

**ANALISA KEKUATAN TARIK KOMPOSIT *POLYESTER*  
YANG DIPERKUAT SERAT DAUN PANDAN DURI UNTUK  
BAHAN PEMBUATAN *DASHBOARD* MOBIL**

**PROYEK AKHIR**

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



Disusun Oleh:

Vanessa Oksya Armannia      NIM: 1042129

**POLITEKNIK MANUFAKTUR NEGERI  
BANGKA BELITUNG  
TAHUN 2024**

**LEMBAR PENGESAHAN**

**ANALISA KEKUATAN TARIK KOMPOSIT *POLYESTER* YANG  
DIPERKUAT SERAT DAUN PANDAN DURI UNTUK BAHAN  
PEMBUATAN *DASHBOARD* MOBIL**

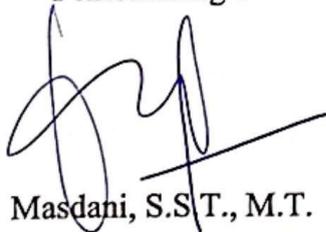
Oleh:

Vanessa Oksya Armannia / 1042129

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

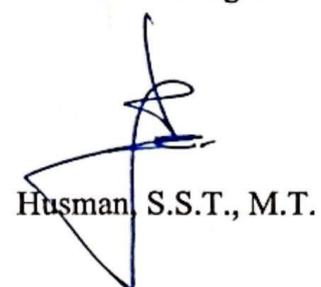
Menyetujui,

Pembimbing 1



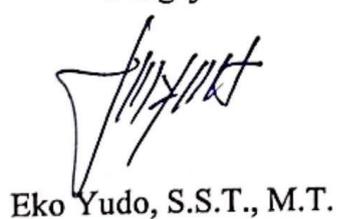
Masdani, S.S.T., M.T.

Pembimbing 2



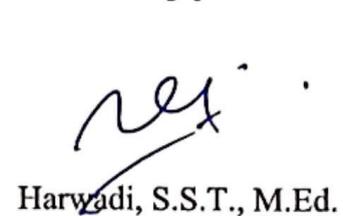
Husman, S.S.T., M.T.

Penguji 1



Eko Yudo, S.S.T., M.T.

Penguji 2



Harwadi, S.S.T., M.Ed.

## PERNYATAAN BUKAN PLAGIAT

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Mahasiswa : Vanessa Oksya Armannia NIM: 1042129

Dengan Judul : Analisa Kekuatan Tarik Komposit *Polyester* yang Diperkuat Serat Daun Pandan Duri untuk Bahan Pembuatan *Dashboard* Mobil

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, 21 Agustus 2024

Nama Mahasiswa

Tanda Tangan

Vanessa Oksya Armannia

  
.....

## ABSTRAK

*Dengan kemajuan di bidang teknologi dan ilmu pengetahuan, material komposit telah menjadi lebih populer digunakan dalam berbagai aplikasi produk di seluruh dunia. Pada awalnya, material komposit digunakan sebagai pengganti logam, yang masih banyak digunakan. Serat alam telah menjadi bahan penguat komposit berkat kemajuan dalam bidang material. Serat alam banyak digunakan karena ketersediannya yang melimpah, biaya produksinya yang relatif rendah dan ramah lingkungan seperti serat pandan duri (*Pandanus Tectorius*). Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh dari fraksi volume serat 3%, 5% dan 7% dan variasi arah serat terhadap kekuatan tarik komposit serat pandan duri serta mengetahui apakah material komposit serat pandan duri dapat digunakan sebagai material alternatif pembuatan dashboard mobil. Desain eksperimen penelitian dibuat dengan menggunakan metode Taguchi. Terdapat tiga variasi persentase volume serat yang digunakan: 3%, 5%, dan 7%. Sampel uji tarik dibuat dengan metode hand lay-up dan berdasarkan standar ASTM D638. Hasil penelitian menunjukkan nilai kekuatan tarik tertinggi dicapai pada arah serat vertikal sebesar 38,95 MPa dengan fraksi volume serat sebesar 7%. Sedangkan nilai kuat tarik terendah sebesar 15,53 MPa dicapai pada fraksi volume 3% pada arah serat horizontal. Semakin banyak jumlah serat yang digunakan dan semakin banyak serat yang terpengaruh sesuai dengan gaya tariknya, maka semakin tinggi pula kekuatan tariknya. Kekuatan tarik pada dashboard mobil berbahan plastik ABS adalah 20-40 MPa. Artinya, penelitian material komposit serat pandan duri ini telah memenuhi standar pembuatan dashboard mobil.*

Kata kunci: Komposit, Kuat Tarik, Metode Taguchi, Serat Pandan Duri.

## ABSTRACT

*With the advancement in technology and science, composite materials have become more popular in various product applications around the world. Initially, composite materials were used as a substitute for metal, which is still widely used. Natural fibers have become composite reinforcement materials thanks to advances in the field of materials. Natural fibers are widely used because of their abundant availability, relatively low production costs and environmentally friendly such as Pandanus Tectorius fiber. This study was conducted to determine the effect of fiber volume fractions of 3%, 5% and 7% and variations in fiber direction on the tensile strength of Pandanus Tectorius fiber composites and to determine whether Pandanus Tectorius fiber composite materials can be used as alternative materials for making car dashboards. The experimental design of the study was made using the Taguchi method. There are three variations in the percentage of fiber volume used: 3%, 5%, and 7%. Tensile test samples were made using the hand lay-up method and based on the ASTM D638 standard. The results showed that the highest tensile strength value was achieved in the vertical fiber direction of 38,95 MPa with a fiber volume fraction of 7%. Meanwhile, the lowest tensile strength value of 15,35 MPa was achieved at a volume fraction of 3% in the horizontal fiber direction. The more fibers used and the more fibers affected according to the tensile force, the higher the tensile strength. The tensile strength of the ABS plastic car dashboard is 20-40 MPa. This means that the research on the pandan duri fiber composite material meets the standards for making car dashboards.*

*Keywords: Composite, Pandanus Tectorius Fiber, Taguchi Method, Tensile Strength.*

## KATA PENGANTAR

Penulis memanjatkan puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan karunia-Nya sehingga dapat menyelesaikan penyusunan laporan akhir proyek yang berjudul “Analisa Kekuatan Tarik Komposit *Polyester* yang Diperkuat Serat Daun Pandan Duri untuk Bahan Pembuatan *Dashboard* Mobil”.

Penulis memahami bahwa keberhasilan menghasilkan laporan akhir proyek ini tidak lepas dari dukungan langsung dan tidak langsung dari berbagai pemangku kepentingan dan ingin menggunakan kesempatan ini untuk mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Keluarga tersayang, Bapak Arman dan Ibu Saniasa serta saudara penulis, Fadila Armannia, Meyrlin Armannia dan Nur Inni Armannia atas dorongan serta dukungan moril dan materil dan doanya yang tak henti demi terselesaikannya laporan ini.
2. Bapak Masdani, S.S.T., M.T., selaku dosen pembimbing utama yang telah bersedia menjadi pembimbing penulis dan bersedia memberikan bimbingan, motivasi dan dukungan terhadap proyek akhir ini.
3. Bapak Husman, S.S.T., M.T. selaku dosen pembimbing pendamping yang memberikan dukungan dan bimbingan terhadap proyek akhir ini.
4. Bapak Yuliyanto, S.S.T., M.T. yang telah menyempatkan diri untuk mengajari saya tentang proses pengujian tarik serta memberikan saran dan masukan untuk proyek akhir ini.
5. Bapak I Made Andik Setiawan, M.Eng., Ph.D selaku Direktur Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.
6. Bapak Pristiansyah, S.S.T., M.Eng selaku Kepala Jurusan Teknik Mesin Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.
7. Bapak Boy Rollastin, S.Tr., M.T selaku Kepala Program Studi D-IV Teknik Mesin dan Manufaktur Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.

