

**PENGARUH VARIASI ARAH SERAT DAN FRAKSI
VOLUME SERAT PANDAN DURI TERHADAP
KEKUATAN TARIK DAN IMPAK SEBAGAI
MATERIAL ALTERNATIF HELM SNI**

PROYEK AKHIR

Laporan akhir ini dibuat dan diajukan untuk memenuhi salah satu syarat kelulusan Sarjana Terapan Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung



Disusun Oleh :

Aditya Rachman NIRM : 1041803

POLITEKNIK MANUFAKTUR NEGERI

BANGKA BELITUNG

2022

LEMBAR PENGESAHAN

**PENGARUH VARIASI ARAH SERAT DAN FRAKSI
VOLUME SERAT PANDAN DURI TERHADAP
KEKUATAN TARIK DAN IMPAK SEBAGAI
MATERIAL ALTERNATIF HELM SNI**

Oleh :

Aditya Rachman NIRM : 1041803

Laporan akhir ini telah disetujui dan disahkan sebagai salah satu syarat kelulusan
Program Sarjana Terapan Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung

Pembimbing 1



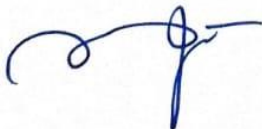
Juanda, S.S.T.,M.T

Pembimbing 2



Yulidarta, S.S.T.,M.T

Penguji 1



Zaldy Kurniawan, S.S.T.,M.T

Penguji 2



Sugiyarto, S.S.T.,M.T

PERNYATAAN BUKAN PLAGIAT

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Mahasiswa : Aditya Rachman NIRM : 1041803

Dengan Judul : Pengaruh variasi arah serat dan fraksi volume serat pandan duri terhadap kekuatan tarik dan dampak sebagai material alternatif helm SNI.

Menyatakan bahwa laporan akhir ini adalah hasil kerja saya sendiri dan bukan merupakan plagiat. Pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya dan bila ternyata dikemudian hari ternyata melanggar pernyataan ini, saya bersedia menerima sanksi yang berlaku.

Sungailiat, 18 Januari 2022

Penulis



Aditya Rachman

ABSTRAK

Seiring dengan kemajuan teknologi saat ini telah banyak digunakan bahan komposit dengan serat alam misalnya serat pandan duri. Pandanus tectorius merupakan tanaman semak dengan batang-batang yang memanjat dan memiliki tinggi 11 m. penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan data tentang kekuatan tarik dan kekuatan impak serat pandan duri dengan variasi arah serat dan fraksi volume. Penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat untuk material alternatif helm SNI. Nilai maksimum kekuatan tarik adalah 41,33 MPa terdapat pada arah serat vertikal dan fraksi volume serat 12,5%. Sedangkan nilai kekuatan tarik terendah sebesar 8,44 MPa yang menggunakan arah serat horizontal dengan fraksi volume serat 7,5%. Hal ini dipengaruhi oleh semakin banyak serat yang digunakan dan pengaruh arah serat yang sesuai dengan gaya tarik akan membuat kekuatan tarik semakin besar. kekuatan impak terbesar adalah 0,0616 J/mm² arah serat vertikal dengan fraksi volume serat 12,5% dan kekuatan impak terkecil adalah 0,0216 J/mm² arah serat horizontal dengan fraksi volume serat 7,5%. arah serat yang melintang terhadap arah datangnya beban kejut dan semakin sedikit serat juga mempengaruhi kekuatan impak. Pada pengujian ini dibandingkan dengan hasil pengujian kekuatan tarik dan impak helm SNI sebesar 33,93 MPa dan 0,00972 J/mm² maka spesimen lulus uji material untuk helm SNI.

Key words : Kekuatan Impak, Kekuatan Tarik, Komposit, Pandan Duri

ABSTRACT

*Along with current technological advances, composite materials with natural fibers, such as pandan thorn fiber, have been widely used. Pandan thorn (*Pandanus tectorius*) is a bush plant with climbing stems and has a height of 11 m. This research was conducted to obtain data on the tensile strength and impact strength of pandan thorn fiber with variations in fiber direction and volume fraction. This research is expected to be useful for SNI helmet materials. The maximum value of tensile strength is 41.33 MPa in the vertical fiber direction and the fiber volume fraction is 12.5%. While the lowest tensile strength value is 8.44 MPa using horizontal fiber direction with a fiber volume fraction of 7.5%. This is influenced by the more fibers used and the influence of the direction of the fiber in accordance with the tensile force will make the tensile strength greater. The largest impact strength is 0.0616 J/mm² in the vertical direction of fiber with a fiber volume fraction of 12.5% and the smallest impact strength is 0.0216 J/mm² in the horizontal fiber direction with a fiber volume fraction of 7.5%. The direction of the fiber that is transverse to the direction of the shock load and the less fiber also affects the impact strength. In this test, compared with the results of the tensile and impact strength testing of SNI helmets of 33.93 MPa and 0.00972 J/mm², the specimens passed the material test for SNI helmets.*

Key words : Composite, Impact Strength, Pandan thorn, Tensile Strength

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan kehadirat Allah S.W.T yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan laporan proyek akhir ini..

Penulis menyadari bahwa keberhasilan penyusunan laporan proyek akhir ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak baik langsung maupun tidak langsung. Dalam kesempatan ini penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Keluarga tercinta, khususnya Ayahanda Ismodianto dan Ibunda Supriati serta kakak penulis Rizka Nur Fitrianti dan adik penulis Imam Aulia Rahman yang selalu memberikan semangat, dukungan moral maupun materil, motivasi dan doanya sehingga skripsi ini terselesaikan dengan baik dan tepat waktu.
2. Bapak Juanda, S.S.T., M.T. selaku pembimbing 1 yang telah memberikan bimbingan, dukungan dan bantuan untuk penelitian proyek akhir ini.
3. Bapak Yulidarta, S.S.T., M.T. selaku pembimbing 2 yang telah memberikan banyak ide-ide dan konsep pemikirannya dalam pengembangan laporan proyek akhir ini.
4. Bapak Boy Rollastin, S.Tr., M.T. selaku Kepala Program Studi D4 Teknik Mesin dan Manufaktur Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.
5. Bapak Yuliyanto, S.S.T., M.T. yang telah memberikan waktu dan bimbingannya dalam penggunaan mesin Uji Tarik yang digunakan pada penelitian proyek akhir ini.
6. Arbi Syahrian dan Dimas Aji Guntoro selaku teman satu bimbingan Tugas Akhir yang telah memberikan semangat, dukungan, masukan serta menjadi pengingat bagi satu sama lain.
7. Seluruh teman-teman satu kelas saya yang tidak bisa disebutkan satu persatu mahasiswa Teknik Mesin dan Manufaktur POLMAN BABEL

angkatan 2018 yang telah saling mendoakan dan mendukung satu sama lain.

8. Semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian makalah ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Akhir kata penulis berharap Tuhan yang maha Esa membalas segala kebaikan untuk semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian proyek akhir ini, semoga proyek akhir ini dapat memberikan manfaat bagi pengembangan ilmu di Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung serta bagi pembacanya pada masa yang akan datang.

Sungailiat, 18 Januari 2022

Penulis

Aditya Rachman

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN BUKAN PLAGIAT	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Penelitian	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	4
BAB II DASAR TEORI	5
2.1 Kajian Pustaka	5
2.2 Pengertian Komposit	5
2.2.1 Klasifikasi Komposit	6
2.3 Serat Pandan Duri	9

2.4 Resin Polyester.....	9
2.5 SNI 1811-2007.....	10
2.5.1 Material.....	10
2.5.2 Konstruksi.....	11
2.6 Perhitungan Rasio Volume Matriks dan Serat.....	11
2.7 Uji Tarik (Tensile Test).....	12
2.8 Uji Impak.....	14
2.9 Metode Eksperimen Faktorial.....	15
BAB III METODE PENELITIAN.....	16
3.1 Tahapan Penelitian.....	16
3.2 Studi Literatur.....	17
3.3 Waktu dan Tempat Penelitian.....	17
3.4 Alat dan Bahan Penelitian.....	17
3.4.1 Cetakan spesimen.....	17
3.4.2 Timbangan Digital.....	18
3.4.3 Alat Bantu.....	19
3.4.4 Bahan.....	19
3.5 Cara Pengambilan serat pandan duri.....	21
3.6 Metode Eksperimen Faktorial.....	21
3.7 Benda Uji Tarik dan Impak.....	23
3.7.1 Pembuatan Model Spesimen Uji.....	23
3.8 Prosedur Pengujian Material Komposit.....	25
3.8.1 Proses pengujian material komposit menggunakan alat uji tarik.....	25
3.8.2 Proses pengujian material komposit menggunakan alat uji impak.....	25
BAB IV PEMBAHASAN.....	27

4.1 Hasil Penelitian	27
4.2 Proses Pengambilan Data.....	28
4.3 Hasil Pengujian	30
4.4 Proses pengolahan data	32
4.4.1 Anova untuk kekuatan tarik	33
4.4.2 Anova untuk kekuatan impact	33
4.5 Analisis	35
4.5.1 Analisis Faktor Arah Serat (kekuatan tarik).....	35
4.5.2 Analisis Faktor Fraksi Volume Serat (kekuatan tarik).....	35
4.5.3 Analisis Interaksi Arah serat dan Fraksi volume serat (kekuatan tarik)	36
4.5.4 Analisis Faktor Arah Serat (kekuatan impact).....	37
4.5.5 Analisis Faktor Fraksi Volume Serat (kekuatan impact).....	38
4.5.6 Analisis Interaksi Arah serat dan Fraksi volume serat (kekuatan impact).....	38
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	40
5.1 Kesimpulan	40
5.2 Saran	40
DAFTAR PUSTAKA	41
LAMPIRAN.....	43

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1. Temperatur Penggunaan Resin	9
2.2 Sifat Material Termoset.....	10
2.3. Kekuatan Impak dan Tarik helm SNI	11
3.1 Level dan Parameter Uji.....	21
3.2 Desain Eksperimen Faktorial	22
3.3 Parameter yang digunakan	22
3.4. Spesifikasi Alat Uji Impak <i>Gotech</i> metode <i>Charpy</i> model GT-7045	26
4.1 Hasil perhitungan rasio spesimen uji tarik	27
4.2 Hasil perhitungan rasio spesimen uji impak	28
4.3 Hasil rata-rata kekuatan tarik	31
4.4 Hasil rata-rata kekuatan impak.....	32
4.5 Anova kekuatan tarik	33
4.6 Anova kekuatan impak.....	34

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1 Klasifikasi komposit berdasarkan matriksnya	6
2.2 Komposit berdasarkan penguatnya	7
2.3 Komposit berdasarkan penempatan serat	8
2.4 Panda Duri.....	9
2.5 ASTM D-638	13
2.6 Penempatan Material Uji Tarik.....	13
2.7 ISO 179	14
2.8 Ilustrasi Pengujian Impak.....	15
3.1 Diagram Alir Penelitian	16
3.2 Cetakan Uji Tarik.....	18
3.3 Cetakan Uji Impak	18
3.4 Timbangan Digital	19
3.5 Serat Pandan Duri	19
3.6 <i>Resin Polyester</i> BQTN 157.....	20
3.7 Wax	20
4.1 Spesimen uji tarik.....	28
4.2 Spesimen uji impak.....	28
4.3 Proses Pengujian Tarik.....	29
4.4 Spesimen setelah dilakukan uji tarik.....	29
4.5 Proses Pengujian Impak	30
4.6 Spesimen setelah dilakukan uji Impak.....	30
4.7 Kekuatan tarik berdasarkan arah serat	35
4.8 Kekuatan tarik berdasarkan fraksi volume serat	36
4.9 Kekuatan tarik berdasarkan interaksi kedua faktor	36
4.10 Kekuatan impak berdasarkan arah serat.....	37
4.11 Kekuatan impak berdasarkan fraksi volume serat	38
4.12 Kekuatan tarik berdasarkan interaksi kedua faktor	39

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 : Daftar Riwayat Hidup

Lampiran 2 : Perhitungan Rasio Volume Matriks dan Serat

Lampiran 3 : Perhitungan Kekuatan Tarik

Lampiran 4 : Perhitungan Kekuatan Impak

Lampiran 5 : Dokumentasi Pengambilan Serat

Lampiran 6 : Dokumentasi Pembuatan Spesimen Uji



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Serat alami banyak digunakan karena sifatnya yang kaya dan melimpah serta sangat murah sehingga biasanya digunakan sebagai bahan penguat seperti serat pandan duri. Pandan duri memiliki daun berbentuk pita, berukuran 7-250 x 3-9 cm, berwarna hijau, dengan duri menempel pada tepi daun dan meruncing. Biasanya tipe ini tumbuh dan membentuk koloni di pantai yang landai. Material logam, plastik dan lainnya semakin langka juga telah menjelma menjadi material komposit. Bahan komposit adalah bahan padat yang dibuat dengan mencampur dua atau lebih bahan berkualitas tinggi. Material komposit pada umumnya kuat, tahan lama, dan ringan. Material komposit merupakan material yang telah banyak dikembangkan dan digunakan di berbagai sektor industri dan rumah tangga serta peralatan olahraga (D.Suryana et al., 2018).

Menurut (Muhammad & Putra, 2018) mengemukakan bahwa kekuatan tarik terbaik bahan komposit serat Pandan duri dengan matriks *polyester* diperoleh dengan membandingkan perubahan komposisi metode fraksi berat. Berat resin dan serat memiliki perbandingan sebesar 30% : 70%; 40% : 60% dan 50% : 50%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai kuat tarik maksimum adalah pada perbandingan komposisi komposit *resin polyester* 40% berat dan serat pandan 60% berat, yaitu 0,45Kg.f / mm², dan nilai beban maksimumnya dapat ditentukan Pada gaya 43,87 kg, dapat disimpulkan dari hasil penelitian ini bahwa material komposit *resin polyester* diperkuat serat Pandan Berduri telah memenuhi nilai standar minimum material papan serat baru.

