

TUGAS AKHIR

PEMBUATAN SAFETY HELM BAHAN KOMPOSIT MENGUNAKAN SERAT HYBRID CARBON FIBER DAN FIBER GLASS

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

Disusun Oleh:

MUHAMMAD INDRA ULANA
1907230102



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 Indra Ulana
NPM :1907230102
Program Studi :Teknik Mesin
Judul Skripsi :Pembuatan Safety Helm Bahan Komposit Menggunakan Serat Hybrid Carbon Fiber Dan Fiber Glass
Bidang ilmu :Konstruksi Manufaktur

Telah berhasil dipertahankan di hadapan 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, 29 Agustus 2023

Mengetahui dan menyetujui:

Dosen Penguji I



Sudirman Lubis S.T.,M.T

Dosen Penguji II



Chandra Amirsyah Siregar,S.T., M.T

Dosen Penguji III



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

Program Studi Teknik Mesin
Ketua,



Chandra Amirsyah Siregar,S.T., M.T

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : Muhammad Indra Ulana
Tempat /Tanggal Lahir : Medan/10 November 2000
NPM : 1907230102
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Mesin

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

“Pembuatan Safety Helm Bahan Komposit Menggunakan Serat Hybrid 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, 25 Agustus 2023

Saya yang menyatakan,



Muhammad Indra ulana

ABSTRAK

APD merupakan peralatan yang dipakai untuk melindungi dan menjaga keselamatan pekerja pada saat melakukan pekerjaan yang mempunyai potensi bahaya atau resiko kecelakaan kerja. APD yang berfungsi untuk melindungi kepala dari benda yang jatuh mengenai kepala secara langsung dan dapat menyerap shock atau pukulan disebut dengan helm proyek. Untuk meningkatkan kinerja helm proyek, pendekatan inovatif dapat diambil dengan memanfaatkan bahan komposit yang menggabungkan keunggulan berbagai jenis serat. Penelitian ini bertujuan untuk menginvestigasi pembuatan helm proyek dengan menggunakan serat hybrid carbon fiber dan fiber glass dalam matriks resin epoxy. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui proses pembuatan helm proyek dengan menggunakan bahan penguat carbon fiber dan fiber glass serta untuk mengetahui kekuatan uji impact pada spesimen. Helm proyek yang di cetak dengan menggunakan cetakan berbahan penguat fiber glass serta Pembuatan Helm menggunakan metode hand lay up. Setelah dilakukan pembuatan helm dan pengujian spesimen uji impact ini maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut : 1. Pembuatan helm proyek yang diperkuat dengan serat carbon fiber dan fiber glass menghasilkan produk yang memiliki keunggulan dalam hal kekuatan dan ketahanan terhadap benturan. 2. Di sisi lain, penggabungan serat carbon fiber dan fiber glass memiliki berat yang signifikan tinggi. 3. Pengujian spesimen impact pada helm proyek menunjukkan bahwa penggunaan serat hybrid carbon fiber dan fiber glass mampu menahan dan menyerap energi benturan dengan baik, adapun hasil nilai tertinggi dan terendah dari percobaan spesimen: 1. Perhitungan energi yang diserap impact charpy dengan nilai tertinggi 39,20305884 joule dan dengan nilai terendah 7,791007192 joule. 2. Perhitungan besaran nilai impact charpy dengan nilai tertinggi 0,178195722 joule/mm² dan dengan nilai terendah 0,03834986684 joule/mm².

Kata Kunci : APD, Helm Proyek, Serat Carbon Fiber Dan Fiber Glass, Penggabungan serat, *Hand Lay Up*, Pengujian Impact.

ABSTRACT

PPE is equipment used to protect and maintain the safety of workers when doing work that has the potential for hazards or risks of work accidents. PPE that serves to protect the head from falling objects hitting the head directly and can absorb shock or blows is called a project helmet. To improve the performance of project helmets, an innovative approach can be taken by utilizing composite materials that combine the advantages of different types of fibers. This study aims to investigate the manufacture of project helmets using hybrid carbon fiber and glass fiber in the epoxy resin matrix. This research was conducted to determine the process of making project helmets using carbon fiber and fiber glass reinforcement materials and to determine the strength of impact tests on specimens. Project helmets are printed using molds made from fiber glass reinforcement and helmet making using the hand lay up method After making helmets and testing of these impact test specimens, the following conclusions were obtained: 1. The manufacture of project helmets reinforced with carbon fiber and glass fiber produces products that have advantages in terms of strength and resistance to impact. 2. On the other hand, the combination of carbon fiber and glass fiber has a significantly high weight. 3. Impact specimen testing on the project helmet shows that the use of hybrid carbon fiber and fiber glass is able to withstand and absorb impact energy well, as for the results of the highest and lowest values of the specimen experiment: 1. Calculation of the energy absorbed by the Charpy impact with the highest value of 39,20305884 joules and with the lowest value of 7,791007192 joules. 2. Calculation of the amount of impact value Charpy with the highest value 0,178195722 joules/mm² and with the lowest value 0,03834986684 joules/mm².

Keywords: PPE, Project Helmet, Carbon Fiber and Fiber Glass, Fiber incorporation, Hand Lay Up, Impact Testing.

KATA PENGANTAR

Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadirat Allah SWT 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 Safety Helm Bahan Komposit Menggunakan Serat Hybrid 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.
2. Bapak Sudirman Lubis, S.T.,M.T, selaku Dosen Pembimbing I dan Penguji yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Chandra A Siregar, S.T.,M.T, selaku Dosen Pembimbing II dan Penguji yang telah banyak memberi koreksi pada penulisan dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini, sekaligus sebagai Ketua Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
4. Bapak Munawar Alfansury Siregar, S.T.,M.T, selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu keteknikmesinan kepada penulis.
6. Orang tua penulis Amirrullah dan Dahliana Hasibuan,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:Arya Repangga,Fajar Habib Hidayat,Yudha Mandala Putra,Muhammad Fikri Hanafi,Abdul Salim Hasibuan,Rustam, dan lainnya yang tidak mungkin namanya disebut satu persatu.

Tugas Akhir ini tentunya masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu penulis berharap kritik dan masukan yang konstruktif untuk menjadi bahan pembelajaran yang berkesinambungan penulis dimasa depan.Semoga laporan Tugas Akhri ini dapat bermanfaat bagi pengembangan ilmu keteknik-mesinan.

Medan, 25 Agustus 2023



Muhammad Indra Ulana

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
LEMBAR PERNYATAN KEASLIAN SKRIPSI	ii
ABSTRAK	iii
ABSTRACT	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR NOTASI	xii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Ruang Lingkup	3
1.4. Tujuan	3
1.5. Manfaat	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1. Helm Proyek	4
2.2. Komposit	9
2.2.1. Klarifikasi Bahan Komposit	9
2.2.2. Matrik	10
2.2.2.1. PMC (<i>Polymer Matrix Composite</i>)	10
2.2.2.2. MMC (<i>Metal Matrix Composite</i>)	11
2.2.2.3. CMC (<i>Ceramic Matrix Composite</i>)	11
2.2.3. Resin Epoxy	11
2.2.4. Katalis	12
2.2.5. Kelebihan Bahan Komposit	12
2.2.6. Karakteristik Material Komposit	13
2.3. Metode Pembuatan Komposit	14
2.4. Pengertian Serat	16
2.4.1. Letak Serat	16
2.4.2. Panjang Serat	18
2.4.3. Bentuk Serat	18
2.4.4. Jenis-Jenis Serat	18
2.4.5. Carbon Fiber	19
2.4.6. Fiber Glass	20
2.5. Pengujian Impact	22
BAB 3 METODOLOGI	24
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	28
3.3 Bagan Alir Penelitian	31
3.4 Langkah-Langkah pencetakan Mold Helm (Cetakan Helm)	32
3.5 Langkah-Langkah Pembuatan Helm	32
3.6 Pembuatan Model Spesimen Uji	33
3.7 Langkah-Langkah Pencetakan Spesimen	33
3.8 Rancangan Alat Pengujian	34
3.9 Langkah-Langkah Pengujian Spesimen	35
3.10 Rancangan Pembuatan Helm Proyek	35
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	36
4.1 Hasil Langkah-Langkah Pencetakan Pencetakan Mold Helm (Cetakan Helm)	36
4.2 Hasil Langkah-Langkah Pencetakan Helm Dengan Metode Hand Lay Up	37
4.2.1. Hasil Perbandingan Helm Proyek Menggunakan Bahan Komposit Serat Hybrid Carbon Fiber Dan Fiber Glass Dengan Helm Proyek Standart.	40
4.3 Hasil Langkah-Langkah Pembuatan Spesimen Uji Impact	41
4.3.1. Hasil Pembuatan Spesimen Dengan Menggunakan Bahan Komposit.	42
4.3.2. Fraksi volume Spesimen Uji	43
4.4 Hasil Langkah-Langkah Pengujian Impact Charpy	43
4.4.1. Sudut Yang Terbentuk Pada Hasil Pengujian Spesimen Impact Charpy	45
4.4.2. Hasil Perhitungan Impact Charpy	46
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	58
5.1 Kesimpulan	58
5.2 Saran	59
DAFTAR PUSTAKA	60
LAMPIRAN	
LEMBAR ASISTENSI	
SK PEMBIMBINGAN	
BERITA ACARA SEMINAR HASIL	
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 klasifikasi dan simbol <i>JIS</i> (1982)	7
Tabel 2.2 Sifat Fisika dari Carbon Fiber	19
Tabel 2.3 Tensile Strength Beberapa Material	19
Tabel 2.4 Sifat – Sifat Serat Glass	21
Tabel 3.1 Waktu Pelaksanaa Pembuatan	24
Tabel 4.1 Hasil Perbandingan Helm Proyek	40
Tabel 4.2 Fraksi Volume Spesimen Uji	43
Tabel 4.3 Sudut Yang Terbentuk Pada Pengujian Impact	45
Tabel 4.4 Hasil Perhitungan Energi Yang Diserap Dan Besar Nilai Impact Spesimen 1	47
Tabel 4.5 Hasil Perhitungan Energi Yang Diserap Dan Besar Nilai Impact Spesimen 2	49
Tabel 4.6 Hasil Perhitungan Energi Yang Diserap Dan Besar Nilai Impact Spesimen 3	51
Tabel 4.7 Hasil Perhitungan Energi Yang Diserap Dan Besar Nilai Impact Spesimen 4	53
Tabel 4.8 Hasil Perhitungan Energi Yang Diserap Dan Besar Nilai Impact Spesimen 5	55

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Warna Helm Proyek	5
Gambar 2.2 Bagian-Bagian Helm Proyek	5
Gambar 2.3 Proses Hand Lay-Up	14
Gambar 2.4 Proses Spray Up	15
Gambar 2.5 Vacuum Bagging	15
Gambar 2.6 Continuous Fiber Composite	16
Gambar 2.7 Woven Fiber Composite	17
Gambar 2.8 Discontinuous Fiber	17
Gambar 2.9 Tipe Hybrid Fiber Composite	18
Gambar 2.10 Serat Glass Roving	20
Gambar 2.11 Serat Chopped Strand	20
Gambar 2.12 Serat Glass Reinforcing Mat	21
Gambar 2.13 Serat Glass Woven Roving	21
Gambar 2.14 Uji Impact Charpy	22
Gambar 3.1 Helm Standar Industri	25
Gambar 3.2 Gerinda	25
Gambar 3.3 Bor	25
Gambar 3.4 Amplas	26
Gambar 3.5 Mur dan Baut	26
Gambar 3.6 Kuas	26
Gambar 3.7 Neraca Digital (Timbangan)	27
Gambar 3.8 Pengaduk	27
Gambar 3.9 Kunci Ring Pas	27
Gambar 3.10 Cetakan Spesimen	28
Gambar 3.11 Gelas Ukur	28
Gambar 3.12 Serat Carbon Fiber	38
Gambar 3.13 Serat Fiber Glass	29
Gambar 3.14 Resin	29
Gambar 3.15 Katalis	29
Gambar 3.16 Aerosil	30
Gambar 3.17 Lem dan Kardus	30
Gambar 3.18 Miracle Gloss	30
Gambar 3.19 Diagram Alir	31
Gambar 3.20 Model Spesimen (Dalam Satuan mm)	33
Gambar 3.21 Alat Uji Impact	34
Gambar 4.1 Helm Proyek	36
Gambar 4.2 Pencampuran Resin	36
Gambar 4.3 Menimbang Fiber Glass	36
Gambar 4.4 Pelapisan Serat Fiber Glass	37
Gambar 4.5 Cetakan Selesai	37
Gambar 4.6 Pengolesan Cetakan	38
Gambar 4.7 Menimbang Serat	38
Gambar 4.8 Mencampurkan Resin Dan Katalis	38
Gambar 4.9 Memasukkan Serat Kedalam Cetakan	39
Gambar 4.10 Hasil Helm	39

Gambar 4.11 Perbandingan Helm Proyek	40
Gambar 4.12 Menimba Serat	41
Gambar 4.13 Cetakan Spesimen	41
Gambar 4.14 Campuran Resin Dan Katalis	41
Gambar 4.15 Spesimen Yang Telah Jadi	42
Gambar 4.16 Spesimen Pengujian	42
Gambar 4.17 Pengecekan Alat Pengujian Impact	43
Gambar 4.18 Posisi Spesimen Uji	44
Gambar 4.19 Menahan Bandul Dengan Tuas Pengunci	44
Gambar 4.20 Hasil Uji Spesimen	44
Gambar 4.21 Spesimen 1 Sebelum Diuji dan Setelah Diuji	46
Gambar 4.22 Spesimen 2 Sebelum Diuji dan Setelah Diuji	48
Gambar 4.23 Spesimen 3 Sebelum Diuji dan Setelah Diuji	50
Gambar 4.24 Spesimen 4 Sebelum Diuji dan Setelah Diuji	52
Gambar 4.25 Spesimen 5 Sebelum Diuji Dan Setelah Diuji	54
Gambar 4.26 Diagram Hasil Pengujian Impact	56
Gambar 4.27 Diagram Hasil Pengujian Impact	57

DAFTAR NOTASI

SIMBOL	KETERANGAN	SATUAN
W	Berat Bandul	Kg
g	Gravitasi	m/s ²
L	Panjang Lengan Bandul	m
$\cos \alpha$	Sudut Posisi Awal Pendulum	°
$\cos \beta$	Sudut Posisi Akhir Pendulum	°
E	Energi Yang Diserap	<i>Joule</i>
HI	Besar Nilai Impact	<i>Joule /mm²</i>
P	Panjang Spesimen	mm
L	Lebar Spesimen	mm
T	Tinggi spesimen	mm
A	Luas Penampang	mm ²

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Penerapan Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) bertujuan untuk memberikan perlindungan bagi tenaga kerja dan orang lain di tempat kerja, melindungi aset perusahaan, melindungi masyarakat dan lingkungan sebagaimana diamanatkan dalam Undang-Undang No. 1 Tahun 1970. Berdasarkan hasil data yang di dapat kecelakaan kerja dari program Jaminan Kecelakaan Kerja (JKK) BPJS Ketenagakerjaan tahun 2022, masih menunjukkan kecenderungan peningkatan kasus setiap tahunnya. Pada tahun 2021 tercatat sebanyak 234.370 kasus yang menyebabkan kematian pekerja/buruh sebanyak 6.552 orang, meningkat sebesar 5,7 % dibandingkan dengan tahun 2020. Angka tersebut menjadi indikasi bahwa penerapan K3 dengan menggunakan APD harus semakin menjadi prioritas bagi dunia kerja di Indonesia (Yuli Adiratna, SH et al. 2022).