8. Khairun Nisah, Sherin Ferninda Putri dan Azora Esya Abinda atas bantuan, semangat dan dukungannya.
9. Teman-teman penulis yang tidak dapat disebutkan satu persatu, mahasiswa Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung angkatan 28 Tahun 2021, yang saling mendukung dan mendoakan.
10. Semua pihak yang turut berkontribusi dalam penyelesaian laporan proyek akhir ini.

Akhir kata, penulis berharap kepada Tuhan Yang Maha Esa membalas segala kebaikan kepada semua pihak yang telah berkontribusi dalam terselesaikannya proyek akhir ini. Semoga pembaca mengambil manfaat dari proyek akhir ini dan bisa membantu perkembangan ilmu di Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.

Sungailiat, 21 Agustus 2024

Vanessa Oksya Armannia

## DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
PERNYATAAN BUKAN PLAGIAT.....	iii
ABSTRAK .....	iv
<i>ABSTRACT</i> .....	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL .....	xi
DAFTAR GAMBAR .....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Proyek Akhir .....	3
1.4 Batasan Masalah .....	4
BAB II DASAR TEORI.....	5
2.1 Pengertian Komposit.....	5
2.2 Klasifikasi Komposit .....	6
2.3 Serat Pandan Duri .....	8
2.4 Resin <i>Polyester</i> .....	8
2.5 Katalis .....	8
2.6 <i>Dashboard</i> Mobil .....	9
2.7 Perhitungan Komposisi Komposit.....	9

2.8 Metode <i>Hand Lay-up</i> .....	10
2.9 Uji Tarik .....	10
2.10 Metode Taguchi .....	11
2.10.1 Desain Eksperimen Taguchi .....	12
2.10.2 Faktor dan Level .....	12
2.10.3 Matriks Orthogonal .....	12
2.10.4 Fungsi Kerugian ( <i>Loss Function</i> ) .....	13
2.10.5 <i>Signal-to-Noise Ratio</i> (Rasio Sinyal terhadap Kebisingan) .....	13
2.10.6 Tahap Pengembangan .....	13
2.11 <i>Software</i> Minitab .....	17
2.12 Penelitian Terdahulu .....	18
<b>BAB III METODE PELAKSANAAN</b> .....	<b>20</b>
3.1 Tahapan Penelitian.....	20
3.2 Studi literatur .....	21
3.3 Persiapan Alat dan Bahan Penelitian .....	21
3.3.1 Alat.....	21
3.3.2 Bahan .....	23
3.4 Proses Pembuatan Spesimen.....	24
3.4.1 Pengambilan Serat Pandan Duri.....	25
3.4.2 Pembuatan Spesimen Uji Tarik.....	27
3.5 Metode Eksperimen Faktorial.....	29
3.6 Proses Uji Tarik .....	31
3.6.1 Benda Uji Tarik.....	31
3.6.2 Prosedur Pengujian Material Komposit .....	31
3.7 Pengolahan Data .....	33

3.8 Analisis Data.....	33
3.9 Kesimpulan .....	33
<b>BAB IV PEMBAHASAN .....</b>	<b>34</b>
4.1 Hasil Penelitian .....	34
4.2 Proses Pengambilan Data.....	36
4.3 Hasil Pengujian Tarik .....	37
4.4 Proses Pengolahan Data.....	39
4.5 Analisis .....	47
4.5.1 Analisis Faktor Arah Serat Pada Kekuatan Tarik .....	47
4.5.2 Analisis Faktor Fraksi Volume Pada Kekuatan Tarik.....	48
4.5.3 Analisis Interaksi Antara Arah Serat dan Fraksi Volume Serat Terhadap Kekuatan Tarik.....	49
4.6 Tabel Perbandingan .....	50
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>51</b>
5.1 Kesimpulan .....	51
5.2 Saran .....	51
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>52</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>55</b>

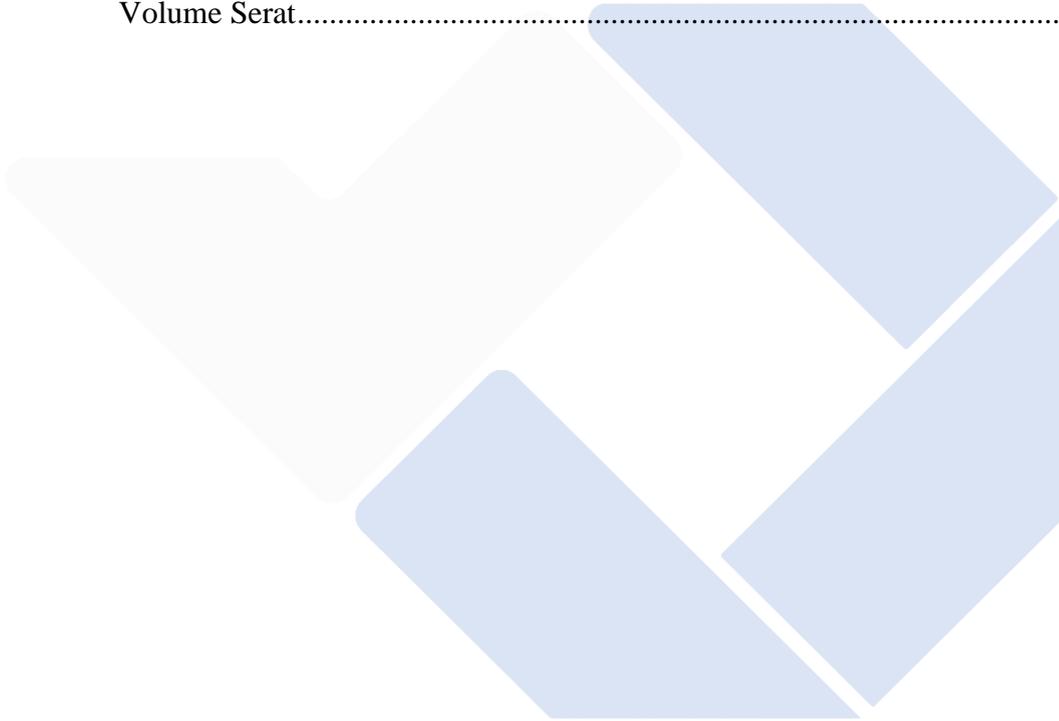
## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
3. 1 Prosedur Pengolahan Serat Pandan Duri .....	25
3. 2 Prosedur Pembuatan Spesimen Uji Tarik.....	27
3. 3 Level dan Parameter Uji.....	30
3. 4 <i>Design of Experiment</i> .....	30
3. 5 Prosedur Pengujian Tarik Spesimen.....	31
4. 1 Hasil perhitungan komposisi komposit .....	35
4. 2 Parameter yang digunakan .....	35
4. 3 Hasil Pengujian Tarik .....	38
4. 4 Nilai <i>S/N Ratio</i> untuk Kekuatan Tarik .....	45
4. 5 <i>Response Table for Means</i> .....	46
4. 6 <i>Response Table for Signal to Noise Ratios</i> .....	46
4. 7 Perbandingan antara hasil penelitian ini dengan penelitian terdahulu .....	50

