama 1-2 hari hingga kering sempurna.
12. Setelah kering sempurna, selanjutnya tahap pemotongan untuk merapihkan sisa-sisa karbon fiber.
13. Mengoleskan kembali resin pada bagian luar helm sepeda motor menggunakan kuas hingga merata dan meletakkan carbon fiber pada bagian luar helm sepeda motor.

14. Memotong fiber glass yang tersisa dan mengoleskan resin di atas permukaan fiber glass.
15. Setelah kering sempurna, mengoleskan resin sebanyak 2 kali pengulangan untuk rata dengan sempurna dan diamkan 1-2 hari hingga kering sempurna.
16. Tahap terakhir yaitu pengamplasan agar hasil yang maksimal.
17. Setelah rata permukaan helm, digunakan cat clear untuk melindungi resin epoxy agar lebi kuat.

### 3.5 Langkah-langkah Pencetakan Spesimen

Berikut adalah perbandingan berat Matriks: Penguat (Resin Epoxy:Serat Karbon Fiber dan Fiber glass). Perbandingan dari spesimen 1-5 dapat di lihat pada table 3.2.

Table 3.2 Perbandingan Komposisi Setiap Spesimen.

<b>Nomor Spesimen</b>	<b>Resin Epoxy (gr)</b>	<b>Karbon Fiber (gr)</b>	<b>Fiber Glass (gr)</b>	<b>Total (gr)</b>
Spesimen I	4,9	-	1,6	6,5
Spesimen II	4,1	1,2	-	5,3
Spesimen III	4,4	0,9	0,9	6,2
Spesimen IV	4,5	0,95	0,95	6,4
Spesimen V	5,1	1,3	0,7	7,1

Adapun langkah-langkah proses pencetakan spesimen adalah sebagai berikut:

1. Mempersiapkan resin epoxy dengan perbandingan resin sebanyak 100%, katalis 25% dan menambahkan aerosil sebanyak 1% ke dalam campuran resin dan katalis, kemudian aduk resin epoxy hingga tercampur dengan rata.
2. Memotong fiber glass dan carbon fiber.
3. Mengoleskan mirror glass di cetakan spesimen hingga merata.
4. Meletakkan fiber glass pada cetakan spesimen.

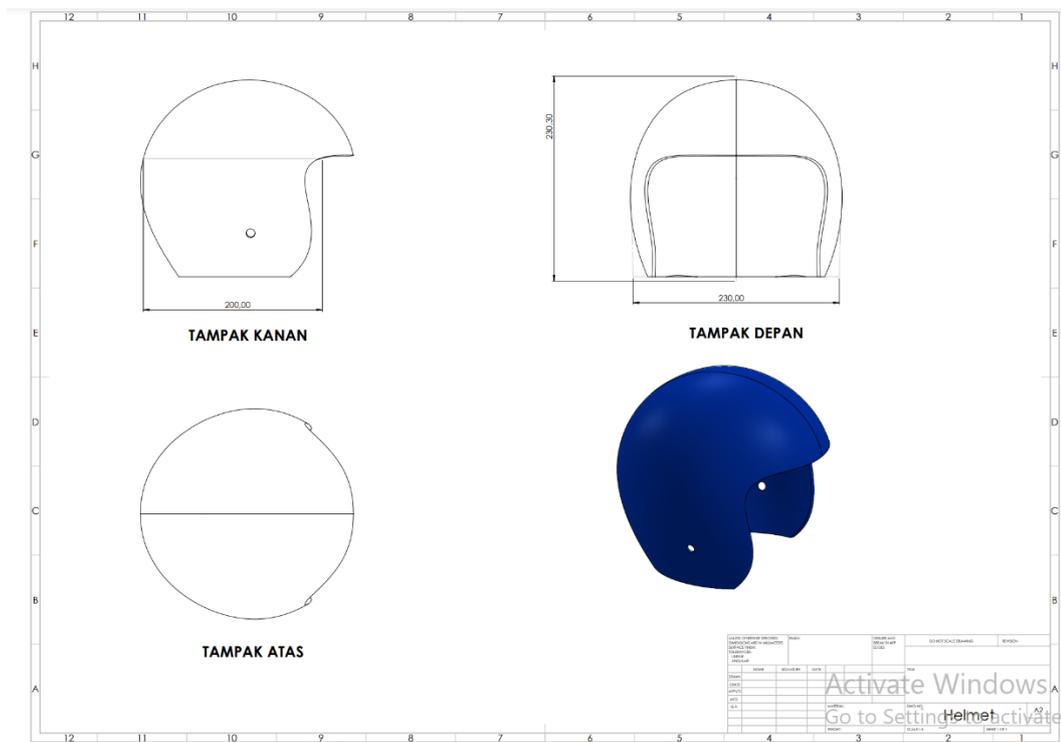
5. Menuangkan campuran resin yang sudah di takar.
6. Menunggu komposit hingga keras selama kurang lebih 6-24 jam sehingga menjadi material komposit yang sempurna.

### 3.6 Langkah-langkah Pengujian Impak charpy

Adapun langkah-langkah pengujian impak adalah sebagai berikut:

1. Memastikan jarum penunjuk pada posisi nol (0) pada saat godam menggantung bebas.
2. Meletakkan bahan uji diatas penopang, dan pastikan godam tepat memukul bagian tengah takikan.
3. Menaikkan godam secara perlahan lahan hingga jarum penunjuk sudut menunjukkan sudut awal, Dalam hal ini godam terkunci otomatis.
4. Kemudian tekan tombol pembebas kunci, Sehingga godam akan mengayun kebawah dan akan mematahkan benda uji.
5. Setelah benda uji patah, barulah melakukan pengamatan dan membuat data tertulis.

### 3.7 Rancangan Penelitian



Gambar 3.21 Rancangan Pembuatan.

## BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Adapun langkah-langkah pembuatan spesimen uji impact dan perhitungan uji impact.

#### 4.1.1 Pembuatan cetakan spesimen uji impact

1. *Cutting* kayu dengan ukuran tinggi 55 mm, tinggi 10 mm dan lebar 10 mm.



Gambar 4.1 Kayu speisimen.

2. Meletakkan cuttingan kayu ke media yang akan di cetak dan menempelkan cuttingan kayu ke media.



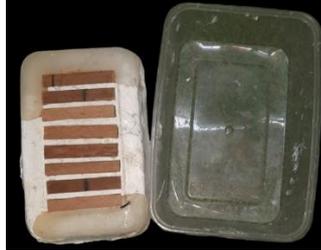
Gambar 4.2 Meletakkan kayu pada cetakan.

3. Menuangkan silen kaca ke media yang sudah ada, menunggu hingga kering selama kurang lebih 3-5 jam



Gambar 4.3 Penuangan silen pada cetakan.

4. Melepaskan silicon yang sudah menggeras pada media yang di cetak sehingga menjadi cetakan yang akan di erlukan untuk mencetak spesimen uji impact.



Gambar 4.4 Silicon cetakan spesimen.

#### 4.1.2 Pembuatan spesimen

##### 4.1.2.1 pembuatan specimen 1

7. Mencampurkan resin, katalis dan aerosil sebanyak 4,9 gram.



Gambar 4.5 Resin epoxy.

8. Memotong fiber glass dan menimbang berat fiber glass sebanyak 7 lembar dengan berat yang diperoleh 1,6 gram.



Gambar 4.6 Potongan fiber glass.

9. Mengoleskan mirror glass di cetakan spesimen hingga merata.



Gambar 4.7 Pengolesan mirorr glass.

10. Meletakkan fiber glass pada cetakan spesimen.



Gambar 4.8 Peletakan serat pada cetakan.

11. Menuangkan campuran resin yang sudah di takar.



Gambar 4.9 Penuangan resin epoxy.

12. Menunggu komposit hingga keras selama kurang lebih 6-24 jam sehingga menjadi material komposit yang sempurna. Pada spesimen 1 menghasilkan seberat 6,5 gram.



Gambar 4.10 Hasil Spesimen 1.

#### 4.1.2.2 Pembuatan spesimen 2

1. Mencampurkan resin, katalis dan aerosil sebanyak 4,1 gram.



Gambar 4.11 Resin Epoxy.

2. Memotong dan menimbang berat carbon fiber sebanyak 7 lembar dengan berat yang diperoleh 1,2 gram.



Gambar 4.12 Potongan carbon fiber.

3. Mengoleskan mirror glass di cetakan spesimen hingga merata.



Gambar 4.13 Pengolesan mirror glass.

4. Meletakkan karbon fiber pada cetakan spesimen.



Gambar 4.14 Peletakan serat pada cetakan.

5. Menuangkan campuran resin yang sudah di takar.



Gambar 4.15 Penuangan resin epoxy.

6. Menunggu komposit hingga keras selama kurang lebih 6-24 jam sehingga menjadi material komposit yang sempurna.



Gambar 4.16 Hasil spesimen 2

#### 4.1.1.3 Pembuatan spesimen 3

1. Mencampurkan resin, katalis dan aerosil sebanyak 4,4 gram.



Gambar 4.17 Resin epoxy.

2. Memotong carbon fiber sebanyak 4 lembar dan fiber glass 4 lembar, menimbang dengan hasil yang di peroleh adalah 1,8 gram .



Gambar 4.18 Potongan fiber glass dan carbon fiber.

3. Mengoleskan mirror glass di cetakan spesimen hingga merata.



Gambar 4.19 Pengolesan mirror glass.

4. Meletakkan Carbon fiber dan fiber glass pada cetakan spesimen.



Gambar 4.20 Peletakan serat pada cetakan.

5. Menuangkan campuran resin yang sudah di takar.



Gambar 4.21 Penuangan resin epoxy.

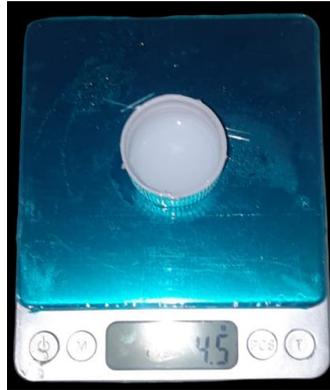
6. Menunggu komposit hingga keras selama kurang lebih 6-24 jam sehingga menjadi material komposit yang sempurna.



Gambar 4.22 Hasil spesimen 3.

#### 4.1.1.4 Pembuatan spesimen 4

1. Mencampurkan resin, katalis dan aerosil sebanyak 4,5 gram.



Gambar 4.23 Resin epoxy.

2. Memotong carbon fiber sebanyak 4 lembar dan fiber glass 4 lembar, menimbang dengan hasil yang di peroleh adalah 1,9 gram.



Gambar 4.24 Potongan carbon fiber dan fiber glass.

3. Mengoleskan mirror glass di cetakan spesimen hingga merata.



Gambar 4.25 Pengolesan mirror glass.

- Meletakkan karbon fiber dan fiber glass pada cetakan spesimen.



Gambar 4.26 Peletakan serat pada cetakan.

- Menuangkan campuran resin yang sudah di takar.



Gambar 4.27 Penuangan resin epoxy.