Mustofa et al. (2019) menyatakan bahwa faktor predisposisi seperti pengetahuan, pendidikan, umur, dan masa kerja, secara meyakinkan berpengaruh terhadap kepatuhan menggunakan APD. Pendapat tentang faktor predisposisi masa kerja individu memberi pengaruh kuat terhadap perilaku kepatuhan menggunakan APD, juga diperkuat oleh penelitian (Saragih et al. 2016) yang mengukur rendahnya kesadaran pekerja akan pentingnya budaya Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) dengan menggunakan Alat Pelindung Diri (APD) yang berstandar. APD merupakan peralatan yang dipakai untuk melindungi dan menjaga keselamatan pekerja pada saat melakukan pekerjaan yang mempunyai potensi bahaya atau resiko kecelakaan kerja. APD yang berfungsi untuk melindungi kepala dari benda yang jatuh mengenai kepala secara langsung dan dapat menyerap shock atau pukulan disebut dengan helm proyek.

Salah satu APD yang selalu menjadi nomor pertama yang selalu diwajibkan adalah helm proyek, helm proyek yang memiliki bentuk dan warna yang bermacam-macam ini untuk melindungi salah satu area vital manusia yaitu kepala. Helm proyek ini berfungsi untuk melindungi kepala dari benturan, pukulan, atau kejatuhan benda tajam dan berat yang melayang atau meluncur di udara. Helm ini

juga bisa melindungi kepala dari radiasi panas, api, percikan bahan kimia ataupun suhu yang ekstrim. Kecelakaan /insiden pada saat berkerja tersebut biasanya dipicu oleh banyak faktor, antara lain kelalaian pekerja (*Human Error*), peralatan yang rusak, dan lingkungan kerja yang tidak aman (Kusuma and Devella 2022).

Penggunaan helm proyek hampir seluruhnya digunakan pada berbagai bidang pekerjaan, baik pada bidang industri, bangunan, pertambangan, dan lain sebagainya. Penggunaan alat pelindung kepala juga harus memenuhi standart yang ditetapkan masing-masing negara pembuatnya, seperti standart dari OSHA (Occupational Safety and Health Administration) yang sesuai di rekomendasikan alat pelindung kepala yang memenuhi standar ANSI/ ISEA Z89.1-2014 (American National Standard Institute), adapun standart JIS T8131 (Japan Industrial Standard) dan standart indonesia SNI (Standard Nasional Indonesia).

Berkembangnya teknologi membuat orang-orang berlomba membuat inovasi yang beragam, inovasi yang di kembangkan diantaranya agar teknologi yang di ciptakan lebih efisien, lebih bermanfaat dan tidak banyak menimbulkan kerusakan. Salah satu perkembangan teknologi tersebut adalah pada bidang komposit, yang telah menghasilkan produk komposit yang merupakan serat *carbon fiber* dan *fiber glass*.

Serat *carbon fiber* terbuat dari polimer organik dan terdiri dari untaian panjang molekul yang disatukan oleh atom karbon. Sebagian besar serat karbon (sekitar 90%) dibuat dari proses poliakrilonitril (PAN). Sejumlah kecil (sekitar 10%) dibuat dari proses *pitch petroleum*. Untuk menciptakan efek dan kualitas serat karbon spesifik membutuhkan berbagai macam bahan gas, cairan, dan bahan lainnya. Sedangkan *fiber glass* adalah bahan yang diproduksi dengan menggabungkan filamen kaca yang sangat tipis dikombinasikan dengan komposisi resin. *Fiber glass* material bersifat ringan, tahan lama dan kuat. *Fiber glass* juga tahan benturan, tahan korosi dan memiliki rasio kekuatan terhadap berat yang sedang.

Berdasarkan hal tersebut, pegabungan serat *carbon fiber* dan *fiber glass* adalah kombinasi yang baik untuk pembuatan helm proyek, di karenakan serat *carbon fiber* sebagai bahan penguat dalam komposit untuk pembuatan tempurung helm

serta serat *carbon glass* sebagai pelapis serat carbon karena memiliki sifat yang kuat, tahan benturan dan tahan korosi.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah pada penelitian adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana cara pemanfaatan serat *hybrid carbon fiber* dan *fiber glass* sebagai bahan penguat dalam pembuatan helm proyek?
2. Seberapa besar kekuatan *impact charpy* komposit yang diperkuat serat *hybrid carbon fiber* dan *fiber glass* untuk bahan helm proyek?

1.3 Ruang Lingkup

Dalam penelitian tugas akhir ini ruang lingkup meliputi sebagai berikut:

1. Pembuatan helm proyek yang menggunakan bahan serat *carbon fiber* dan *fiber glass* yang dicetak dengan cetakan helm berbahan penguat *fiber glass* dengan metode *hand lay up*.
2. Pengujian kekuatan *impact charpy* bahan komposit yang diperkuat serat *carbon fiber* dan *fiber glass* untuk bahan helm proyek.

1.4 Tujuan

Adapun tujuan yang ingin dicapai dalam melakukan penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui pembuatan helm proyek yang diperkuat serat *carbon fiber* dan *fiber glass*.
2. Untuk mengetahui perbandingan spesifikasi helm komposit dengan helm standart.
3. Untuk mengetahui kekuatan pada bahan komposit serat *carbon fiber* dan *fiber glass* dengan menggunakan pengujian *impact charpy*.

1.5 Manfaat

1. Penelitian ini diharapkan dapat menambah informasi dan wawasan mengenai pemanfaatan serat *hybrid carbon fiber* dan *fiber glass* sebagai bahan untuk pembuatan sefty helm dengan metode *hand lay up*.
2. Dapat mengetahui kekuatan *impact charpy* pada bahan komposit yang diperkuat serat *hybrid carbon fiber* dan *fiber glass*.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Helm Proyek

Peraturan Menteri Ketenagakerjaan Nomor 8/MEN/VII/2010, Alat Pelindung Diri (APD) Adalah suatu alat yang mempunyai kemampuan untuk melindungi seseorang yang fungsinya mengisolasi sebagian atau seluruh tubuh dari bahaya potensi di tempat kerja Setiap perusahaan wajib untuk menyediakan APD sesuai dengan Standar Nasional Indonesia (SNI) bagi pekerjanya.Salah satu contoh APD adalah helm proyek.

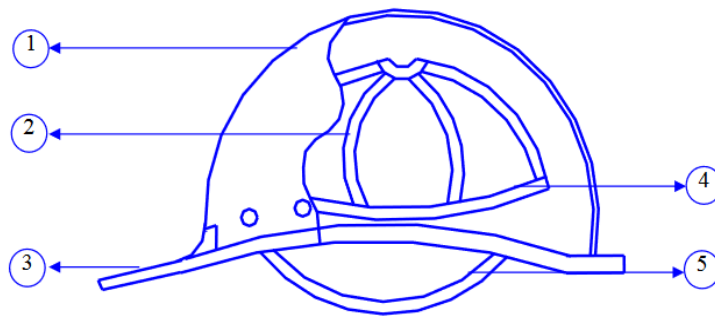
Helm proyek ini berfungsi untuk melindungi kepala dari pukulan, benturan, atau kejatuhan benda tajam dan berat yang melayang atau jatuh dari udara. Helm ini juga dapat melindungi kepala dari radiasi panas, api, percikan bahan kimia ataupun suhu yang ekstrim.Selain untuk pelindung pada bagian kepala Helm proyek ini juga dibedakan menjadi beberapa jenis menurut warnanya berdasarkan jabatan seseorang yaitu :

1. Helm proyek warna putih biasanya dipakai oleh manager, pengawas, insinyur, dan mandor.
2. Helm proyek warna biru biasanya dipakai oleh site supervisor, electrical, contractor atau pengawas sementara.
3. Helm proyek warna kuning biasanya dipakai oleh sub contractor atau pekerja umum.
4. Helm proyek warna hijau biasanya dipakai oleh pengawas lingkungan.
5. Helm proyek warna pink biasanya dipakai oleh pekerja baru atau magang.
6. Helm proyek warna orange biasanya dipakai oleh tamu perusahaan.
7. Helm proyek warna merah biasanya dipakai oleh safety officer yang bertanggung jawab untuk memeriksa sistem keselamatan yang sudah terpasang dan berfungsi sesuai dengan standar yang ditetapkan.



Gambar 2.1 Warna Helm Proyek
(Rizka Bayu Rahmadhani 2017)

Bagian bagian umum helm proyek dapat di lihat dari gambar 2.2



Gambar 2.2 Bagian-Bagian Helm Proyek

Keterangan gambar :

1. Tempurung
2. Jaring peredam benturan
3. Pelindung sinar matahari
4. Tali cincin
5. Tali dagu

1. Tempurung adalah lapisan keras yang berfungsi melindungi kepala terhadap benturan atau goresan dengan benda keras atau benda tajam. Sifat material yang keras, homogen, liat, lentur, dan tahan terhadap perubahan cuaca.

2. Jaring, berfungsi untuk mengatur dan mengikat helm ke kepala dengan baik. Jaring ini bersifat kuat dan tidak mulur. Ukuran jaring helm dapat diatur atau dibuat tetap.
3. Pelindung sinar matahari, berfungsi untuk melindungi mata dari cahaya matahari yang langsung mengenai mata. Syarat bahannya tidak begitu ketat, tapi yang penting bisa menahan sinar matahari yang akan masuk kemata. Pelindung ini ada yang menyatu dengan tempurung helm, dan ada juga yang dipasangkan kemudian (*optional*).
4. Peredam benturan (*absorber*), berfungsi meredam energi benturan, sehingga energi benturan tidak diteruskan ke kepala. Lapisan ini bersifat lunak dan liat, tetapi tidak kenyal.
5. Tali cincin, berfungsi untuk mengikat jaring helmet
6. Bantalan kepala, bersifat lunak dan berfungsi untuk memberikan kenyamanan pada pemakai helm. Bantalan kepala ini bisa juga berbentuk jaringan atau konstruksi lain yang berhubungan langsung dengan kepala.
7. Tali dagu, yang berfungsi agar jaring pengikat helm dapat terpasang di kepala dengan baik dan kuat. Perlengkapan ini merupakan aksesoris. Terbuat dari plastik atau bahan-bahan lain yang lembut dan tidak menimbulkan kerusakan kulit. Tali dagu lebarnya minimum 20 mm dan harus benar-benar berfungsi sebagai pengikat helm ketika dikenakan di kepala.

Helm industri pada umumnya memiliki standarisasi yang berbeda-beda berdasarkan jenis material dan penggunaannya. Berikut ini klasifikasi helm industri menurut JIS. Dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Klasifikasi Dan Simbol *JIS* (1982)

Kelas (simbol)	Fungsi	Klasifikasi berdasarkan bahan tempurung	Klasifikasi berdasarkan ketahanan terhadap tegangan listrik
A	Untuk melindungi atau mengurangi bahaya dari benda melayang atau jatuh	<i>Synthetic Resin</i>	Tidak tahan teradap tegangan listrik
B	Untuk melindungi atau mengurangi bahaya akibat benturan	<i>Synthetic Resin</i>	Tidak tahan teradap tegangan listrik
AB	Untuk melindungi atau mengurangi bahaya dari benda melayang atau jatuh dan benturan	<i>Synthetic Resin</i>	Tidak tahan teradap tegangan listrik
AE	Untuk melindungi atau mengurangi bahaya dari benda melayang atau jatuh dan untuk melindungi dari bahaya kejutan listrik di kepala	<i>Synthetic Resin</i>	Tidak tahan teradap tegangan listrik
ABE	Untuk melindungi atau mengurangi bahaya dari benda melayang atau jatuh dan benturan dan untuk melindungi dari bahaya	<i>Synthetic Resin</i>	Tidak tahan teradap tegangan listrik

Sedangkan ANSI mengelompokan dalam dua tipe, yaitu:

1. Helm yang di gunakan untuk melindungi kepala dari benda yang jatuh bebas dari ketinggian tertentu umumnya di gunakan oleh pekerja konstruksi.

2. Helm yang di gunakan adalah untuk melindungi kepala dari benda yang jatuh bebas dan juga dari benda yang datang dari arah lateral baik dari depan samping dan belakang, tipe ini di gunakan oleh petugas pemadam kebakaran.

Proses pembuatan helm pabrikan sesuai standar meliputi ada tiga proses yaitu:

1. *Molding injection*

Merupakan proses awal dari pembuatan helm. Sebagai awalan akan dipilih biji plastik sesuai standar produksi. Biji plastik yang sudah dipilih kemudian di masukan ke dalam mesin molding injection. Biji plastik akan dicairkan dan dipadatkan, kemudian dicetak menjadi bagian-bagian helm seperti batok helm, pet, hingga visor. Untuk membuat satu batok helm dibutuhkan waktu 48 detik.

2. *Painting*

Setelah batok helm beserta pernik aksesorinya selesai dicetak, tahapan berikutnya adalah proses painting atau pengecatan. Pada tahap ini ada sebanyak tiga sampai empat proses yang harus dilewati sebuah helm, pertama-tama helm harus dibersihkan dulu dari kotoran dan debu. Langkah kedua, helm akan di cat dengan beragam warna sesuai order. Proses terakhir adalah melapisi batok helm dengan lapisan pengkilat.

3. *Assembling*

Setelah helm selesai dicat, dan pernik aksesorisnya selesai dibuat, maka tahap selanjutnya adalah assembling. Pada tahap ini semua komponen yang terpisah akan disatukan sehingga menjadi helm yang utuh dan siap dipasarkan.

4. Pengujian

Untuk menjaga kualitas dan memastikan helm yang diproduksi sesuai standar keselamatan yang ditentukan pemerintah, maka dilakukan juga pengujian.

Seiring dengan kemajuan teknologi dibidang material yang maju dan ramah lingkungan. Maka banyak dikembangkan material komposit dengan menggunakan

penguat serat buatan.

Komposisi material bahan helm tersebut diambil berdasarkan fraksi berat material penyusun dari masing-masing material pendukungnya dengan variasi terhadap resin dan serat.