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2. 1 Komposit Berdasarkan Penempatan Serat.....	7
2. 2 Pandan Duri.....	8
2. 3 Kurva dan Spesimen Gaya Tarik.....	11
3. 1 Diagram Alir Penelitian.....	21
3. 2 Mesin Uji Tarik .....	22
3. 3 <i>Software</i> Minitab .....	22
3. 4 Cetakan Spesimen .....	22
3. 5 Timbangan Digital.....	23
3. 6 Serat Pandan Duri.....	23
3. 7 Resin <i>Polyester</i> BQTN 157.....	24
3. 8 <i>Hardener</i> .....	24
4. 1 Spesimen Uji Tarik.....	21
4. 2 Proses Uji Tarik Spesimen .....	37
4. 3 Spesimen setelah dilakukan uji tarik .....	37
4. 4 Grafik Hasil Uji Tarik .....	38
4. 5 Tampilan Awal <i>Software</i> Minitab .....	39
4. 6 Tampilan Taguchi <i>Design</i> .....	40
4. 8 Tampilan Taguchi <i>Design</i> pada pilihan <i>Design</i> .....	40
4. 9 Tampilan <i>Factors</i> .....	41
4. 10 Tampilan <i>worksheet</i> desain <i>factorial</i> L9.....	41
4. 11 Tampilan <i>worksheet</i> yang telah dimasukkan data.....	42
4. 12 Tampilan <i>Analyze</i> Taguchi <i>Design</i> .....	43
4. 13 Tampilan menu <i>Graphs</i> .....	43
4. 14 Tampilan menu <i>Options</i> .....	44
4. 15 Tampilan menu <i>Storage</i> .....	44
4. 16 Nilai <i>S/N Ratio</i> untuk Kekuatan Tarik .....	45

4. 17 Grafik <i>Main Effects Plot for Means</i> .....	46
4. 18 Grafik <i>Main Effects Plot for SN Ratios</i> .....	47
4. 19 Diagram Batang Kekuatan Tarik Berdasarkan Arah Serat.....	48
4. 20 Diagram Batang Kekuatan Tarik Berdasarkan Fraksi Volume.....	48
4. 21 Diagram Batang Kekuatan Tarik Interaksi Antara Arah Serat dan Fraksi Volume Serat.....	49



## **DAFTAR LAMPIRAN**

Lampiran 1: Daftar Riwayat Hidup

Lampiran 2: Perhitungan Komposisi Komposit

Lampiran 3: Dokumentasi Pengolahan Serat

Lampiran 4: Dokumentasi Pembuatan Spesimen Uji

Lampiran 5: Dokumentasi Pengujian Tarik

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Komposit merupakan bahan yang terbentuk dari kombinasi dua ataupun lebih komponen utama yang digabungkan yang memiliki komposisi yang sulit dipisahkan dan makromorfologi yang berbeda (Schwartz, 1984). Material komposit cenderung lebih ringan dan ramah lingkungan dibandingkan logam, sehingga dapat digunakan pada panel bodi mobil. Material komposit telah banyak dikembangkan dan digunakan pada peralatan olahraga dan berbagai aplikasi rumah tangga dan industri (D. Suryana et al., 2018).

Dengan kemajuan dibidang teknologi dan ilmu pengetahuan, material komposit telah menjadi lebih populer digunakan dalam berbagai aplikasi produk di seluruh dunia. Pada awalnya, material komposit digunakan sebagai pengganti logam yang masih banyak digunakan. Serat alam telah menjadi bahan penguat komposit berkat kemajuan dalam bidang material. Serat alam banyak digunakan karena ketersediannya yang melimpah, biaya produksinya yang relatif rendah dan ramah lingkungan seperti serat pandan berduri.

Salah satu macam pandan yang umum dijumpai di berbagai tempat beriklim tropis, termasuk Indonesia, adalah tanaman pandan berduri dengan nama ilmiah *Pandanus Tectorius*. Di Provinsi Kepulauan Bangka Belitung, ketersediaan tanaman pandan berduri dapat berbeda-beda tergantung lokasi dan kondisi lingkungan. Pandan duri umumnya terdapat di daerah pantai atau hutan yang beriklim tropis lembab. Pandan duri termasuk jenis tanaman semak dengan batang memanjat, duri yang menempel pada tepi daun dan meruncing. Saat ini, daun pandan duri hanya digunakan untuk membuat tikar pandan, tas, atau sebagai pembungkus.

Menurut Muhammad dan Putra (2018), metode variasi komposisi fraksi berat menunjukkan bahwa komposit serat pandan duri dan matriks poliester mempunyai

kekuatan tarik paling tinggi. Pada penelitian ini persentase resin dan serat dibandingkan sebesar 50% : 50%, 40% : 60% dan 30% : 70%. Penelitian ini mengindikasikan bahwa komposit resin poliester yang mengandung 40% serat pandan berduri mencapai nilai kuat tarik tertinggi yaitu 0,45 kJ/mm<sup>2</sup>. Penelitian mengenai komposit resin poliester dan serat pandan duri ini telah mencapai standar minimum yang ditetapkan untuk papan serat baru.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Aditya Rachman (2022) digunakan susunan orientasi serat yang berbeda yaitu orientasi serat vertikal, horizontal, dan acak memiliki komposisi volume serat sebesar 7,5%, 10%, dan 12,5%. Hasil pengujian menunjukkan bahwa helm SNI menunjukkan kekuatan tarik sejumlah 33,93 MPa dan kuat impak sejumlah 0,00972 J/mm<sup>2</sup>, dan kekuatan tarik tertinggi diperoleh sebesar 41,33 yang tersusun dari serat vertikal dengan fraksi volume 12,5% yang menunjukkan bahwa sampel tersebut telah lulus uji material helm SNI dan nilai minimum yang didapat dari serat horizontal dengan fraksi volume 7,5% adalah 8,44 MPa.

Muhammad Nurdiansyah (2022) dalam penelitiannya menilai besaran kuat tarik, modulus elastisitas, serta kekuatan lentur optimal dengan serat sepanjang 60 mm, 80 mm, dan 100 mm, serta volume serat 5%, 10%, dan 15%. Standar ASTM D638 digunakan sebagai dasar untuk pengujian dalam penelitian ini dan menggunakan prosedur *hand lay-up*. Menurut hasil penelitian, kekuatan tarik tertinggi sebesar 30,24 MPa tercatat pada serat berukuran 100 mm dengan fraksi volume 15%, sedangkan kekuatan tarik terendah, yaitu 15,3 MPa, ditemukan pada serat berukuran 60 mm dengan fraksi volume 5%. Temuan ini mengindikasikan bahwa serat pandan duri menggunakan fraksi volume 10% serta 15% berpotensi menjadi bahan alternatif untuk bodi sepeda motor.

Raju Pratama (2022) melakukan penelitian yang berfokus pada pembuatan komposit menggunakan serat buah pinang dengan fraksi volume yang berbeda, yakni 4%, 5%, dan 6%, serta arah serat yang diuji dalam kondisi acak, vertikal, dan horizontal. Uji tarik dilakukan untuk menilai elastisitas komposit terhadap beban yang diberikan. Data uji tarik menunjukkan bahwa nilai tarik maksimum tercapai pada serat yang menggunakan fraksi volume sebesar 4% dan arah serat vertikal,

memiliki nilai sebesar 36,3 MPa. Nilai kekuatan tarik paling rendah, yaitu 12,53 MPa, ditemukan pada komposisi volume serat sebesar 6% dengan penempatan serat secara horizontal.

Penelitian oleh Putra Zarviansyah (2023) mengaplikasikan fraksi volume serat 3%, 5%, dan 7%, serta panjang serat yang beragam, termasuk 10 mm, 15 mm, dan 20 mm. Fokus dari penelitian ini adalah mengevaluasi bagaimana variasi fraksi volume dan panjang serat mempengaruhi sifat komposit sabut kelapa dengan matriks polyester. Penelitian menunjukkan bahwa kekuatan tarik terbaik tercapai di fraksi volume 3%, memiliki nilai 30,933 MPa. Sementara untuk panjang serat 15 mm, kekuatan tarik yang diperoleh adalah 29,633 MPa. Penelitian ini mengikuti standar ASTM D638.