Menurut (Sunardi et al., 2014) menunjukkan bahwa kekuatan tarik dan gaya impak terbaik dipengaruhi oleh arah yang berbeda dari serat pandan duri dengan Matriks resin poliester dan pengisi serbuk aluminium. arah serat dalam penelitian ini adalah Horizontal, vertikal, acak dan silang. Hasil penelitian menunjukkan kuat tarik maksimum didapat pada spesimen vertikal sebesar

20,741 N/mm². meskipun kuat tarik minimum yang diperoleh pada material komposit pada arah serat horizontal adalah 17,955 N /mm², untuk kuat tarik material komposit, arah acak 18,716 N/mm² dan serat silang 19.285 N/mm². Kuat impak maksimum dihasilkan pada material komposit Arah serat vertikal adalah 0,46 Joule/cm². Pada saat yang sama, dapatkan nilai kuat impak terkecil Pada material komposit dengan arah serat horizontal 0,29 Joule/cm². Kuat impak bahan komposit dengan arah serat bersilangan acak masing-masing adalah 0,33 joule/cm² dan 0,38 joule/cm².

Penelitian oleh (Rizqi & Heri, 2020) dengan judul “Pengaruh orientasi sudut serat pandan duri terhadap ketangguhan impact komposit sebagai material alternatif bumper mobil” melakukan penelitian menggunakan arah serat berposisi 0^o, 45^o, 60^o, 90^o. Hasil pengujian impact menunjukkan bahwa spesimen komposit sample A (0^o) memiliki nilai impact yang lebih tinggi dibandingkan spesimen komposit lainnya yaitu rata – rata ketangguhan impact 0,0124 J/mm², Akan tetapi nilai impact spesimen komposit sample A jauh dibawah nilai impact spesimen bumper mobil rata – rata ketangguhan impact 0,0388 J/mm²,

Helm SNI biasanya terbuat dari polypropylene polymer. Tingkatkan Kesadaran masyarakat terhadap masalah lingkungan dan menurunkan biaya produksi Dibandingkan dengan material komposit yang diperkuat dengan serat sintetis, komposit biologis lebih banyak dihasilkan Penguatan serat alam (natural fiber) sebagai material baru menjadi perhatian utama Perlindungan lingkungan (biodegradable) (Low et al., 2009).

Menurut (Mukhammad & Setyoko, 2014) mengemukakan bahwa penelitian serat rami acak dengan penggunaan *polyester* untuk material helm SNI (fraksi volume 60%) menghasilkan hasil uji *tansile strength* 48,41 MPa dan *impact strength* 42,55 KJ/m², jauh lebih tinggi dari pada Bahan helm SNI Cuma 33,93 MPa.

Berdasarkan data di atas maka perlu dilakukan kajian terhadap variasi arah dan fraksi volume serat pandan duri yang bertujuan untuk mengetahui nilai kekuatan tertinggi dan terendah terhadap kuat tarik dan kuat impak sebagai

material alternatif helm SNI, karena serat pandan duri dapat menggantikan serat sintetis yang baik terhadap lingkungan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang maka didapatkanlah rumusan masalah pada penelitian ini yaitu :

1. Bagaimana Pengaruh variasi arah dan fraksi volume serat pandan duri terhadap kuat tarik dan kuat impak ?
2. Bagaimana Hasil sifat mekanik serat pandan duri sebagai material alternatif Helm SNI ?

1.3 Batasan Penelitian

Adapun batasan masalah pada penelitian ini adalah :

1. Penelitian ini hanya difokuskan pada pengujian tarik dan pengujian impak terhadap pengaruh arah dan fraksi volume komposit serat pandan duri.
2. Penelitian ini menggunakan susunan arah Horizontal, Vertikal, Acak dan fraksi volume serat 7,5% , 10% , 12,5%.
3. Pengujian yang dilakukan merupakan spesimen yang berbentuk sesuai dengan standard ASTM D-638 dan ISO 179.
4. Pengujian yang dilakukan sesuai mutu Standar Nasional Indonesia (SNI) dengan hasil pengujian tarik 33,93 Mpa dan hasil pengujian impak 0,00972 J/mm²

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah tujuan yang diperoleh adalah :

1. Mengetahui kekuatan tarik dan kekuatan impak tertinggi dan terendah pada variasi arah dan fraksi volume serat pandan duri.
2. Mendapatkan informasi hasil pengujian terhadap uji tarik dan uji impak sebagai material alternatif Helm SNI.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini didapatkan manfaat yaitu :

1. Memperoleh informasi mengenai potensial serat pohon pisang yang dapat menghasilkan suatu bahan baru yang berkualitas.
2. Dapat menjadi acuan untuk penelitian-penelitian berikutnya yang bertujuan lebih pada pengembangan.



BAB II

DASAR TEORI

2.1 Kajian Pustaka

Pada saat penyusunan sebuah penelitian dibutuhkan sumber-sumber untuk mendukung penelitian yang akan dilakukan. Baik penelitian ataupun teori-teori dasar dari penelitian tersebut. Beberapa penelitian yang telah dilakukan terkait serat pandan duri adalah sebagai berikut :

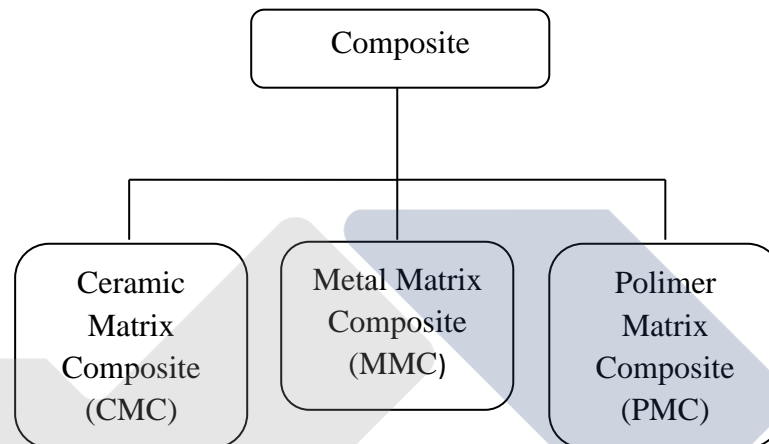
- a. Penelitian oleh (Utama & Zakiyya, 2016) dengan judul “Pengaruh variasi arah serat komposit berpenguat hibrida *fiberhybrid* terhadap kekuatan tarik dan densitas material dalam aplikasi body part mobil” melakukan penelitian dengan dua macam *fiberhybrid* yaitu kombinasi serat gelas (Woven Roving) dengan serat rami atau *WR-Ramie* dan serat gelas (Carbon) dengan serat rami atau *Carbon-Ramie*.
- b. Penelitian oleh (Djamil et al. 2014) dengan judul “Kekuatan Tarik Komposit Matrik Polimer Berpenguat Serat Alam Bambu *Gigantochloa Apus* Jenis Anyaman Diamond Braid dan Plain Weave”. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui kekuatan tarik komposit. Penelitian menggunakan serat bambu *gigantochloa apus* jenis anyaman diamond braid dan plain weave.

2.2 Pengertian Komposit

komposit merupakan bentuk maju dari teknologi material, tujuannya untuk menggantikan material yang sudah ada dengan material yang memiliki sifat mekanik yang lebih baik dari sebelumnya. Material komposit mudah dicetak sesuai permintaan, menjadikan material komposit sebagai alternatif material logam (Yudiono, et al. 2017). Sedangkan menurut (Djamil et al. 2014) Komposit merupakan suatu struktur material yang tersusun dari dua kombinasi atau lebih konstituen yang dikombinasikan secara makroskopik yang kedua kombinasi tersebut tidak saling melarutkan.

2.2.1 Klasifikasi Komposit

Pada umumnya, bahan komposit dapat diklasifikasikan menjadi tiga kelompok berdasarkan bahan matriks. Pada Gambar 2.1 berikut :



Gambar 2.1 Klasifikasi komposit berdasarkan matriksnya (Hazmi, 2016)

a. Komposit Matriks Logam (MMC)

Komposit Matriks Logam memiliki banyak keunggulan dibandingkan logam monolitik seperti modulus spesifik yang lebih tinggi, kekuatan spesifik yang lebih tinggi, sifat yang lebih baik pada suhu tinggi, dan koefisien ekspansi termal yang lebih rendah. Karena atribut ini komposit matriks logam sedang dipertimbangkan untuk berbagai aplikasi yaitu. nozzle ruang bakar (dalam roket, pesawat ulang-alik), rumah, tabung, kabel, penukar panas, anggota struktural dan lain-lain.

b. Komposit Matriks Keramik (CMC)

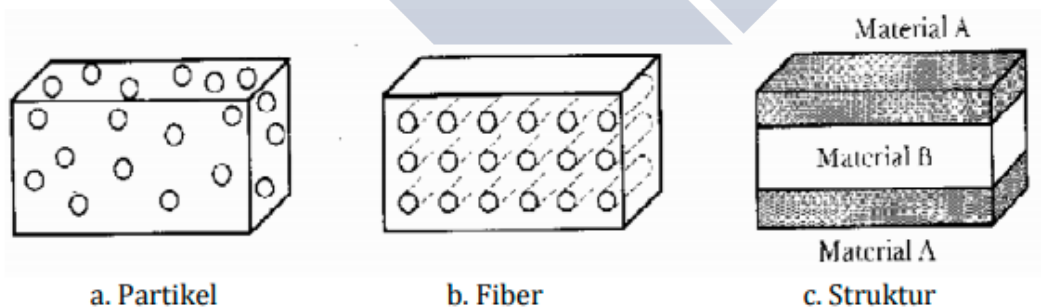
CMC adalah bahan yang memiliki dua fase, yaitu berfungsi sebagai penguat dan sebagai matriks yang terbuat dari keramik. Oksida, karbida, dan nitrida sering menjadi penguat di CMC. Metode *DIMOX* yang merupakan proses pembangkitan komposit menggunakan reaksi oksidasi logam leburan untuk pembentukan matriks keramik di sekitar area filler merupakan salah satu proses produksi CMC.

c. Komposit Matriks Polimer (PMC)

Bahan matriks yang paling umum digunakan adalah polimer. Alasan untuk ini adalah dua kali lipat. Secara umum sifat mekanik polimer tidak memadai untuk banyak tujuan struktural. Secara khusus kekuatan dan kekakuannya rendah dibandingkan dengan logam dan keramik. Kesulitan ini diatasi dengan memperkuat bahan lain dengan polimer. Kedua, pengolahan komposit matriks polimer tidak memerlukan tekanan tinggi dan tidak memerlukan suhu tinggi. Juga peralatan yang dibutuhkan untuk pembuatan komposit matriks polimer lebih sederhana. Untuk alasan ini komposit matriks polimer berkembang pesat dan segera menjadi populer untuk aplikasi struktural. Komposit digunakan karena sifat keseluruhan dari komposit lebih unggul dari masing-masing komponen misalnya polimer/ keramik.

Adapun pembagian *Composite* terhadap penguatnya dan terdapat pada Gambar 2.2 yaitu :

- a. Komposit berpenguat berbentuk partikel biasa disebut dengan *Particulate composite*
- b. Komposit dengan penguatnya berbentuk serat disebut *Fiber Composite*
- c. Komposit dengan penggabungan beberapa material disebut *Structural composite*.



Gambar 2.2 Komposit berdasarkan penguatnya

Ada empat jenis serat dalam komposit, tergantung penempatannya dan terdapat pada Gambar 2.3 :

- a. *Continuous Fiber Composite*

Kontinu atau searah, dengan lamina terbentuk antara matriks dan susunan serat panjang dan lurus. Ini adalah jenis komposit yang paling umum. Kekuatan yang lemah antara lapisan adalah kelemahan dari jenis ini. Hal ini disebabkan pengaruh matriks terhadap kekuatan antar lapisan.

b. *Woven Fiber Composite*

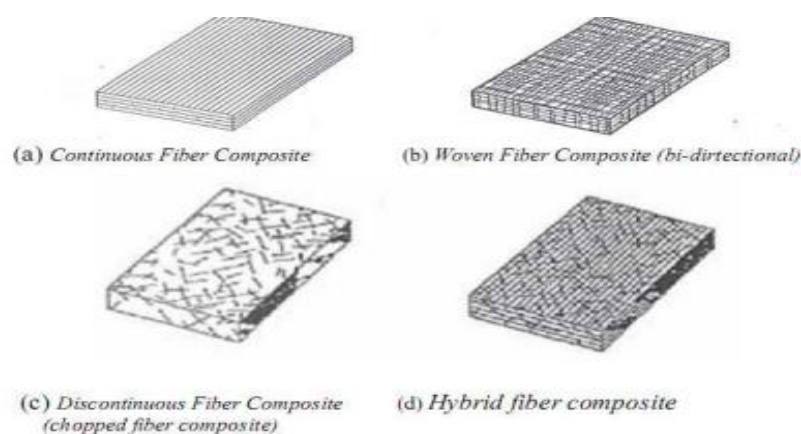
Komposit ini tidak gampang terbawa- bawa pembelahan antar susunan sebab lapisan seratnya pula mengikat antar susunan. namun lapisan serat memanjangnya yang tidak begitu lurus menyebabkan kekuatan serta kekakuan tidak sebaik jenis *continuous fiber*.

c. *Discontinuous Fiber Composite*

Chopped Fiber Composite merupakan komposit yang berisi serat dipotong pendek atau disusun secara acak. Karena serat yang tersusun secara acak dapat mengakibatkan serat dan matriks juga mengikat, jenis komposit sulit dipengaruhi oleh separasi lapisan. Namun, karena serat tidak lurus, kekuatan dan kekakuannya tidak sebaik serat kontinu atau searah.

d. *Hybrid fiber composite*

Hybrid fiber composite merupakan komposit gabungan antara tipe serat lurus dengan serat acak. Pertimbangannya supaya dapat mengeliminir kekurangan sifat dari kedua tipe dan dapat menggabungkan kelebihan keduanya.