- Menunggu komposit hingga keras selama kurang lebih 6-24 jam sehingga menjadi material komposit yang sempurna.



Gambar 4.28 Hasil spesimen 4.

#### 4.1.1.5 Pembuatan spesimen 5

1. Mencampurkan resin, katalis dan aerosil sebanyak 5,1 gram.



Gambar 4.29 Resin epoxy.

2. Memotong carbon fiber sebanyak 6 lembar dan fiber glass 4 lembar, menimbang dengan hasil yang di peroleh adalah 2,0 gram.



Gambar 4.30 Potongan carbon fiber dan fiber glass.

3. Mengoleskan mirror glass di cetakan spesimen hingga merata.



Gambar 4.31 Pengolesan mirror glass.

- Meletakkan karbon fiber dan fiber glass pada cetakan spesimen.



Gambar 4.32 Peletakan serat pada cetakan.

- Menuangkan campuran resin yang sudah di takar.



Gambar 4.33 Penuangan resin epoxy.

- Menunggu komposit hingga keras selama kurang lebih 6-24 jam sehingga menjadi material komposit yang sempurna.



Gambar 4.34 Hasil spesimen 5.

## 4.2 langkah-langkah pengujian impact charpy dan hasil dari percobaan spesimen uji impact.

### 4.2.1 Langkah-langkah pengujian impact charpy.

Adapun langkah-langkah pengujian impact adalah sebagai berikut:

1. Memastikan jarum penunjuk pada posisi nol (0) pada saat godam menggantung bebas.



Gambar 4.35 Alat impact charpy.

2. Meletakkan bahan uji diatas penopang, dan pastikan godam tepat memukul bagian tengah takikan.



Gambar 4.36 Peletakan Spesimen.

3. Menaikkan godam secara perlahan lahan hingga jarum penunjuk sudut menunjukkan sudut awal ( $130^{\circ}$ ), Dalam hal ini godam terkunci otomatis.



Gambar 4.37 Menaikan gondam.

4. Kemudian tekan tombol pembebas kunci, Sehingga godam akan mengayun kebawah dan akan mematahkan benda uji.



Gambar 4.38 Melepaskan kunci gondam.

5. Setelah benda uji patah, barulah melakukan pengamatan dan membuat data tertulis.

### 4.3 Data hasil pengujian sepsimen uji impact charpy dan perhitungan hasil pengujian impact charpy

#### 4.3.1 Data hasil pengujian spesimen 1 dan perhitungan hasil pengujian impact chrpy pada spesimen 1



Gambar 4.39 Patahan spesimen 1.

Tabel 4.1 Hasil pengujian specimen uji impact charpy specimen 1.

No	Sudut awal ( $^{\circ}$ )	Sudut akhir ( $^{\circ}$ )
1.1	130	56
1.2	130	53
1.3	130	123
1.4	130	116
1.5	130	126

Perhitungan data pengujian uji impact charpy pada specimen 1.1

- Untuk mencari energi terserap dapat menggunakan rumus :

$$E = m \cdot g \cdot r (\cos \beta - \cos \alpha)$$

Dimana :

E : Energi impact (joule)

m : Berat Pedalum (kg) = 6kg

$g$  : Gravitasi =  $9,8\text{m/s}^2$

$r$  : Jarak lengan pengayun =  $0,6\text{m}$

$\cos \alpha$  : Sudut posisi awal pendulum =  $130^\circ$

$\cos \beta$  : Sudut posisi akhir pendulum =  $56^\circ$

Jadi :

$$\begin{aligned} E &= 6 \cdot 9,8 \cdot 0,6 (\cos 56^\circ - \cos 130^\circ) \\ &= 6 \cdot 9,8 \cdot 0,6 (0,85323 - (-0,367291)) \\ &= 35,28(1,220521) \\ &= 43,50998088(\text{Joule}) \end{aligned}$$

- Bersarnya nilai impact dapat dinyatakan dengan rumus :

$$HI : E / A$$

Dimana :

$HI$  : Energi impact (joule/mm<sup>2</sup>)

$E$  : Harga yang diperlukan untuk mematahkan benda uji  
=  $43,50998088(\text{Joule})$

$A$  : luas penampang (mm<sup>2</sup>) =  $550 \text{ mm}^2$

Jadi :

$$\begin{aligned} HI &: 43,50998088 / 550 \\ &: 0,0782909(\text{Joule} / \text{mm}^2) \end{aligned}$$

Maka hasil dari besarnya nilai impact yang diterima pada spesimen 1.1 mendapatkan kekuatan sebesar  $0,0782909 (\text{Joule}/\text{mm}^2)$

Perhitungan data pengujian uji impact charpy pada specimen 1.2

- Untuk mencari energi terserap dapat menggunakan rumus :

$$E = m \cdot g \cdot r (\cos \beta - \cos \alpha)$$

Dimana :

E : Energi impact (joule)

m : Berat Pedalum (kg) = 6kg

g : Gravitasi =  $9,8\text{m/s}^2$

r : Jarak lengan pengayun = 0,6m

$\cos \alpha$  : Sudut posisi awal pendulum =  $130^\circ$

$\cos \beta$  : Sudut posisi akhir pendulum =  $53^\circ$

Jadi :

$$\begin{aligned} E &= 6 \cdot 9,8 \cdot 0,6 (\cos 53^\circ - \cos 130^\circ) \\ &= 6 \cdot 9,8 \cdot 0,6 (-0,918283 - (-0,367291)) \\ &= 35,28 (-0,610992) \\ &= -21,55579776 (\text{Joule}) \end{aligned}$$

- Bersarnya nilai impact dapat dinyatakan dengan rumus :

$$HI : E / A$$

Dimana :

HI : Energi impact (joule/mm<sup>2</sup>)

E : Harga yang diperlukan untuk mematahkan benda uji

$$= -21,55579776 (\text{Joule})$$

A : luas penampang (mm<sup>2</sup>) = 550 mm<sup>2</sup>

Jadi :

$$HI : -21,55579776 / 550$$

$$: -0,0391924 (\text{Joule} / \text{mm}^2)$$

Maka hasil dari besarnya nilai impact yang diterima pada spesimen 1.2 mendapatkan kekuatan sebesar  $-0,0391924(\text{Joule} / \text{mm}^2)$

Perhitungan data pengujian uji impact charpy pada specimen 1.3

- Untuk mencari energi terserap dapat menggunakan rumus :

$$E = m \cdot g \cdot r (\cos \beta - \cos \alpha)$$

Dimana :

E : Energi impact (joule)

m : Berat Pedalum (kg) = 6kg

g : Gravitasi =  $9,8\text{m/s}^2$

r : Jarak lengan pengayun = 0,6m

$\cos \alpha$  : Sudut posisi awal pendulum =  $130^\circ$

$\cos \beta$  : Sudut posisi akhir pendulum =  $123^\circ$

Jadi :

$$\begin{aligned} E &= 6 \cdot 9,8 \cdot 0,6 (\cos 123^\circ - \cos 130^\circ) \\ &= 6 \cdot 9,8 \cdot 0,6 (-0,887969 - (-0,367291)) \\ &= 35,28(-0,520678) \\ &= -12,95802648(\text{Joule}) \end{aligned}$$

- Bersarnya nilai impact dapat dinyatakan dengan rumus :

$$\text{HI} : E / A$$

Dimana :

HI : Energi impact (joule/mm<sup>2</sup>)

E : Harga yang diperlukan untuk mematahkan benda uji  
 $= -12,95802648(\text{Joule})$

A : luas penampang (mm<sup>2</sup>) = 550 mm<sup>2</sup>

Jadi :

HI :  $-12,95802648 / 550$   
:  $-0,02356(\text{Joule} / \text{mm}^2)$

Maka hasil dari besarnya nilai impact yang diterima pada spesimen 1.3 mendapatkan kekuatan sebesar  $-0,02356(\text{Joule} / \text{mm}^2)$

Perhitungan data pengujian uji impact charpy pada specimen 1.4

- Untuk mencari energi terserap dapat menggunakan rumus :

$$E = m \cdot g \cdot r (\cos \beta - \cos \alpha)$$

Dimana :

E : Energi impact (joule)

m : Berat Pedalum (kg) = 6kg

g : Gravitasi =  $9,8\text{m/s}^2$

r : Jarak lengan pengayun = 0,6m

$\cos \alpha$  : Sudut posisi awal pendulum =  $130^\circ$

$\cos \beta$  : Sudut posisi akhir pendulum =  $116^\circ$

Jadi :

$$\begin{aligned} E &= 6 \cdot 9,8 \cdot 0,6 (\cos 116^\circ - \cos 130^\circ) \\ &= 6 \cdot 9,8 \cdot 0,6 (-0,971592 - (-0,367291)) \\ &= 35,28(-0,604301) \\ &= -21,31973928(\text{Joule}) \end{aligned}$$

- Bersarnya nilai impact dapat dinyatakan dengan rumus :

HI :  $E / A$

Dimana :

HI : Energi impact (joule/mm<sup>2</sup>)

E : Harga yang diperlukan untuk mematahkan benda uji  
= -21,31973928(Joule)

A : luas penampang (mm<sup>2</sup>) = 550 mm<sup>2</sup>

Jadi :

HI : -21,31973928 / 550

: -0,0387632(Joule / mm<sup>2</sup>)

Maka hasil dari besarnya nilai impact yang diterima pada spesimen 1.4 mendapatkan kekuatan sebesar -0,0387632(Joule / mm<sup>2</sup>)

Perhitungan data pengujian uji impact charpy pada specimen 1.5

- Untuk mencari energi terserap dapat menggunakan rumus :

$$E = m \cdot g \cdot r (\cos \beta - \cos \alpha)$$

Dimana :

E : Energi impact (joule)

m : Berat Pedalum (kg) = 6kg

g : Gravitasi = 9,8m/s<sup>2</sup>

r : Jarak lengan pengayun = 0,6m

cos  $\alpha$  : Sudut posisi awal pendulum = 130°

cos  $\beta$  : Sudut posisi akhir pendulum = 126°

Jadi :

$$\begin{aligned} E &= 6 \cdot 9,8 \cdot 0,6 (\cos 126^\circ - \cos 130^\circ) \\ &= 6 \cdot 9,8 \cdot 0,6 (0,943984 - (-0,367291)) \end{aligned}$$

$$= 35,28(1,311275)$$

$$= 46,261782(\text{Joule})$$

- Bersarnya nilai impact dapat dinyatakan dengan rumus :

$$\text{HI} : E / A$$

Dimana :

HI : Energi impact (joule/mm<sup>2</sup>)

E : Harga yang diperlukan untuk mematahkan benda uji  
= 46,261782(Joule)

A : luas penampang (mm<sup>2</sup>) = 550 mm<sup>2</sup>

Jadi :

$$\text{HI} : 46,261782 / 550$$

$$: 0,0841123(\text{Joule} / \text{mm}^2)$$

Maka hasil dari besarnya nilai impact yang diterima pada spesimen 1.5 mendapatkan kekuatan sebesar 0,0841123(Joule / mm<sup>2</sup>)

Untuk mencari rata-rata dengan menggunakan rumus :

$$= \frac{(\text{hasilspesimen1.1} + \text{hasilspesimen1.2} + \text{hasilspesimen1.3} + \text{hasilspesimen1.4} + \text{hasilspesimen1.5})}{5}$$

$$= \frac{(0,0782909 + (-0,0391924) + (-0,02356) + (-0,0387632) + 0,0841123)}{5}$$

$$= 0,1217752(\text{Joule} / \text{mm}^2)$$

Maka rata-rata besarnya nilai impact yang dapat di terima pada spesimen 1 ialah = 0,1217752(Joule / mm<sup>2</sup>)

### 4.3.2 Data hasil pengujian spesimen 2 dan perhitungan hasil pengujian impact charpy pada spesimen 2



Gambar 4.40 Patahan spesimen 2.