Adapun metode penelitian ini adalah mengaplikasikan langkah-langkah pembuatan helm proyek berbahan serat *carbon fiber* dan *fiber glass*

2.2 Komposit

Pengertian komposit adalah kombinasi dari dua material atau lebih yang memiliki fasa yang berbeda menjadi suatu material baru yang memiliki properti lebih baik dari keduanya. Komposit bisa diartikan bahan yang terbentuk apabila dua atau lebih komponen yang berlainan digabung (Kroschwitz, 1987).

Bahan komposit pada umumnya terdiri dari dua unsur, yaitu serat (fiber) sebagai bahan pengisi dan bahan pengikat serat-serat tersebut yang disebut matrik. Didalam komposit unsur utamanya adalah serat, sedangkan bahan pengikatnya menggunakan bahan polimer yang mudah dibentuk dan mempunyai daya pengikat yang tinggi. Penggunaan serat sendiri yang diutamakan untuk menentukan karakteristik bahan komposit, seperti : kekakuan, kekuatan serta sifat-sifat mekanik yang lainnya (Yani, Suroso, and Rajali 2019).

2.2.1 Klasifikasi Bahan Komposit

Secara umum pengelompokan bahan komposit dapat dibedakan menjadi dua, yaitu berdasarkan matrik dan penguatnya. Berdasarkan matriknya komposit dapat digolongkan menjadi tiga (Courtney, 1983) yaitu:

1. Komposit matrik logam (KML), yaitu logam sebagai matrik.
2. Komposit matrik polimer (KMP), yaitu polimer sebagai matrik.
3. Komposit matrik keramik (KMK), yaitu keramik sebagai matrik.

Sedangkan berdasarkan unsur penguatnya, menurut Courtney (1983) dapat dibedakan menjadi tiga:

1. *Fiber composites* (komposit serat) adalah gabungan serat dengan matrik.
2. *Flake composites* adalah gabungan serpih rata dengan matrik.
3. *Particulate composites* adalah gabungan partikel dengan matrik

2.2.2 Matrik

Matrik dalam komposit berfungsi sebagai bahan pengikat serat menjadi sebuah struktur, melindungi dari kerusakan eksternal, meneruskan atau memindahkan beban eksternal pada bidang geser antara serat dan matrik, sehingga matrik dan serat saling berhubungan. Beberapa manfaat matriks dalam komposit antara lain (Dorel. Hal:33) :

- 1) Menghubungkan serat dan melindungi permukaan serat.
- 2) Tidak ada perambatan retakan/kegagalan.
- 3) Efisien memindahkan tegangan keserat dengan perekatan dan gesekan bila komposit terbebani.
- 4) Suhu sesuai dengan serat yang dipakai.
- 5) Susunan kimia cocok dengan serat.

Matrik pada komposit yaitu berbentuk:

2.2.2.1 PMC (*Polymer Matrix Composite*)

PMC (*Polymer Matrix Composite*) terdiri dari suatu resin (plastik penguat dengan berat molekul tinggi) polimer sebagai sebagai matrik dengan serat-serat sebagai media penguat. Bahan tersebut digunakan paling banyak ragamnya dari aplikasi komposit, juga dalam jumlah terbanyak dalam temperatur ruang, mudah difabrikasi, dan murah. Matrik ini paling umum digunakan pada material komposit. Karena memiliki sifat yang lebih tahan terhadap korosi dan lebih ringan. Matrik polimer terbagi dua yaitu termoset dan termoplastik. Perbedaannya termoset tidak dapat di daur ulang sedangkan termoplastik dapat di daur ulang.

2.2.2.2 MMC (*Metal Matrix Composite*)

MMC (*Metal Matrix Composite*) adalah logam ulet. Bahan tersebut digunakan pada temperatur lebih tinggi daripada logam dasarnya, penguatan memperbaiki kekakuan spesifiknya, kekuatan spesifiknya, ketahanan abrasi, ketahanan rangkaknya, konduktivitas panasnya, dan kestabilan dimensinya, beberapa keuntungan bahan tersebut melebihi komposit matrik polimer termasuk temperatur operasi yang lebih tinggi, tidak mudah terbakar, dan ketahanan degradasinya lebih baik daripada fluida organik.

2.2.2.3 CMC (*Ceramic Matrix Composite*)

CMC (*Ceramic Matrix Composite*) bahan keramik tahan oksidasi dan keusangan pada temperatur tinggi yang wataknya tidak mudah patah getas, beberapa bahan tersebut ideal untuk penggunaan pada temperatur tinggi dan tegangan tinggi khususnya untuk komponen pada mesin-mesin mobil dan turbin gas pesawat terbang.

2.2.3 Resin Epoxy

Resin *epoxy* adalah resin sintesis jenis polimer thermosetting yang digunakan secara luas dalam aplikasi komposit struktural dan molekul resinnya mengandung satu atau lebih gugus epoksida (*epoxide*) yang tidak dapat didapati pada resin thermosetting lainnya. Struktur molekulnya dapat disesuaikan sesuai kebutuhan seperti untuk mendapatkan viskositas yang diinginkan. Terdapat dua jenis *epoxy* yaitu : *glycidyl epoxy* dan *non-glycidyl epoxy*. Salah satu jenis *glycidyl epoxy* yang paling umum adalah *epoxy* yang dibuat dengan bahan baku *Bisphenol-A* yang direaksikan dengan *Epichlorohydrin*. Jenis resin *epoxy* lain yang sering digunakan adalah *epoxy* berbahan dasar novolac (Johnson, 2017).

Resin *epoxy* memiliki sifat tahan terhadap perubahan yang biasanya dimiliki unsur-unsur kimia padat pada umumnya. Sifat rekatnya yang tinggi dihasilkan selama proses konversi dari cair ke padat. Polimer *epoxy* memiliki banyak varian sifat yang berbeda tergantung bahan kimia dasar dalam resin, hal ini membuat *epoxy* sangat cocok untuk aplikasi komposit (Boyle, et al.).

2.2.4 Katalis

Metyl Etyl Keton Peroksida (MEKPO) merupakan bahan kimia yang juga dikenal dengan sebutan katalis. Katalis ini merupakan senyawa polimer cair berwarna bening. Fungsi dari katalis ini adalah agar proses pengeringan (Curing) pada resin lebih cepat. Semakin banyak katalis yang dicampurkan pada resin maka akan mempercepat proses pengeringan, tetapi mencampurkan katalis terlalu banyak akan menyebabkan hasil dari komposit menjadi getas dan tidak bagus, penggunaan katalis digunakan sesuai dengan kebutuhan (Purwanto & Johar 2008).

2.2.5 Kelebihan Bahan Komposit

Bahan komposit mempunyai beberapa kelebihan dibanding dengan bahan konvensional. Kelebihan tersebut pada umumnya dapat dilihat dari beberapa sudut yang penting seperti sifat-sifat mekanikal dan fisikal, keupayaan (*Reliability*), kemampuan proses dan biaya. Seperti yang diuraikan pada sifat – sifat mekanikal dan fisikal dibawah ini :

1. Bahan komposit memiliki *density* yang jauh lebih rendah berbanding dengan bahan konvensional. Ini memberikan implikasi yang penting dalam konteks penggunaan karena komposit akan mempunyai kekuatan dan kekakuan spesifik yang lebih tinggi dari bahan konvensional.
2. Dalam industri terdapat kecenderungan untuk menggantikan komponen yang terbuat dari logam dengan komposit telah terbukti komposit mempunyai rintangan terhadap fatigue yang baik terutama komposit yang menggunakan serat fiber.
3. Kelemahan logam yang lebih terlihat jelas adalah rintangan terhadap lemah terutama produk yang dalam kebutuhan sehari-hari. Kecenderungan komponen logam untuk mengalami kikisan menyebabkan biaya pembuatan menjadi lebih tinggi. Bahan komposit sebaliknya mempunyai rintangan terhadap kikisan yang lebih baik.
4. Bahan komposit juga mempunyai kelebihan dari segi *versatility* (berdaya guna) yaitu produk yang mempunyai gabungan sifat-sifat yang menarik yang dapat dihasilkan dengan mengubah sesuai jenis matriks dan serat yang digunakan.

Contoh dengan menggabungkan lebih dari satu serat dengan matriks untuk menghasilkan komposit.

5. Massa jenis rendah (ringan).
6. Lebih kuat (*stiff*), ulet (*tough*), tidak getas, dan lebih ringan.
7. Perbandingan kekuatan dan berat yang menguntungkan.
8. Koefisien pemuaian yang rendah.
9. Tahan terhadap cuaca dan korosi.
10. Proses manufaktur mudah dibentuk.

2.2.6 Karakteristik Material Komposit

Komposit dikenal sebagai bahan teknologi karena diperoleh dari hasil teknologi pemrosesan bahan. Kemajuan teknologi pemrosesan bahan, dewasa ini telah menghasilkan bahan teknik yang dikenal sebagai bahan komposit. Karakteristik komposit ditentukan berdasarkan karakteristik material penyusun dan dapat ditentukan secara teoritis dengan pendekatan metode *rule of mixture* (ROM), sehingga akan berbanding secara proporsional. Bentuk (dimensi) dan struktur (ikatan) penyusun komposit juga akan mempengaruhi karakteristik komposit, begitu pula bila terjadi interaksi antar penyusun akan meningkatkan sifat dari komposit. Sifat bahan komposit sangat dipengaruhi oleh sifat dan distribusi unsur penyusun, serta interaksi antara keduanya. Parameter penting lain yang mungkin mempengaruhi sifat bahan komposit adalah bentuk, ukuran, orientasi dan distribusi dari penguat (*filler*) dan berbagai ciri-ciri dari matriks. Sifat mekanik merupakan salah satu sifat bahan komposit yang sangat penting untuk dipelajari. Untuk aplikasi struktur, sifat mekanik ditentukan oleh pemilihan bahan. Sifat mekanik bahan komposit bergantung pada sifat bahan penyusunnya. Ada tiga faktor yang menentukan sifat-sifat dari material komposit, yaitu :

1. Material pembentuk. Sifat-sifat intrinsik material pembentuk memegang peranan yang sangat penting terhadap pengaruh sifat kompositnya.

2. Susunan struktural komponen. Dimana bentuk serta orientasi dan ukuran tiap-tiap komponen penyusun struktur dan distribusinya merupakan faktor penting yang memberi kontribusi dalam penampilan komposit secara keseluruhan (Siregar,et al 2020)

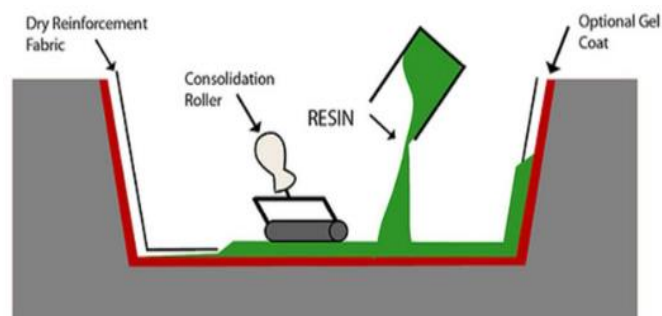
3. Interaksi antar komponen. Karena komposit merupakan campuran atau kombinasi komponen-komponen yang berbeda baik dalam hal bahannya maupun bentuknya. Maka, sifat kombinasi yang diperoleh pasti akan berbeda.

2.3 Metode Pembuatan Komposit

Dalam Pembuatan Komposit ada tiga (3) metode yang dapat digunakan, antara lain sebagai berikut:

1. Pencetakan Tangan (*Hand Lay-Up*)

Hand lay-up adalah metode yang paling sederhana dan merupakan proses dengan metode terbuka dari proses fabrikasi komposit. Proses dari pembuatan dengan metoda ini adalah dengan cara menuangkan resin dengan tangan kedalam serat berbentuk anyaman, rajuan atau kain, kemudian memberi tekanan sekaligus meratakannya menggunakan rol atau kuas. Aplikasi: pembuatan kapal, bodi kendaraan, bilah turbin angin, bak mandi, perahu. Dapat di lihat pada gambar 2.3.

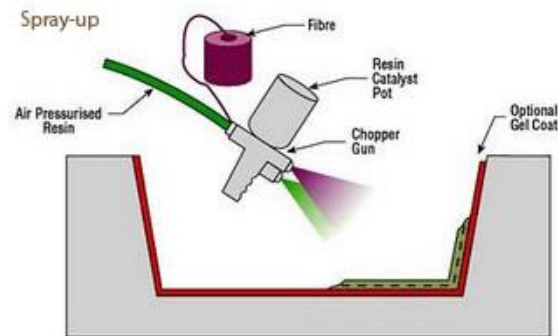


Gambar 2.3 Proses *Hand Lay-Up*

(sumber : Gibson, 1994)

2. Pencetakan Semprot (*Spray Up*)

Metode pembuatan komposit dengan pencetakan semprot dilakukan menggunakan alat semprot yang berisikan resin dan bahan pengisinya, yang kemudian semprotkan resin dan bahan pengisinya secara bersamaan ke dalam cetakan kaca. Metode ini pada umumnya diaplikasikan pada bak mandi, panel-panel, dan sampan. Dapat di lihat pada gambar 2.4.

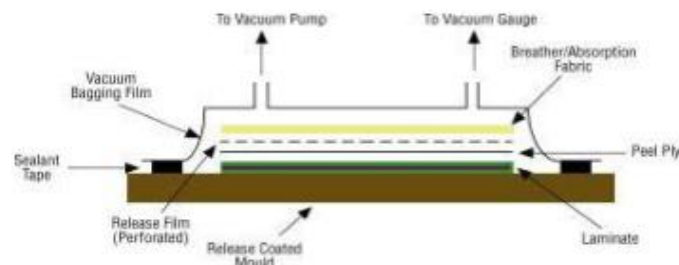


Gambar 2.4 Proses *Spray Up*

(sumber: Anonim, 2002)

3. Pengemasan Vakum (*Vaccum Bagging*)

Metode pembuatan komposit dengan pengemasan vakum dilakukan menggunakan pompa vakum yang berfungsi untuk menghisap udara yang berada di dalam tempat diletakkannya komposit yang nantinya dilakukan proses pencetakan. Metode ini pada umumnya diaplikasikan pada pembuatan perahu, kapal pesiar, dan komponen mobil balap. Dapat di lihat pada gambar 2.5.



Gambar 2.5 *Vaccum Bagging*

(sumber: Anonim, 2002)

2.4 Pengertian Serat

Serat adalah bahan yang digunakan untuk dapat memperbaiki sifat dan struktur matrik yang tidak dimilikinya, juga diharapkan mampu menjadi bahan penguat matrik pada komposit untuk menahan gaya yang terjadi.