Gambar 2.3 Komposit berdasarkan penempatan serat (Utama & Zakiyya, 2016)

2.3 Serat Pandan Duri

Serat Pandan Duri berasal dari suku Pandanaceae yang tumbuh di tepi pantai dan hutan. Tanaman ini termasuk jenis tanaman semak dengan batang-batang yang memanjat dan memiliki tinggi 11 m. Jenis pandan dalam penelitian ini pandan duri. Pandan duri memiliki massa jenis yang kecil yaitu $0,96 \text{ g/cm}^3$ (Harahap & Purba, 2017). Pandan duri dapat dilihat pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4 Pandan Duri

Pandan duri memiliki komponen kimia yaitu lignin dan selulosa. Lignin berfungsi sebagai perekat untuk mengikat sel. Kandungan lignin pandan duri berkisar 18-22 %. Selulosa berfungsi untuk memberikan kekuatan tarik pada suatu sel. Kandungan selulosa pada pandan duri 83-88 % (Harahap & Purba, 2017).

2.4 Resin Polyester

Resin ini biasa juga dikenal sebagai *polyester*, adalah jenis *resin* termoset. *Resin* ini adalah cairan dengan viskositas rendah yang mengeras pada suhu kamar dengan katalis tanpa memancarkan gas selama percobaan, tidak seperti banyak resin plastik termoset lainnya. Tabel 2.1 dibawah ini merupakan temperatur penggunaan resin.

Tabel 2.1. Temperatur Penggunaan Resin

<i>Resin</i>	Temperatur Maximum (°C)
<i>Polyester</i>	Temperatur Ruang

<i>Resin</i>	Temperatur Maximum (°C)
<i>Epoxy</i>	200
<i>Phenolics</i>	260
<i>Polimides</i>	300
<i>Polibeninidozole</i>	Diatas 300

Sumber : (Fahmi & Hermansyah, 2011)

Resin polyester dapat diformulasikan dengan bahan selain *resin* itu sendiri yang dibutuhkan. Tabel 2.2 Berikut menunjukkan sifat material termoset.

Tabel 2.2 Sifat Material Termoset

<i>Resin Material</i>	<i>Density (g/cm³)</i>	<i>Tensile Modulus</i> Gpa (10⁶ psi)	<i>Tensile Strenght</i> Mpa (10³ psi)
<i>Epoxy</i>	1.2-1.4	2.5-5.0 (0.36-0.72)	50-110 (7.2-16)
<i>Phenolic</i>	1.2-1.4	2.7-4.1 (0.4-0.6)	35-60 (5-9)
<i>Polyester</i>	1.2-1.4	1.6-4.1 (0.23-0.6)	35-95 (5.0-13.8)

Sumber : (Pulungan, 2017)

2.5 SNI 1811-2007

Menurut (Badan Standarisasi Nasional, 2007) Helm yang layak dipakai adalah helm yang telah lulus persyaratan berstandar nasional. Indonesia menggunakan SNI 1181 2007 yang disahkan oleh Badan Standardisasi Indonesia (BSN). ada SNI 1181-2007 memuat beberapa persyaratan mutu yang harus dipenuhi Helmnya adalah sebagai berikut:

2.5.1 Material

Helm pada umumnya terbuat pada material yang tahan lama tetapi bukan dari logam, dapat mentolerir suhu mulai dari 0 hingga 55 derajat Celcius dan tidak terpengaruh oleh sinar UV. Ini juga tahan terhadap efek bensin, minyak, sabun, air, deterjen, dan bahan pembersih lainnya. Bahan yang digunakan tidak boleh mengandung zat yang menyebabkan penyakit kulit akibat kontak langsung dengan keringat., dan tidak menurunkan kekuatan benturan.

2.5.2 Konstruksi

Cangkang keras dengan permukaan halus, lapisan penyerap benturan, dan tali dagu harus membentuk struktur helm. Dari bagian atas helm hingga bidang utama, yaitu bidang horizontal yang melewati saluran telinga, ketinggian helm minimal 114 mm. Cangkang helm terbuat dari bahan yang kuat, tebal, dan seragam. Cangkang helm tidak menempel pada topeng, dan tidak ada penguatan lokal. Peredam kejut berupa lapisan peredam yang teletak pada permukaan bagian dalam cangkang, dengan ketebalan minimal 10 mm, dan dengan jaring helm atau struktur lain yang serupa dengan jaring helm. Kekuatan mekanik helm SNI ditunjukkan pada tabel 2.3.

Tabel 2.3. Kekuatan mekanik helm SNI

Kekuatan Impak	0,00972 J/mm ²	(Mulyo & Yudiono, 2019)
Kekuatan Tarik	33,39 MPa	(Mukhammad & Setyoko, 2014)

2.6 Perhitungan Rasio Volume Matriks dan Serat

Dalam pembuatan spesimen uji tarik diperlukan perhitungan untuk menentukan perbandingan rasio volume matriks dan serat. (Rumus dapat dilihat pada lampiran 2)

Rumus untuk mengetahui massa jenis serat yaitu :

$$\rho = \frac{m}{v} \dots \dots \dots (2.1)$$

Keterangan : ρ = Massa Jenis Serat (g/cm³)

m = Massa Serat (g)

v = Volume Serat (cm³)

Menghitung massa serat komposit digunakan rumus volume komposit dikalikan dengan massa jenis serat, hal ini sesuai dengan persamaan rumus.

$$M_{fc} = V_{fc} \cdot \rho_{fc} \cdot x_{fc}\% \dots \dots \dots (2.2)$$

Keterangan : M_{fc} = Massa Serat Komposit (g)

V_{fc} = Volume Serat Komposit (cm^3)

ρ_{fc} = Massa Jenis Serat Komposit (g/cm^3)

$x_{fc}\%$ = Fraksi volume Serat

Menghitung massa matrik komposit digunakan rumus volume matrik komposit dikalikan dengan massa jenis matrik, hal ini sesuai dengan persamaan rumus.

$$M_{mc} = V_{mc} \cdot \rho_{mc} \cdot x_{mc}\% \dots\dots\dots (2.3)$$

Keterangan : M_{mc} = Massa Matrik Komposit (g)

V_{mc} = Volume Matrik Komposit (cm^3)

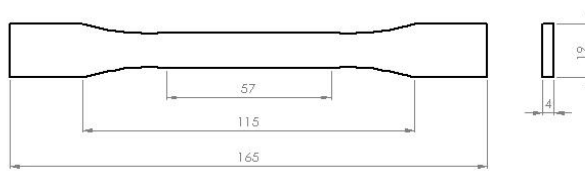
ρ_{mc} = Massa Jenis Matrik Komposit (g/cm^3)

$x_{mc}\%$ = Fraksi Volume Matrik

Perhitungan spesimen uji tarik memiliki volume cetakan = $9,78 \text{ cm}^3$ dan spesimen uji impak memiliki volume cetakan = $3,2 \text{ cm}^3$, massa jenis resin = $1,215 \text{ g}/\text{cm}^3$ dan massa jenis katalis $1,25 \text{ g}/\text{cm}^3$, (Penggunaan rumus dapat dilihat pada lampiran 2).

2.7 Uji Tarik (Tensile Test)

Pengujian tarik dilakukan untuk mengetahui regangan dan kekuatan tarik dari matriks dan serat komposit. Pengujian spesimen uji dijepit pada mesin uji dan pembebanan dinaikkan secara bertahap sampai tercapai dan benda uji putus. Tes ini mematuhi standar ASTM D-638. Ukuran ASTM D-638 dapat dilihat pada Gambar 2.5



Gambar 2.5 ASTM D-638

Pada penelitian ini untuk menghitung tegangan tarik sebagai berikut : (Penggunaan persamaan 2.4 dan 2.5 dapat dilihat pada lampiran 4)

$$\sigma = \frac{F_{maks}}{A_o} \dots\dots\dots(2.4)$$

$$A_o = B \times H \dots\dots\dots(2.5)$$

Keterangan :

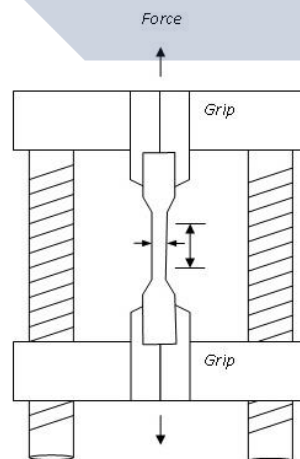
σ : Tegangan Tarik (Mpa)

F_{maks} : Beban Tarik Maksimum (N)

A_o : Luas Penampang yang diujikan (mm²)

B : lebar (mm)

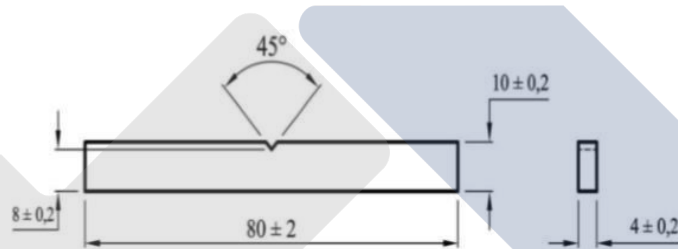
H : Tinggi (mm)



Gambar 2.6 Penempatan Material Uji Tarik

2.8 Uji Impak

Uji impak adalah pengujian ketangguhan pada specimen material logam dan komposit. Uji impak digunakan untuk menentukan material yang rapuh atau ulet akibat gerak benda berdasarkan sifat ketangguhannya (Dhilif Kumar et al. 2017) . Pengujian ini menggunakan standar ISO 179-1 dan ditunjukkan pada Gambar 2.7 dan Ilustrasi pengujian impak ditunjukkan pada Gambar 2.8.



Gambar 2.7 ISO 179-1

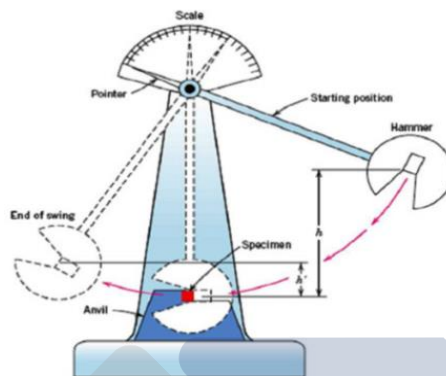
Energi patah/serap uji dapat dihitung menggunakan persamaan (Penggunaan rumus terdapat pada lampiran 3) :

$$\text{Energi serap} = m \cdot g \cdot r (\cos \beta - \cos \alpha) \dots\dots\dots(2.6)$$

Kekuatan impak benda uji dapat dihitung dengan persamaan :

$$HI = \frac{E}{A} \dots\dots\dots (2.7)$$

- Dimana :
- HI = Kekuatan impak (J/mm^2)
 - E = Energi serap/patah spesimen (joule)
 - A = Luas penampang spesimen di bawah takikan (mm^2)
 - m = Berat Pendulum (m)
 - g = Gaya gravitasi $9.81 (m/s^2)$
 - r = Jarak pendulum ke pusat rotasi (m)
 - $\cos \alpha$ = Sudut pendulum tanpa benda uji ($^\circ$)



Gambar 2.8 Ilustrasi Pengujian Impak

Takik (Notch) dalam objek uji standar dirancang sebagai konsentrasi tegangan sehingga diharapkan terjadi di bagian itu. Selain dalam bentuk V dengan sudut 45° .

2.9 Metode Eksperimen Faktorial

Eksperimen faktorial adalah eksperimen di mana semua tingkat faktor dalam percobaan digabungkan dengan tingkat faktor lainnya. kombinasi level faktor dapat dilakukan dengan melakukan perkalian antara level faktor satu dengan level faktor lainnya. Percobaan ini dapat mengetahui pengaruh-pengaruh tunggal dari faktor yang diujikan dan faktor gabungan dari masing-masing faktor yang diujikan.