Tabel 4.2 Hasil pengujian specimen uji impact charpy specimen 2.

No	Sudut awal (°)	Sudut akhir (°)
2.1	130	120
2.2	130	95
2.3	130	61
2.4	130	119
2.5	130	122

Perhitungan data pengujian uji impact charpy pada specimen 2.1

- Untuk mencari energi terserap dapat menggunakan rumus :

$$E = m \cdot g \cdot r (\cos \beta - \cos \alpha)$$

Dimana :

E : Energi impact (joule)

m : Berat Pedalum (kg) = 6kg

g : Gravitasi = 9,8m/s<sup>2</sup>

r : Jarak lengan pengayun = 0,6m

cos  $\alpha$  : Sudut posisi awal pendulum = 130°

$\cos \beta$  : Sudut posisi akhir pendulum =  $120^\circ$

Jadi :

$$\begin{aligned} E &= 6 \cdot 9,8 \cdot 0,6 (\cos 120^\circ - \cos 130^\circ) \\ &= 6 \cdot 9,8 \cdot 0,6 (0,814181 - (-0,367291)) \\ &= 35,28(1,181472) \\ &= 41,68233216(\text{Joule}) \end{aligned}$$

- Bersarnya nilai impact dapat dinyatakan dengan rumus :

$$HI : E / A$$

Dimana :

HI : Energi impact (joule/mm<sup>2</sup>)

E : Harga yang diperlukan untuk mematahkan benda uji  
 $= 41,68233216(\text{Joule})$

A : luas penampang (mm<sup>2</sup>) = 550 mm<sup>2</sup>

Jadi :

$$\begin{aligned} HI &: 41,68233216 / 550 \\ &: 0,0757861(\text{Joule} / \text{mm}^2) \end{aligned}$$

Maka hasil dari besarnya nilai impact yang diterima pada spesimen 2.1 mendapatkan kekuatan sebesar 0,0757861 (Joule/mm<sup>2</sup>)

Perhitungan data pengujian uji impact charpy pada specimen 2.2

- Untuk mencari energi terserap dapat menggunakan rumus :

$$E = m \cdot g \cdot r (\cos \beta - \cos \alpha)$$

Dimana :

E : Energi impact (joule)

m : Berat Pedalum (kg) = 6kg

g : Gravitasi = 9,8m/s<sup>2</sup>

r : Jarak lengan pengayun = 0,6m

cos  $\alpha$  : Sudut posisi awal pendulum = 130°

cos  $\beta$  : Sudut posisi akhir pendulum = 95°

Jadi :

$$\begin{aligned} E &= 6 \cdot 9,8 \cdot 0,6 (\cos 95^\circ - \cos 130^\circ) \\ &= 6 \cdot 9,8 \cdot 0,6 (0,730174 - (-0,367291)) \\ &= 35,28(1,097465) \\ &= 38,7185652(\text{Joule}) \end{aligned}$$

- Bersarnya nilai impact dapat dinyatakan dengan rumus :

$$\text{HI} : E / A$$

Dimana :

HI : Energi impact (joule/mm<sup>2</sup>)

E : Harga yang diperlukan untuk mematahkan benda uji  
= 38,7185652(Joule)

A : luas penampang (mm<sup>2</sup>) = 550 mm<sup>2</sup>

Jadi :

$$\begin{aligned} \text{HI} &: 38,7185652 / 550 \\ &: 0,0703974(\text{Joule} / \text{mm}^2) \end{aligned}$$

Maka hasil dari besarnya nilai impact yang diterima pada spesimen 2.2 mendapatkan kekuatan sebesar 0,0703974(Joule / mm<sup>2</sup>)

Perhitungan data pengujian uji impact charpy pada specimen 2.3

- Untuk mencari energi terserap dapat menggunakan rumus :

$$E = m \cdot g \cdot r (\cos \beta - \cos \alpha)$$

Dimana :

E : Energi impact (joule)

m : Berat Pedalum (kg) = 6kg

g : Gravitasi =  $9,8\text{m/s}^2$

r : Jarak lengan pengayun = 0,6m

$\cos \alpha$  : Sudut posisi awal pendulum =  $130^\circ$

$\cos \beta$  : Sudut posisi akhir pendulum =  $61^\circ$

Jadi :

$$\begin{aligned} E &= 6 \cdot 9,8 \cdot 0,6 (\cos 61^\circ - \cos 130^\circ) \\ &= 6 \cdot 9,8 \cdot 0,6 (-0,258102 - (-0,367291)) \\ &= 35,28(0,109189) \\ &= 3,84964776(\text{Joule}) \end{aligned}$$

- Bersarnya nilai impact dapat dinyatakan dengan rumus :

$$\text{HI} : E / A$$

Dimana :

HI : Energi impact (joule/mm<sup>2</sup>)

E : Harga yang diperlukan untuk mematahkan benda uji  
= 3,84964776(Joule)

A : luas penampang (mm<sup>2</sup>) = 550 mm<sup>2</sup>

Jadi :

$$\text{HI} : 3,84964776 / 550$$

$$: 0,00699936(\text{Joule} / \text{mm}^2)$$

Maka hasil dari besarnya nilai impact yang diterima pada spesimen 2.3 mendapatkan kekuatan sebesar  $0,00699936(\text{Joule} / \text{mm}^2)$

Perhitungan data pengujian uji impact charpy pada specimen 2.4

- Untuk mencari energi terserap dapat menggunakan rumus :

$$E = m \cdot g \cdot r (\cos \beta - \cos \alpha)$$

Dimana :

E : Energi impact (joule)

m : Berat Pedalum (kg) = 6kg

g : Gravitasi =  $9,8\text{m/s}^2$

r : Jarak lengan pengayun = 0,6m

$\cos \alpha$  : Sudut posisi awal pendulum =  $130^\circ$

$\cos \beta$  : Sudut posisi akhir pendulum =  $119^\circ$

Jadi :

$$\begin{aligned} E &= 6 \cdot 9,8 \cdot 0,6 (\cos 119^\circ - \cos 130^\circ) \\ &= 6 \cdot 9,8 \cdot 0,6 (0,928471 - (-0,367291)) \\ &= 35,28(1,295762) \\ &= 45,71448336(\text{Joule}) \end{aligned}$$

- Bersarnya nilai impact dapat dinyatakan dengan rumus :

$$\text{HI} : E / A$$

Dimana :

HI : Energi impact (joule/mm<sup>2</sup>)

E : Harga yang diperlukan untuk mematahkan benda uji

$$= 45,71448336(\text{Joule})$$

$$A : \text{luas penampang (mm}^2) = 550 \text{ mm}^2$$

Jadi :

$$HI : 45,71448336 / 550$$

$$: 0,0831172(\text{Joule} / \text{mm}^2)$$

Maka hasil dari besarnya nilai impact yang diterima pada spesimen 2.4 mendapatkan kekuatan sebesar  $0,0831172(\text{Joule} / \text{mm}^2)$

Perhitungan data pengujian uji impact charpy pada specimen 2.5

- Untuk mencari energi terserap dapat menggunakan rumus :

$$E = m \cdot g \cdot r (\cos \beta - \cos \alpha)$$

Dimana :

$$E : \text{Energi impact (joule)}$$

$$m : \text{Berat Pedalum (kg)} = 6\text{kg}$$

$$g : \text{Gravitasi} = 9,8\text{m/s}^2$$

$$r : \text{Jarak lengan pengayun} = 0,6\text{m}$$

$$\cos \alpha : \text{Sudut posisi awal pendulum} = 130^\circ$$

$$\cos \beta : \text{Sudut posisi akhir pendulum} = 122^\circ$$

Jadi :

$$E = 6 \cdot 9,8 \cdot 0,6 (\cos 122^\circ - \cos 130^\circ)$$

$$= 6 \cdot 9,8 \cdot 0,6 (-0,866767 - (-0,367291))$$

$$= 35,28(-0,499476)$$

$$= -17,62151328(\text{Joule})$$

- Bersarnya nilai impact dapat dinyatakan dengan rumus :

$$HI : E / A$$

Dimana :

HI : Energi impact (joule/mm<sup>2</sup>)

E : Harga yang diperlukan untuk mematahkan benda uji  
 $= -17,62151328(\text{Joule})$

A : luas penampang (mm<sup>2</sup>) = 550 mm<sup>2</sup>

Jadi :

$$HI : -17,62151328 / 550$$

$$: -0,0320391(\text{Joule} / \text{mm}^2)$$

Maka hasil dari besarnya nilai impact yang diterima pada spesimen 2.5 mendapatkan kekuatan sebesar  $-0,0320391(\text{Joule} / \text{mm}^2)$

Untuk mencari rata-rata dengan menggunakan rumus :

$$= \frac{(\text{hasilspesimen2.1} + \text{hasilspesimen2.2} + \text{hasilspesimen2.3} + \text{hasilspesimen2.4} + \text{hasilspesimen2.5})}{5}$$

$$= \frac{(0,0757861 + 0,0703974 + 0,00699936 + 0,0831172 + (-0,0320391))}{5}$$

$$= 0,040852192(\text{Joule} / \text{mm}^2)$$

Maka rata-rata besarnya nilai impact yang dapat di terima pada spesimen 3 ialah =  $0,040852192 (\text{Joule} / \text{mm}^2)$

### 4.3.3 Data hasil pengujian spesimen 3 dan perhitungan hasil pengujian impact chrpyp pada spesimen 3



Gambar 4.41 Patahan spesimen 3.

Tabel 4.3 Hasil pengujian specimen uji impact charpy specimen 3.