Hasil penelitian sebelumnya bisa disimpulkan bahwa kekuatan tarik komposit serat alam sangat bergantung pada fraksi volume dan orientasi serat. Mengingat potensi untuk penelitian lebih lanjut mengenai fraksi volume serat pandan duri dan variasi arah serat, proyek akhir ini akan menganalisis kekuatan tarik dari komposit *polyester* yang diperkuat dengan serat daun pandan duri untuk digunakan dalam pembuatan *dashboard* mobil. Fokus penelitian ini adalah pada komposisi fraksi volume serat pada 3%, 5%, dan 7%, dengan arah serat yang bervariasi antara vertikal, horizontal, dan acak. Harapan dari penelitian ini adalah untuk menyajikan data mengenai kuat tarik komposit serat pandan duri yang optimal sebagai material alternatif untuk pembuatan *dashboard* mobil.

## **1.2 Perumusan Masalah**

Berikut adalah perumusan masalah dalam penelitian ini, yaitu:

1. Apa dampak dari fraksi volume serat 3%, 5%, dan 7%, serta arah serat yang bervariasi terhadap kekuatan tarik komposit serat pandan duri?
2. Bisakah material komposit serat pandan duri digunakan sebagai alternatif untuk pembuatan *dashboard* mobil?

## **1.3 Tujuan Proyek Akhir**

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk memahami dampak dari fraksi volume serat sebesar 3%, 5%, dan 7%, serta variasi arah serat terhadap kekuatan tarik komposit serat pandan duri.

2. Untuk mengetahui komposit serat pandan duri dapat digunakan sebagai alternatif untuk pembuatan *dashboard* mobil.

#### **1.4 Batasan Masalah**

Penetapan batasan masalah sangat penting agar penelitian dapat dilaksanakan dengan akurat dan tujuan yang diharapkan tercapai. Batasan-batasan yang diberlakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Dalam penelitian ini menggunakan serat pandan duri sebagai bahan penguat komposit.
2. Dalam penelitian ini, diterapkan susunan arah serat yang acak, vertikal, dan horizontal dengan fraksi volume serat sebesar 3%, 5%, dan 7%.
3. Panjang serat yang diterapkan bervariasi: 150 mm untuk arah vertikal, 12 mm untuk arah horizontal, dan 10 mm untuk penyusunan serat secara acak.
4. Menggunakan resin *polyester* BQTN 157.
5. Spesimen dibuat menggunakan metode teknik *hand lay-up*.
6. Penelitian ini hanya mencakup uji tarik pada komposit serat pandan duri.
7. Pengujian tarik dilakukan berdasarkan standar ASTM D638.

## **BAB II**

### **DASAR TEORI**

#### **2.1 Pengertian Komposit**

Istilah "komposit" berasal dari kata kerja bahasa Inggris "*to compose*," yang artinya "menyusun atau menggabungkan". Dengan demikian, komposit bisa dimaknai sebagai penyatuan dari dua ataupun lebih bahan berbeda yang telah dirancang untuk digunakan sebagai alternatif.

Para ahli mendeskripsikan komposit sebagai bahan yang terdapat dua ataupun lebih komponen kemudian digabungkan secara fisik, namun tidak secara kimiawi. Sebagai contoh, Krenchel mengatakan komposit adalah material yang menggabungkan matriks dan komponen penguat untuk meningkatkan ketahanan dan kekuatan. Sedangkan, menurut Agarwal dan Broutman, komposit merupakan sistem yang dimaksudkan untuk mencapai kombinasi sifat yang tidak mungkin dicapai oleh material tertentu.

Serat dan matriks adalah bahan yang digunakan dalam pembentukan komposit. Peran matriks adalah untuk mengikat serat sehingga tetap bersatu serta mencegah pergeseran serat. Selain itu, matriks dapat dibentuk sesuai dengan desain yang diinginkan. Variasi dalam susunan serat pun bisa mempengaruhi karakteristik material komposit yang dihasilkan.

Komposit adalah gabungan dari dua atau lebih bahan dengan karakteristik fisik atau kimia yang berbeda, dan menghasilkan kekuatan mekanik yang lebih besar dibandingkan bahan-bahan aslinya. Saat kedua bahan ini digabungkan, mereka menciptakan material dengan kualitas yang lebih baik daripada jika bahan tersebut digunakan secara terpisah (RM Jones). Material komposit banyak digunakan dalam berbagai produk dan mudah ditemukan. Dimulai dari komponen mobil, helm, perlengkapan olahraga, pesawat terbang dan produk lainnya.

## 2.2 Klasifikasi Komposit

Menurut macam bahan matriksnya, komposit bisa dikategorikan ke dalam tiga kelompok, yakni:

a. *Metal Matrix Composite (MMC)*

Komposit Matriks Logam adalah tipe komposit yang menggunakan logam sebagai matriks, seperti *Al*, *Mg*, *Fe*, *Co*, atau *Cu*. Komposit ini menawarkan modulus spesifik dan kekuatan spesifik yang lebih tinggi, serta memberikan kinerja yang lebih baik pada suhu tinggi dan memiliki koefisien ekspansi termal yang lebih kecil dibandingkan logam monolitik.

b. *Ceramic Matrix Composite (CMC)*

Komposit Matriks Keramik menunjukkan ketahanan dan tegangan putus yang tinggi ketika ikatan antara serat dan matriks berada pada tingkat yang seimbang, tidak terlalu lemah atau terlalu kuat. CMC sering disebut sebagai komposit invers karena tegangan ultimat matriks lebih rendah dibandingkan dengan tegangan ultimat serat, sehingga matriks cenderung pecah sebelum serat.

c. *Polimer Matrix Composite (PMC)*

Komposit Matriks Polimer banyak digunakan karena matriks polimer memiliki sifat yang ringan, tahan terhadap karat, dan korosi. Ada dua jenis plastik dalam kategori ini, yaitu polimer termoset dan termoplastik, keduanya tidak dapat didaur ulang.

Berdasarkan penguatnya, komposit bisa dikategorikan seperti berikut:

a. *Particulate composite*, yang merupakan komposit yang terdiri dari partikel serbuk.

b. *Fiber composite*, merupakan material komposit yang berbentuk serat.

c. *Structural composite*, merupakan material komposit yang dilakukan dengan penggabungan beberapa material.

Dalam komposit terdapat empat jenis serat, tergantung pada penempatannya, seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 2.1.

a. *Continuous Fiber Composite*

Komposit serat kontinu, salah satu macam komposit yang umum digunakan, terdiri dari lapisan lamina yang terbuat dari matriks dan serat yang panjang serta lurus.

b. *Woven Fiber Composite*

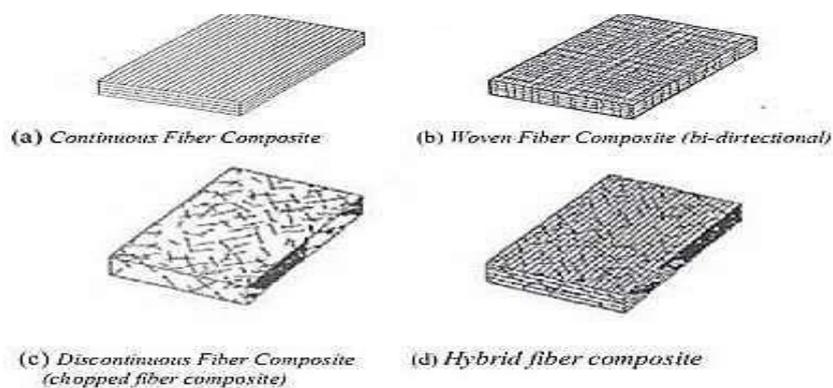
Komposit Serat Anyaman memiliki lapisan serat yang saling berinteraksi antar susunan, sehingga mengurangi kemungkinan pemisahan antar susunan. Akan tetapi, karena lapisan serat yang memanjang tidak sepenuhnya lurus, komposit ini biasanya memiliki kekakuan dan kekuatan yang lebih rendah dibandingkan dengan komposit serat kontinu.

c. *Discontinuous Fiber Composite*

Jenis komposit ini mengandalkan serat pendek yang tersebar secara tidak beraturan atau teratur dalam matriks bahan pengikat, seperti polimer, logam, atau keramik. Serat-serat tersebut umumnya memiliki panjang yang lebih pendek dari panjang kritis yang diperlukan untuk mengoptimalkan transfer beban.

d. *Hybrid Fiber Composite*

*Hybrid Fiber Composite* memadukan serat lurus dengan serat acak untuk mengatasi kekurangan masing-masing jenis serat sekaligus menggabungkan keunggulan keduanya.