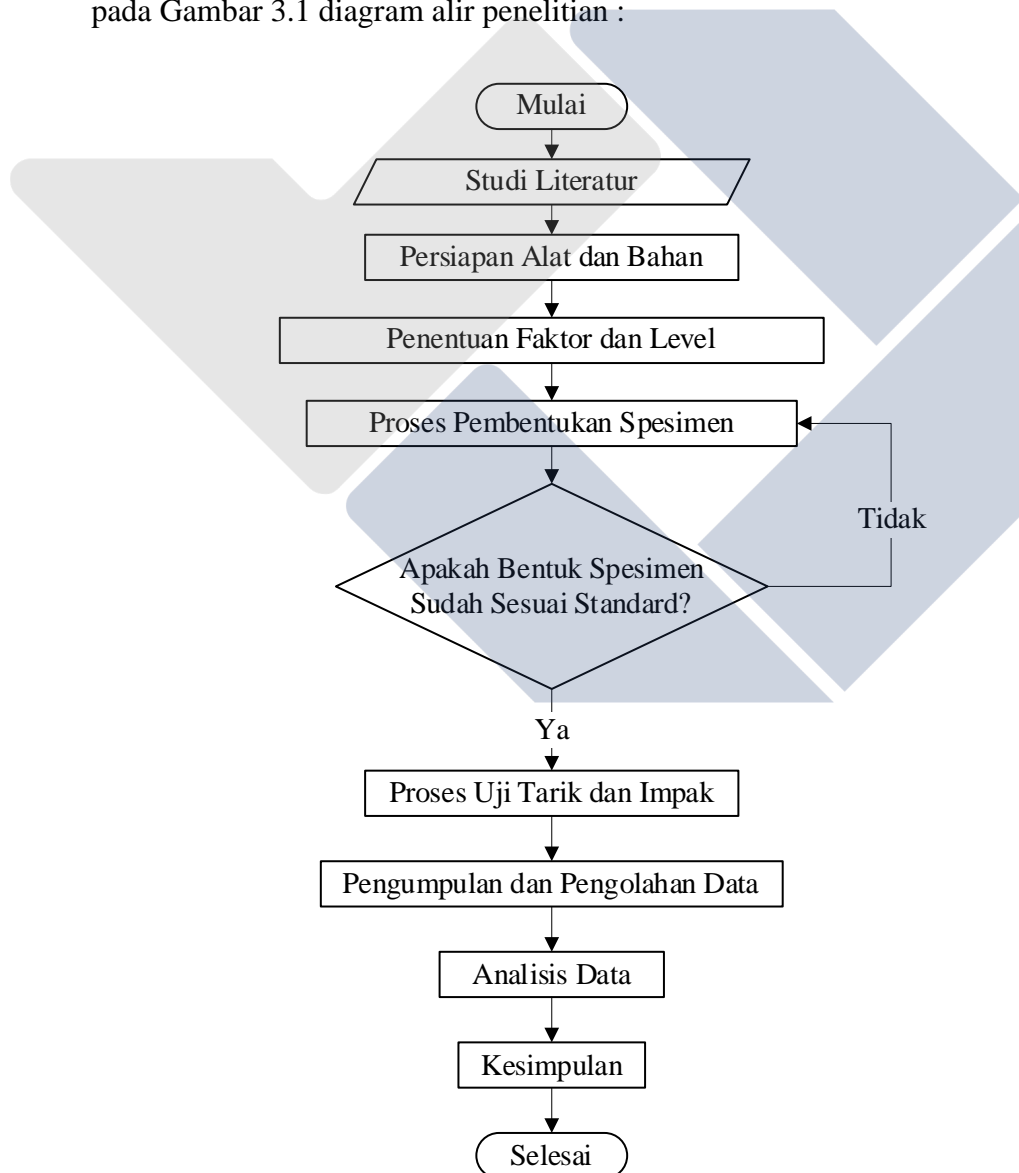
Eksperimen faktorial dapat digunakan untuk melihat perubahan nilai variabel respons yang berbeda disebabkan oleh perubahan dari taraf faktor satu dengan faktor lainnya. Kelebihan dari eksperimen ini adalah beberapa percobaan faktor tunggal telah diringkas oleh percobaan faktorial. sehingga percobaan ini dapat menghemat waktu, alat, bahan, modal yang tersedia dan tenaga kerja untuk mencapai semua sasaran percobaan-percobaan faktor tunggal sekaligus, selain itu percobaan faktorial dapat mengetahui adanya kerja sama antara faktor dan pengaruh dari dua faktor atau lebih. Selain memiliki keuntungan percobaan faktorial juga memiliki kelemahan seperti: semakin banyak faktor yang diteliti, kombinasi perlakuannya semakin meningkat pula, sehingga ukuran percobaan semakin besar dan akan mengakibatkan ketelitiannya semakin berkurang.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Tahapan Penelitian

Langkah-langkah dalam rencana penelitian secara garis besar dapat dilihat pada Gambar 3.1 diagram alir penelitian :



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

3.2 Studi Literatur

Studi Literatur berisi informasi-informasi terkait dengan penelitian.

Adapun informasi-informasi tersebut :

1. Penelitian Sebelumnya

Dalam Penelitian sebelumnya oleh Bagus Tri Mulyo dan Heri Yudiono telah dilakukan uji kekuatan impak untuk material helm SNI dengan material komposit polyester dan serat daun nanas.

2. Resin Polyester

Literatur yang digunakan berupa data sifat mekanik resin polyester.

3. SNI 1181-2007

SNI 1181-2007 dikeluarkan oleh badan standardisasi Nasional (BSN) berisi informasi terkait spesifikasi Helm pelindung standar dari geometri dan standar pengujian Buat helm.

3.3 Waktu dan Tempat Penelitian

Waktu penelitian ini direncanakan selama lima bulan yang dimulai dari Agustus 2021 sampai dengan Februari 2022. Tempat dilaksanakannya penelitian ini berada di Laboratorium Teknik Mesin, Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.

3.4 Alat dan Bahan Penelitian

Berikut ini Alat dan Bahan yang digunakan dalam Penelitian ini :

3.4.1 Cetakan spesimen

Cetakan spesimen untuk uji tarik menggunakan ASTM D-638 dengan ukuran cetakan dapat dilihat pada Gambar 2.5 dan uji impak menggunakan ISO 179-1 dengan ukuran cetakan dapat dilihat pada Gambar 2.7. Bentuk cetakan ditunjukkan pada Gambar 3.2 dan Gambar 3.3.



Gambar 3.2 Cetakan Uji Tarik



Gambar 3.3 Cetakan Uji Impak

3.4.2 Timbangan Digital

Timbangan Digital merupakan alat yang digunakan sebagai pengukuran untuk mengukur suatu berat atau beban maupun massa pada suatu zat. Penelitian ini menggunakan timbangan digital merek *Superior Mini* dengan ketelitian 0,01 gram.



Gambar 3.4 Timbangan Digital

3.4.3 Alat Bantu: penggaris, jangka sorong, gunting, gergaji dan kikir.

3.4.4 Bahan:

1. Serat Pandan duri

Pada penelitian ini menggunakan Panjang serat untuk Horizontal sebesar 13 mm, panjang serat untuk Vertikal sebesar 165 mm, dan Panjang serat untuk Acak sebesar 8 mm, dapat dilihat pada Gambar 3.5.



Gambar 3.5 Serat Pandan Duri

2. *Resin Polyester* BQTN 157

Resin yang sering digunakan dalam pembuatan komposit biasanya resin polyester. Keunggulan resin ini adalah harganya yang relatif murah, dan mudah diproses. Resin *polyester* dapat dilihat pada Gambar 3.6



Gambar 3.6 Resin Polyester BQTN 157

3. Hardener

Hardener adalah cairan dengan sifat senyawa *MEKPO* adalah senyawa metil etil keton peroksida. pengeras Ini memiliki warna yang jelas dan dapat digunakan sebagai pengering. pengeras Biasanya dijual dengan resin.

4. Wax

Wax memiliki bentukan seperti pasta atau krim agak padat, bisa dimanfaatkan sebagai pelapis antara bidang cetakan dan material komposit sehingga kedua bagian tidak saling menempel. *Wax* dapat dilihat pada Gambar 3.7



Gambar 3.7 Wax

3.5 Cara Pengambilan serat pandan duri

Prosedur pengambilan serat pandan duri adalah sebagai berikut : (Gambar pengambilan serat dari awal sampai akhir terdapat pada lampiran 4).

1. Pengambilan daun pandan duri dari pohon.
2. Daun pandan duri dicuci hingga bersih dengan air agar debu-debu yang menempel hilang.
3. Pengambilan serat pandan duri dilakukan dengan cara direndam di air selama 7 hari.
4. Setelah 3 hari pandan duri berubah menjadi kuning, agar mudah saat pengambilan serat.
5. Setelah 7 hari daun pandan duri dikerok menggunakan sendok untuk mendapatkan serat.
6. Serat pandan duri direndam air dan dicuci hingga bersih selama 1 jam.
7. Serat dijemur hingga kering dan siap dipakai.

3.6 Metode Eksperimen Faktorial

Dalam penelitian ini, arah serat dan fraksi volume merupakan parameter yang diuji, dengan total 3 level untuk mencari jumlah kombinasi parameter, level antar parameter dapat dikalikan dan mendapatkan 9 kombinasi parameter dengan dilakukan pengulangan sebanyak 3 kali sehingga diperoleh 27 data. Desain faktorial dari Penelitian ini didapat dari *software* minitab yang dapat dilihat pada Tabel 3.1 Level dan Parameter uji, Tabel 3.2 Desain eksperimen faktorial, Tabel 3.3 Parameter yang digunakan. (Rancangan eksperimen dari minitab terdapat pada lampiran 6).

Tabel 3.1 Level dan Parameter Uji

Faktor	Level		
Arah Serat	Horizontal	Vertikal	Acak
Fraksi Volume Serat (%)	7,5	10	12,5

Tabel 3.2 Desain Eksperimen Faktorial

Eksperimen	Arah Serat	Fraksi Volume Serat (%)
1	1	1
2	1	2
3	1	3
4	2	1
5	2	2
6	2	3
7	3	1
8	3	2
9	3	3

Tabel 3.3 Parameter yang digunakan

Eksperimen	Arah serat	Fraksi volume Serat (%)
1	Horizontal	7,5
2	Horizontal	10
3	Horizontal	12,5
4	Vertikal	7,5
5	Vertikal	10
6	Vertikal	12,5
7	Acak	7,5
8	Acak	10
9	Acak	12,5

Setelah mendapatkan rancangan eksperimen faktorial tahap selanjutnya akan membuat hipotesis. Hipotesis dalam eksperimen ini adalah faktor yang berpengaruh terhadap kekuatan tarik dan impak, dimana faktor tersebut mungkin berdiri sendiri ataupun berinteraksi dengan faktor yang lain. Hipotesis umum ini disebut sebagai hipotesis nol (H_0).

Adapun hipotesis nol dari eksperimen dalam penelitian ini adalah:

H_{01} : Perbedaan arah serat tidak berpengaruh terhadap kekuatan tarik.

H_{02} : Perbedaan arah serat tidak berpengaruh terhadap kekuatan impak.

H₀₃ : Perbedaan fraksi volume serat tidak berpengaruh terhadap kekuatan tarik.

H₀₄ : Perbedaan fraksi volume serat tidak berpengaruh terhadap kekuatan impact.

H₀₅ : Perbedaan interaksi arah serat dan fraksi volume serat tidak berpengaruh terhadap kekuatan tarik.

H₀₆ : Perbedaan interaksi arah serat dan fraksi volume serat tidak berpengaruh terhadap kekuatan impact.

3.7 Benda Uji Tarik dan Impact

Langkah awal pembuatan benda uji untuk pengujian tarik dan impact adalah menyiapkan cetakan yang sudah bersih dan telah diolesi wax yang rata. Hal ini dilakukan untuk menghindari terbentuknya gelembung udara akibat pemanasan yang ditimbulkan oleh reaksi resin-katalis. Dalam perhitungan membutuhkan data seperti berikut :

$$\text{Volume cetakan (Uji tarik)} = 9,78 \text{ cm}^3$$

$$\text{Volume Cetakan (Uji Impact)} = 3,2 \text{ cm}^3$$

$$\text{Massa jenis serat pandan duri} = 0,96 \text{ g/cm}^3$$

$$\text{Massa Jenis Resin Polyester} = 1,215 \text{ g/cm}^3$$

$$\text{Massa Jenis Hardener} = 1,25 \text{ g/cm}^3$$

3.7.1 Pembuatan Model Spesimen Uji

Pembuatan model spesimen uji dibuat berdasarkan standard ukuran spesimen yang digunakan yaitu ASTM D638 type 1 untuk uji tarik dan ISO 179 untuk uji impact. (Gambar Pembuatan spesimen uji terdapat pada lampiran 5)

Prosedur Pembuatan Model Spesimen Uji Tarik sebagai berikut :

1. Siapkan serat pandan duri.
2. Fraksi volume resin yang digunakan adalah 87,5%, 90%, 92,5%. Fraksi volume serat adalah 7,5%, 10%, 12,5%.
3. Hitung massa material yang akan digunakan yaitu serat pandan duri, resin *Polyester* dan Katalis sesuai dengan hitungan yang telah dihitung

sebelumnya menggunakan timbangan digital. (Timbangan digital dikalibrasi terlebih dahulu).

4. Kemudian lapisi cetakan dengan wax secara merata agar material komposit tidak mudah lengket atau mudah dilepaskan dari cetakan.
5. Masukkan dan susun secara horizontal, vertikal, dan acak yang sudah ditimbang.
6. Lalu campurkan resin polyester dan katalis yang telah ditimbang ke dalam wadah lainnya sebelum dimasukkan ke dalam cetakan. Kemudian aduk hingga merata agar campuran merata sehingga tidak terdapat ruang kosong diantara material.
7. Masukkan campuran resin polyester dan katalis ke dalam cetakan, pastikan didalam cetakan campuran material memiliki ketebalan yang merata.
8. Kemudian tunggu kering selama \pm 30-60 menit,
9. Jika sudah kering, lepaskan komposit dari cetakan.