No	Sudut awal (°)	Sudut akhir (°)
3.1	130	124
3.2	130	97
3.3	130	121
3.4	130	123
3.5	130	114

Perhitungan data pengujian uji impact charpy pada specimen 3.1

- Untuk mencari energi terserap dapat menggunakan rumus :

$$E = m \cdot g \cdot r (\cos \beta - \cos \alpha)$$

Dimana :

E : Energi impact (joule)

m : Berat Pedalum (kg) = 6kg

g : Gravitasi = 9,8m/s<sup>2</sup>

r : Jarak lengan pengayun = 0,6m

$\cos \alpha$  : Sudut posisi awal pendulum =  $130^\circ$

$\cos \beta$  : Sudut posisi akhir pendulum =  $124^\circ$

Jadi :

$$\begin{aligned} E &= 6 \cdot 9,8 \cdot 0,6 (\cos 124^\circ - \cos 130^\circ) \\ &= 6 \cdot 9,8 \cdot 0,6 (-0,0927762 - (-0,367291)) \\ &= 35,28(0,2745148) \\ &= 9,684882144(\text{Joule}) \end{aligned}$$

- Bersarnya nilai impact dapat dinyatakan dengan rumus :

$$HI : E / A$$

Dimana :

HI : Energi impact (joule/mm<sup>2</sup>)

E : Harga yang diperlukan untuk mematahkan benda uji

$$= 9,684882144(\text{Joule})$$

A : luas penampang (mm<sup>2</sup>) = 550 mm<sup>2</sup>

Jadi :

$$\begin{aligned} HI &: 9,684882144 / 550 \\ &: 0,0176089(\text{Joule} / \text{mm}^2) \end{aligned}$$

Maka hasil dari besarnya nilai impact yang diterima pada spesimen 3.1 mendapatkan kekuatan sebesar 0,0176089 (Joule/mm<sup>2</sup>)

Perhitungan data pengujian uji impact charpy pada specimen 3.2

- Untuk mencari energi terserap dapat menggunakan rumus :

$$E = m \cdot g \cdot r (\cos \beta - \cos \alpha)$$

Dimana :

E : Energi impact (joule)

m : Berat Pedalum (kg) = 6kg

g : Gravitasi =  $9,8\text{m/s}^2$

r : Jarak lengan pengayun = 0,6m

$\cos \alpha$  : Sudut posisi awal pendulum =  $130^\circ$

$\cos \beta$  : Sudut posisi akhir pendulum =  $97^\circ$

Jadi :

$$\begin{aligned} E &= 6 \cdot 9,8 \cdot 0,6 (\cos 97^\circ - \cos 130^\circ) \\ &= 6 \cdot 9,8 \cdot 0,6 (-0,925148 - (-0,367291)) \\ &= 35,28(-0,925148) \\ &= -19,68119496(\text{Joule}) \end{aligned}$$

- Bersarnya nilai impact dapat dinyatakan dengan rumus :

$$HI : E / A$$

Dimana :

HI : Energi impact (joule/mm<sup>2</sup>)

E : Harga yang diperlukan untuk mematahkan benda uji  
 $= -19,68119496(\text{Joule})$

A : luas penampang (mm<sup>2</sup>) = 550 mm<sup>2</sup>

Jadi :

$$\begin{aligned} HI &: -19,68119496 / 550 \\ &: -0,035784(\text{Joule} / \text{mm}^2) \end{aligned}$$

Maka hasil dari besarnya nilai impact yang diterima pada spesimen 2.2 mendapatkan kekuatan sebesar  $-0,035784(\text{Joule} / \text{mm}^2)$

Perhitungan data pengujian uji impact charpy pada specimen 3.3

- Untuk mencari energi terserap dapat menggunakan rumus :

$$E = m \cdot g \cdot r (\cos \beta - \cos \alpha)$$

Dimana :

E : Energi impact (joule)

m : Berat Pedalum (kg) = 6kg

g : Gravitasi =  $9,8\text{m/s}^2$

r : Jarak lengan pengayun = 0,6m

$\cos \alpha$  : Sudut posisi awal pendulum =  $130^\circ$

$\cos \beta$  : Sudut posisi akhir pendulum =  $121^\circ$

Jadi :

$$\begin{aligned} E &= 6 \cdot 9,8 \cdot 0,6 (\cos 121^\circ - \cos 130^\circ) \\ &= 6 \cdot 9,8 \cdot 0,6 (-0,0486636 - (-0,367291)) \\ &= 35,28(0,3186274) \\ &= 11,241174672(\text{Joule}) \end{aligned}$$

- Bersarnya nilai impact dapat dinyatakan dengan rumus :

$$HI : E / A$$

Dimana :

HI : Energi impact (joule/mm<sup>2</sup>)

E : Harga yang diperlukan untuk mematahkan benda uji

$$= 11,241174672(\text{Joule})$$

A : luas penampang (mm<sup>2</sup>) = 550 mm<sup>2</sup>

Jadi :

$$HI : 11,241174672 / 550$$

$$: 0,204385(\text{Joule} / \text{mm}^2)$$

Maka hasil dari besarnya nilai impact yang diterima pada spesimen 3.3 mendapatkan kekuatan sebesar  $0,204385(\text{Joule} / \text{mm}^2)$

Perhitungan data pengujian uji impact charpy pada specimen 3.4

- Untuk mencari energi terserap dapat menggunakan rumus :

$$E = m \cdot g \cdot r (\cos \beta - \cos \alpha)$$

Dimana :

E : Energi impact (joule)

m : Berat Pedalum (kg) = 6kg

g : Gravitasi =  $9,8\text{m/s}^2$

r : Jarak lengan pengayun = 0,6m

$\cos \alpha$  : Sudut posisi awal pendulum =  $130^\circ$

$\cos \beta$  : Sudut posisi akhir pendulum =  $123^\circ$

Jadi :

$$\begin{aligned} E &= 6 \cdot 9,8 \cdot 0,6 (\cos 123^\circ - \cos 130^\circ) \\ &= 6 \cdot 9,8 \cdot 0,6 (-0,887969 - (-0,367291)) \\ &= 35,28(0,2784941) \\ &= -18,36951984(\text{Joule}) \end{aligned}$$

- Bersarnya nilai impact dapat dinyatakan dengan rumus :

$$\text{HI} : E / A$$

Dimana :

HI : Energi impact (joule/mm<sup>2</sup>)

E : Harga yang diperlukan untuk mematahkan benda uji

$$= -18,36951984(\text{Joule})$$

$$A : \text{luas penampang (mm}^2) = 550 \text{ mm}^2$$

Jadi :

$$HI : -18,36951984 / 550$$

$$: -0,0333991(\text{Joule} / \text{mm}^2)$$

Maka hasil dari besarnya nilai impact yang diterima pada spesimen 3.4 mendapatkan kekuatan sebesar  $-0,0333991(\text{Joule} / \text{mm}^2)$

Perhitungan data pengujian uji impact charpy pada specimen 3.5

- Untuk mencari energi terserap dapat menggunakan rumus :

$$E = m \cdot g \cdot r (\cos \beta - \cos \alpha)$$

Dimana :

$$E : \text{Energi impact (joule)}$$

$$m : \text{Berat Pedalum (kg)} = 6\text{kg}$$

$$g : \text{Gravitasi} = 9,8\text{m/s}^2$$

$$r : \text{Jarak lengan pengayun} = 0,6\text{m}$$

$$\cos \alpha : \text{Sudut posisi awal pendulum} = 130^\circ$$

$$\cos \beta : \text{Sudut posisi akhir pendulum} = 114^\circ$$

Jadi :

$$\begin{aligned} E &= 6 \cdot 9,8 \cdot 0,6 (\cos 114^\circ - \cos 130^\circ) \\ &= 6 \cdot 9,8 \cdot 0,6 (0,619521 - (-0,367291)) \\ &= 35,28(0,986812) \\ &= 34,81472736(\text{Joule}) \end{aligned}$$

- Bersarnya nilai impact dapat dinyatakan dengan rumus :

$$HI : E / A$$

Dimana :

HI : Energi impact (joule/mm<sup>2</sup>)

E : Harga yang diperlukan untuk mematahkan benda uji  
= 34,81472736(Joule)

A : luas penampang (mm<sup>2</sup>) = 550 mm<sup>2</sup>

Jadi :

$$HI : 34,81472736 / 550$$

$$: 0,0632995(Joule / mm^2)$$

Maka hasil dari besarnya nilai impact yang diterima pada spesimen 3.5 mendapatkan kekuatan sebesar 0,0632995(Joule / mm<sup>2</sup>)

Untuk mencari rata-rata dengan menggunakan rumus :

$$= \frac{(hasilspesimen3.1 + hasilspesimen3.2 + hasilspesimen3.3 + hasilspesimen3.4 + hasilspesimen3.5)}{5}$$

$$= \frac{(0,0176089 + (-0,035784) + 0,0204385 + (-0,033991) + 0,0632995)}{5}$$

$$= 0,00643438(Joule / mm^2)$$

Maka rata-rata besarnya nilai impact yang dapat di terima pada spesimen 3 ialah = 0,00643438 (Joule / mm<sup>2</sup>)

#### 4.3.4 Data hasil pengujian spesimen 4 dan perhitungan hasil pengujian impact charpy pada spesimen 4



Gambar 4.42 Patahan spesimen 4.

Tabel 4.4 Hasil pengujian specimen uji impact charpy specimen 4.

No	Sudut awal ( $^{\circ}$ )	Sudut akhir ( $^{\circ}$ )
4.1	130	114
4.2	130	124
4.3	130	9
4.4	130	92
4.5	130	99

Perhitungan data pengujian uji impact charpy pada specimen 4.1

- Untuk mencari energi terserap dapat menggunakan rumus :

$$E = m \cdot g \cdot r (\cos \beta - \cos \alpha)$$

Dimana :

E : Energi impact (joule)

m : Berat Pedalum (kg) = 6kg

g : Gravitasi =  $9,8\text{m/s}^2$

r : Jarak lengan pengayun = 0,6m

$\cos \alpha$  : Sudut posisi awal pendulum =  $130^{\circ}$

$\cos \beta$  : Sudut posisi akhir pendulum =  $114^\circ$

Jadi :

$$\begin{aligned} E &= 6 \cdot 9,8 \cdot 0,6 (\cos 114^\circ - \cos 130^\circ) \\ &= 6 \cdot 9,8 \cdot 0,6 (0,619521 - (-0,367291)) \\ &= 35,28(0,986812) \\ &= 34,81472736(\text{Joule}) \end{aligned}$$

- Bersarnya nilai impact dapat dinyatakan dengan rumus :

$$HI : E / A$$

Dimana :

HI : Energi impact (joule/mm<sup>2</sup>)

E : Harga yang diperlukan untuk mematahkan benda uji  
 $= 34,81472736(\text{Joule})$

A : luas penampang (mm<sup>2</sup>) = 550 mm<sup>2</sup>

Jadi :

$$\begin{aligned} HI &: 34,81472736 / 550 \\ &: 0,0632995(\text{Joule} / \text{mm}^2) \end{aligned}$$

Maka hasil dari besarnya nilai impact yang diterima pada spesimen 4.1 mendapatkan kekuatan sebesar 0,0632995 (Joule/mm<sup>2</sup>)

Perhitungan data pengujian uji impact charpy pada specimen 4.2

- Untuk mencari energi terserap dapat menggunakan rumus :

$$E = m \cdot g \cdot r (\cos \beta - \cos \alpha)$$

Dimana :

E : Energi impact (joule)

m : Berat Pedalum (kg) = 6kg

g : Gravitasi = 9,8m/s<sup>2</sup>

r : Jarak lengan pengayun = 0,6m

cos α : Sudut posisi awal pendulum = 130°

cos β : Sudut posisi akhir pendulum = 124°

Jadi :

$$\begin{aligned} E &= 6 \cdot 9,8 \cdot 0,6 (\cos 124^\circ - \cos 130^\circ) \\ &= 6 \cdot 9,8 \cdot 0,6 (-0,0927762 - (-0,367291)) \\ &= 35,28(0,2745148) \\ &= 9,684882144(\text{Joule}) \end{aligned}$$