2.4.1 Letak Serat

Dalam pembuatan komposit, tata letak dan arah serat dalam matrik yang akan menentukan kekuatan mekanik komposit, Untuk memperoleh komposit yang kuat harus dapat memampatkan serat dengan benar. Berdasarkan penempatannya terdapat beberapa tipe serat pada komposit, yaitu:

1. *Continuous Fiber Composite*

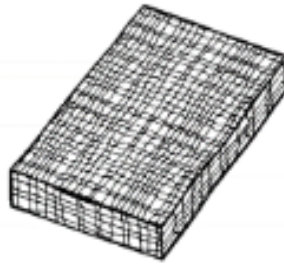
Continuous atau *uni-directional*, mempunyai susunan serat panjang dan lurus, membentuk lamina diantara matriknya. Jenis komposit ini paling sering digunakan. Tipe ini mempunyai kelemahan pada pemisahan antar lapisan. Hal ini dikarenakan kekuatan antar lapisan dipengaruhi oleh matriknya. Dapat di lihat pada gambar 2.6.



.Gambar 2.6 *Continuous Fiber Composite*
(Ronald F. Gibson 1994)

2. *Woven Fiber Composite*

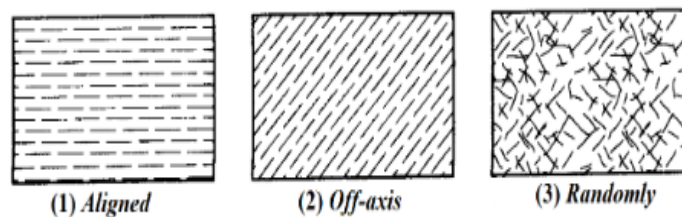
Komposit ini tidak mudah dipengaruhi pemisahan antar lapisan karena susunan seratnya juga mengikat antar lapisan. Akan tetapi susunan serat memanjangnya yang tidak begitu lurus mengakibatkan kekuatan dan kekakuan akan melemah. Dapat di lihat pada gambar 2.7



Gambar 2.7 *Woven Fiber Composite*
(Ronald F. Gibson 1994)

3. *Discontinuous Fiber Composite*

Discontinuous Fiber Composite adalah tipe komposit dengan serat pendek. Tipe komposit dengan serat pendek yang digolongkan menjadi tiga jenis diantaranya. Dapat dilihat pada gambar 2.8.

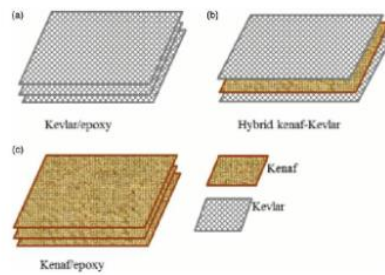


Gambar 2.8 *Discontinuous Fiber*
(Ronald F. Gibson 1994)

1. *Aligned discontinuous fiber* (serat pendek dengan tipe searah)
2. *Off-axis aligned discontinuous fiber* (serat pendek dengan tipe silang)
3. *Randomly oriented discontinuous fiber* (serat pendek dengan tipe acak)

4. *Hybrid fiber composite*

Hybrid fiber composite menggunakan dua atau lebih jenis fiber dengan tujuan untuk meningkatkan kekuatan mekanik, sebagai contoh komposit hibrida serat kenaf/kevlar dengan matriks epoksi. Dapat dilihat pada gambar 2.9



Gambar 2.9 Tipe *Hybrid Fiber Composite*

(Ridwan et al., 2014)

2.4.2 Panjang Serat

Serat panjang lebih kuat dibandingkan dengan serat pendek. Oleh karena itu panjang dan diameter sangat berpengaruh pada kekuatan maupun modulus komposit. Serat panjang (*continous fibre*) lebih efisien dalam peletakkannya daripada serat pendek.

2.4.3 Bentuk Serat

Bentuk serat tidak mempengaruhi, yang mempengaruhi adalah diameter seratnya. Pada umumnya, semakin kecil diameter serat akan menghasilkan kekuatan komposit yang lebih tinggi. Selain bentuknya kandungan seratnya juga mempengaruhi (Schwartz, 1984)

2.4.4 Jenis-Jenis Serat

Berdasarkan asal zat kimia seratnya, serat di kelompokkan menjadi serat buatan dan serat alami.

1. Serat buatan adalah serat yang molekulnya sengaja disusun oleh manusia yaitu *carbon fiber* dan *fiber glass*.

2. Serat alam adalah serat yang molekulnya terbentuk secara alami. Serat alam dikelompokkan kedalam serat yang berasal dari tumbuhan dan hewan. Serat tumbuhan dapat di peroleh dari bagian biji, batang, daun dan buahnya. Sedangkan serat hewan dapat diperoleh dari bagian bulu atau rambut binatang.

Pada penelitian ini serat yang dimanfaatkan sebagai bahan baku penelitian komposit yaitu :

2.4.5 Carbon Fiber

Carbon fiber merupakan serat yang terdiri dari sekurang-kurangnya 92% atom karbon. *Carbon fiber* dibuat dengan dari material PAN (*Polyacrylonitrile*) dan rayon, melalui tiga tahap proses yaitu :

1. Stabilisasi = peregangan dan oksidasi
2. Karbonisasi = pemanasan untuk melepaskan atom non-carbon dalam bentuk gas, seperti karbon dioksida (CO²), Hidrogen (H) ,Nitrogen (N)
3. Grafitisasi = Meningkatkan modulus elastisitas.

Sifatnya yang kuat tetapi ringan merupakan salah satu keunggulan yang dimiliki oleh *carbon fiber* dibandingkan dengan besi maupun baja. Adapun sifat - sifat fisika dari *carbon fiber*.Dapat dilihat dari table 2.2.

Tabel 2.2 Sifat fisika dari Carbon Fiber

Sifat fisik	Keterangan
Derajat polimerisasi	1000
Massa jenis (g/mL)	1,75
Titik leleh (°C)	3600
Titik didih (°C)	4200
Panas Pembakaran (kJ/mol)	-393,51
Panas Peleburan (kJ/mol)	46

Carbon fiber memiliki *tensile strength* yang lebih baik dibandingkan material lainnya. Dari tabel 2.3 dapat dilihat *tensile strength* dari beberapa material termasuk *Carbon fiber* (Udupi. 2010).

Tabel 2.3 Tensile Strength Beberapa Material

Material	<i>Tensile Strength</i> (MPa)
Carbon steel 1090	3600
High Density Polyethylene (HDPE)	37
Stainless steel AISI 302	860
Aluminium 2014-T6	483
Carbon Fiber	4127
Kevlar	2757

Selain *tensile strength* yang tinggi daripada material lain, *carbon fiber* juga memiliki *tensile modulus* yang tinggi yaitu sekitar 230 GPa bergantung pada bahan baku yang digunakan pada proses pembuatan. *Carbon fiber* juga memiliki sifat tahan akan api ,serta tahan terhadap sebagian besar bahan kimia. Selain itu, *carbon fiber* bersifat stabil terhadap pengaruh dari luar seperti : udara, panas, dan air.

2.4.6 *Fiber glass*

Serat gelas atau *fiber glass* merupakan serat yang paling sering digunakan untuk pembuatan komposit karena serat gelas dinilai mempunyai sifat-sifat yang baik dan kekuatan yang tangguh. Serat jenis ini biasanya digunakan sebagai penguat matrik jenis polimer. Komposisi kimia serat gelas sebagian besar adalah Si dan sisanya adalah oksida aluminium (Al), kalsium (Ca), magnesium (Mg), natrium (Na), dan unsur-unsurnya. Berdasarkan bentuknya serat gelas dapat dibedakan menjadi beberapa macam antara lain (Santoso, 2002) :

1. *Roving*, berupa benang panjang yang digulung mengelilingi silinder. Dapat dilihat pada gambar 2.10.



Gambar 2.10 Serat *Glass Roving*

2. *Chopped Strand*, adalah strand yang dipotong-potong dengan ukuran tertentu kemudian digabung menjadi satu ikatan. Dapat dilihat pada gambar 2.11.



Gambar 2.11 Serat *Chopped Strand*

3. *Reinforcing Mat*, berupa lembaran *chopped strand* dan *continuous strand* yang tersusun secara acak. Dapat di lihat pada gambar 2.12.



Gambar 2.12 Serat *Glass Reinforcing Mat*

4. *Woven Roving*, berupa benang panjang yang dianyam dan digulung pada Silinder. Dapat di lihat pada gambar 2.13.



Gambar 2.13 Serat *Glass Woven Roving*

Serat Glass dibedakan menjadi beberapa jenis diantaranya E-Glass, C-Glass, dan S-Glass. Masing-masing jenis serat Glass memiliki karakteristik yang berbeda-beda yang ditunjukkan pada Tabel 2.4

Tabel 2.4 Sifat-Sifat Serat Glass (Nugroho 2007)

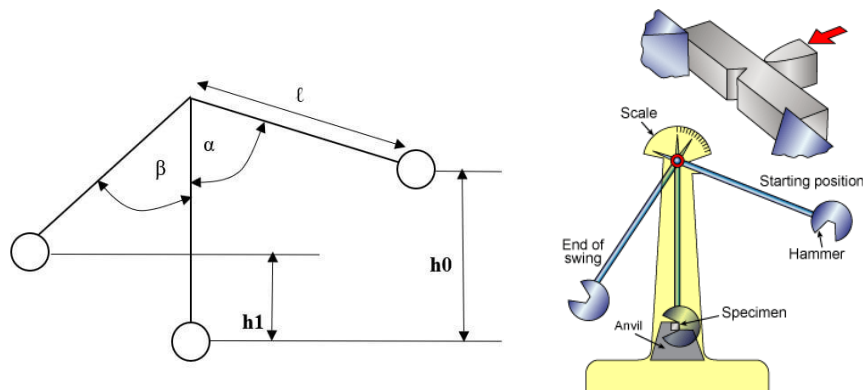
No	Jenis Serat		
	E-GLASS	C-GLASS	S-GLASS
1	Isolator listrik yang baik	Tahan terhadap korosi	Modulus lebih tinggi
2	Kekuatannya tinggi	Kekuatannya lebih rendah dari E-Glass	Lebih tahan terhadap suhu tinggi
3	Harganya lebih terjangkau	Harga lebih mahal dari E-Glass	Harga lebih mahal dari E-Glass

2.5 Pengujian Impact

Pengujian *impact* menurut Malau (2008: 189), bertujuan untuk mengetahui kemampuan spesimen menyerap energi yang diberikan. Pengujian impact merupakan salah satu proses pengukuran terhadap sifat kerapuhan bahan. Sifat keuletan atau toughness dari suatu bahan yang tidak dapat terdeteksi oleh pengujian lain.

Pengujian impact dilakukan untuk mengetahui kekuatan bahan terhadap pembebanan kejut (*shock resistance*), seperti kerapuhan yang disebabkan oleh perlakuan panas atau sifat kerapuhan dari produk tuangan (*Casting*) serta pengaruh bentuk dari produk tersebut.

Pembebanan dalam proses pengujian pukul takik (*impact test*), diberikan oleh ayunan pendulum dengan berat G dan jarak terhadap sumbu putar R yang bergerak dari ketinggian h_1 pada sudut awal α . Dapat di lihat pada gambar 2.14.



Gambar 2.14 Uji *Impact Charpy*

Pada uji impact, energi yang diserap untuk mematahkan benda uji harus diukur. Setelah bandul dilepas maka benda uji akan patah, setelah itu bandul akan berayun kembali, semakin besar energi yang terserap, semakin rendah ayunan kembali dari bandul. Energi terserap biasanya dapat dibaca langsung pada skala penunjuk yang telah dikalibrasi yang terdapat pada alat pengujian. 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 pendulum (kg)

g : Gravitasi = 9,8 m/s²

r : Jarak lengan pengayun

cos α : Sudut posisi awal pendulum

cos β : Sudut posisi akhir pendulum

Besar nilai impact dapat dinyatakan dengan rumus :

$$HI = E/A \quad (2.2)$$

Dimana :

HI : Energi impact (Joule /mm²)

E : Harga yang diperlukan untuk mematahkan benda uji

A : Luas penampang (mm²)

BAB 3 METODOLOGI

3.1 Tempat dan Waktu

Berikut adalah tempat dan waktu penelitian yang dilakukan pada pembuatan helm proyek bahan komposit menggunakan serat *hybrid carbon fiber* dan *fiber glass*.

3.1.1. Tempat

Adapun tempat pelaksanaan pembuatan helm proyek dengan bahan komposit menggunakan serat *hybrid carbon fiber* dan *fiber glass* ini di Laboratorium Universitas Muhammadiyah Sumatra Utara.

3.1.2. Waktu

Adapun waktu pelaksanaan pembuatan helm proyek dengan bahan komposit menggunakan serat *hybrid carbon fiber* dan *fiber glass* ini dapat dilihat pada tabel 3.1.

Tabel 3.1 Waktu Pelaksanaa Pembuatan.

No	Kegiatan	Bulan					
		1	2	3	4	5	6
1	Pengajuan judul						
2	Studi Literatur						
3	Persiapan Alat dan Bahan						
4	Pembuatan Cetakan						
5	Pembuatan Spesimen						
6	Pengujian Spesimen						
7	Analisa Data Pengujian						
8	Penyelesaian Skripsi						

3.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan adalah alat-alat yang tersedia di rumah, adapun alat yang di beli ditoko maupun online. Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah bahan kimia yang dibeli dan mempunyai fungsinya masing-masing.

3.2.1 Alat

Pada pembahasan ini adapun alat – alat yang digunakan dalam pembuatan helm ,pembuatan spesimen dan cetakan helm sebagai berikut :

1. Helm Standar Industri

Helm standar industri berfungsi sebagai cetakan awal untuk pembuatan cetakan helm. Dapat di lihat pada gambar 3.1.



Gambar 3.1 Helm Standar Industri

2. Gerinda

Gerinda ini berguna untuk membantu memutar amplas menghaluskan dempul sisa resin, lapisan dempul dan merapikan cetakan helm. Dapat di lihat pada gambar 3.2.



Gambar 3.2 Gerinda

3. Bor

Bor ini berfungsi untuk membuat lubang pada cetakan, supaya dapat dikunci melalui mur dan baut. Dapat di lihat pada gambar 3.3.



Gambar 3.3 Bor

4. Amplas

Amplas ini berguna untuk menghaluskan lapisan dempul, amplas yang saya gunakan yaitu : amplas 1000. Dapat di lihat pada gambar 3.4.



Gambar 3.4 Amplas

5. Mur dan Baut

Mur dan baut disini berfungsi sebagai pengikat atau penyatu dua cetakan, supaya lebih kuat dan mudah ketika membuka cetakan, disini saya menggunakan mur dan baut ukuran 12 mm. Dapat di lihat pada gambar 3.5.



Gambar 3.5 Mur dan Baut

6. Kuas

Kuas ini berguna untuk membersihkan cetakan dari sisa-sisa kotoran komposit. Selain itu juga berguna untuk mengoleskan resin pada cetakan, mengoleskan mirror glass (anti lengket) pada helm dan cetakan. Dapat di lihat pada gambar 3.6.



Gambar 3.6 Kuas

7. Neraca Digital (Timbangan)

Timbangan ini berfungsi menimbang massa serat, resin yang akan digunakan. Dapat di lihat pada gambar 3.7.