Prosedur Pembuatan Model Spesimen Uji Impak sebagai berikut :

1. Siapkan serat pandan duri.
2. Fraksi volume resin yang digunakan adalah 87,5%, 90%, 92,5%. Fraksi volume serat adalah 7,5%, 10%, 12,5%.
3. Hitung massa material yang akan digunakan yaitu serat pandan duri, resin Polyester dan Katalis sesuai dengan hitungan yang telah dihitung sebelumnya menggunakan timbangan digital. (Timbangan digital dikalibrasi terlebih dahulu).
4. Kemudian lapisi cetakan dengan wax secara merata agar material komposit tidak mudah lengket atau mudah dilepaskan dari cetakan.
5. Masukkan dan susun secara horizontal, vertikal, dan acak yang sudah ditimbang.
6. Lalu campurkan resin polyester dan katalis yang telah ditimbang ke dalam wadah lainnya sebelum dimasukkan ke dalam cetakan. Kemudian aduk hingga merata agar campuran merata sehingga tidak terdapat ruang kosong diantara material.

7. Masukkan campuran resin polyester dan katalis ke dalam cetakan, pastikan didalam cetakan campuran material memiliki ketebalan yang merata.
8. Kemudian tunggu kering selama \pm 30-60 menit,
9. Jika sudah kering, lepaskan komposit dari cetakan.

3.8 Prosedur Pengujian Material Komposit

3.8.1 Proses pengujian material komposit menggunakan alat uji tarik

Pada pengujian tarik material komposit menggunakan *Universal Testing Machining* jenis *ZwickRoell Z020 tipe Xforce K*.

Langkah-langkah pengujian material komposit untuk uji tarik adalah sebagai berikut :

1. Hidupkanlah mesin uji tarik dan Komputer yang digunakan untuk operasional mesin.
2. Bukalah *software Zwick Test Expert* program pada komputer.
3. Memasang dan mengatur titik nol pada benda uji dalam cekam mesin uji, sesuai dengan tanda yang telah ditentukan dengan menekan *UP* untuk menaikkan atau *DOWN* untuk menurunkan cekam.
4. Mengisi data material pada *Method Window*:
 - a. *Sample*, untuk data material meliputi: *shape, Gauge, Grip, Lengt*.
 - b. *Prepare Test*, untuk menentukan mode pengujian
5. Bukalah *ReportScreen* untuk membuat *display* pengujian yang di dalamnya terdapat: *testno, testdate* dan nama material.
6. Melakukan pengujian dengan menekan tombol *TEST* pada *toolbox*.
7. Melepaskan material dari cekam pada mesin uji.
8. Lakukanlah pengujian berulang sampai semua spesimen telah diuji dan catatlah hasil pengujian yang didapatkan.

3.8.2 Proses pengujian material komposit menggunakan alat uji impak

Proses pengujian material komposit menggunakan alat uji impak *GOTECH* metode charpy model *GT-7045* dengan kapasitas 150 kg/cm. Tabel 3.4 menunjukkan spesifikasi peralatan uji impak model ini.

Tabel 3.4. Spesifikasi Alat Uji Impak *Gotech* metode *Charpy* model GT-7045

Berat Pendulum	2,5 kg
Jarak Lengan Pengayun (λ)	0,4 m
Sudut Posisi Awal Pendulum (α)	150°

Langkah-langkah pengujian material komposit untuk uji tarik adalah sebagai berikut :

1. Periksa Jarum penunjuk ke titik 0 pada alat uji impak.
2. Pastikan benda uji terpasang dengan benar padaudukannya di alat uji impak agar tidak jatuh atau bergerak.
3. Kemudian angkat pola kepala uji (Pendulum) yang terdapat pada alat uji impak.
4. Lepaskan tuas penahan pendulum sehingga berayun dan mengenai spesimen uji.
5. Tunggu sampai pendulum berhenti berayun.
6. Periksa dan ukur hasil pengujian tersebut melalui alat pencatat lalu masukan data yang telah didapatkan dari proses pengujian.

BAB IV

PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian

Pada penelitian ini menggunakan serat pandan duri dengan variasi arah serat dan variasi volume matriks dan serat. Penelitian dilakukan untuk mengetahui kekuatan tarik dan impact sebagai material alternatif helm SNI. Pengujian tarik dengan Universal Testing Machining merek Zwick Roell Model Z020 Xforce K dan Pengujian impact menggunakan alat uji Impact GOTECH model GT-7045. Selanjutnya, Data yang diperoleh akan diolah untuk mendapatkan sebuah kesimpulan tentang variasi faktor yang akan menghasilkan nilai kekuatan tarik dan impact yang diharapkan.

Pada proses penelitian dengan menggunakan serat pandan duri dengan perbandingan volume serat dan matrik. Pengujian dilakukan untuk mengetahui perbedaan kekuatan serat pandan duri dengan variasi ketebalan arah serat yaitu vertikal, horizontal, acak dan fraksi voume serat 7,5%, 10%, 12,5%. Pada penelitian ini dilakukan 3 kali replikasi. Perhitungan rasio untuk spesimen uji didapatkan dari persamaan 2.1, 2.2 dan 2.3 dapat dilihat pada lampiran 2. Hasil perhitungan rasion spesimen uji dapat dilihat pada tabel 4.1 dan 4.2

Tabel 4.1 Hasil perhitungan rasio spesimen uji tarik

Fraksi volume serat (%)	Berat serat (g)	Berat resin (g)
7,5	0,70	10,99
10	0,93	10,69
12,5	1,17	10,39

Tabel 4.2 Hasil perhitungan rasio spesimen uji impact

Fraksi volume serat (%)	Berat serat (g)	Berat resin (g)
7,5	0,23	3,60
10	0,30	3,49
12,5	0,38	3,40

4.2 Proses Pengambilan Data

Pada proses pengambilan data terdapat beberapa proses yang harus dilakukan secara berurutan. Proses ini diawali dengan studi pustaka, selanjutnya membuat spesimen uji tarik standar ASTM D-638 dan uji impact berdasarkan standar ISO-179. Spesimen uji dibuat menggunakan *resin polyester* berpenguat serat pandan duri dengan menggunakan variasi pada arah dan fraksi volume sehingga didapatkan 9 spesimen dengan replikasi sebanyak 3 kali. Hasil cetakan spesimen uji telah diberi tanda dapat dilihat pada Gambar 4.1 dan Gambar 4.2.



Gambar 4.1 Spesimen uji tarik



Gambar 4.2 Spesimen uji impact

Ketika semua benda uji telah dibuat dan diberi tanda, maka selanjutnya menyiapkan mesin uji tarik dan komputer yang akan digunakan, selanjutnya memasang dan mengatur titik nol pada benda uji dalam cekam mesin uji, mengisi data material pada *Method Window* dan melakukan pengujian dengan menekan tombol TEST pada komputer untuk menghasilkan kekuatan tarik spesimen. Kegiatan pengujian tarik spesimen di tunjukan pada Gambar 4.3 dan hasil spesimen uji yang telah ditarik menggunakan mesin dapat dilihat pada Gambar 4.4.



Gambar 4.3 Proses Pengujian Tarik



Gambar 4.4 Spesimen setelah dilakukan uji tarik

Spesimen uji impact yang sudah tercetak dan diberi tanda selanjutnya menyiapkan alat uji impact dan melakukan pengujian dengan melepas pendulum untuk mendapatkan sudut akhir (β) dari spesimen yang telah dicetak. Kegiatan pengujian impact spesimen ditunjukkan pada Gambar 4.5 dan hasil spesimen uji yang telah ditarik menggunakan mesin ditunjukkan pada Gambar 4.6.



Gambar 4.5 Proses Pengujian Impak
(alat terkalibrasi dengan baik)



Gambar 4.6 Spesimen setelah dilakukan uji Impak

4.3 Hasil Pengujian

Pengujian tarik dilakukan pada model *Universal Testing Machining ZwickRoell Z020 Xforce K*. Dimana, nilai kekuatan tarik didapatkan secara otomatis setelah spesimen terputus. Kekuatan tarik dapat dihitung secara manual menggunakan persamaan 2.4 dan 2.5 dan terdapat pada lampiran 3. Nilai kekuatan tarik ditunjukkan pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Hasil rata-rata kekuatan tarik

No	Arah	Rasio Volume Matriks dan Serat (%)	Hasil Pengujian Tarik (MPa)			
			1	2	3	Rata-rata
1	Horizontal	7,5 : 92,5	7,74	7,98	9,6	8,44
2	Horizontal	10 : 90	14,5	14	13,8	14,10
3	Horizontal	12,5 : 87,5	15,8	16,4	18,5	16,90
4	Vertikal	7,5 : 92,5	31,6	29,8	30,9	30,70
5	Vertikal	10 : 90	38,2	35,7	40,7	38,20
6	Vertikal	12,5 : 87,5	41,8	39,5	42,7	41,33
7	Acak	7,5 : 92,5	13,7	15,2	14,6	14,50
8	Acak	10 : 90	19	18,7	18	18,57
9	Acak	12,5 : 87,5	22,3	21,7	19,6	21,20

Dari tabel diatas diperoleh data yang menunjukkan bahwa variasi parameter yang digunakan akan mempengaruhi nilai kekuatan tarik dari setiap spesimen uji dimana data tersebut menunjukkan hasil yang berbeda-beda. Pada penelitian ini nilai kekuatan tarik tertinggi terdapat pada arah vertikal dengan fraksi volume serat 12,5% dan nilai kekuatan terendah terdapat pada arah horizontal dengan fraksi volume serat 7,5%.

Sudut akhir (β) akan ditentukan dengan pengujian impak dengan GOTECH Model GT-7045 *Impact tester*. Dimana sudut akhir (β) akan dihitung untuk menghasilkan nilai kekuatan impak dan data akan diolah untuk menghasilkan data yang dihasilkan sesuai dengan tujuan penelitian. Nilai kekuatan impak dihitung secara manual menggunakan persamaan 2.6 dan 2.7 dan dapat dilihat pada lampiran 4. Hasil pengujian impak ditunjukkan pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Hasil rata-rata kekuatan impact

No	Arah Serat	Rasio Volume Matriks dan Serat (%)	Hasil Pengujian Impact (J/mm ²)			
			1	2	3	Rata-rata
1	Horizontal	7,5 : 92,5	0,0238	0,0206	0,0206	0,0216
2	Horizontal	10 : 90	0,0206	0,0238	0,0272	0,0238
3	Horizontal	12,5 : 87,5	0,0306	0,0272	0,0272	0,0283
4	Vertikal	7,5 : 92,5	0,0449	0,0412	0,0432	0,0431
5	Vertikal	10 : 90	0,0449	0,0563	0,0524	0,0512
6	Vertikal	12,5 : 87,5	0,0563	0,0602	0,0683	0,0616
7	Acak	7,5 : 92,5	0,0272	0,0206	0,0206	0,0228
8	Acak	10 : 90	0,0272	0,0272	0,0206	0,0250
9	Acak	12,5 : 87,5	0,0306	0,0306	0,0412	0,0341

Dari tabel diatas diperoleh data yang menunjukkan bahwa variasi parameter yang digunakan akan mempengaruhi nilai kekuatan impact dari setiap spesimen uji dimana data tersebut menunjukkan hasil yang berbeda-beda. Pada penelitian ini nilai kekuatan tarik tertinggi terdapat pada arah vertikal dengan fraksi volume serat 12,5% dan nilai kekuatan terendah terdapat pada arah horizontal dengan fraksi volume serat 7,5%.

4.4 Proses pengolahan data

Pada tahap pengolahan data dilakukan uji ANOVA, untuk mengetahui tingkat signifikansi variabel respon. Keputusan terhadap hipotesis nol didasarkan pada nilai Fhitung, yakni hipotesis nol (H_0) ditolak jika $F_{hitung} > F_{tabel}$ dan diterima jika $F_{hitung} < F_{tabel}$. F_{tabel} diperoleh dari tabel distribusi F kumulatif, dengan $df_1 = df$ yang bersangkutan dan $df_2 = df_{error}$. Pada F_{tabel} diketahui sebesar 3,55.

4.4.1 Anova untuk kekuatan tarik

Setelah data kekuatan tarik diolah data akan diuji ANOVA. Tabel 4.5 adalah ANOVA kekuatan tarik sebagai berikut :

Tabel 4.5 ANOVA kekuatan Tarik

Faktor	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Arah serat	2	2963,73	1481,87	1653,40	0,000
Fraksi volume serat	2	367,01	183,50	204,75	0,000
Arah serat*Fraksi volume serat	4	17,31	4,33	4,83	0,008
Eror	18	16,13	0,90		
Total	26	3364,19			

Pengujian ANOVA menggunakan minitab menunjukkan nilai signifikansi faktor a dan b sebesar 0,000 dan interaksi sebesar 0,008 lebih kecil dari taraf nyata yang dipilih $\alpha = 0,05$, sehingga H_0 ditolak dan terima H_1 yang berarti semua level serta interaksi antar level mempengaruhi kuat tarik. Penggunaan Fhitung memberikan kesimpulan tentang hasil uji hipotesis *analysis of varians*. Keputusan yang diambil terhadap hasil *analysis of varians* data eksperimen untuk nilai kuat tarik, yaitu:

1. Ditinjau dari faktor arah serat (faktor A), nilai Fhitung > Ftabel, Sehingga tolak H_0 dan simpulkan bahwa arah serat berpengaruh terhadap kekuatan tarik.
2. Ditinjau dari faktor fraksi volume serat (faktor B), nilai Fhitung > Ftabel, sehingga tolak H_0 dan simpulkan bahwa fraksi volume serat berpengaruh terhadap kekuatan tarik.
3. Ditinjau dari interaksi faktor arah serat (faktor A) dan faktor fraksi volume serat (faktor B), nilai Fhitung > Ftabel, sehingga tolak H_0 dan simpulkan bahwa interaksi faktor arah serat (faktor A) dan fraksi volume serat berpengaruh terhadap kekuatan tarik.