- Bersarnya nilai impact dapat dinyatakan dengan rumus :

$$\text{HI} : E / A$$

Dimana :

HI : Energi impact (joule/mm<sup>2</sup>)

E : Harga yang diperlukan untuk mematahkan benda uji

$$= 9,684882144(\text{Joule})$$

A : luas penampang (mm<sup>2</sup>) = 550 mm<sup>2</sup>

Jadi :

$$\text{HI} : 9,684882144 / 550$$

$$: 0,0176089(\text{Joule} / \text{mm}^2)$$

Maka hasil dari besarnya nilai impact yang diterima pada spesimen 4.2 mendapatkan kekuatan sebesar 0,0176089(Joule / mm<sup>2</sup>)

Perhitungan data pengujian uji impact charpy pada specimen 4.3

- Untuk mencari energi terserap dapat menggunakan rumus :

$$E = m \cdot g \cdot r (\cos \beta - \cos \alpha)$$

Dimana :

E : Energi impact (joule)

m : Berat Pedalum (kg) = 6kg

g : Gravitasi =  $9,8\text{m/s}^2$

r : Jarak lengan pengayun = 0,6m

$\cos \alpha$  : Sudut posisi awal pendulum =  $130^\circ$

$\cos \beta$  : Sudut posisi akhir pendulum =  $9^\circ$

Jadi :

$$\begin{aligned} E &= 6 \cdot 9,8 \cdot 0,6 (\cos 9^\circ - \cos 130^\circ) \\ &= 6 \cdot 9,8 \cdot 0,6 (-0,91113 - (-0,367291)) \\ &= 35,28(-0,543839) \\ &= -19,18663992(\text{Joule}) \end{aligned}$$

- Bersarnya nilai impact dapat dinyatakan dengan rumus :

$$HI : E / A$$

Dimana :

HI : Energi impact (joule/mm<sup>2</sup>)

E : Harga yang diperlukan untuk mematahkan benda uji  
=  $-19,18663992(\text{Joule})$

A : luas penampang (mm<sup>2</sup>) =  $550 \text{ mm}^2$

Jadi :

$$HI : -19,18663992 / 550$$

$$: -0,0348848(\text{Joule} / \text{mm}^2)$$

Maka hasil dari besarnya nilai impact yang diterima pada spesimen 4.3 mendapatkan kekuatan sebesar  $-0,0348848(\text{Joule} / \text{mm}^2)$

Perhitungan data pengujian uji impact charpy pada specimen 4.4

- Untuk mencari energi terserap dapat menggunakan rumus :

$$E = m \cdot g \cdot r (\cos \beta - \cos \alpha)$$

Dimana :

E : Energi impact (joule)

m : Berat Pedalum (kg) = 6kg

g : Gravitasi =  $9,8\text{m/s}^2$

r : Jarak lengan pengayun = 0,6m

$\cos \alpha$  : Sudut posisi awal pendulum =  $130^\circ$

$\cos \beta$  : Sudut posisi akhir pendulum =  $92^\circ$

Jadi :

$$\begin{aligned} E &= 6 \cdot 9,8 \cdot 0,6 (\cos 92^\circ - \cos 130^\circ) \\ &= 6 \cdot 9,8 \cdot 0,6 (-0,626444 - (-0,367291)) \\ &= 35,28(-0,259153) \\ &= -9,14291784(\text{Joule}) \end{aligned}$$

- Bersarnya nilai impact dapat dinyatakan dengan rumus :

$$\text{HI} : E / A$$

Dimana :

HI : Energi impact (joule/mm<sup>2</sup>)

E : Harga yang diperlukan untuk mematahkan benda uji

$$= -9,14291784(\text{Joule})$$

$$A : \text{luas penampang (mm}^2) = 550 \text{ mm}^2$$

Jadi :

$$HI : -9,14291784 / 550$$

$$: -0,0166235(\text{Joule} / \text{mm}^2)$$

Maka hasil dari besarnya nilai impact yang diterima pada spesimen 3.4 mendapatkan kekuatan sebesar  $-0,0166235(\text{Joule} / \text{mm}^2)$

Perhitungan data pengujian uji impact charpy pada specimen 4.5

- Untuk mencari energi terserap dapat menggunakan rumus :

$$E = m \cdot g \cdot r (\cos \beta - \cos \alpha)$$

Dimana :

$$E : \text{Energi impact (joule)}$$

$$m : \text{Berat Pedalum (kg)} = 6\text{kg}$$

$$g : \text{Gravitasi} = 9,8\text{m/s}^2$$

$$r : \text{Jarak lengan pengayun} = 0,6\text{m}$$

$$\cos \alpha : \text{Sudut posisi awal pendulum} = 130^\circ$$

$$\cos \beta : \text{Sudut posisi akhir pendulum} = 99^\circ$$

Jadi :

$$E = 6 \cdot 9,8 \cdot 0,6 (\cos 99^\circ - \cos 130^\circ)$$

$$= 6 \cdot 9,8 \cdot 0,6 (0,0398209 - (-0,367291))$$

$$= 35,28(0,4071119)$$

$$= 14,362907832(\text{Joule})$$

- Besarnya nilai impact dapat dinyatakan dengan rumus :

$$HI : E / A$$

Dimana :

HI : Energi impact (joule/mm<sup>2</sup>)

E : Harga yang diperlukan untuk mematahkan benda uji  
= 14,362907832(Joule)

A : luas penampang (mm<sup>2</sup>) = 550 mm<sup>2</sup>

Jadi :

$$HI : 14,362907832 / 550$$

$$: 0,0632995(Joule / mm^2)$$

Maka hasil dari besarnya nilai impact yang diterima pada spesimen 4.5 mendapatkan kekuatan sebesar 14,362907832(Joule / mm<sup>2</sup>)

Untuk mencari rata rata dapat menggunakan rumus :

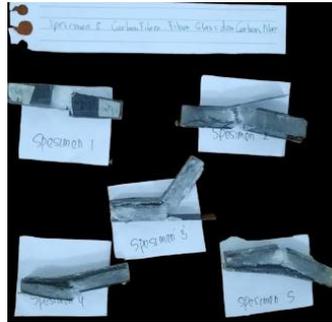
$$= \frac{(hasilspesimen4.1 + hasilspesimen4.2 + hasilspesimen4.3 + hasilspesimen4.4 + hasilspesimen4.5)}{5}$$

$$= \frac{(0,0632995 + 0,0176089 + (-0,0348848) + (-0,0166235) + 0,0261144)}{5}$$

$$= 0,0111029(Joule / mm^2)$$

Maka rata-rata besarnya nilai impact yang dapat di terima pada spesimen 4 ialah = 0,0111029 (Joule / mm<sup>2</sup>)

#### 4.3.5 Data hasil pengujian spesimen 5 dan perhitungan hasil pengujian impct chrpy pada spesimen 5



Gambar 4.43 Patahan spesimen 5.

Tabel 4.5 Hasil pengujian specimen uji impact charpy specimen 5.

No	Sudut awal ( $^{\circ}$ )	Sudut akhir ( $^{\circ}$ )
5.1	130	75
5.2	130	119
5.3	130	120
5.4	130	120
5.5	130	91

Perhitungan data pengujian uji impact charpy pada specimen 5.1

- Untuk mencari energi terserap dapat menggunakan rumus :

$$E = m \cdot g \cdot r (\cos \beta - \cos \alpha)$$

Dimana :

E : Energi impact (joule)

m : Berat Pedalum (kg) = 6kg

g : Gravitasi =  $9,8\text{m/s}^2$

r : Jarak lengan pengayun = 0,6m

$\cos \alpha$  : Sudut posisi awal pendulum =  $130^{\circ}$

$\cos \beta$  : Sudut posisi akhir pendulum =  $75^{\circ}$

Jadi :

$$\begin{aligned} E &= 6 \cdot 9,8 \cdot 0,6 (\cos 75^\circ - \cos 130^\circ) \\ &= 6,9,8,0,6(0,921751 - (-0,367291)) \\ &= 35,28(1,289042) \\ &= 45,47740176(\text{Joule}) \end{aligned}$$

- Bersarnya nilai impact dapat dinyatakan dengan rumus :

$$HI : E / A$$

Dimana :

HI : Energi impact (joule/mm<sup>2</sup>)

E : Harga yang diperlukan untuk mematahkan benda uji

$$= 45,47740176(\text{Joule})$$

A : luas penampang (mm<sup>2</sup>) = 550 mm<sup>2</sup>

Jadi :

$$HI : 45,47740176 / 550$$

$$: 0,0826862(\text{Joule} / \text{mm}^2)$$

Maka hasil dari besarnya nilai impact yang diterima pada spesimen 5.1 mendapatkan kekuatan sebesar 0,0826862 (Joule/mm<sup>2</sup>)

Perhitungan data pengujian uji impact charpy pada specimen 5.2

- Untuk mencari energi terserap dapat menggunakan rumus :

$$E = m \cdot g \cdot r (\cos \beta - \cos \alpha)$$

Dimana :

E : Energi impact (joule)

m : Berat Pedalum (kg) = 6kg

$g$  : Gravitasi =  $9,8\text{m/s}^2$

$r$  : Jarak lengan pengayun =  $0,6\text{m}$

$\cos \alpha$  : Sudut posisi awal pendulum =  $130^\circ$

$\cos \beta$  : Sudut posisi akhir pendulum =  $119^\circ$

Jadi :

$$\begin{aligned} E &= 6 \cdot 9,8 \cdot 0,6 (\cos 119^\circ - \cos 130^\circ) \\ &= 6 \cdot 9,8 \cdot 0,6 (0,928471 - (-0,367291)) \\ &= 35,28(1,295762) \\ &= 45,71448336(\text{Joule}) \end{aligned}$$

- Bersarnya nilai impact dapat dinyatakan dengan rumus :

$$HI : E / A$$

Dimana :

$HI$  : Energi impact (joule/mm<sup>2</sup>)

$E$  : Harga yang diperlukan untuk mematahkan benda uji  
=  $45,71448336(\text{Joule})$

$A$  : luas penampang (mm<sup>2</sup>) =  $550 \text{ mm}^2$

Jadi :

$$\begin{aligned} HI &: 45,71448336 / 550 \\ &: 0,0831172(\text{Joule} / \text{mm}^2) \end{aligned}$$

Maka hasil dari besarnya nilai impact yang diterima pada spesimen 5.2 mendapatkan kekuatan sebesar  $0,0831172(\text{Joule} / \text{mm}^2)$

Perhitungan data pengujian uji impact charpy pada specimen 5.3

- Untuk mencari energi terserap dapat menggunakan rumus :

$$E = m \cdot g \cdot r (\cos \beta - \cos \alpha)$$

Dimana :