Gambar 2. 1 Komposit Menurut Penempatannya

(Sumber: Utama, Zakiyya, 2016)

### 2.3 Serat Pandan Duri

Penelitian ini memanfaatkan tanaman pandan berduri atau *Pandanus Tectorius*. Pandan duri adalah jenis tanaman perdu yang memiliki batang merambat dan duri yang terdapat pada daunnya. Tanaman ini umumnya tumbuh di hutan dan di sepanjang tepi pantai. Massa jenis pandan duri hanya 0,96 g/cm<sup>3</sup>. Gambar 2.2 menunjukkan tanaman Pandan Duri.



Gambar 2. 2 Pandan Duri

### 2.4 Resin Polyester

Resin *polyester* adalah resin sintetis yang umum digunakan dalam industri komposit, pelapis, dan pembuatan cetakan. Resin ini dihasilkan melalui proses polimerisasi antara alkohol polihidrat (seperti etilen glikol) dan asam polikarboksilat (seperti asam ftalat). Resin *polyester* dikenal karena kelebihanannya yang multifungsi, mudah dibentuk, dan harganya yang relatif terjangkau.

### 2.5 Katalis

Menurut Frost dan Sullivan dalam jurnal "*Catalysis Science & Technology*" (2019), katalis didefinisikan sebagai zat yang mempercepat laju reaksi dengan mengurangi energi aktivasi yang dibutuhkan untuk mencapai keadaan transisi, tanpa mengalami perubahan permanen.

Jumlah katalis yang dicampur dalam resin pada suhu kamar harus disesuaikan dengan peraturan terkait dan berkisar antara 0,2% hingga 0,5%. Karena menambahkan terlalu banyak katalis dapat membuat produk komposit mengalami

kerusakan. Hal ini disebabkan katalis cair mempunyai sifat melepaskan panas ketika dikeringkan. (Purwanto, et al., 2008).

## 2.6 Dashboard Mobil

*Dashboard* mobil adalah bagian yang terletak di depan kendaraan, bertujuan sebagai tempat berbagai panel indikator dan memisahkan area tempat duduk pengemudi dari bagian depan. *Dashboard* terdiri dari beberapa komponen utama seperti *speedometer*, laci, lampu *dashboard*, kunci kontak, tuas, *head* unit, dan pusat kontrol fitur mobil. Selain itu, *dashboard* dilengkapi dengan berbagai indikator dan tombol yang memiliki beragam fungsi. Karena banyaknya komponen yang saling terkait, *dashboard* menjadi sangat penting. *Dashboard* biasanya terbuat dari material plastik ABS, yang memiliki kekuatan tarik antara 20-40 MPa dan modulus elastisitas sekitar 1-2,5 GPa (1000-2500 MPa).

## 2.7 Perhitungan Komposisi Komposit

Perhitungan diperlukan untuk menentukan komposisi komposit yaitu komposisi matriks dan serat saat membuat spesimen uji tarik. (Rumus tersedia di lampiran 2).

Rumus yang digunakan untuk menentukan massa jenis serat adalah:

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

Penjelasan:

$\rho$  = Massa Jenis Serat (g/cm<sup>3</sup>)

$m$  = Massa Serat (g)

$v$  = Volume Serat (cm<sup>3</sup>)

Dibawah ini terdapat persamaan rumus yang perlu digunakan untuk menghitung massa serat komposit.

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

Penjelasan:

$M_{fc}$  = Massa Serat Komposit (g)

$V_{fc}$  = Volume Serat Komposit (cm<sup>3</sup>)

$\rho_{fc}$  = Massa Jenis Serat Komposit (g/cm<sup>3</sup>)

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

Untuk menentukan massa matriks komposit, terdapat persamaan rumus yang telah ditentukan, yaitu sebagai berikut:

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

Penjelasan:

$M_{mc}$  = Massa Matriks Komposit (g)

$V_{mc}$  = Volume Matriks Komposit (cm<sup>3</sup>)

$\rho_{mc}$  = Massa Jenis Matriks Komposit (g/cm<sup>3</sup>)

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

Volume cetakan untuk spesimen uji tarik adalah 12,6 cm<sup>3</sup>, dengan massa jenis resin sebesar 1,215 g/cm<sup>3</sup> dan massa jenis katalis sebesar 1,25 g/cm<sup>3</sup>. Perhitungan ditunjukkan pada lampiran 2.

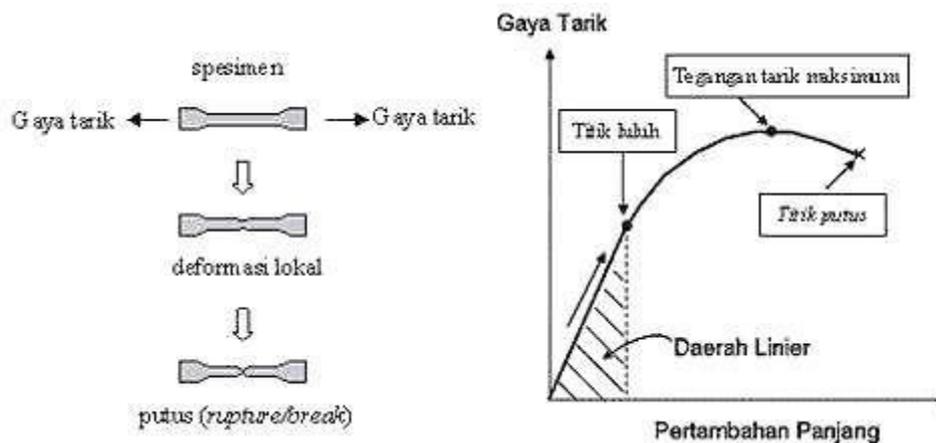
## 2.8 Metode *Hand Lay-up*

Metode *hand lay-up*, sebuah teknik pembuatan komposit yang paling sederhana dan umum digunakan untuk menghasilkan produk komposit yang menggunakan bahan dasar serat (seperti serat kaca, serat karbon, serat alami, dan lainnya) serta resin. Cara ini dilakukan secara manual dengan menempatkan lapisan serat penguat ke dalam cetakan berlapis resin dan secara manual menyebarkan dengan kuas atau *roller*.

## 2.9 Uji Tarik

Uji tarik dilakukan untuk mengevaluasi nilai kuat tarik serta regangan dari serat dan matriks komposit. Dalam penelitian ini, pengujian tarik mengikuti standar ASTM D638. Proses uji tarik melibatkan penerapan gaya tarik pada material untuk mengukur kekuatannya. Pengujian dilakukan dengan menarik benda uji secara terus-menerus hingga benda tersebut putus, serta mengamati penyusutan diameter dan pemanjangan benda uji. Membandingkan panjang  $\Delta L$  dan panjang awal  $L_0$

disebut deformasi. Dibawah ini terdapat Gambar 2.3 yang menunjukkan spesimen dan kurva terkait gaya tarik.



Gambar 2. 3 Kurva dan Spesimen Gaya Tarik

(Sumber: santikoaji.blogspot.com)

## 2.10 Metode Taguchi

Dr. Genichi Taguchi, seorang insinyur Jepang, mengembangkan metode Taguchi, yang merupakan pendekatan untuk meningkatkan kualitas produk dan proses. Metode ini terkenal karena pendekatannya yang sistematis dalam merancang eksperimen (*Design of Experiments* atau DOE) untuk mengidentifikasi dan mengontrol variabilitas dalam proses produksi.