4.4.2 Anova untuk kekuatan impact

Setelah data kekuatan impact diolah data akan diuji ANOVA. Tabel 4.6 adalah ANOVA kekuatan impact sebagai berikut :

Tabel 4.6 ANOVA kekuatan impact

Faktor	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Arah serat	2	0,004550	0,002275	218,05	0,000
Fraksi volume serat	2	0,000677	0,000339	32,44	0,000
Arah serat*Fraksi volume serat	4	0,000152	0,000038	3,63	0,008
Error	18	0,000188	0,000010		
Total	26	0,005567			

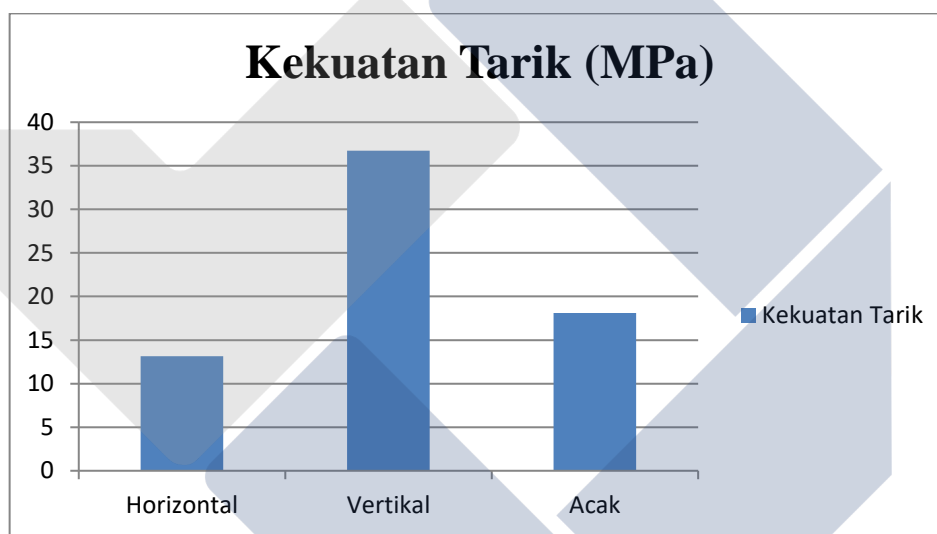
Pengujian ANOVA menggunakan minitab menunjukkan nilai signifikansi faktor a dan b sebesar 0,000 dan interaksi sebesar 0,024 lebih kecil dari taraf nyata yang dipilih $\alpha = 0,05$, sehingga H_0 ditolak dan terima H_1 yang berarti semua level serta interaksi antar level mempengaruhi kuat tarik. Penggunaan Fhitung memberikan kesimpulan tentang hasil uji hipotesis *analysis of varians*. Keputusan yang diambil terhadap hasil *analysis of varians* data eksperimen untuk nilai kuat impact, yaitu:

1. Ditinjau dari faktor arah serat (faktor A), nilai Fhitung > Ftabel, Sehingga tolak H_0 dan simpulkan bahwa arah serat berpengaruh terhadap kekuatan impact.
2. Ditinjau dari faktor fraksi volume serat (faktor B), nilai Fhitung > Ftabel, sehingga tolak H_0 dan simpulkan bahwa fraksi volume serat berpengaruh terhadap kekuatan impact.
3. Ditinjau dari interaksi faktor arah serat (faktor A) dan faktor fraksi volume serat (faktor B), nilai Fhitung > Ftabel, sehingga tolak H_0 dan simpulkan bahwa interaksi faktor arah serat (faktor A) dan fraksi volume serat berpengaruh terhadap kekuatan impact.

4.5 Analisis

4.5.1 Analisis Faktor Arah Serat (kekuatan tarik)

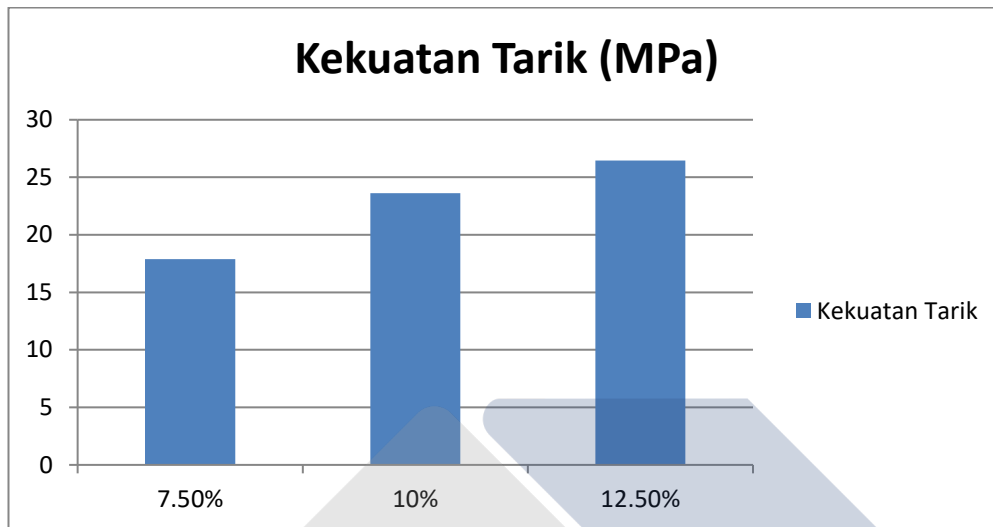
Hasil uji anova untuk faktor arah serat menunjukkan bahwa faktor tersebut berpengaruh terhadap kekuatan tarik dan tiap level arah serat berpengaruh terhadap kekuatan tarik. Arah serat vertikal menghasilkan kekuatan tarik tertinggi dibandingkan dengan kekuatan tarik pada arah horizontal. Besarnya kekuatan tarik terdapat pada Gambar 4.7.



Gambar 4.7 Kekuatan tarik berdasarkan arah serat

4.5.2 Analisis Faktor Fraksi Volume Serat (kekuatan tarik)

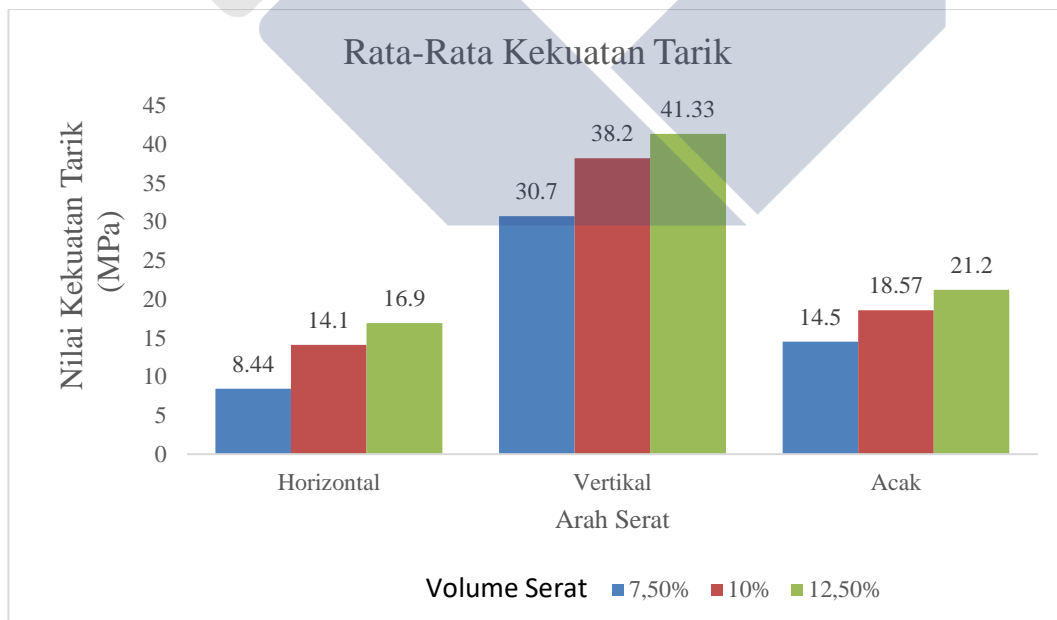
Hasil uji anova untuk faktor fraksi volume serat menunjukkan bahwa fraksi volume serat berpengaruh terhadap kekuatan tarik dan setiap level fraksi volume serat berpengaruh terhadap kekuatan tarik. Semakin banyak fraksi volume serat juga semakin tinggi juga kekuatan tarik. Peningkatan kekuatan tarik dapat dilihat pada Gambar 4.8.



Gambar 4.8 Kekuatan tarik berdasarkan fraksi volume serat

4.5.3 Analisis Interaksi Arah serat dan Fraksi volume serat (kekuatan tarik)

Untuk mengetahui perbedaan nilai kekuatan tarik, maka grafik hasil pengujian tarik dapat digunakan untuk melihat perbedaan nilai kekuatan tarik yang ditunjukkan pada Gambar 4.9.

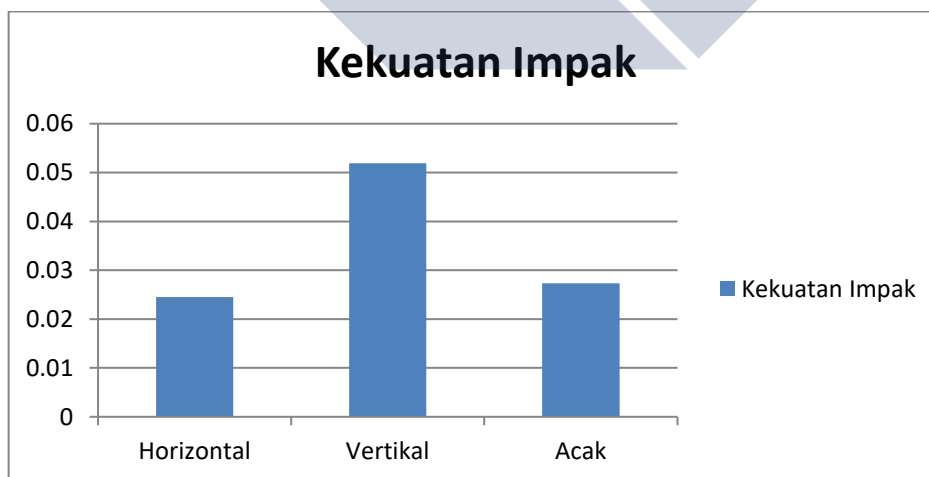


Gambar 4.9 kekuatan tarik berdasarkan interaksi kedua faktor

Dari grafik di atas dapat diketahui bahwa nilai kekuatan tarik pada spesimen uji yang menggunakan arah serat dan fraksi volume yang berbeda memiliki perbedaan. Perbedaan ini menyebabkan adanya nilai kekuatan tarik tertinggi dan terendah. Nilai kekuatan tarik tertinggi berada pada spesimen uji yang menggunakan arah serat vertikal dengan fraksi volume serat 12,5% memiliki kekuatan tarik sebesar 41,33 Mpa. Hal ini dipengaruhi oleh semakin banyak serat yang digunakan dan pengaruh arah serat yang sesuai dengan gaya tarik akan membuat kekuatan tarik semakin besar. Sedangkan nilai kekuatan tarik terendah sebesar 8,44 MPa yang menggunakan arah serat horizontal dengan fraksi volume serat 7,5%. Hal ini disebabkan arah serat yang digunakan melintang dengan gaya tarik dan sedikitnya bahan pengisi matriks dan resin, sehingga serat tidak mampu menahan regangan kekuatan tarik.

4.5.4 Analisis Faktor Arah Serat (kekuatan impact)

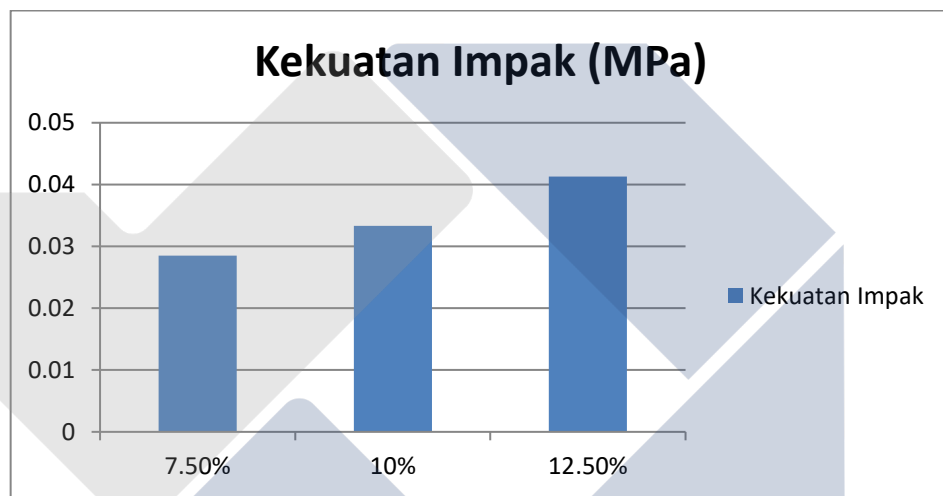
Hasil uji anova untuk faktor arah serat menunjukkan bahwa faktor tersebut berpengaruh terhadap kekuatan impact dan tiap level arah serat berpengaruh terhadap kekuatan impact. Arah serat vertikal menghasilkan kekuatan impact tertinggi dibandingkan dengan kekuatan impact pada arah horizontal. Besarnya kekuatan impact terdapat pada Gambar 4.10.