Gambar 3.7 Neraca Digital (Timbangan)

8. Pengaduk

Berfungsi sebagai mengaduk resin dan katalis, yang telah dimasukkan kedalam gelas ukur. Dapat di lihat pada gambar 3.8.



Gambar 3.8 Pengaduk

9. Kunci Ring Pas

Kunci shock ini berfungsi memasang dan membuka baut yang mengikat atau menyatukan dua belah cetakan helm. Dapat di lihat pada gambar 3.9.



Gambar 3.9 Kunci Ring Pas

10. Cetakan Spesimen

Cetakan spesimen ini berfungsi sebagai wadah untuk penggabungan antara resin , serat hybrid carbon fiber dan fiber glass.Dapat di lihat pada gambar 3.10.



Gambar 3.10 Cetakan Spesimen

11. Gelas Ukur

Gelas ukur ini berfungsi untuk mendapatkan volume resin yang akan dipakai dan mencampur wadah untuk mencampur resin dengan katalis. Dapat di lihat pada gambar 3.11.



Gambar 3.11 Gelas Ukur

3.2.2 Bahan

Pada pembahasan ini ada pun bahan–bahan yang saya gunakan pada pembuatan helm,pembuatan spesimen dan cetakan helm sebagai berikut:

1. *Carbon Fiber*

Serat *carbon fiber* adalah bagian pokok utama sebagai bahan penguat untuk pembuatan helm proyek.Dapat di lihat pada gambar 3.12.



Gambar 3.12 Serat *Carbon Fiber*

2. *Fiber Glass*

Serat *fiber glass* sebagai serat gabungan dan juga berfungsi untuk melapisi cetakan/ mal helm, agar cetakan kuat dan tidak mudah rapuh. Dapat di lihat pada gambar 3.13.



Gambar 3.13 Serat *Fiber Glass*

3. Resin

Resin berfungsi sebagai bahan pengikat penguat, yang digunakan dalam pembuatan cetakan helm dan salah satu bahan material yang berfungsi sebagai pembentuk dalam pembuatan komposit. Dapat di lihat pada gambar 3.14.



Gambar 3.14 Resin

4. Katalis

Katalis sebagai bahan aktif untuk mempercepat pengerasan resin. Dapat di lihat pada gambar 3.15.



Gambar 3.15 Katalis

5. Aerosil

Aerosil berfungsi sebagai pengental dan penguat untuk membuat gelcoat pada mall (cetakan) helm agar cetakan kuat dan tidak mudah pecah. Dapat di lihat pada gambar 3.16.



Gambar 3.16 Aerosil

6. Lem dan Kardus

Lem disini saya menggunakan lem alteco fungsinya untuk melekatkan kardus sebagai pembatas cetakan atau mal pada helm proyek. Dapat di lihat pada gambar 3.17.



Gambar 3.17 Lem dan Kardus

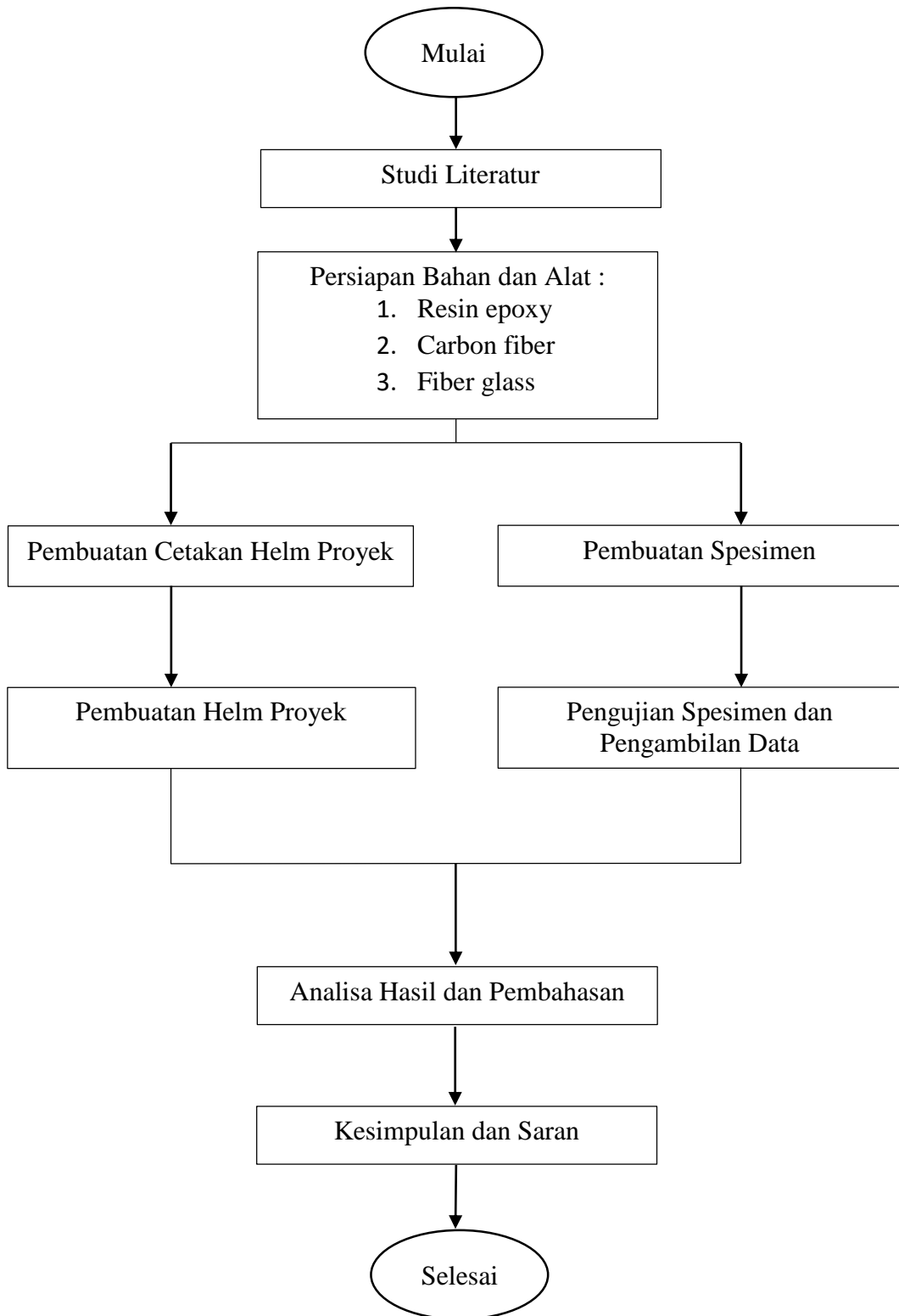
7. *Miracle Gloss*

Berfungsi untuk melapisi permukaan cetakan pada pembuatan komposit. Hal ini bertujuan untuk mencegah komposit tidak lengket pada cetakan sehingga dapat memudahkan pelepasan komposit pada cetakan. Dapat di lihat pada gambar 3.18.



Gambar 3.18 *Miracle Gloss*

3.3 Bagan Alir Penelitian



Gambar 3.19 Diagram Alir Penelitian

3.4. Langkah-Langkah Pencetakan *Mold Helm* (Cetakan Helm)

Adapun langkah-langkah proses pencetakan *mold helm* adalah sebagai berikut.:

1. Menyiapkan serat kaca (*fiber glass*), resin, katalis, serbuk penguat resin, helm (cetakan) yang sudah di beri pembatas, wadah, pengaduk , *Miracle Gloss*, dan kuas.
2. Oleskan *Miracle Gloss* secara merata pada helm yang akan dicetak.
3. Menuangkan resin kedalam wadah sebanyak 800 ml, campurkan serbuk penguat resin dan tuangkan katalis secukupnya kemudian aduk hingga merata.
4. Oleskan bahan yang sudah tercampur pada cetakan, olesi sampai dua lapisan sampai setengah kering agar cetakan kuat.
5. Setelah lapisan setengah mengering, letakan serat (*fiberglass*) pada cetakan secara perlahan sambil mengolesi bahan yang sudah tercampur secara berulang-ulang Sampai memenuhi ketebalan yang diinginkan.
6. Diamkan bahan yang dicetak didalam suhu ruangan selama 1-2 hari.
7. Rapikan cetakan menggunakan gerinda untuk memotong sisa serat dan bor bagian tengah pembatas cetakan lalu kunci cetakan menggunakan mur dan baut, supaya cetakan mudah untuk di lepaskan.

3.5. Langkah-Langkah Pembuatan Helm

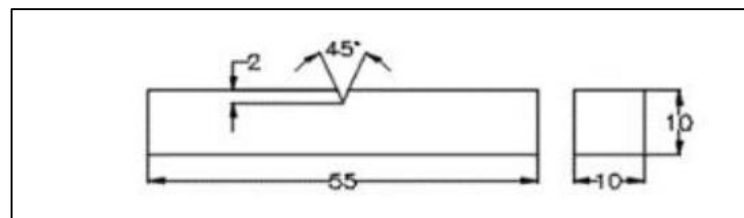
Adapun langkah-langkah proses pembuatan helm dengan metode *hand lay up* menggunakan serat *carbon fiber* dan *fiber glass* adalah sebagai berikut :

1. Menyiapkan serat *carbon fiber* forget dan *fiber glass* yang telah digunting sesuai dengan bidang yang akan di cetak.
2. Pasang cetakan helm dengan menggunakan mur dan baut.Kunci dengan menggunakan kunci ring pas agar cetakan rapat sempurna.
3. Mempersiapkan cetakan yang telah dioleskan dengan *miracle gloss*.
4. Menuangkan resin kedalam gelas ukur sebanyak 1500 ml, dan campurkan katalis ke dalam resin kemudian aduk hingga merata.
5. Mengoleskan larutan resin kedalam cetakan helm sesuai dengan komposisi yang ada.

6. Meletakkan *carbon fiber* diatas resin yang ada pada cetakan.
7. Mengoleskan kembali resin sehingga menutupi *carbon fiber* yang sudah melekat.
8. Meletakkan kembali *fiber glass* sama seperti *carbon fiber*.
9. Mengoleskan kembali resin sehingga menutupi *fiber glass*.
10. Meletakkan kembali *carbon fiber* sama seperti sebelumnya.
11. Mengoleskan kembali resin sehingga menutupi *carbon fiber*.
12. Memasukkan cetakan helm ke dalam *vacuum bag* dan mengeluarkan udara yang ada didalam *vacuum bag* agar resin yang diletakan meresap dengan baik.
13. Diamkan cetakan helm yang ada didalam *vacum bag* 1-2 hari.
14. Buka baut dan mur menggunakan kunci pass.
15. Pada tahap akhir ini lakukan pengamplasan pada helm agar mendapatkan hasil yang diinginkan.

3.6. Pembuatan Model Spesimen Uji

Pembuatan model spesimen pengujian dilakukan berdasarkan ketentuan standar ukuran spesimen uji *impact* yang digunakan yaitu : sesuai dengan standar ASTM E23 05. Dapat dilihat pada gambar 3.20.



Gambar 3.20 Model Spesimen (Dalam Satuan mm)

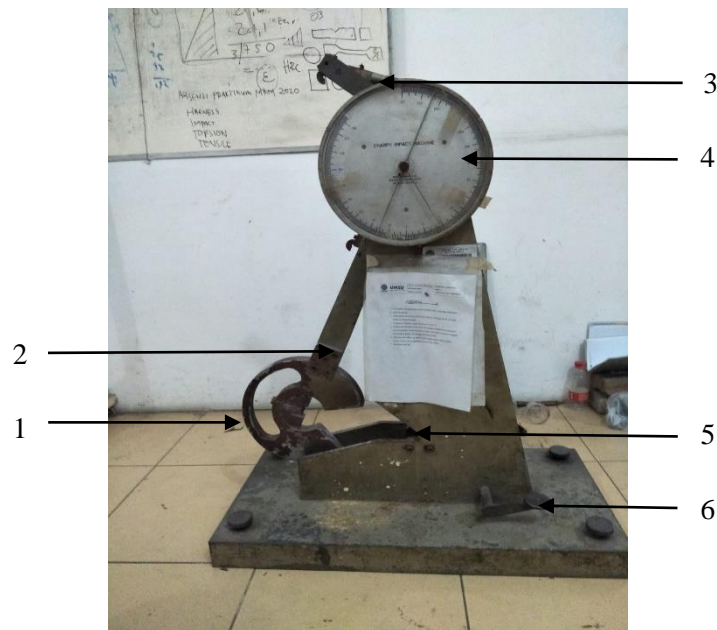
3.7. Langkah-Langkah Pencetakan Spesimen

Adapun langkah – langkah pencetakan spesimen adalah sebagai berikut:

1. Menyediakan resin dan mencampurkan katalis kedalam gelas ukur lalu diaduk hingga merata.
2. Menimbang serat sesuai komposisi yang di perlukan sesuai dengan fraksi volume serat yang telah diterapkan.
3. Mencampurkan serat *carbon fiber* dan *fiber glass* pada resin dan katalis yang sebelumnya.

4. Menyiapkan cetakan yang sudah di olesi dengan *Miracle Gloss*.
5. Meletakkan serat dicetakan dan menuangkan adonan resin dan katalis kedalam cetakan.
6. Biarkan campuran ini mengering kurang lebih 1-2 jam dan menjadi material yang keras.

3.8. Rancangan Alat Pengujian



Gambar 3.21 Alat Uji *Impact*

Keterangan :

1. Bandul
Berfungsi sebagai pembentur terhadap spesimen.
2. Lengan ayun
Berfungsi sebagai penyanggah bandul.
3. Tuas pengunci bandul
Berfungsi sebagai tumpuan bandul digunakan untuk menahan beban pada bandul.
4. Indikator
Berfungsi sebagai alat ukur.
5. Anvil support
Berfungsi sebagai dudukan pada specimen.