Metode Taguchi adalah teknik desain eksperimen yang memungkinkan pengaturan parameter untuk mengoptimalkan standar produk dengan mengurangi variabilitas yang disebabkan oleh kesalahan parameter. Teknik ini dirancang agar proses dan produk tidak terlalu terpengaruh oleh faktor-faktor seperti bahan, tenaga kerja, perencanaan pabrik, dan kondisi operasional, sehingga dapat mencapai peningkatan kualitas produk (Sojanto).

Metode Taguchi telah digunakan secara luas di berbagai industri untuk meningkatkan kualitas produk dan efisiensi proses karena mampu menentukan pengaturan ideal dalam kondisi yang nyata tanpa perlu melakukan pengujian yang berlebihan. Terdapat beberapa konsep utama dari metode Taguchi, yaitu:

### **2.10.1 Desain Eksperimen Taguchi**

Metode Taguchi menggunakan desain eksperimen untuk menemukan komponen yang paling mempengaruhi kualitas produk. Ini dilakukan dengan merancang sejumlah percobaan yang menguji berbagai kombinasi faktor tersebut.

### **2.10.2 Faktor dan Level**

Dalam eksperimen Taguchi, faktor adalah variabel yang dapat mempengaruhi hasil proses atau kualitas produk, seperti suhu, tekanan atau waktu pemrosesan. Setiap faktor diuji pada tingkat tertentu, yang dikenal sebagai nilai atau kondisi.

### **2.10.3 Matriks Orthogonal**

Untuk merancang eksperimen, Taguchi menggunakan matriks orthogonal. Dengan matriks orthogonal ini memungkinkan pengujian berbagai faktor sekaligus tanpa perlu menjalankan semua kombinasi faktor yang mungkin, yang akan memakan banyak waktu dan sumber daya.

Dalam metode Taguchi, pemilihan matriks orthogonal yang tepat sangat penting. Beberapa jenis matriks, seperti L4, L8, L9, dan L16, dapat digunakan, tergantung pada kompleksitas eksperimen. Pilihan matriks orthogonal yang tepat memastikan bahwa semua kombinasi faktor diuji secara efektif, tanpa perlu melakukan semua kombinasi yang mungkin.

Dengan menggunakan matriks orthogonal, dapat merancang eksperimen dengan banyak faktor dan level tanpa perlu menggunakan semua kombinasi yang mungkin. Matriks orthogonal membantu mengatur eksperimen untuk berbagai kombinasi parameter seperti arah serat dan fraksi volume serat dengan jumlah percobaan yang minimal dalam penelitian pembuatan komposit. Contohnya, penggunaan matriks orthogonal L9 untuk dua faktor dan tiga level dapat mengurangi jumlah eksperimen yang diperlukan.

Jumlah parameter dan tingkat parameter membentuk matriks orthogonal yang sesuai. Pemilihan matriks ini digunakan untuk menentukan jumlah eksperimen yang diperlukan serta untuk menguji parameter yang diamati. Ini memungkinkan peneliti untuk secara efektif mengevaluasi dampak dari setiap

komponen dan menemukan kombinasi terbaik untuk menghasilkan komposit dengan kualitas terbaik. Berikut menunjukkan matriks orthogonal:

$L_a(b^c)$

Keterangan:

L = Desain bujur sangkar latin

a = Jumlah eksperimen

b = Jumlah tingkat parameter

c = Jumlah parameter

#### **2.10.4 Fungsi Kerugian (*Loss Function*)**

Metode Taguchi berfokus pada konsep fungsi kerugian yang mengukur "kerugian" yang terjadi ketika karakteristik kualitas menyimpang dari nilai targetnya. Tujuan dari metode ini adalah untuk meminimalkan fungsi kerugian dengan mengoptimalkan proses.

#### **2.10.5 *Signal-to-Noise Ratio* (Rasio Sinyal terhadap Kebisingan)**

Metode ini mengutamakan peningkatan rasio sinyal terhadap kebisingan di sini, "sinyal" adalah efek yang diinginkan dan "kebisingan" adalah variasi yang tidak diinginkan. Dengan meningkatkan rasio ini, proses menjadi lebih tahan terhadap variasi dan gangguan.

#### **2.10.6 Tahap Pengembangan**

Metode Taguchi terdiri dari tiga tahap utama: perencanaan, pelaksanaan eksperimen dan analisis data. Setelah tahap perencanaan, eksperimen dilakukan sesuai desain yang telah direncanakan, dan kemudian hasilnya dianalisis untuk menentukan kombinasi faktor terbaik.

##### **1. Tahap Perencanaan**

Tahap perencanaan metode Taguchi sangat penting untuk menjalankan eksperimen secara efisien, mengurangi biaya, dan menghasilkan data yang berguna untuk analisis. Hasil tahap ini digunakan untuk menganalisis faktor terpenting dan mengoptimalkan proses atau produk berdasarkan hasil eksperimen. Tahap ini melibatkan beberapa langkah, yang terdiri dari:

a. Menentukan Tujuan Eksperimen

Identifikasi tujuan utama percobaan untuk meningkatkan kualitas produk, mengurangi biaya, atau meningkatkan efisiensi proses. Tujuan-tujuan ini harus spesifik dan terukur.

b. Menentukan Faktor dan Tingkat

Menentukan faktor-faktor yang memengaruhi kualitas produk atau proses. Faktor-faktor tersebut meliputi variabel yang dapat dikendalikan (faktor kontrol), seperti suhu, kecepatan, dan bahan baku, serta variabel yang tidak dapat dikendalikan (pengganggu). Setiap faktor diberi tingkat tertentu (misalnya, rendah, sedang, tinggi).

c. Menentukan Respon

Pemilihan parameter atau variabel respon yang akan diukur sebagai keluaran percobaan. Respon ini harus berhubungan langsung dengan tujuan eksperimen seperti kekuatan tarik, kekerasan, efisiensi, dan tingkat kecacatan produk.

d. Memilih *Array Orthogonal*

Pilih *array orthogonal* yang sesuai untuk eksperimen. *Array orthogonal* adalah matriks standar yang digunakan untuk mengatur eksperimen sehingga semua kombinasi faktor dan level dapat diuji secara efisien. Pemilihan urutan tergantung pada jumlah faktor dan level yang telah ditentukan sebelumnya.

2. Pelaksanaan Eksperimen

Tahap pelaksanaan eksperimental metode Taguchi melibatkan serangkaian langkah sistematis sesuai dengan rencana yang telah ditetapkan sebelumnya. Eksperimen ini dilaksanakan untuk mengumpulkan data yang akan digunakan dalam analisis guna menentukan kombinasi faktor-faktor yang optimal yang memengaruhi kualitas. Tahapan melakukan pelaksanaan eksperimen dengan metode Taguchi adalah sebagai berikut:

a. Persiapan Percobaan

Menyiapkan semua alat, bahan, dan perlengkapan yang diperlukan sesuai dengan rencana eksperimen. Hal ini mencakup pengaturan kondisi

pengoperasian, kalibrasi peralatan pengukuran, dan memastikan semua elemen berada pada level yang sesuai.

b. Melakukan eksperimen berdasarkan susunan orthogonal.