Gambar 4.10 Kekuatan impact berdasarkan arah serat

4.5.5 Analisis Faktor Fraksi Volume Serat (kekuatan impak)

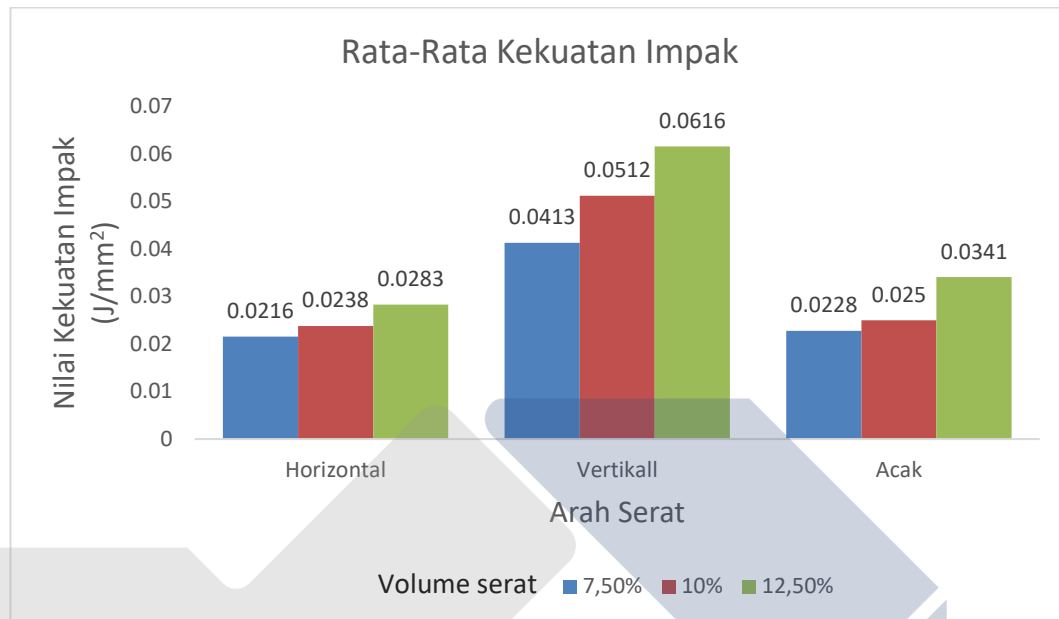
Hasil uji anova untuk faktor fraksi volume serat menunjukkan bahwa fraksi volume serat berpengaruh terhadap kekuatan impak dan setiap level fraksi volume serat berpengaruh terhadap kekuatan impak. Semakin banyak fraksi volume serat berpengaruh terhadap kekuatan impak. Semakin tinggi fraksi volume serat juga semakin tinggi juga kekuatan tarik. Peningkatan kekuatan tarik dapat dilihat pada Gambar 4.11.



Gambar 4.11 Kekuatan impak berdasarkan fraksi volume serat

4.5.6 Analisis Interaksi Arah serat dan Fraksi volume serat (kekuatan impak)

Untuk mengetahui perbedaan nilai kekuatan impak, maka grafik hasil pengujian impak dapat digunakan untuk melihat perbedaan nilai kekuatan impak yang ditunjukkan pada Gambar 4.12.



Gambar 4.12 Kekuatan impak berdasarkan interaksi kedua faktor

Gambar 4.12 menunjukkan bahwa spesimen dengan kekuatan impak terbesar adalah arah serat vertikal dengan fraksi volume serat 12,5% . Sedangkan kekuatan impak terkecil terdapat pada spesimen dengan arah serat horizontal dengan fraksi volume serat 7,5%. Arah serat yang mempengaruhi nilai kekuatan impak terbesar adalah arah serat melintang terhadap arah datangnya beban kejut dan semakin banyak serat juga mempengaruhi kekuatan impak. Namun arah serat yang searah dengan arah datangnya beban kejut memiliki pengaruh yang kecil dan semakin sedikit serat juga mempengaruhi hasil kekuatan impak yang kecil.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis yang telah dilakukan oleh peneliti pada bab sebelumnya mengenai judul Pengaruh variasi arah serat dan fraksi volume serat pandan duri terhadap kekuatan tarik dan dampak sebagai material alternatif helm sni, maka didapatkan hasil kesimpulan sebagai berikut:

1. Dari beberapa variasi arah serat dan fraksi volume serat pandan duri didapatkan nilai kekuatan tarik tertinggi pada arah serat vertikal dan fraksi volume serat 12,5% sebesar 41,33 MPa dan kekuatan tarik terendah terdapat pada arah serat horizontal dan fraksi volume serat 7,5 % sebesar 8,44 Mpa. Kekuatan dampak tertinggi didapat pada arah vertikal dan fraksi volume serat 12,5% sebesar 0,0616 J/mm² dan kekuatan dampak terendah terdapat pada arah serat horizontal dan fraksi volume serat 7,5% sebesar 0,0216 J/mm².
2. Jika dibandingkan dengan nilai kekuatan tarik pada helm SNI sebesar 33,93 Mpa (Mukhammad & Setyoko, 2014) dan untuk kekuatan dampak pada helm SNI sebesar 0,00972 J/mm² (Mulyo & Yudiono, 2019) maka spesimen yang telah dibuat telah lulus uji material untuk helm SNI.

5.2 Saran

Berikut adalah saran yang dapat dibuat setelah melakukan penelitian ini :

1. Perhatikan keadaan spesimen yang akan diuji, karena mungkin tidak dalam kondisi sempurna, seperti gelembung udara, yang dapat mempengaruhi hasil pengujian, dan cuaca selama proses pembuatan spesimen. Teliti dalam proses pencetakan spesimen agar spesimen yang diuji menghasilkan nilai yang *valid*.
2. Melakukan penelitian selanjutnya menggunakan parameter yang berbeda-beda, seperti serat pandan yang dianyam.

DAFTAR PUSTAKA

- Alavudeen, a., Thiruchitrabalam, M., Venkateshwaran, N., & Athijayamani, a. (2011). Review of Natural Fiber Reinforced Woven Composite. *Rev. Adv. Mater. Sci*, 27, 146–150.
- Badan Standarisasi Nasional. (2007). Penerapan Standar Wajib Standar Nasional Indonesia Helm Pengendara Kendaraan Roda Dua. *Bsn*, 1–37.
- D.Suryana, A.Junaidi, & M.Riski. (2018). Pengaruh Komposisi Komposit Serat-Serat Eceng Gondok Dan Pasir Silika Terhadap Uji Impact Dan Uji Tarik Untuk Point Panjat Dinding. *Jurnal Austenit*, 10(2), 15–20.
- Dhilif Kumar, Amru Siregar, Dadan Ramdan, Z., & Dhilif Kumar, Amru Siregar, Dadan Ramdan, Z. (2017). *Perancangan Alat Uji Impak Charpy Sederhana Untuk Material Logam Baja St 30 Design Of Simple Charpy Impact Test For Steel Meterial Steel Materials*. 1(1).
- Djamil, S., Sobron Y Lubis, & Hartono, dan. (n.d.). *Kekuatan Tarik Komposit Matrik Polimer Berpenguat Serat Alam Bambu Gigantochloa Apus Jenis Anyaman Diamond Braid dan Plain Weave*. 1–8.
- Fahmi, H., & Hermansyah, H. (2011). Pengaruh Orientasi Serat Pada Komposit Resin Polyester/ Serat Daun Nenas Terhadap Kekuatan Tarik. *Teknik Mesin Undana*, 1(1), 46–52.
- Harahap, M. H., & Purba, E. Y. (2017). Pemanfaatan Serat Daun Pandan Duri Sebagai Campuran Dalam Peningkatan Karakteristik Genteng Beton. *EINSTEIN E-JOURNAL*, 2(1).
- Hazmi, B. Z. (2016). *Effect of Volume Fraction , Curing and Post-Curing Temperature on Tensile Properties of Epoxy - Hollow Glass Microspheres IM30K Composites*.
- Low, I. M., Somers, J., Kho, H. S., Davies, I. J., & Latella, B. A. (2009). Fabrication and properties of recycled cellulose fibre-reinforced epoxy composites. *Composite Interfaces*, 16(7–9), 659–669.
- Muhammad, M., & Putra, R. (2018). Uji Mekanik Komposit Berpenguat Serat Pandan Duri dan Resin Polyester Dengan Variasi Komposisi Metoda Fraksi

- Berat. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, 6(2), 63.
- Mukhammad, A. F. H., & Setyoko, B. (2014). Studi Kelayakan Mekanik Komposit Serat Rami Acak-Polyester Sebagai Bahan Helm Standar SNI. *Traksi*, 14(2), 30–42.
- Mulyo, B. T., & Yudiono, H. (2019). Analisis Kekuatan Impak Pada Komposit Serat Daun Nanas Untuk Bahan Dasar Pembuatan Helm Sni. *Jurnal Kompetensi Teknik*, 10(2), 1–8.
- Pambudi, R. L., & Yudiono, H. (2020). *Pengaruh Orientasi Sudut Serat Pandan Duri Terhadap Ketangguhan Impact Komposit Sebagai Material Alternatif Bumper Mobil*. 12(2), 21–29.
- Pulungan, M. A. (2017). Analisis kemampuan rompi anti peluru yang terbuat dari komposit hgm-epoxy dan serat karbon dalam menyerap energi akibat impact peluru. *Teknik Mesin FTI-ITS, Surabaya, 2008*, 1.
- Sunardi, S., Fawaid, M., Lusiani, R., & Cahyadi, C. (2014). Pengaruh arah serat komposit serat pandan duri dengan matrik polyester terhadap kekuatan tarik dan kekuatan impak untuk aplikasi body kendaraan bermotor. *Teknika: Jurnal Sains Dan Teknologi*, 10(2).
- Utama, F. Y., & Zakiyya, H. (2016). Pengaruh Variasi Arah Serat Komposit Berpenguat Hibrida Fiberhybrid Terhadap Kekuatan Tarik Dan Densitas Material Dalam Aplikasi Body Partmobil. *Mekanika*, 15(2), 60–69.

LAMPIRAN

Lampiran 1

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

Nama : Aditya Rachman
Tempat, Tanggal Lahir : Sungailiat, 09 Oktober 2000
Jenis Kelamin : Laki-Laki
Agama : Islam
Pendidikan Terakhir : DIV (Teknik Mesin dan Manufaktur)
Alamat : Jl. Cendrawasih 2 No.127, Sungailiat, Kabupaten
bangka, Kepulauan bangka belitung
Email : adityarachman4346@gmail.com

Pendidikan Formal

- a. 2006-2012 : SD Negeri 17 Bintan Timur
- b. 2012-2015 : SMP Negeri 1 Bintan Timur
- c. 2015-2018 : SMA Negeri 1 Bintan Timur
- d. 2018-2022 : POLMAN Negeri Bangka Belitung

Lampiran 2

Perhitungan Rasio Volume Matriks dan Serat

1. perhitungan benda uji tarik

$$V_{\text{cetakan}} = V_{\text{komposit}} = p \times l \times t$$

$$V_{\text{komposit}} = 9,78 \text{ cm}^3$$

- m katalis = Volume cetakan x persentasi katalis x massa jenis katalis

$$m \text{ katalis} = 9,78 \text{ cm}^3 \times 1\% \times 1,25 \text{ g/cm}^3$$

$$m \text{ katalis} = 0,122 \text{ g}$$

- m serat = Volume cetakan x persentasi x massa jenis serat

$$m \text{ serat (7,5\%)} = 9,78 \text{ cm}^3 \times 7,5\% \times 0,96 \text{ g/cm}^3$$

$$m \text{ serat (7,5\%)} = 0,73 \text{ g}$$

- m serat (10%) = 9,78 cm³ x 10% x 0,96 g/cm³

$$m \text{ serat (10\%)} = 0,93 \text{ g}$$

- m serat (12,5%) = 9,78 cm³ x 12,5% x 0,96 g/cm³

$$m \text{ serat (12,5\%)} = 1,17 \text{ g}$$

- m resin(92,5%) =Volume cetakan x persentasi x massa jenis resin

$$m \text{ resin (92,5\%)} = 9,78 \text{ cm}^3 \times 92,5\% \times 1,215 \text{ g/cm}^3$$

$$m \text{ resin (92,5\%)} = 10,99 \text{ g}$$

- m resin (90%) = 9,78 cm³ x 90% x 1,215 g/cm³

$$m \text{ resin (90\%)} = 10,69 \text{ g}$$

- m resin (87,5%) = 9,78 cm³ x 87,5% x 1,215 g/cm³

$$m \text{ resin (87,5\%)} = 10,39 \text{ g}$$

2. Perhitungan benda uji impak

$$V_{\text{cetakan}} = V_{\text{komposit}} = p \times l \times t$$

$$V_{\text{komposit}} = 3,2 \text{ cm}^3$$

- $m \text{ katalis} = \text{Volume cetakan} \times \text{persentasi katalis} \times \text{massa jenis katalis}$
 $m \text{ katalis} = 3,2 \text{ cm}^3 \times 1\% \times 1,25 \text{ g/cm}^3$
 $m \text{ katalis} = 0,04 \text{ g}$
- $V_f \text{ serat} = \text{Volume cetakan} \times \text{persentasi serat} \times \text{massa jenis serat}$
 $V_f \text{ serat (7,5\%)} = 3,2 \text{ cm}^3 \times 7,5\% \times 0,96 \text{ g/cm}^3$
 $m \text{ serat (7,5\%)} = 0,23 \text{ g}$
- $m \text{ serat (10\%)} = 3,2 \text{ cm}^3 \times 10\% \times 0,96 \text{ g/cm}^3$
 $m \text{ serat (10\%)} = 0,30 \text{ g}$
- $m \text{ serat (12,5\%)} = 3,2 \text{ cm}^3 \times 12,5\% \times 0,96 \text{ g/cm}^3$
 $m \text{ serat (12,5\%)} = 0,38 \text{ g}$
- $m \text{ resin(92,5\%)} = \text{Volume cetakan} \times \text{persentasi resin} \times \text{massa jenis resin}$
 $m \text{ resin (92,5\%)} = 3,2 \text{ cm}^3 \times 92,5\% \times 1,215 \text{ g/cm}^3$
 $m \text{ resin (92,5\%)} = 3,59 \text{ g}$
- $m \text{ resin (90\%)} = 3,2 \text{ cm}^3 \times 90\% \times 1,215 \text{ g/cm}^3$
 $m \text{ resin (90\%)} = 3,49 \text{ g}$
- $m \text{ resin (87,5\%)} = 3,2 \text{ cm}^3 \times 87,5\% \times 1,215 \text{ g/cm}^3$
 $m \text{ resin (87,5\%)} = 3,40 \text{ g}$