6. Pedal rem impact

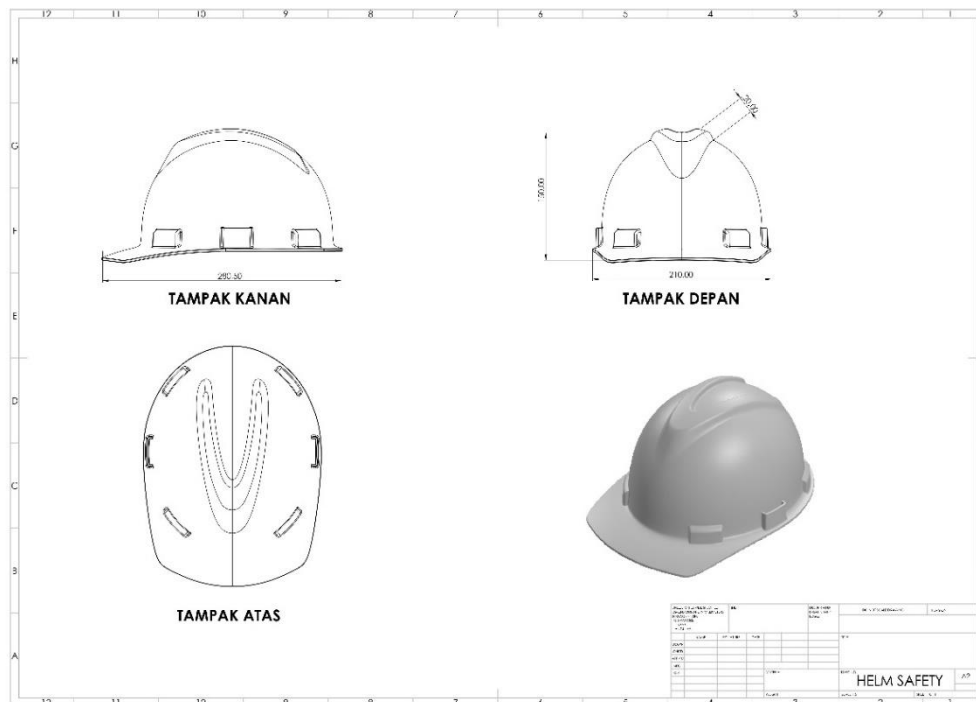
Berfungsi untuk mengerem dan menghentikan bandul ketika di jatuhkan.

3.9. Langkah-Langkah Pengujian Spesimen uji *impact charpy*

Adapun Langkah-langkah pengujian Spesimen uji *impact charpy* adalah sebagai berikut :

1. Periksa alat ukur dengan mengkalibrasi ulang alat uji *impact*.
2. Mencoba ayunan dan program apakah bagus atau tidak.
3. Memasang spesimen uji pada penahan yang terdapat pada alat uji *impact* dengan benar agar tidak mudah lepas dan bergerak.
4. Kemudian angkat pola kepala uji (Pendulum) yang terdapat pada alat uji impact.
5. Lepaskan tuas penahan pola kepala uji sehingga pola kepala uji berayun (menumbuk) dan mengenai spesimen uji.
6. Tunggu hingga pola kepala uji berhenti berayun.
7. Periksa dan ukur hasil pengujian tersebut melalui alat pencatat lalu masukan data yang telah didapatkan dari proses pengujian.

3.10 Rancangan Pembuatan Helm Proyek



Gambar 3.22 Rancangan Pembuatan

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Langkah-Langkah Pencetakan *Mold Helm* (Cetakan Helm)

Adapun langkah-langkah proses Pencetakan *Mold Helm* (Cetakan Helm) menggunakan serat serat fiber glass adalah sebagai berikut :

1. Menyiapkan helm (cetakan) yang sudah di beri pembatas, kemudian Oleskan *Miracle Gloss* secara merata pada helm yang akan dicetak. Dapat di lihat pada gambar 4.1.



Gambar 4.1 Helm Proyek

2. Menuangkan resin kedalam wadah sebanyak 800 ml, campurkan pigmen berwarna resin dan tuangkan katalis secukupnya kemudian aduk hingga merata. Dapat di lihat pada gambar 4.2.



Gambar 4.2 Pencampuran Resin

3. Menimbang serat fiber glass seberat 500 gram. Dapat di lihat pada gambar 4.3.



Gambar 4.3 Menimbang Fiber Glass

4. Oleskan bahan yang sudah tercampur pada cetakan, olesi sampai dua lapisan sampai setengah kering agar cetakan kuat.
5. Setelah lapisan setengah mengering, letakan serat (*fiberglass*) pada cetakan secara perlahan sambil mengolesi bahan yang sudah tercampur secara berulang-ulang Sampai memenuhi ketebalan yang diinginkan. Dapat di lihat pada gambar 4.4.



Gambar 4.4 Pelapisan Serat Fiber Glass

6. Diamkan bahan yang dicetak didalam suhu ruangan selama 1-2 hari
7. Rapikan cetakan menggunakan gerinda untuk memotong sisa serat dan bor bagian tengah pembatas cetakan lalu kunci cetakan menggunakan mur dan baut, supaya cetakan mudah untuk di lepaskan. Dapat di lihat pada gambar 4.5.



Gambar 4.5 Cetakan Selesai

4.2 Hasil Langkah-Langkah Pencetakan Helm Dengan Metode Hand Lay Up

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

1. Mempersiapkan cetakan helm yang sudah di oleskan mirror glaze, kemudian oleskan lapisan gel coat pada bagian dalam cetakan helm. Gel coat adalah lapisan permukaan yang memberikan tampilan dan tekstur akhir helm cetakan helm (*mold helm*). Dapat di lihat pada gambar 4.6.



Gambar 4.6 Pengolesan Cetakan

2. Menimbang serat carbon fiber seberat 150 gram dan fiber glass seberat 150 gram. Dapat di lihat pada gambar 4.7.



Gambar 4.7 Menimbang Serat

a)Carbon fiber

b)Fiber glass

3. Menuangkan resin epoxy kedalam gelas ukur sebanyak 800 gram dan mencampurkan katalis sebanyak 400 gram kedalam resin epoxy sesuai dengan rasio 1:2 yang ditentukan oleh produsen resin,kemudian aduk hingga merata. Pengadukan ini dilakukan selama kurun waktu 1-2 menit secara perlahan, agar dapat tercampur dengan baik dan tidak menyebabkan adanya gelembung udara pada resin epoxy. Dapat di lihat pada gambar 4.8.



Gambar 4.8 Mencampurkan Resin dan Katalis

4. .Masukkan serat carbon fiber seberat 150 gram secara perlahan dan merata dalam cetakan.
5. Tuangkan adonan resin secukupnya kedalam cetakan yang sudah dimasukkan serat, lakukan penuangan secara merata agar resin dapat mengikat serat secara merata.
6. Masukkan potongan serat fiber glass seberat 150 gram secara perlahan dan merata dalam cetakan.
7. Tuangkan kembali adonan resin secukupnya kedalam cetakan yang sudah dimasukkan serat, lakukan penuangan secara merata agar resin dapat mengikat serat secara merata. Dapat di lihat pada gambar 4.9.



Gambar 4.9 Memasukkan Serat Kedalam Cetakan

8. Rapikan cetakan menggunakan gerinda dan bor bagian tengah pembatas cetakan lalu kunci cetakan menggunakan mur dan baut, supaya cetakan mudah untuk di lepaskan.
9. Diamkan bahan yang dicetak didalam suhu ruangan selama 1-2 hari. Setelah beberapa hari buka baut dan mur pada cetakan untuk melepaskan hasil helm dari cetakan. Dapat di lihat pada gambar 4.10.



Gambar 4.10 Hasil Helm

4.2.1 Hasil Perbandingan Helm Proyek Menggunakan Bahan Komposit Serat Hybrid Carbon Fiber Dan Fiber Glass Dengan Helm Proyek Standart.



Gambar 4.11 Perbandingan Helm Proyek

a)Helm Komposit

b) Helm Proyek Standart

Setelah dibuat helm proyek komposit dengan menggunakan bahan komposit serat hybrid carbon fiber dan fiber glass memiliki perbandingan massa dengan helm proyek standart.Perbandingan dapat dilihat pada tabel 4.1.

Tabel 4.1 Hasil Perbandingan Helm Proyek

NO	Helm Proyek Komposit		Helm Proyek Standart	
	Spesifikasi	Satuan	Spesifikasi	Satuan
1.	Tinggi	17 cm	Tinggi	17 cm
2.	Panjang	28,5 cm	Panjang	28,5 cm
3.	Lebar	21 cm	Lebar	21 cm
4.	Berat	610 gram	Berat	280 gram

Berat standar tempurung helm proyek industri dapat bervariasi tergantung pada jenis helm dan standar keselamatan yang berlaku di tempat kerja atau dalam industri tertentu seperti contoh Helm keras (Hard Hat) yaitu Helm keras yang umum digunakan di berbagai industri, seperti konstruksi, memiliki berat standar sekitar 250 hingga 450 gram.Berdasarkan hasil perbandingan spesifikasi helm proyek komposit dengan Standart produk, maka pembuatan helm proyek komposit dengan menggunakan bahan komposit serat hybrid carbon fiber dan fiber glass, yang sudah dibuat ini melebihi standart berat helm proyek pada umumnya.

4.3 Hasil Langkah-Langkah Pembuatan Spesimen Uji Impact

Adapun langkah-langkah pembuatan spesimen uji impact menggunakan serat serat hybrid carbon fiber dan fiber glass adalah sebagai berikut :

1. Menimbang serat carbon dan fiber glass yang sudah dipotong sesuai komposisi yang dibutuhkan menggunakan timbangan digital. Dapat dilihat pada gambar 4.12.



Gambar 4.12 Menimba Serat

a) Serat Fiber Glass

b) Serat Carbon Fiber

2. Melapisi cetakan spesimen dengan mirror glaze agar komposit yang dihasilkan mudah dilepaskan dari cetakan. Dapat di lihat pada gambar 4.13.



Gambar 4.13 Cetakan Spesimen

3. Menimbang resin epoxy sesuai komposisi yang di butuhkan kemudian campurkan resin dengan Katalis sesuai dengan rasio 1:2 yang ditentukan oleh produsen resin. Dapat di lihat pada gambar 4.14.



Gambar 4.14 Campuran resin dan Katalis

4. Mempersiapkan cetakan spesimen yang sudah di olesakan mirror glaze.
5. Kemudian tuang lapisan pertama resin dan Katalis yang sudah di aduk kedalam cetkan spesimen uji impact.
6. Masukkan serat carbon dan fiber glass yang sudah ditimbang kedalam cetakan spesimen.
7. Kemudian tuang kembali sisa campuran resin dan Katalis kedalam cetakan hingga menutupi keseluruhan serat carbon dan fiber glass.
8. Menutup cetakan spesimen uji lalu membiarkan mengering beberapa jam, kemudian spesimen mengering baru cetakan dibuka.
9. Mengulangi langkah – langkah diatas sesuai komposisi spesimen uji impact.
10. Hasil dari pengeringan spesimen uji. Dapat dilihat pada gambar 4.15.



Gambar 4.15 Spesimen yang Telah Jadi

4.3.1 Hasil Pembuatan Spesimen Dengan Menggunakan Bahan Komposit Serat Hybrid Carbon Fiber Dan Fiber Glass.



Gambar 4.16 Spesimen Pengujian

Dapat dilihat dari gambar 4.16 Spesimen pengujian berjumlah 25 buah yang dimana setiap fraksi volume pada spesimen terdapat 5 buah pengujian dengan fraksi volume yang sama.

4.3.2 Fraksi Volume Spesimen Uji

Adapun perbandingan fraksi volume spesimen uji *impact* pada serat *carbon fiber* dan *fiber glass* terhadap resin epoxy. Dapat dilihat pada tabel 4.2.

Tabel 4.2 Fraksi Volume Spesimen Uji

Fraksi Volume	Berat Spesimen
50% Fiber Glass	7,1 gram
5% Fiber Glass: 25% Carbon Fiber	7,2 gram
25% Carbon Fiber : 25% Fiber Glass	7,4 gram
5 % Carbon Fiber : 25% Fiber Glass	7,2 gram
50% Carbon Fiber	7,1 gram

4.4 Hasil Langkah-Langkah Pengujian Impact Charpy

Adapun langkah-langkah pengujian impact charpy pada spesimen sebagai berikut :

1. .Memastikan alat pengujian impact dapat digunakan. Dapat dilihat gambar 4.17.



Gambar 4.17 Pengecekan Alat Pengujian Impact

2. Meletakkan Spesimen penguji pada penahan penopang posisikan di tengah-tengah, dengan takik berada membelakangi bandul. Dapat dilihat pada gambar 4.18.



Gambar 4.18 Posisi Spesimen Uji

3. Menaikkan bandul secara perlahan lahan hingga jarum penunjuk sudut menunjukkan sudut paling tinggi, dalam hal ini bandul dalam posisi terkunci. Dapat dilihat pada gambar 4.19.



Gambar 4.19 Menahan Bandul Dengan Tuas Pengunci

4. Lepas pengunci bandul sehingga bandul akan mengayun dan mematahkan spesimen uji, jangan lupa bandul mengayun sekali langsung tekan pijakan rem agar bandul berhenti mengayun.
5. Setelah spesimen uji patah kemudian lakukan pengamatan dan membuat data hasil pengujian spesimen. Dapat dilihat pada gambar 4.20



Gambar 4.20 Hasil Uji Spesimen

4.4.1 Sudut Yang Terbentuk Pada Hasil Pengujian Spesimen *Impact Charpy*

Tabel 4.3 Sudut Yang Terbentuk Pada Pengujian Impact

Fraksi volume	Speseimen	α	β
50% Fiber Glass	1A	130°	120°
	2A	130°	122°
	3A	130°	102°
	4A	130°	116°
	5A	130°	110°
5% Fiber Glass : 25% Carbon Fiber	1B	130°	81°
	2B	130°	70°
	3B	130°	80°
	4B	130°	75°
	5B	130°	100°
25 % Carbon Fiber : 25% Fiber Glass	1C	130°	50°
	2C	130°	32°
	3C	130°	40°
	4C	130°	70°
	5C	130°	29°
5 % Carbon fiber : 25 % Fiber Glass	1D	130°	128°
	2D	130°	108°
	3D	130°	66°
	4D	130°	84°
	5D	130°	120°
50 % Carbon fiber	1E	130°	75°
	2E	130°	100°
	3E	130°	84°
	4E	130°	55°
	5E	130°	120°

4.4.2 Hasil Perhitungan *Impact Charpy*

Hasil perhitungan Pengujian impact charpy pada pengujian spesimen yang berjumlah 25 buah yang dimana setiap fraksi volume pada spesimen terdapat 5 buah pengujian dengan fraksi volume yang sama.



Gambar 4.21 Spesimen 1 Sebelum Diuji dan Setelah Diuji

Spesimen 1 (Percobaan 1-5)

Dik W :6 Kg

g :9,8 m/s^2

L :60 cm =0,6 m

Dit Energi yang diserap (E)?

Penyelesaian :

Spesimen 1 (Percobaan 1)

α :130°

β :120°

$$\begin{aligned} E &= W \cdot g \cdot L (\cos\beta - \cos\alpha) \\ &= 6 \cdot 9,8 \cdot 0,6 (\cos 120^\circ - \cos 130^\circ) \\ &= 35,28 ((-0,5) - (-0,6427876097)) \\ &= 35,28 (0,1427876097) \\ &= 5,03754687 \text{ Joule} \end{aligned}$$

Spesimen 1 (Percobaan 1-5)

Dik P =55mm : 2 = 27,5mm

L=10 mm

t =10 mm

h=10 mm – 2 mm = 8 mm

Dit Besar nilai impact (HI)?