Jalankan eksperimen berdasarkan kombinasi faktor dan level yang telah ditentukan sebelumnya dalam susunan ortogonal. Setiap percobaan dilakukan secara sistematis dalam urutan yang telah ditentukan. Setiap kondisi percobaan dilakukan setidaknya satu kali, atau beberapa kali jika perlu, untuk mengurangi variabilitas.

c. Pengukuran Respon

Ukur respon atau keluaran setiap percobaan dengan menggunakan peralatan pengukuran yang sesuai. Respon ini harus diukur dengan ketelitian tinggi untuk memastikan data yang diperoleh valid. Pengukuran dapat mencakup berbagai parameter seperti: kekuatan tarik, kekerasan, tingkat kegagalan, efisiensi, atau parameter lain yang relevan dengan tujuan percobaan.

d. Mencatat Data

Catat semua pengukuran respons dalam format terorganisir. Data ini nantinya digunakan untuk analisis statistik untuk mengetahui pengaruh setiap faktor dan interaksi antar faktor.

e. Replikasi

Lakukan replikasi eksperimental untuk beberapa atau semua kondisi untuk memastikan konsistensi hasil dan mengurangi pengaruh variasi acak. Replikasi juga membantu mengukur varian kesalahan dan meningkatkan keandalan hasil eksperimen.

3. Analisis Data

Tahap analisis data metode Taguchi bertujuan untuk mengidentifikasi pengaruh faktor pengontrol terhadap respon dan menentukan kombinasi faktor yang optimal untuk meminimalkan variasi dan memaksimalkan kualitas.

Proses analisis ini menggunakan pendekatan statistik untuk mengevaluasi hasil eksperimen dari tahap implementasi. Berikut tahapan analisis data pada metode Taguchi:

a. Menghitung Rasio *Signal-to-Noise* (*S/N*)

Rasio (S/N) digunakan guna menilai kualitas data dan variabilitas dalam Metode Taguchi. Rasio *signal-to-noise* meminimalkan variasi dan meningkatkan kinerja rata-rata. Tergantung pada sifat reaksinya, berbagai jenis rasio *signal-to-noise* digunakan:

1. *Larger is better*: digunakan bila tujuannya adalah memaksimalkan reaksi (misalnya kekuatan tarik). Berikut nilai untuk karakteristik *larger is better* yang dapat dihitung secara manual.

$$\frac{S}{N} = -10 \log_{10} \left( \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{1}{y_i^2} \right)$$

Dimana:

$n$  = jumlah percobaan untuk setiap kombinasi faktor.

$y_i$  = nilai respon ataupun hasil pengukuran pada percobaan ke- $i$ .

2. *Smaller is better*: digunakan Ketika tujuannya adalah meminimalkan respons (misalnya tingkat kesalahan). Nilai untuk karakteristik yang lebih kecil lebih baik dapat dilihat pada rumus berikut:

$$\frac{S}{N} = -10 \log_{10} \left( \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{y_i^2}{1} \right)$$

Dimana:

$n$  = jumlah percobaan untuk setiap kombinasi faktor.

$y_i$  = nilai respon ataupun hasil pengukuran pada percobaan ke- $i$ .

3. *Nominal is best*: digunakan ketika tujuan tertentu (misalnya diameter tertentu) perlu dicapai. Nilai untuk karakteristik nominal bisa dilihat pada rumus dibawah ini:

$$\frac{S}{N} = -10 \log_{10} \left( \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i^2 \frac{(y_i - y_1)^2}{n} \right)$$

Dimana  $y_i$  adalah hasil percobaan dan  $n$  merupakan jumlah percobaan.

#### b. Menganalisis pengaruh faktor

Setelah menghitung rasio *signal-to-noise* untuk setiap percobaan, langkah selanjutnya adalah menghitung efek faktor (pengaruh faktor kontrol) dengan menghitung rata-rata *signal-to-noise* untuk setiap level faktor. Ini membantu menentukan level mana dari setiap elemen yang memiliki kinerja terbaik.

c. **Buat Plot Efek Utama**

Buat plot efek utama untuk memvisualisasikan pengaruh setiap level faktor pada rasio *signal-to-noise*. Diagram ini menunjukkan bagaimana perubahan tingkat faktor memengaruhi kinerja respons dan membantu Anda memilih tingkat optimal untuk setiap faktor.

d. **Analisis Varians (ANOVA)**

Melakukan Analisis Varians (ANOVA) untuk menilai signifikansi statistik dari faktor-faktor dan interaksinya. ANOVA digunakan untuk mengidentifikasi faktor mana yang memiliki pengaruh terbesar terhadap respons serta untuk menentukan apakah interaksi antar faktor signifikan. Dengan ANOVA, dapat mengukur kontribusi masing-masing faktor terhadap variasi hasil.

e. **Tentukan tingkat faktor optimal**

Tentukan tingkat optimal setiap faktor yang memaksimalkan rasio *signal-to-noise* berdasarkan analisis efek utama dan ANOVA. Kombinasi level yang optimal ini digunakan dalam desain proses atau produk untuk mencapai kinerja terbaik.

f. **Ringkasan Hasil**

Menafsirkan hasil analisis untuk memberikan rekomendasi pengaturan parameter proses atau desain produk yang optimal. Kesimpulannya juga harus mencakup informasi tentang faktor-faktor yang paling berpengaruh, kontribusi masing-masing faktor, dan kemungkinan perbaikan lebih lanjut.

## **2.11 Software Minitab**

*Software* Minitab adalah perangkat lunak statistik yang dipakai guna menganalisis data, peningkatan kualitas, serta tujuan pendidikan. Minitab banyak digunakan dalam teknik *Six Sigma* dan analisis statistik lainnya untuk melakukan berbagai jenis analisis data. *Software* ini memiliki antarmuka berbasis menu yang mudah digunakan yang mudah digunakan untuk pemula dan kuat untuk pengguna tingkat lanjut. *Software* ini juga dilengkapi kemampuan visualisasi data, otomatisasi dengan makro Minitab, dan integrasi yang mudah dengan alat lain untuk meningkatkan alur kerja analisis data Anda.

## 2.12 Penelitian Terdahulu

Dalam penelitian yang dilakukan oleh Irwanto dan H. Purwanto (2014) yang berjudul "Analisis Kekuatan Tarik dan Struktur Komposit Berpenguat Serat Alam Sebagai Bahan Alternatif Pengganti Serat Kaca untuk Pembuatan *Dashboard*," digunakan berbagai jenis serat alam, termasuk serat kelapa, serat pisang, dan serat padi. Penelitian ini menerapkan teknik *hand lay-up*, proses alkalisasi dengan NaOH sebesar 5%, serta fraksi volume dengan rasio 80% serat dan 20% polimer, dan menggunakan cetakan sesuai standar ASTM-D638. Komposit serat kelapa menunjukkan kekuatan tarik tertinggi sebesar 60,18 kg/cm<sup>2</sup>, diikuti oleh serat pelepah pisang dengan 50,07 kg/cm<sup>2</sup>, dan serat sekam padi dengan 34,91 kg/cm<sup>2</sup>. Sebagai perbandingan, komposit serat kaca dari *dashboard* memiliki kekuatan tarik tertinggi sebesar 69,87 kg/cm<sup>2</sup>. Selain itu, nilai regangan menunjukkan hubungan linier dengan tegangan, dan komposit serat sekam padi memiliki modulus elastisitas tertinggi sebesar  $3,4 \times 10^3$  kg/cm<sup>2</sup>. Dengan kekuatan tarik tertinggi sebesar 60,18 kg/cm<sup>2</sup>, komposit serat kelapa menunjukkan potensi untuk digunakan sebagai pengganti serat kaca.

Dalam penelitian oleh Masdani dan Yuli Dharta (2019) yang berjudul "Potensi Pengembangan Komposit Berpenguat Serat Kulit Gaharu Sebagai Material Pengganti *Fiberglass* Pada Pembuatan *Dashboard*," digunakan matriks poliester BQTN 157 dengan fraksi volume matriks dan serat 60% : 40%, 55% : 45%, dan 50% : 50%, yang diproduksi menggunakan metode *hand lay-up*. Penelitian ini juga melibatkan perendaman dengan NaOH 5% selama 2 jam. Ditemukan bahwa nilai kekuatan tarik tertinggi pada persentase serat 45% adalah 34,574 MPa, sementara nilai tertinggi pada pengujian impak dengan persentase serat 50% adalah 62,76 kJ/m<sup>2</sup>. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kekuatan tarik dan uji impak memenuhi standar untuk *dashboard* mobil bekas.