E : Energi impact (joule)

m : Berat Pedalum (kg) = 6kg

g : Gravitasi =  $9,8\text{m/s}^2$

r : Jarak lengan pengayun = 0,6m

$\cos \alpha$  : Sudut posisi awal pendulum =  $130^\circ$

$\cos \beta$  : Sudut posisi akhir pendulum =  $120^\circ$

Jadi :

$$\begin{aligned} E &= 6 \cdot 9,8 \cdot 0,6 (\cos 9^\circ - \cos 120^\circ) \\ &= 6 \cdot 9,8 \cdot 0,6 (0,814181 - (-0,367291)) \\ &= 35,28(1,181472) \\ &= 41,68233216(\text{Joule}) \end{aligned}$$

- Bersarnya nilai impact dapat dinyatakan dengan rumus :

$$HI : E / A$$

Dimana :

HI : Energi impact (joule/mm<sup>2</sup>)

E : Harga yang diperlukan untuk mematahkan benda uji

$$= 41,68233216(\text{Joule})$$

A : luas penampang (mm<sup>2</sup>) = 550 mm<sup>2</sup>

Jadi :

$$HI : 41,68233216 / 550$$

$$: 0,0757861(\text{Joule} / \text{mm}^2)$$

Maka hasil dari besarnya nilai impact yang diterima pada spesimen 5.3 mendapatkan kekuatan sebesar  $0,0757861(\text{Joule} / \text{mm}^2)$

Perhitungan data pengujian uji impact charpy pada specimen 5.4

- Untuk mencari energi terserap dapat menggunakan rumus :

$$E = m \cdot g \cdot r (\cos \beta - \cos \alpha)$$

Dimana :

E : Energi impact (joule)

m : Berat Pedalum (kg) = 6kg

g : Gravitasi =  $9,8\text{m/s}^2$

r : Jarak lengan pengayun = 0,6m

$\cos \alpha$  : Sudut posisi awal pendulum =  $130^\circ$

$\cos \beta$  : Sudut posisi akhir pendulum =  $120^\circ$

Jadi :

$$\begin{aligned} E &= 6 \cdot 9,8 \cdot 0,6 (\cos 9^\circ - \cos 120^\circ) \\ &= 6 \cdot 9,8 \cdot 0,6 (0,814181 - (-0,367291)) \\ &= 35,28(1,181472) \\ &= 41,68233216(\text{Joule}) \end{aligned}$$

- Bersarnya nilai impact dapat dinyatakan dengan rumus :

$$\text{HI} : E / A$$

Dimana :

HI : Energi impact (joule/mm<sup>2</sup>)

E : Harga yang diperlukan untuk mematahkan benda uji  
=  $41,68233216(\text{Joule})$

A : luas penampang ( $\text{mm}^2$ ) =  $550 \text{ mm}^2$

Jadi :

HI :  $41,68233216 / 550$   
:  $0,0757861(\text{Joule} / \text{mm}^2)$

Maka hasil dari besarnya nilai impact yang diterima pada spesimen 5.4 mendapatkan kekuatan sebesar  $0,0757861(\text{Joule} / \text{mm}^2)$

Perhitungan data pengujian uji impact charpy pada specimen 5.5

- Untuk mencari energi terserap dapat menggunakan rumus :

$$E = m \cdot g \cdot r (\cos \beta - \cos \alpha)$$

Dimana :

E : Energi impact (joule)

m : Berat Pedalum (kg) = 6kg

g : Gravitasi =  $9,8\text{m/s}^2$

r : Jarak lengan pengayun = 0,6m

$\cos \alpha$  : Sudut posisi awal pendulum =  $130^\circ$

$\cos \beta$  : Sudut posisi akhir pendulum =  $91^\circ$

Jadi :

$$\begin{aligned} E &= 6 \cdot 9,8 \cdot 0,6 (\cos 91^\circ - \cos 130^\circ) \\ &= 6 \cdot 9,8 \cdot 0,6 (-0,994367 - (-0,367291)) \\ &= 35,28(-0,627076) \\ &= -22,12324128(\text{Joule}) \end{aligned}$$

- Bersarnya nilai impact dapat dinyatakan dengan rumus :

HI :  $E / A$

Dimana :

HI : Energi impact (joule/mm<sup>2</sup>)

E : Harga yang diperlukan untuk mematahkan benda uji  
= -22,12324128(Joule)

A : luas penampang (mm<sup>2</sup>) = 550 mm<sup>2</sup>

Jadi :

HI : -22,12324128 / 550

: -0,0402241(Joule / mm<sup>2</sup>)

Maka hasil dari besarnya nilai impact yang diterima pada spesimen 5.5 mendapatkan kekuatan sebesar -0,0402241(Joule / mm<sup>2</sup>)

Untuk mencari rata rata dapat menggunakan rumus :

$$\begin{aligned} &= \frac{(\text{hasilspesimen5.1} + \text{hasilspesimen5.2} + \text{hasilspesimen5.3} + \text{hasilspesimen5.4} + \text{hasilspesimen5.5})}{5} \\ &= \frac{(0,0826862 + 0,0831172 + 0,0757861 + 0,0757861 + (-0,0402241))}{5} \\ &= 0,0554303(\text{Joule} / \text{mm}^2) \end{aligned}$$

Maka rata-rata besarnya nilai impact yang dapat di terima pada spesimen 5 ialah = 0,0554303 (Joule / mm<sup>2</sup>)

Tabel 4.6 Hasil rata-rata spesimen uji impact charpy.

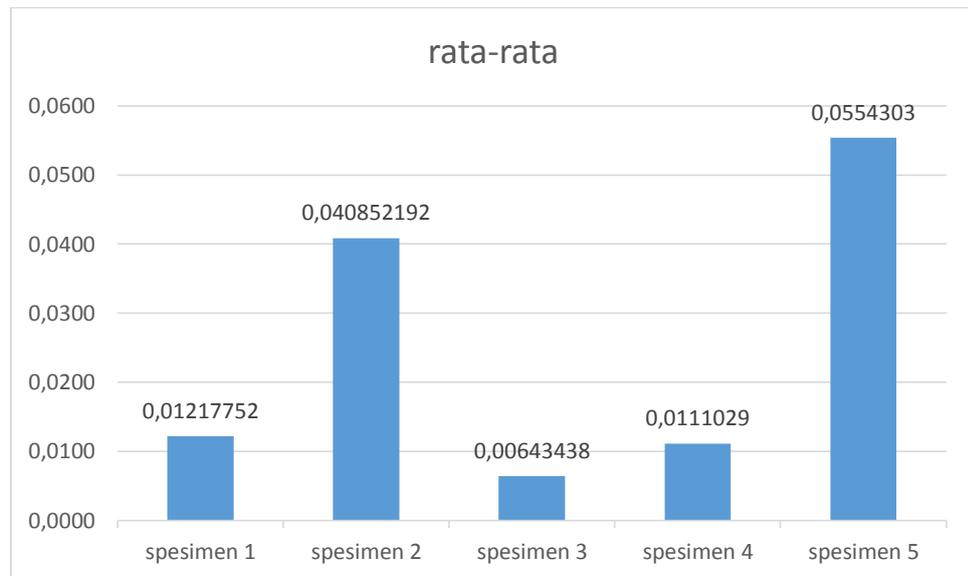
No Spesimen	Hasil rata-rata uji impact charpy (Joule / mm <sup>2</sup> )
Spesimen 1	0,01217752
Spesimen 2	0,040852192
Spesimen 3	0,00643438
Spesimen 4	0,0111029

---

Spesimen 5

0,0554303

---



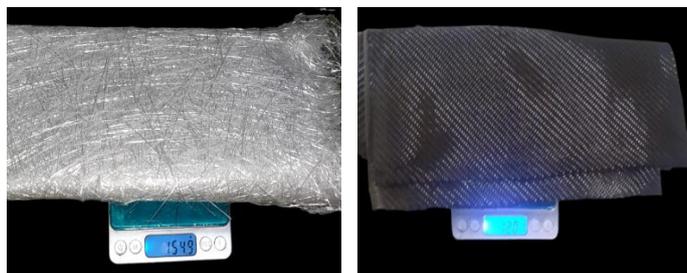
Gambar 4.44 Grafik kekuatan spesimen pada uji impact charpy.

Berdasarkan data dari gambar spesimen 5 memiliki nilai impact yang lebih baik dari pada spesimen yang lainnya. Oleh karena itu dapat disimpulkan spesimen 5 digunakan untuk pembuatan helm sepeda motor komposit menggunakan serat hybrid carbon fiber dan fiber glass.

#### 4.2 Langkah-langkah pembuatan helm sepeda motor bahan komposit menggunakan serat hybrid carbon fiber dan fiber glass

Adapun langkah-langkah proses pembuatan dengan susunan serat pada spesimen 5 dengan metode hand lay-up menggunakan serat carbon fiber dan fiber glass adalah sebagai berikut:

1. Memotong carbon fiber dan fiber glass sesuai dengan bidang yang akan di cetak.



Gambar 4.45 Serat fiber glass dan carbon fiber.

2. Menyatukan cetakan helm dengan menggunakan mur dan baut. Kunci dengan menggunakan kunci shock agar cetakan rapat sempurna.



Gambar 4.46 Menyatukan cetakan helm.

3. Mempersiapkan cetakan helm yang terlebih dahulu sudah di lumasi dengan riverst agent.



Gambar 4.47 Melumasi cetakan helm.

4. Mempersiapkan resin epoxy 100%, katalis 25% dan menambahkan aerosil sebanyak 1% ke dalam campuran resin dan katalis, kemudian aduk resin epoxy hingga tercampur dengan rata.



Gambar 4.48 Resin epoxy.

5. Mengoleskan larutan resin pada cetakan helm yang sudah di takar sesuai dengan komposisi yang ada.



Gambar 4.49 Pengolesan resin epoxy.

6. Meletakkan fiber glass di atas resin yang ada pada cetakan hingga memenuhi cetakan.



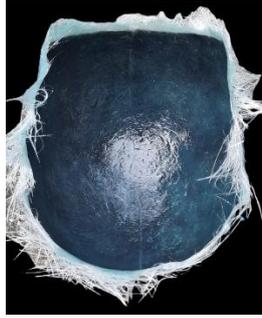
Gambar 4.50 Peletakan fiber glass.

7. Mengoleskan kembali resin sehingga menutupi fiber glass yang sudah melekat.



Gambar 4.51 Melumasi fiber glass.

8. Diamkan cetakan 7-14 jam hingga kering sempurna.



Gambar 4.52 Proses Pengeringan.

9. Setelah kering sempurna, membuka baut dengan kunci shock dan selanjutnya tahap pengamplasan untuk merapihkan sisa-sisa fiber glass.



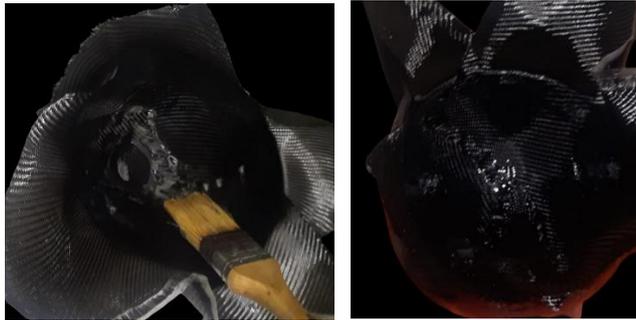
Gambar 4.53 Pelepasan cetakan dan pengamplasan fiber glass.