Penyelesaian :

Spesimen 1 (Percobaan 1)

$$\begin{aligned} A &= P \times h \\ &= 27,5 \times 8 \\ &= 220 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} HI &= \frac{E}{A} \\ &= \frac{5,03754687 \text{ Joule}}{220} \\ &= 0,0228979403 \text{ Joule/mm}^2 \end{aligned}$$

Nilai energi yang diserap dan besar nilai impact untuk spesimen 1 ditunjukkan pada tabel 4.4 sebagai berikut :

Tabel 4.4 Hasil perhitungan energi yang diserap dan besar nilai impact spesimen 1

Spesimen	W (kg)	L (m)	P (mm)	L (mm)	H (mm)	E (Joule)	HI (J/mm ²)
1 A	6	0,6	27,5	10	8	5,03754687	0,0228979403
2 A	6	0,6	27,5	10	8	3,981995229	0,0180999783
3 A	6	0,6	27,5	10	8	15,34242242	0,0697382837
4 A	6	0,6	27,5	10	8	7,21181281	0,0327809673
5 A	6	0,6	27,5	10	8	10,6110762	0,0482321646
Rata-rata						7,791007192	0,03834986684



Gambar 4.22 Spesimen 2 Sebelum Diuji dan Setelah Diuji

Spesimen 2 (Percobaan 1-5)

Dik $W : 6 \text{ Kg}$

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

$L : 60 \text{ cm} = 0,6 \text{ m}$

Dit Energi yang diserap (E)?

Penyelesaian :

Spesimen 2 (Percobaan 1)

$\alpha : 130^\circ$

$\beta : 81^\circ$

$$\begin{aligned}
 E &= W \cdot g \cdot L (\cos\beta - \cos\alpha) \\
 &= 6 \cdot 9,8 \cdot 0,6 (\cos 81^\circ - \cos 130^\circ) \\
 &= 35,28 ((0,156434465) - (-0,6427876097)) \\
 &= 35,28 (0,7992220747) \\
 &= 28,1965548 \text{ Joule}
 \end{aligned}$$

Spesimen 2 (Percobaan 1-5)

Dik $P = 55 \text{ mm} : 2 = 27,5 \text{ mm}$

$L = 10 \text{ mm}$

$t = 10 \text{ mm}$

$h = 10 \text{ mm} - 2 \text{ mm} = 8 \text{ mm}$

Dit Besar nilai impact (HI)?

Penyelesaian :

Spesimen 2 (Percobaan 1)

$$\begin{aligned}
 A &= P \times h \\
 &= 27,5 \times 8
 \end{aligned}$$

$$= 220 \text{ mm}^2$$

$$HI = \frac{E}{A}$$

$$= \frac{28,1965548 \text{ Joule}}{220}$$

$$= 0,1281661582 \text{ Joule/mm}^2$$

Nilai energi yang diserap dan besar nilai impact untuk spesimen 2 ditunjukkan pada tabel 4.5 sebagai berikut :

Tabel 4.5 Hasil perhitungan energi yang diserap dan besar nilai impact spesimen 2

Spesimen	W (kg)	L (m)	P (mm)	L (mm)	H (mm)	E (Joule)	HI (J/mm ²)
2B	6	0,6	27,5	10	8	28,1965548	0,1281661582
2B	6	0,6	27,5	10	8	34,74401753	0,1579273524
2B	6	0,6	27,5	10	8	28,80385458	0,1309266117
2B	6	0,6	27,5	10	8	31,80868278	0,1445849217
2B	6	0,6	27,5	10	8	16,55123916	0,0752329053
Rata-rata						28,02086977	0,12736759



Gambar 4.23 Spesimen 3 Sebelum Diuji dan Setelah Diuji

Spesimen 3 (Percobaan 1-5)

Dik W :6 Kg

g :9,8 m/s^2

L :60 cm =0,6 m

Dit Energi yang diserap (E)?

Penyelesaian :

Spesimen 3 (Percobaan 1)

α :130°

β :50°

$$\begin{aligned}
 E &= W.g.L(\cos\beta - \cos\alpha) \\
 &= 6.9,8.0,6(\cos 50^\circ - \cos 130^\circ) \\
 &= 35,28((0,6427876097) - (-0,6427876097)) \\
 &= 35,28(1,285575219) \\
 &= 45,35509373 \text{ Joule}
 \end{aligned}$$

Spesimen 3 (Percobaan 1-5)

Dik P =55mm : 2 =27,5mm

L=10 mm

t =10 mm

h=10 mm – 2 mm = 8 mm

Dit Besar nilai impact (HI)?

Penyelesaian :

Spesimen 3 (Percobaan 1)

$$\begin{aligned}
 A &= P \times h \\
 &= 27,5 \times 8
 \end{aligned}$$

$$= 220 \text{ mm}^2$$

$$HI = \frac{E}{A}$$

$$= \frac{45,35509373 \text{ Joule}}{220}$$

$$= 0,206159517 \text{ Joule/mm}^2$$

Nilai energi yang diserap dan besar nilai impact untuk spesimen 3 ditunjukkan pada tabel 4.6 sebagai berikut :

Tabel 4.6 Hasil perhitungan energi yang diserap dan besar nilai impact spesimen 3

Spesimen	W (kg)	L (m)	P (mm)	L (mm)	H (mm)	E (Joule)	HI (J/mm ²)
3C	6	0,6	27,5	10	8	45,35509373	0,206159517
3C	6	0,6	27,5	10	8	52,59668371	0,239075835
3C	6	0,6	27,5	10	8	49,70359483	0,225925431
3C	6	0,6	27,5	10	8	31,80868278	0,144584921
3C	6	0,6	27,5	10	8	16,55123916	0,0752329053
Rata-rata						39,20305884	0,178195722



Gambar 4.24 Spesimen 4 Sebelum Diuji dan Setelah Diuji

Spesimen 4 (Percobaan 1-5)

Dik $W : 6 \text{ Kg}$

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

$L : 60 \text{ cm} = 0,6 \text{ m}$

Dit Energi yang diserap (E)?

Penyelesaian :

Spesimen 4 (Percobaan 1)

$\alpha : 130^\circ$

$\beta : 128^\circ$

$$\begin{aligned}
 E &= W \cdot g \cdot L (\cos \beta - \cos \alpha) \\
 &= 6 \cdot 9,8 \cdot 0,6 (\cos 128^\circ - \cos 130^\circ) \\
 &= 35,28 ((-0,6156614753) - (-0,6427876097)) \\
 &= 35,28 (0,02712613436) \\
 &= 0,95701002 \text{ Joule}
 \end{aligned}$$

Spesimen 1 (Percobaan 1-5)

Dik $P = 55 \text{ mm} : 2 = 27,5 \text{ mm}$

$L = 10 \text{ mm}$

$t = 10 \text{ mm}$

$h = 10 \text{ mm} - 2 \text{ mm} = 8 \text{ mm}$

Dit Besar nilai impact (HI)?

Penyelesaian :

Spesimen 4 (Percobaan 1)

$$A = P \times h$$

$$= 27,5 \times 8$$

$$= 220 \text{ mm}^2$$

$$HI = \frac{E}{A}$$

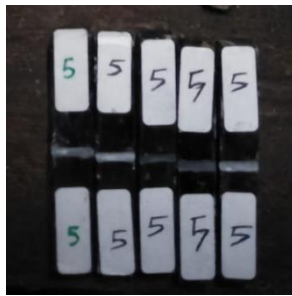
$$= \frac{0,95701002 \text{ Joule}}{220}$$

$$= 0,0043500455 \text{ Joule/mm}^2$$

Nilai energi yang diserap dan besar nilai impact untuk spesimen 4 ditunjukkan pada tabel 4.7 sebagai berikut :

Tabel 4.7 Hasil perhitungan energi yang diserap dan besar nilai impact spesimen 4

Spesimen	W (kg)	L (m)	P (mm)	L (mm)	H (mm)	E (Joule)	HI (J/mm ²)
4D	6	0,6	27,5	10	8	0,9570100202	0,0043500455
4D	6	0,6	27,5	10	8	11,77542731	0,0535246696
4D	6	0,6	27,5	10	8	37,02721565	0,168305525
4D	6	0,6	27,5	10	8	26,36531106	0,119842323
4D	6	0,6	27,5	10	8	5,03754687	0,0228979403
Rata- rata						16,23250218	0,07378410082



Gambar 4.25 Spesimen 5 Sebelum Diuji dan Setelah Diuji

Spesimen 5 (Percobaan 1-5)

Dik W :6 Kg

g :9,8 m/s^2

L :60 cm =0,6 m

Dit Energi yang diserap (E)?

Penyelesaian :

Spesimen 5 (Percobaan 1)

α :130°

β :75°

$$\begin{aligned}
 E &= W \cdot g \cdot L (\cos\beta - \cos\alpha) \\
 &= 6 \cdot 9,8 \cdot 0,6 (\cos 75^\circ - \cos 130^\circ) \\
 &= 35,28 ((0,2588190451) - (-0,6427876097)) \\
 &= 35,28 (0,9016066548) \\
 &= 31,80868278 \text{ Joule}
 \end{aligned}$$

Spesimen 5 (Percobaan 1-5)

Dik P =55mm : 2 =27,5mm

L=10 mm

t =10 mm

h=10 mm – 2 mm = 8 mm

Dit Besar nilai impact (HI)?

Penyelesaian :

Spesimen 5 (Percobaan 1)

$$A = P \times h$$

$$= 27,5 \times 8$$

$$= 220 \text{ mm}^2$$

$$HI = \frac{E}{A}$$

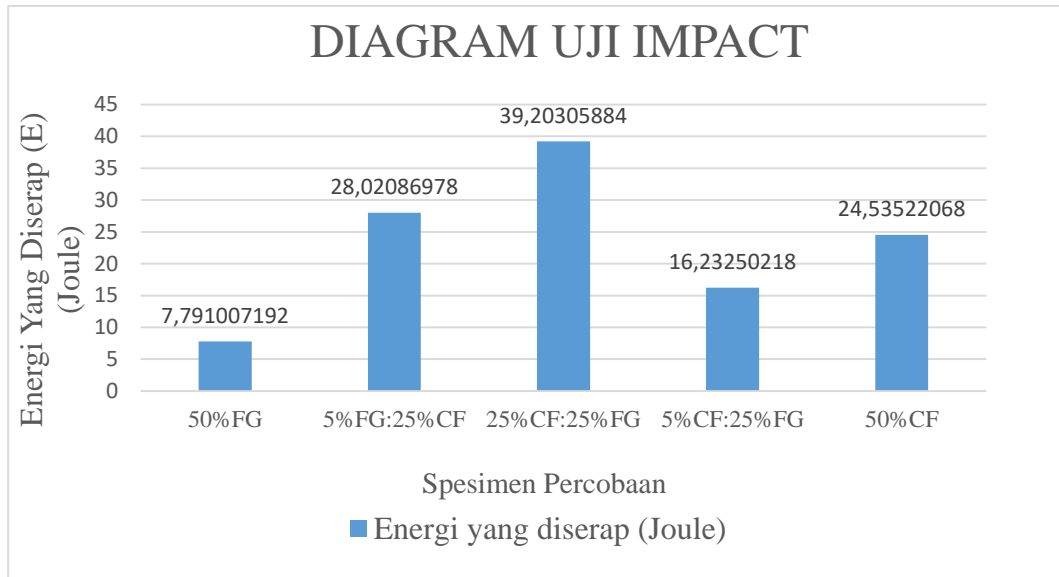
$$= \frac{31,80868278 \text{ Joule}}{220}$$

$$= 0,1445849217 \text{ Joule/mm}^2$$

Nilai energi yang diserap dan besar nilai impact untuk spesimen 5 ditunjukkan pada tabel 4.8 sebagai berikut :

Tabel 4.8 Hasil perhitungan energi yang diserap dan besar nilai impact spesimen 5

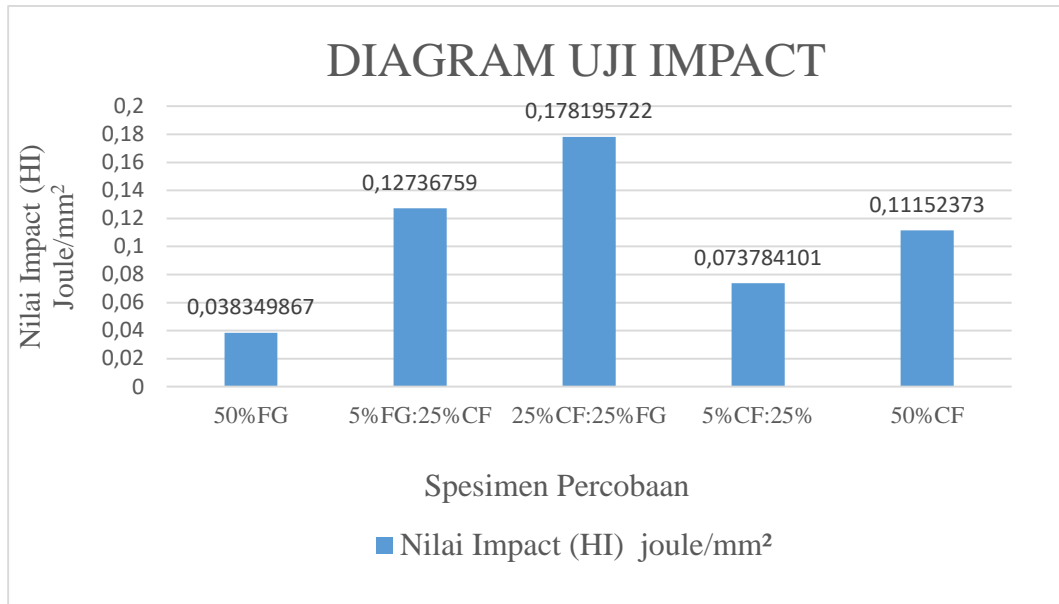
Spesimen	W (kg)	L (m)	P (mm)	L (mm)	H (mm)	E (Joule)	HI (J/mm ²)
5E	6	0,6	27,5	10	8	31,80868278	0,1445849217
5E	6	0,6	27,5	10	8	16,55123916	0,0752329053
5E	6	0,6	27,5	10	8	26,36531106	0,119842323
5E	6	0,6	27,5	10	8	42,91332354	0,1950605615
5E	6	0,6	27,5	10	8	5,03754687	0,0228979403
Rata-rata						24,53522068	0,1115237304



Gambar 4.26 Diagram Hasil Pengujian Impact

Berdasarkan diagram uji impact charpy maka diperoleh hasil dari perbandingan Spesimen 1-5 yaitu :

1. Spesimen 1 memiliki energi yang diserap sebesar 7,791007192 joule.
2. Spesimen 2 memiliki energi yang diserap sebesar 28,02086978 joule.
3. Spesimen 3 memiliki energi yang diserap sebesar 39,20305884 joule.
4. Spesimen 4 memiliki energi yang diserap sebesar 16,23250218 joule.
5. Spesimen 5 memiliki energi yang diserap sebesar 24,53522068 joule.