Lampiran 3

Perhitungan Kekuatan Tarik

1. Horizontal 7,5 : 92,5

$$F1 = 402,48 \text{ N}$$

$$F2 = 414,96 \text{ N}$$

$$F3 = 499,2 \text{ N}$$

$$A = 52 \text{ cm}^2$$

Dit : σ ?

$$\text{Jawab : } \sigma = \frac{F_{maks}}{A}$$

$$\sigma = \frac{402,48}{52}$$

$$\sigma = 7,74 \text{ MPa}$$

$$\sigma = \frac{414,96}{52}$$

$$\sigma = 7,98 \text{ MPa}$$

$$\sigma = \frac{499}{52}$$

$$\sigma = 9,6 \text{ MPa}$$

2. Horizontal 10 : 90

$$F1 = 754 \text{ N}$$

$$F2 = 728 \text{ N}$$

$$F3 = 717,6 \text{ N}$$

$$A = 52 \text{ cm}^2$$

Dit : σ ?

$$\text{Jawab : } \sigma = \frac{754}{52}$$

$$\sigma = 14,5 \text{ MPa}$$

$$\sigma = \frac{728}{52}$$

$$\sigma = 14 \text{ MPa}$$

$$\sigma = \frac{717,6}{52}$$

$$\sigma = 13,8 \text{ MPa}$$

3. Horizontal 12,5 : 87,5

$$F1 = 821,6 \text{ N}$$

$$F2 = 852,8 \text{ N}$$

$$F3 = 962 \text{ N}$$

$$A = 52 \text{ cm}^2$$

Dit : σ ?

$$\text{Jawab : } \sigma = \frac{821,6}{52}$$

$$\sigma = 15,8 \text{ MPa}$$

$$\sigma = \frac{852,8}{52}$$

$$\sigma = 16,4 \text{ MPa}$$

$$\sigma = \frac{962}{52}$$

$$\sigma = 18,5 \text{ MPa}$$

4. Vertikal 7,5 : 92,5

$$F1 = 1643,2 \text{ N}$$

$$F2 = 1549,6 \text{ N}$$

$$F3 = 1606,8 \text{ N}$$

$$A = 52 \text{ cm}^2$$

Dit : σ ?

$$\text{Jawab : } \sigma = \frac{1643,2}{52}$$

$$\sigma = 31,6 \text{ MPa}$$

$$\sigma = \frac{1549,6}{52}$$

$$\sigma = 29,8 \text{ MPa}$$

$$\sigma = \frac{1606,8}{52}$$

$$\sigma = 30,9 \text{ MPa}$$

5. Vertikal 10 : 90

$$F1 = 1986,4 \text{ N}$$

$$F2 = 1856,4 \text{ N}$$

$$F3 = 2116,4 \text{ N}$$

$$A = 52 \text{ cm}^2$$

Dit : σ ?

$$\text{Jawab : } \sigma = \frac{1986,4}{52}$$

$$\sigma = 38,2 \text{ MPa}$$

$$\sigma = \frac{1856,4}{52}$$

$$\sigma = 35,7 \text{ MPa}$$

$$\sigma = \frac{2116,4}{52}$$

$$\sigma = 40,7 \text{ MPa}$$

6. Vertikal 12,5 : 87,5

$$F1 = 2173,6 \text{ N}$$

$$F2 = 2054 \text{ N}$$

$$F3 = 2220,4 \text{ N}$$

$$A = 52 \text{ cm}^2$$

Dit : σ ?

Jawab : $\sigma = \frac{2173,6}{52}$

$$\sigma = 41,8 \text{ MPa}$$

$$\sigma = \frac{2054}{52}$$

$$\sigma = 39,5 \text{ MPa}$$

$$\sigma = \frac{2220,4}{52}$$

$$\sigma = 42,7 \text{ MPa}$$

7. Acak 7,5 : 92,5

$$F1 = 7 \text{ N}$$

$$F2 = 790,4 \text{ N}$$

$$F3 = 759,2 \text{ N}$$

$$A = 52 \text{ cm}^2$$

Dit : σ ?

Jawab : $\sigma = \frac{712,4}{52}$

$$\sigma = 13,7 \text{ MPa}$$

$$\sigma = \frac{790,4}{52}$$

$$\sigma = 15,2 \text{ MPa}$$

$$\sigma = \frac{759,2}{52}$$

$$\sigma = 14,6 \text{ MPa}$$

8. Acak 10 : 90

$$\begin{aligned} F1 &= 988 \text{ N} \\ F2 &= 972,4 \text{ N} \\ F3 &= 936 \text{ N} \\ A &= 52 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

Dit : σ ?

$$\text{Jawab : } \sigma = \frac{988}{52}$$

$$\sigma = 19 \text{ MPa}$$

$$\sigma = \frac{972}{52}$$

$$\sigma = 18,7 \text{ MPa}$$

$$\sigma = \frac{936}{52}$$

$$\sigma = 18 \text{ MPa}$$

9. Acak 12,5 : 87,5

$$\begin{aligned} F1 &= 1159 \text{ N} \\ F2 &= 1128 \text{ N} \\ F3 &= 1019,2 \text{ N} \\ A &= 52 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

Dit : σ ?

$$\text{Jawab : } \sigma = \frac{1159}{52}$$

$$\sigma = 22,3 \text{ MPa}$$

$$\sigma = \frac{1128}{52}$$

$$\sigma = 21,7 \text{ MPa}$$

$$\sigma = \frac{1019}{52}$$

$$\sigma = 19,6 \text{ MPa}$$

Lampiran 4

Perhitungan Kekuatan Impak

1. Horizontal 7,5 : 92,5

Dik :

l : 0,4 m
m : 2,5 kg
g : 9,8 m/s²
A : 32 cm²
 α : 150°
 β : 142°
 β : 143°
 β : 143°

Dit : Harga Impak ?

Jawab : $E = m \times g \times r (\cos \beta - \cos \alpha)$
 $E = 2,5 \times 9,8 \times 0,4 (\cos 142 - \cos 150)$
 $E = 9,8 (-0,7880 + 0,8660)$
 $E = 0,7644 \text{ J}$
 $E = 9,8 (-0,7986 + 0,8660)$
 $E = 0,6605 \text{ J}$

$$\text{HI} = \frac{0,7644}{32}$$
$$\text{HI} = 0,0238 \text{ J/mm}^2$$
$$\text{HI} = \frac{0,6615}{32}$$
$$\text{HI} = 0,0206 \text{ J/mm}^2$$

2. Horizontal 10 : 90

β : 143°
 β : 142°
 β : 141°

Dit : HI ?

Jawab : $E = 9,8 (-0,7986 + 0,8660)$
 $E = 0,6605 \text{ J}$
 $E = 9,8 (-0,7880 + 0,8660)$

$$E = 0,7644 \text{ J}$$

$$E = 9,8 (-0,7771 + 0,8660)$$

$$E = 0,8712 \text{ J}$$

$$HI = \frac{0,6615}{32}$$

$$HI = 0,0206 \text{ J/mm}^2$$

$$HI = \frac{0,7644}{32}$$

$$HI = 0,0238 \text{ J/mm}^2$$

$$HI = \frac{0,8722}{32}$$

$$HI = 0,0272 \text{ J/mm}^2$$

3. Horizontal 12,5 : 87,5

$$\beta : 140^\circ$$

$$\beta : 141^\circ$$

$$\beta : 141^\circ$$

Dit : HI ?

Jawab :

$$E = 9,8 (-0,7660 + 0,8660)$$

$$E = 0,98 \text{ J}$$

$$E = 9,8 (-0,7771 + 0,8660)$$

$$E = 0,8712 \text{ J}$$

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

$$HI = \frac{0,98}{32}$$

$$HI = 0,0306 \text{ J/mm}^2$$

$$HI = \frac{0,8722}{32}$$

$$HI = 0,0272 \text{ J/mm}^2$$

4. Vertikal 7,5 : 92,5

$$\beta : 136^\circ$$

$$\beta : 137^\circ$$

$$\beta : 136,5^\circ$$

Dit : HI ?

Jawab :

$$E = 9,8 (-0,7193 + 0,8660)$$

$$E = 1,438 \text{ J}$$

$$E = 9,8 (-0,7313 + 0,8660)$$

$$E = 1,32 \text{ J}$$

$$E = 9,8 (-0,7253 + 0,8660)$$

$$E = 1,37 \text{ J}$$

$$HI = \frac{1,43}{32}$$

$$HI = 0,0446 \text{ J/mm}^2$$

$$HI = \frac{1,32}{32}$$

$$HI = 0,0412 \text{ J/mm}^2$$

$$HI = \frac{1,37}{32}$$

$$HI = 0,0428 \text{ J/mm}^2$$

5. Vertikal 10 : 90

$$\beta : 136^\circ$$

$$\beta : 133^\circ$$

$$\beta : 134^\circ$$

Dit : HI ?

Jawab : $E = 9,8 (-0,7193 + 0,8660)$

$$E = 1,438 \text{ J}$$

$$E = 9,8 (-0,6819 + 0,8660)$$

$$E = 1,80 \text{ J}$$

$$E = 9,8 (-0,6946 + 0,8660)$$

$$E = 1,67 \text{ J}$$

$$HI = \frac{1,43}{32}$$

$$HI = 0,0446 \text{ J/mm}^2$$

$$HI = \frac{1,80}{32}$$

$$HI = 0,0563 \text{ J/mm}^2$$

$$HI = \frac{1,68}{32}$$

$$HI = 0,0524 \text{ J/mm}^2$$

6. Vertikal 12,5 : 87,5

$$\beta : 133^\circ$$

$$\beta : 131^\circ$$

$$\beta : 130^\circ$$

Dit : HI ?

Jawab : $E = 9,8 (-0,6819 + 0,8660)$

$$E = 1,80 \text{ J}$$

$$E = 9,8 (-0,6660 + 0,8660)$$

$$E = 1,96 \text{ J}$$

$$E = 9,8 (-0,6427 + 0,8660)$$

$$E = 2,18 \text{ J}$$

$$HI = \frac{1,80}{32}$$

$$HI = 0,0563 \text{ J/mm}^2$$

$$HI = \frac{2,058}{32}$$

$$HI = 0,0643 \text{ J/mm}^2$$

$$HI = \frac{2,19}{32}$$

$$HI = 0,0683 \text{ J/mm}^2$$

7. Acak 7,5 : 92,5

$$\beta : 141^\circ$$

$$\beta : 143^\circ$$

$$\beta : 143^\circ$$

Dit : HI ?

Jawab : $E = 9,8 (-0,7771 + 0,8660)$

$$E = 0,87 \text{ J}$$

$$E = 9,8 (-0,7986 + 0,8660)$$

$$E = 0,66 \text{ J}$$

$$HI = \frac{0,8722}{32}$$

$$HI = 0,0272 \text{ J/mm}^2$$

$$HI = \frac{0,6615}{32}$$

$$HI = 0,0206 \text{ J/mm}^2$$

8. Acak 10 : 90

$$\beta : 141^\circ$$

$$\beta : 141^\circ$$

$$\beta : 143^\circ$$

Dit : HI ?

Jawab : $E = 9,8 (-0,7771 + 0,8660)$

$$E = 0,87 \text{ J}$$

$$E = 9,8 (-0,7986 + 0,8660)$$

$$E = 0,66 \text{ J}$$

$$HI = \frac{0,8722}{32}$$

$$HI = 0,0272 \text{ J/mm}^2$$

$$HI = \frac{0,6615}{32}$$

$$HI = 0,0206 \text{ J/mm}^2$$

9. Acak 12,5 : 87,5

$$\beta : 140^\circ$$

$$\beta : 140^\circ$$

$$\beta : 138^\circ$$

Dit : HI ?

Jawab : $E = 9,8 (-0,7660 + 0,8660)$

$$E = 0,98 \text{ J}$$

$$E = 9,8 (-0,7431 + 0,8660)$$

$$E = 1,20 \text{ J}$$

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

$$HI = \frac{0,98}{32}$$

$$HI = 0,0306 \text{ J/mm}^2$$

$$HI = \frac{1,205}{32}$$

$$HI = 0,0376 \text{ J/mm}^2$$

Lampiran 5

Dokumentasi Pengambilan Serat

1. Pengambilan daun pandan duri di tempat Matras.



2. Membuang duri pada tepi daun.



3. Merendam daun dengan air selama 7 hari.



4. kerok bagian daun menggunakan sendok.



5. Rendam serat agar menghilangkan debu dan kotoran.



6. Jemur serat hingga kering.



Lampiran 6

Dokumentasi Pembuatan Spesimen Uji

1. Menimbang berat serat



2. Menimbang berat resin



3. Mengoleskan *wax* pada cetakan



4. Menyusun serat pada cetakan



5. Menuangkan resin pada cetakan