10. Mengoleskan kembali resin pada bagian dalam helm sepeda motor hingga merata dan meletakkan carbon fiber pada bagian dalam helm sepeda motor.



Gambar 4.54 Pengolesan resin eopxy dan meletakkan carbon fiber pada bagian dalam.

11. Mengoleskan kembali resin sehingga menutupi carbon fiber dan diamkan selama 7-14 jam hingga kering sempurna.



Gambar 4.55 Pengolesan carbon fiber dan proses pengeringan.

12. Setelah kering sempurna, selanjutnya tahap pemotongan untuk merapihkan sisa-sisa karbon fiber.



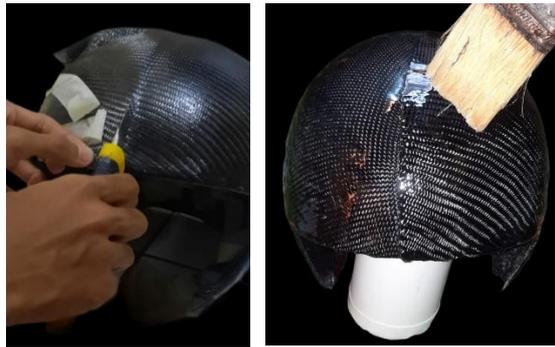
Gambar 4.56 Tahap pemotongan serat berlebih.

13. Mengoleskan kembali resin pada bagian luar helm sepeda motor menggunakan kuas hingga merata dan meletakkan carbon fiber pada bagian luar helm sepeda motor.



Gambar 4.57 Pengolesan resin epoxy pada bagian luar dan peletakan carbon fiber.

14. Memotong fiber glass yang tersisa dan mengoleskan resin di atas permukaan fiber glass .



Gambar 4.58 Pemotongan serat berlebih dan pengolesan resin epoxy.

15. Setelah kering sempurna, mengoleskan resin sebanyak 2 kali pengulangan untuk rata dengan sempurna dan diamkan 1-2 hari hingga kering sempurna.



Gambar 4.59 Pengulangan pengolesan resin epoxy.

16. Selanjutnya tahap pengampalasan agar permukaan helm rata dan hasil yang maksimal.



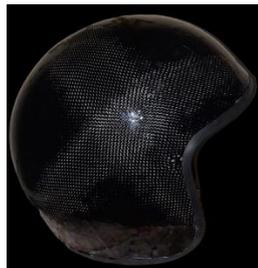
Gambar 4.60 Pengampalasan.

17. Terakhir melapisi helm dengan menggunakan clear coat untuk menjaga resin dari tahan gesekan ringan, tahan kotor, tahan cuaca, tidak menguning sehingga terus terlihat mengkilat.

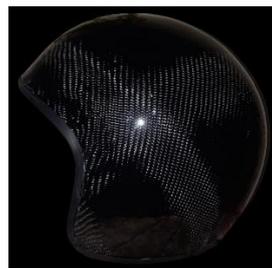


Gambar 4.61 Pelapisan clear coat.

18. Gambar hasil dari pembuatan helm sepeda motorkomposit serat hybrid carbon fiber dan fiber glass.



Tampak Kanan



Tampak Kiri



Tampak Belakang



Tampak Depan



Tampak Dalam

Gambar 4.62 Hasil pembuatan helm.

## **BAB 5**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

Pada pembuatan helm sepeda motor bahan komposit menggunakan serat hybrid carbon fiber dan fiber glass dan pengujian impact charpy pada bab ini berisikan tentang kesimpulan yang diperoleh dari hasil pembuatan helm dan hasil pengujian impact charpy serta saran atau masukan yang diperlukan diperhatikan agar nantinya dapat menjadi menyempurnakan kembali pembuatan sepeda motor bahan komposit menggunakan serat hybrid carbon fiber dan fiber glass.

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan hasil yang telah didapat pada bab sebelumnya dapat disimpulkan bahwa

1. Pemilihan susunan serat sangatlah penting dalam pembuatan helm sepeda motor bahan komposisi menggunakan serat hybrid carbon fiber dan fiber glass agar mencapai kekuatan yang baik untuk menjaga kepala pengemudi dari tekanan yang disebabkan oleh benturan.
2. Data yang telah diperoleh pada pengujian impact charpy dapat di lihat pada spesimen 5 memiliki hasil rata-rata yang paling baik dari pada spesimen yang lainnya.

#### **5.2 Saran**

Penulis menyadari bahwa hasil dari pembuatan helm sepeda motor bahan komposit menggunakan serat hybrid carbon fiber dan fiber glass dan pengujian impact charpy masih sangat jauh dari kata sempurna. Selain itu, penulis juga menyarankan beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam proses pembuatan komposit dan pengujian tarik, antara lain:

1. Lakukan proses pembuatan helm sepeda motor dari serat hybrid carbon fiber dan fiber glass berulang kali dan sabar agar mendapatkan hasil yang bagus.
2. Memastikan campuran resin epoxy sesuai dengan takaran yang telah tertera, dan apabila campuran resin epoxy tidak sesuai akan mengakibatkan gagal pada proses pengeringan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Purnama, S. R., Siahaan, Juniawan Preston Hafiz Ziddin, A. B., & Prasetyo Yaqin, R. I. (2021). STUDI PERBANDINGAN SIFAT MEKANIK FIBERGLASS DAN KOMPOSIT SERAT RAMI BERMATRIKS EPOXY APLIKASI KAPAL PERIKANAN Ratih. *Jurnal Muara Sains, Teknologi, Kedokteran Dan Ilmu Kesehatan*, 5(2), 383. <https://doi.org/10.24912/jmstkik.v5i2.10029>
- (Tamaela, V. (2009). Bab I Pendahuluan serat kevlar dengan resin polyester. *Journal Information*, 10, 1–16.
- Antou, S. W., Siwu, J. F., & Mallo, J. F. (2013). Manfaat Helm Dalam Mencegah Kematian Akibat Cedera Kepala Pada Kecelakaan Lalu Lintas. *Jurnal Biomedik (Jbm)*, 5(1). <https://doi.org/10.35790/jbm.5.1.2013.2603>
- Arahman Hidayat, Sunardi, M. (2019). Jurnal Teknik Mesin Teknologi. *Jurnal Teknik Mesin*, 1(1), 19–24.
- Arifin, M. H. R. (2021). *Institut teknologi nasional*. 5–26.
- Ayu, C., Sari, N., & Afriandini, B. (2021). Analysis of Traffic Accident Rates To Improve Road. *Jurnal Nasional UMP*, 2(1), 37–42.
- Douglas Kiser, J., David, K. E., Davies, C., Andrulonis, R., & Ashforth, C. (2018). Updating composite materials handbook-17 volume 5— ceramic matrix composites. *Ceramic Transactions*, 263(June), 413–423. <https://doi.org/10.1002/9781119407270.ch39>
- Fajarudin, H. (2019). Kekuatan Tarik Material Fiber Carbon Dan Fiber Glass Berdasarkan Orientasi Serat Berbasis Matriks Epoxy. *Teknik Mesin*, 3(1), 71.
- Haryotedjo, T. (2018). Perilaku peletakan helm pada sepeda motor. *Jurnal Seni Rupa Dan Desain, Vol 3(I)*, 41–47.
- Krug, E. (2017). Decade of action for road safety 2011-2020. *Warta Penelitian Perhubungan*, 29(2), 179–190. <https://doi.org/10.1016/j.injury.2011.11.002>
- Lantai, G. P., Medan, J., Timur, M., & Pusat, J. (2022). *Laporan Statistik Investigasi Kecelakaan Transportasi 2022 Semester I*. 5.
- Lestari, U. S., & Anjarsari, R. I. (2020). Analisis Kecelakaan Lalu Lintas Dan Penanganan Daerah Rawan Kecelakaan Jalan Ahmad Yani (Ruas KM 17-KM36) Kota Banjarbaru. *Jurnal Teknologi Berkelanjutan (Sustainable Technology Journal)*, 9(2), 110–117.
- M. D.Pamungkas. (2020). Tugas Akhir Tugas AkhirM. DIPO PAMUNGKAS. *Rancang Bangun Pembuatan Kampas Rem Sepeda Motor Berbahan Komposit*, 2(1), 41–49.
- Manurung, R., Simanjuntak, S., Sembiring, J., Napitupulu, R. A. M., & Sihombing, S. (2020). Analisa Kekuatan Bahan Komposit Yang Diperkuat Serat Bambu Menggunakan Resin Polyester Dengan Memvariasikan Susunan Serat Secara Acak Dan Lurus Memanjang. *Sprocket Journal of Mechanical Engineering*, 2(1), 28–35. <https://doi.org/10.36655/sproket.v2i1.296>
- Maulana Ibrahim, I. (2021). *Studi Pengaruh Variasi Fraksi Volume Filler Partikel Cangkang Kerang Hijau*.
- Mulyo, B. T., & Yudiono, H. (2018). Analisis Kekuatan Impak Pada Komposit Serat Daun Nanas Untuk Bahan Dasar Pembuatan Helm SNI. *Jurnal Kompetensi Teknik*, 10(2), 1–8.

- Mustarhfiroh, Saragih, S. G. R., & Natalia, D. (2018). Hubungan antara Glasgow Coma Scale dan Tingkat Mortalitas pada Pasien Cedera Kepala dengan Lesi Perdarahan Subarachnoid. *Jurnal Kesehatan Khatulistiwa*, 4(1), 588–594. <http://dx.doi.org/10.1186/s13662-017-1121-6><https://doi.org/10.1007/s41980-018-0101-2><https://doi.org/10.1016/j.cnsns.2018.04.019><https://doi.org/10.1016/j.cam.2017.10.014><http://dx.doi.org/10.1016/j.apm.2011.07.041><http://arxiv.org/abs/1502.020>
- Nugraha, M. P., & Yulianto, A. (2009). *iklan pada televisi dan juga dapat bersosialisai ke sekolah- sekolah yang ada di wilayah Malang tersebut dan juga memaksimalkan denda tilang, supaya masyarakat yang melanggar tidak mengulangi kesalahannya lagi. Kata Kunci : Pelaksanaan Helm Standar Nasion.* 1–14.
- Porwanto, D. A., & Johar, L. (2008). Karakterisasi komposit berpenguat serat bambu dan serat gelas sebagai alternatif bahan baku industri. *Jurnal Teknik Fisika ITS*, 1–16.
- Prasetyo, H., & Kastiawan, I. M. (2020). Rancang Bangun Mesin Uji Impact Metode Charpy Untuk Pengujian Material Komposit Polimer Serat Alam ( Natural Fiber ). *Hhh*, 3(1), 1–10.
- Purwanto, E. H. (2016). Signifikansi Helm Sni Sebagai Alat Pelindung Pengendara Sepeda Motor Dari Cedera Kepala. *Jurnal Standardisasi*, 17(1), 31. <https://doi.org/10.31153/js.v17i1.289>
- Rindrawan, F. N. F. (2016). Karakteristik Kekuatan Komposit Serabut Kepala dengan Variasi Arah Serat. *Teknik Mesin*, 3(1), 1–6.
- Safa'at, A. (2017). *Aplikasi Komposit Epoxy – HGM – Carbon Fiber Pada Sungkup Helm untuk Menahan Penetrasi Dan Mereduksi Energi Impact.*
- Safrijal, Ali, S., & Susanto, H. (2017). Pengujian Papan Komposit Diperkuat Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) Dengan Menggunakan Alat Uji Impact Charpy. *Jurnal Mekanova*, 3(5), 158–167.
- Mustarhfiroh, Saragih, S. G. R., & Natalia, D. (2018). Hubungan antara Glasgow Coma Scale dan Tingkat Mortalitas pada Pasien Cedera Kepala dengan Lesi Perdarahan Subarachnoid. *Jurnal Kesehatan Khatulistiwa*, 4(1), 588–594. <http://dx.doi.org/10.1186/s13662-017-1121-6><https://doi.org/10.1007/s41980-018-0101-2><https://doi.org/10.1016/j.cnsns.2018.04.019><https://doi.org/10.1016/j.cam.2017.10.014><http://dx.doi.org/10.1016/j.apm.2011.07.041><http://arxiv.org/abs/1502.020>