Gambar 4.27 Diagram Hasil Pengujian Impact

Berdasarkan diagram uji impact charpy maka diperoleh hasil besaran nilai impact dari perbandingan Spesimen 1-5 yaitu :

1. Spesimen 1 memiliki besaran nilai impact sebesar 0,038349867 joule/mm².
2. Spesimen 2 memiliki besaran nilai impact sebesar 0,12736759 joule/mm².
3. Spesimen 3 memiliki besaran nilai impact sebesar 0,178195722 joule/mm².
4. Spesimen 4 memiliki besaran nilai impact sebesar 0,073784101 joule/mm².
5. Spesimen 5 memiliki besaran nilai impact sebesar 0,11152373 joule/mm².

Berdasarkan data dari grafik diatas spesimen 3 memiliki nilai impact yang lebih baik dari pada spesimen yang lainnya. Oleh karena itu dapat di simpulkan spesimen 3 digunakan untuk bahan pembuatan helm safety komposit menggunakan serat hybrid carbon fiber dan fiber glass.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pembuatan dan pengujian yang dilakukan dalam pembuatan helm proyek menggunakan bahan komposit serat hybrid carbon fiber dan fiber glass dengan metode hand lay up dan pengujian impact charpy pada spesimen, berikut adalah kesimpulannya :

1. Pembuatan helm proyek yang diperkuat dengan serat carbon fiber dan fiber glass menggunakan fraksi volume 25% carbon fiber dan 25% fiber glass menghasilkan produk yang memiliki keunggulan dalam hal kekuatan dan ketahanan terhadap benturan. Penggunaan serat karbon memberikan kekuatan yang tinggi, menjadikan helm lebih efektif dalam melindungi kepala dari dampak fisik. Di sisi lain, serat kaca memberikan ketahanan yang baik terhadap korosi dan kejutan termal.
2. Berdasarkan hasil perbandingan helm proyek yang sesuai dengan Standart produk, maka pembuatan helm proyek komposit dengan menggunakan bahan komposit serat hybrid carbon fiber dan fiber glass yang sudah dibuat ini melebihi standart berat helm proyek pada umumnya dan memiliki dampak atau akibat bagi kesehatan dalam jangka waktu yang lama serta menyulitkan pengguna dalam bergerak.
3. Pengujian spesimen impact pada helm proyek menunjukkan bahwa penggunaan serat hybrid carbon fiber dan fiber glass mampu menahan dan menyerap energi benturan dengan baik, adapun hasil nilai tertinggi dan terendah dari percobaan spesimen :
 - a. Perhitungan energi yang diserap impact charpy dengan nilai tertinggi 39,20305884 joule dan dengan nilai terendah 7,791007192 joule.
 - b. Perhitungan besaran nilai impact charpy dengan nilai tertinggi 0,178195722 joule/mm² dan dengan nilai terendah 0,03834986684 joule/mm².

5.2 Saran

Penulis menyadari bahwa hasil dari pembuatan helm proyek yang diperkuat serat hybrid carbon fiber dan fiber glass dan pengujian charpy spesimen masih sangat jauh dari kata sempurna. selain itu, penulis juga menyarankan beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam proses pembuatan komposit dan memberikan saran, antara lain:

1. Lakukan proses pembuatan helm dari serat hybrid carbon fiber dan fiber glass berulang kali dan sabar agar mendapatkan hasil yang bagus.
2. Proses pencampuran semua bahan harus dilakukan dengan teliti dan dipastikan campuran telah tercampur dengan baik dan merata.
3. Di harapkan untuk proyek penelitian selanjutnya dapat dikembangkan secara lebih luas dengan berbagai jenis peralatan dan metode serta penggabungan serat yang bervariasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Kusuma, Albert, and Siska Devella. 2022. "Pengenalan Penggunaan Helm Proyek Berstandar Pada Citra Foto Berdasarkan SIFT Dengan SVM." *JITTER- Jurnal Ilmiah Teknologi Dan Komputer* 3(2).
- Rizka Bayu Rahmadhani. 2017. "Tak Disangka, Ini Makna 7 Warna Helm Safety Proyek Yang Kudu Kamu Tahu." *M.Brilio.Net*. Retrieved January 11, 2023 (<https://m.brilio.net/creator/7-warna-helm-safety-proyek-110183.html>).
- Siregar, Ahmad Marabdi, and C. A. Siregar. 2020. "Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur Dan Energi." *Rekayasa Saluran Gas Buang Sepeda Motor Guna Mengurangi Pencemaran Udara* 2(2):160–66.
- Yani, M., Bekti Suroso, and Rajali Rajali. 2019. "Mechanical Properties Komposit Limbah Plastik." *Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur Dan Energi* 2(1):74–83. doi: 10.30596/rmme.v2i1.3071.
- Yuli Adiratna, SH, M. Hu., MS Dr. dr. Sudi Astono, M. KK. Muhammad Fertiaz, S.K.M, M. M. Subhan, S.T., S. T. Cut Adee Opie Sugistria, S. T. Hadi Prayitno, S. T. Rinaldi Ikhsanul Khair, S. T. Arnes Brande, and S. K. M. Beti Adika Putri. 2022. *Profil Keselamatan Dan Kesehatan Kerja Nasional Indonesia Tahun 2022*.
- Kusuma, A., & Devella, S. (2022). Pengenalan Penggunaan Helm Proyek Berstandar Pada Citra Foto Berdasarkan SIFT Dengan SVM. *JITTER- Jurnal Ilmiah Teknologi Dan Komputer*, 3(2).
- Mustofa, M., Nursandah, A., dan Haqi, D.N., 2019, Analisis Penggunaan Alat Pelindung Diri pada Pekerjaan Pembesian dan Pengecoran Kolom dan Girder di PT. Pembangunan Perumahan (Persero) TBK. "Studi di Proyek Pembangunan Tol Pandaan Malang", *Jurnal Agregat*, Vol; 4(2), pp 350-358, 2019.
- Saragih, V.I., Kurniawan, B., dan Ekawati, E., Analisis Kepatuhan Pekerja Terhadap Penggunaan Alat Pelindung Diri (APD) (Studi Kasus Area Produksi di PT. X), *Jurnal Kesehatan Masyarakat (Undip)*, Vol. 4 (4), pp 747-755, 2016.
- Rizka Bayu Rahmadhani. (2017). *Tak disangka, ini makna 7 warna helm safety proyek yang kudu kamu tahu*. M.Brilio.Net. <https://m.brilio.net/creator/7-warna-helm-safety-proyek-110183.html>
- Kroschwitz, J. I., Grestle, F. P. 1987. *Encyclopedia of Polymer Science and Engineering*, John Wiley Inc. New York
- Yani, M., Suroso, B., & Rajali, R. (2019). Mechanical Properties Komposit Limbah Plastik. *Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur Dan Energi*, 2(1), 74–83. <https://doi.org/10.30596/rmme.v2i1.3071>
- Schwartz, M. M., 1997, *Composite Material Handbook*. Magrawhill: New York.
- Boyle, M. A., Martin, C. J., & Neuner, J. D. (n.d.). *Epoxy Resins*. Hexcel Corporation
- Porwanto & Johar. 2008. "Karakterisasi Komposit Berpenguat Serat Bambu Dan Serat Gelas Sebagai Alternatif Bahan Baku Industri."
- Gibson, R. F. (1994). *Principle Of Composite Material Mechanic*. Mc Graw Hill International Book Company, New York.

- Anonim. (2002). Composite Materials Handbook, Departement of Defence, United States of America, pp. (6-74) – (7-39)
- Gibson, O.F., 1994, Principle of Composite Materials Mechanics, McGraw-Hill Inc., New York, USA.
- Yahaya, R., Sapuan, S. M., Jawaid, M., Leman, Z., & Zainudin, E. S. (2014). Mechanical performance of woven kenaf-Kevlar hybrid composites. *Journal of Reinforced Plastics and Composites*, 33(24), 2242–2254. <https://doi.org/10.1177/0731684414559864>
- Patil N & Udupi V.R. (2010). Mechanical properties and microstructure of recycled mortar reinforced with hybrid fiber. *International Journal of Engineering and Technology*. Vol 7, No 4
- Siregar, A. M., & Siregar, C. A. (2020). Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur dan Energi. *Rekayasa Saluran Gas Buang Sepeda Motor Guna Mengurangi Pencemaran Udara*, 2(2), 160–166.
- Santoso, 2002, Pengaruh Berat Serat Chopped Strand Terhadap Kekuatan Tarik, Bending, dan Impak
- Nugroho, 2007, Proses Produksi Pembuatan Mikrocar Dari Bahan Komposit.
- Malau, Viktor. 2008. Pengaruh Perlakuan Panas Quench Dan Temper Terhadap Laju Keausan, Ketangguhan Impak Kekuatan Tarik Dan Kekerasan Baja XW 42 Untuk Keperluan Cetakan Keramik. *Jurnal Media Teknik*. Mei. Nomor 2. Hal 189.

LAMPIRAN

LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR

" PEMBUATAN SAFETY HELM BAHAN KOMPOSIT MENGGUNAKAN SERAT HYBRID CARBON FIBER DAN FIBER GLASS "

Nama : Muhammad Indra Ulana
NPM : 1907230102

Dosen Pembimbing : M. Yani, ST, MT.

No	Hari/Tanggal	Kegiatan	Paraf
20	12-2022	- Pemberian spesifikasi tugas akhir	M. Yani
20	1-2023	- Perbaiki Bab 7 - Latar belakang	M. Yani
25	1-2023	- Perbaiki Bab II. Ambil data analisa & perhitungan uji tampa	M. Yani
31	1-2023	- Perbaiki Bab II, bagian alir, gambar	M. Yani
10	2-2023	- pelaksanaan penelitian Ane seminar proposal	M. Yani
29	3-2023	Perbaiki analisa data bab 10	M. Yani
16	5-2023	- Buat grafik untuk tampilan data	M. Yani
21	6-2023	- Buat kesimpulan, susun lengkap figure	M. Yani
20	7-2023	- Ane seminar hasil	M. Yani



UMSU
Lengkap | Cerdas | Terpercaya

Bila memendang dunia, segera bertindak
maka akan langgeng

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/11/2019
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 [umsu.medan](#) [umsu.medan](#) [umsu.medan](#) [umsu.medan](#)

**PENENTUAN TUGAS AKHIR DAN PENGHUJUKAN
DOSEN PEMBIMBING**

Nomor : 1714/11.3AU/UMSU-07/F/2022

Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, berdasarkan rekomendasi Atas Nama Ketua Program Studi Teknik Mesin Pada Tanggal 22 Desember 2022 dengan ini Menetapkan :

Nama : MUHAMMAD INDRA UTAMA
Npm : 1907230102
Program Studi : TEKNIK Mesin
Semester : 7 (Tujuh)
Judul Tugas Akhir : PEMBUATAN SAFETY HELM 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, 28 Jumadil Awal 1444 H
22 Desember 2022 M

Dekan



Munawar Alfansury Siregar, ST., MT
NIDN: 0101017202



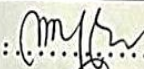
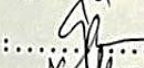
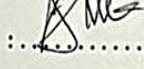






**DAFTAR HADIR SEMINAR
TUGAS AKHIR TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK – UMSU
TAHUN AKADEMIK 2022 – 2023**

Peserta seminar

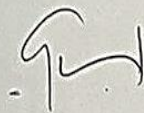
Nama : Muhammad Indra Ulana

NPM : 1907230102

Judul Tugas Akhir : Pembuatan Safety Helm Bahan Komposit Menggunakan Serat Hybrid Carbon Fiber Dan Fiber Glass

DAFTAR HADIR		TANDA TANGAN	
Pembimbing – I : M. Yani, ST, MT		: 	
Pembanding – I : Sudirman Lubis, ST, MT		: 	
Pembanding – II : Chandra A Siregar, ST, MT		: 	
No	NPM	Nama Mahasiswa	Tanda Tangan
1	1907230100	RISPA PRATAMA	
2	1907230140	M. Fauzi Fikri 1010	
3	1907230064	NOOR FAIZI XIANGTIAN	
4	1907230103	Muhammad AZRI	
5	1907230096	Yudha Mandala Putra	
6	1907230162	MUB ALI EKA PUTRA	
7			
8			
9			
10			

Medan, 15 Shafar 1445 H
31 Agustus 2023 M



Ketua Prodi. T. Mesin

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

Nama : Muhammad Indra Ulana
NPM : 1907230102
Judul Tugas Akhir : Pembuatan Safety Helm Bahan Komposit Menggunakan Serat Hybrid
Carbon Fiber Dan Fiber Glass

Dosen Pemanding – I : Sudirman Lubis, ST, MT
Dosen Pemanding – II : Chandra A Siregar, ST, MT
Dosen Pembimbing – I : M. Yani, ST, MT

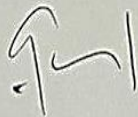
KEPUTUSAN

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

3. Harus mengikuti seminar kembali
Perbaikan :

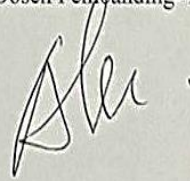
Medan, 15 Shafar 1445 H
31 Agustus 2023 M

Diketahui :
Ketua Prodi. T. Mesin



Chandra A Siregar, ST, MT

Dosen Pemanding- I



Sudirman Lubis, ST, MT

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

Nama : Muhammad Indra Ulana
NPM : 1907230102
Judul Tugas Akhir : Pembuatan Safety Helm Bahan Komposit Menggunakan Serat Hybrid
Carbon Fiber Dan Fiber Glass

Dosen Pembanding – I : Sudirman Lubis, ST, MT
Dosen Pembanding – II : Chandra A 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 :

Sudirman Lubis *M. Yani* *Chandra A Siregar*
.....
.....
.....

3. Harus mengikuti seminar kembali
Perbaikan :

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

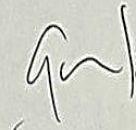
Medan, 15 Shafar 1445 H
31 Agustus 2023 M

Diketahui :
Ketua Prodi. T. Mesin

Dosen Pembanding- II



Chandra A Siregar, ST, MT



Chandra A Siregar, ST, MT

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



A. DATA PRIBADI

1. Nama : MUHAMMAD INDRA ULANA
2. Jenis Kelamin : Laki-Laki
3. Tempat, Tanggal Lahir : Medan, 10 November 2000
4. Kebangsaan : Indonesia
5. Status : Belum Menikah
6. Tinggi / Berat Badan : 169 cm / 60 kg
7. Agama : Islam
8. Alamat : Jl.A.Sani Muthalib Lingk-09
9. No. Hp : 0812-7381-2069
10. Email : ulanaindra02@gmail.com

B. RIWAYAT PENDIDIKAN

1. 2007 – 2013 : Lulus Sd Dr.Wahidin Sudirohusodo
1. 2013 – 2016 : Lulus Smp Negeri 38 Medan
2. 2016 – 2019 : Lulus Sma Negeri 16 Medan
3. 2019 – 2023 : Kuliah di Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara,
Fakultas Teknik, Program Studi Teknik Mesin S1