## LAMPIRAN



MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI PENELITIAN & PENGEMBANGAN PIMPINAN PUSAT MUHAMMADIYAH  
**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**  
**FAKULTAS TEKNIK**

UMSU Terakreditasi A Berdasarkan Keputusan Badan Akreditasi Nasional Perguruan Tinggi No. 89/SK/BAN-PT/Akred/PT/III/2019  
Pusat Administrasi: Jalan Mukhtar Basri No. 3 Medan 20238 Telp. (061) 6622400 - 66224567 Fax. (061) 6625474 - 6631003  
<https://fatek.umsu.ac.id> [fatek@umsu.ac.id](mailto:fatek@umsu.ac.id) [umsumedan](#) [umsumedan](#) [umsumedan](#) [umsumedan](#)

### PENENTUAN TUGAS AKHIR DAN PENGHUJUKAN DOSEN PEMBIMBING

Nomor : 1692/II.3AU/UMSU-07/F/2022

Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, berdasarkan rekomendasi Atas Nama Ketua Program Studi Teknik Mesin Pada Tanggal 19 Desember 2022 dengan ini Menetapkan :

Nama : MUHAMMAD FIKRI HANAFI  
Npm : 1907230073  
Program Studi : TEKNIK MESIN  
Semester : V11 (TUJUH )  
Judul Tugas Akhir :.PEMBUATAN HELM SEPEDA MOTOR BAHAN KOMPOSIT  
MENGUNAKAN SERAT HYBRID CARBON FIBER DAN FIBER  
GLASS  
Pembimbing : M.YANI ST. MT

Dengan demikian diizinkan untuk menulis tugas akhir dengan ketentuan :

1. Bila judul Tugas Akhir kurang sesuai dapat diganti oleh Dosen Pembimbing setelah mendapat persetujuan dari Program Studi Teknik Mesin
2. Menulis Tugas Akhir dinyatakan batal setelah 1 (satu) Tahun dan tanggal yang telah ditetapkan.

Demikian surat penunjukan dosen Pembimbing dan menetapkan Judul Tugas Akhir ini dibuat untuk dapat dilaksanakan sebagaimana mestinya.

Ditetapkan di Medan pada Tanggal.  
Medan, 25 Jumadil Awal 1444 H  
19 Desember 2022 M



Munawar Alfansury Siregar, ST.,MT  
NIDN: 0101017202



SURAT PENGAJUAN PEMINJAMAN  
PERALATAN LABORATORIUM  
OLEH MAHASISWA

Kepada Yth : Bapak/Ibu.....  
Bapak/Ibu Kepala Laboratorium.....  
Program Studi Teknik Mesin

Assalamualaikum Wr. Wb.

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Muhammad Fikri Hanafi.....

NPM : 1307230073.....

Mengajukan permohonan peminjaman peralatan laboratorium Program Studi  
Teknik Mesin untuk melakukan pengujian (skripsi/penelitian) di :

Laboratorium : .....

Waktu peminjaman : .....

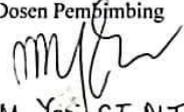
Peralatan yang dipinjam : Alat Pengujian Impact.....

.....  
.....  
.....  
.....

Demikian surat ini diperbuat, atas perhatian dan izin memberikan  
peminjamannya saya ucapkan terima kasih.

Wassalamualaikum Wr. Wb.

Mengetahui  
Dosen Pembimbing

  
.....  
(M. Yani, ST, MT.)

Medan,  
Pemohon

  
.....  
(Muhammad Fikri Hanafi)

Kepala Lab Mka.....

  
.....  
(A. Fandi, S.T. MT)

Mengetahui/Menyetujui

Prodi Teknik Mesin

  
.....  
(Chandra Amitsyah Putra Siregar, S.T. MT)



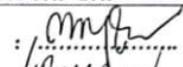
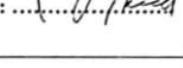
**DAFTAR HADIR SEMINAR  
TUGAS AKHIR MESIN  
FAKULTAS TEKNIK – UMSU  
TAHUN AKADEMIK 2022 – 2023**

Peserta seminar

Nama : Muhammad Fikri Hanafi

NPM : 1907230073

Judul Tugas Akhir : Pembuatan Helm Sepeda Motor Bahan Komposit Menggunakan Serat Hybrid Carbon Fiber Dan Fiber Glass ..

DAFTAR HADIR			TANDA TANGAN
Pembimbing –	: M Yani ST,MT		
Pembanding – I	: Ir Arfis Amiruddin M.Si		
Pembanding – II	: Ahmad Marabdi Siregar ST.MT		
	:		
No	NPM	Nama Mahasiswa	Tanda Tangan
1	1907230016	1907230016	
2	1907230062	RIZKI RAMADHAN	
3	1907230030	Putra Rizki portona sombing	
4	1907230035	MUR (AMR) 17 FKT-UPAL	
5	<del>1907230005</del> 1907230005	BAGUS KUNCORO BUDI	
6	1907230190	ANAN FAHRY ABRAHMAN	
7	1907230173	Roby Alfiah Harahap	
8			
9			
10			

Medan, 17 Shafar 1445 H  
02 September 2023

M

Ketua Prodi. T. Mesin



Chandra A Siregar ST.MT

**DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**

---

Nama : Muhammad Fikri Hanafi  
NPM : 1907230073  
Judul Tugas Akhir : Pembuatan Helm Sepeda Motor Bahan Komposit Menggunakan Serat Hybrid carbon Fiber dan Fiber Glass .

Dosen Pembanding – I : Ir Arfis Amiruddin M.Si  
Dosen Pembanding – II : Ahmad Marabdi Siregar ST.MT  
Dosen Pembimbing – I : M yani ST.MT

**KEPUTUSAN**

1. Baik dapat diterima ke sidang sarjana ( collogium)
- ② Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan antara lain :

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

3. Harus mengikuti seminar kembali  
Perbaikan :

.....  
.....  
.....  
.....

Medan, 17 Shafar 1445 H  
02 September 2023 M

Diketahui :  
Ketua Prodi. T. Mesin

Chandra A Siregar ST.MT

Dosen Pembanding- 1

Ir Arfis Amiruddin M.Si

**DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**

---

Nama : Muhammad Fikri Hanafi  
NPM : 1907230073  
Judul Tugas Akhir : Pembuatan Helm Sepeda Motor Bahan Komposit Menggunakan Serat Hybrid carbon Fiber dan Fiber Glass .

Dosen Pembanding – I : Ir Arfis Amiruddin M.Si  
Dosen Pembanding – II : Ahmad Marabdi Siregar ST.MT  
Dosen Pembimbing – I : M yani ST.MT

**KEPUTUSAN**

1. Baik dapat diterima ke sidang sarjana ( collogium)
- ② Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan antara lain :  
- lihat laporan skripsi  
.....  
.....  
.....
3. Harus mengikuti seminar kembali  
Perbaikan :  
.....  
.....  
.....

Medan, 17 Shafar 1445 H  
02 September 2023 M

Diketahui :  
Ketua Prodi. T. Mesin

Dosen Pembanding- II



Chandra A Siregar ST.MT



Ahmad Marabdi Siregar ST.MT

## LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR

### Pembuatan Helm Sepeda Motor Bahan Komposit Menggunakan Serat Hybrid Carbon Fiber dan Fiber Glass.

Nama : Muhammad Fikri Hanafi

Npm : 1907230073

Dosen pembimbing 1: M. Yani ST., M.T

No.	Hari/Tanggal	Kegiatan	Paraf
	20-12-2022	- Pembelian Spek tugas	myfr
	20-1-2023	- Akurasi Perbaiki Bab I, latar belakang	myfr
	25-1-2023	- Perbaiki Bab II, tambahkan persamaan untuk analisis	myfr
	30-1-2023	- Perbaiki Bab III, diagram alir penelitian	myfr
	7-2-2023	- Lembar daftar pustaka untuk Sempuro	myfr
		- Ace Sempuro	myfr
		- Perbaiki Bab IV, tambahkan penjelasan pada gambar & tabel.	myfr
		- Perbaiki Bab V, sesuaikan dgn tujuan penelitian	myfr
		- Ace Seminar hasil.	myfr
		- Ace Sidang Sarjana	myfr

## DAFTAR RIWAYAT HIDUP



Muhammad Fikri Hanafi, lahir di kota Medan provinsi Sumatera Utara pada tanggal 13 oktober 2001. Anak ke 3 dari 3 bersaudara pasangan dari Alm. Syamsul Ahwan dan Nur Ainun. Merupakan anak bungsu dari 3 bersaudara yakni Siti Anggreaningsih, Siti Nurchalidah dan Muhammad Fikri Hanafi.

Pada tahun 2006 penulis masuk Sekolah Dasar (SD) 060827 Kota Medan dan lulus pada tahun 2013 . Kemudian melanjutkan sekolah tingkat pertama pada tahun yang sama di SMP Swasta Harapan Mandiri Kota Medan dan lulus tiga tahun kemudian pada tahun 2016. Selanjutnya masuk pada sekolah menengah akhir di MAN 3 Medan dan lulus pada tahun 2019. Dan pada tahun 2019 penulis terdaftar sebagai Mahasiswa di Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Fakultas Teknik Jurusan Teknik Mesin.

Dengan ketekunan, motivasi tinggi untuk terus belajar dan berusaha. Penulis telah berhasil menyelesaikan pengerjaan tugas akhir skripsi ini. Semoga dengan penulisan tugas akhir skripsi ini mampu memberikan kontribusi positif bagi dunia pendidikan.

Akhir kata penulis mengucapkan rasa syukur yang sebesar-besarnya atas terselesaikannya skripsi yang berjudul “Pembuatan Helm Speda Motor Bahan Komposit Menggunakan Serat Hybrid Carbon Fiber dan Fiber Glass”.