Dalam penelitian Aditya Rachman (2022) yang berjudul "Pengaruh Variasi Arah Serat dan Fraksi Volume Serat Pandan Duri Terhadap Kekuatan Tarik dan Impak sebagai Material Alternatif Helm SNI," digunakan berbagai susunan arah serat, yaitu vertikal, horizontal, dan acak, serta fraksi volume serat 7,5%, 10%, dan 12,5%. Nilai kekuatan tarik tertinggi ditemukan pada fraksi volume serat 12,5%,

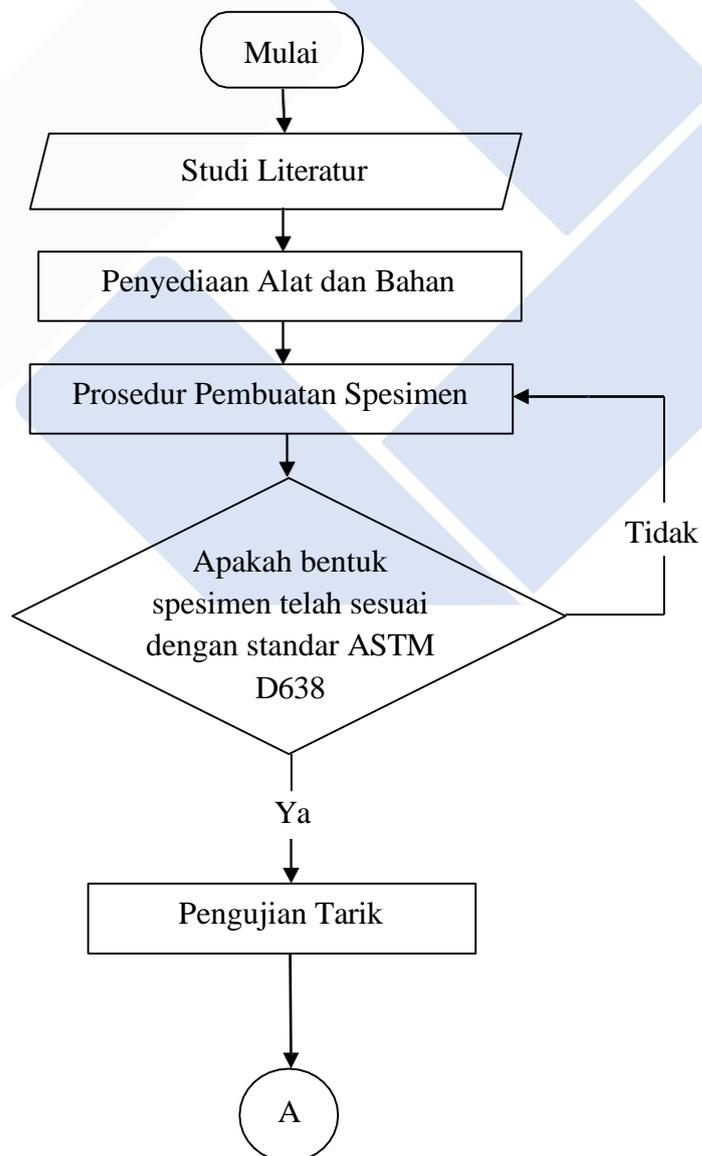
yaitu sebesar 41,33 MPa, sementara nilai tertinggi pada pengujian impak juga diperoleh pada fraksi volume serat 12,5%, sebesar 0,0616 J/mm<sup>2</sup>. Hasil pengujian kekuatan tarik dan impak helm SNI yang masing-masing sebesar 33,93 MPa dan 0,00972 J/mm<sup>2</sup> menunjukkan bahwa spesimen tersebut memenuhi standar uji material helm SNI.

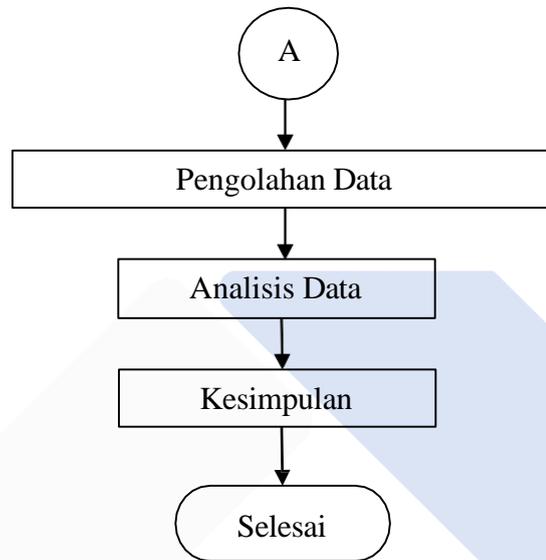
Dalam penelitian Putra Zarviansyah (2023) yang berjudul "Pengaruh Variasi Fraksi Volume dan Panjang Serat Komposit Serat Sabut Kelapa Bermatrik *Polyester* Terhadap Pengujian Tarik," digunakan fraksi volume serat sebesar 3%, 5%, dan 7%, serta panjang serat 10 mm, 15 mm, dan 20 mm. Tujuan penelitian ini adalah untuk menilai bagaimana variasi fraksi volume dan panjang serat mempengaruhi sabut kelapa dengan matrik *polyester*. Kekuatan tarik tertinggi pada fraksi volume 3% adalah 30,933 MPa, sedangkan pada panjang serat 15 mm adalah 29,633 MPa. Penelitian ini mengacu pada standar ASTM D638.

## BAB III METODE PELAKSANAAN

### 3.1 Tahapan Penelitian

Langkah-langkah yang akan dilaksanakan dalam penelitian ini diilustrasikan dalam diagram alir berikut:





Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian

### 3.2 Studi literatur

Penelitian dilakukan melalui beberapa tahap yang telah ditetapkan sebagai pedoman. Langkah pertama melibatkan studi literatur dari jurnal ilmiah, internet, dan buku teks. Kemudian, data literatur tersebut diperiksa dan digunakan sebagai referensi untuk pelaksanaan penelitian.

### 3.3 Persiapan Alat dan Bahan Penelitian

Sebelum memulai penelitian, alat dan bahan yang diperlukan untuk pembuatan spesimen benda uji harus dipersiapkan terlebih dahulu.

#### 3.3.1 Alat

Berikut adalah beberapa alat yang digunakan dalam penelitian:

1. Mesin Uji Tarik

Penelitian ini menggunakan mesin uji tarik *Universal Testing Machine* merk Zwick Roell Model Z020 sesuai dengan standar pengujian ASTM D638. Mesin uji tarik tersebut dapat dilihat pada Gambar 3.2.



Gambar 3. 2 Mesin Uji Tarik

(Sumber : <https://images.app.goo.gl/MJYf5Zcrc3AnB8Bz7>)

2. *Software Minitab 19*

*Software Minitab* adalah perangkat lunak yang digunakan untuk memproses dan menganalisis data. Tampilan *software Minitab* dapat dilihat pada Gambar 3.3.



Gambar 3. 3 *Software Minitab*

3. Cetakan Spesimen

Gambar 3.4 memperlihatkan cetakan spesimen yang digunakan untuk uji tarik sesuai dengan standar ASTM D-638.



Gambar 3. 4 Cetakan Spesimen

#### 4. Timbangan Digital

Timbangan digital digunakan untuk mengukur massa, berat, dan beban suatu zat. Tampilan timbangan digital dapat dilihat pada Gambar 3.5.



Gambar 3. 5 Timbangan Digital

5. Alat bantu: gunting, penggaris, jangka sorong dan kikir.

#### 3.3.2 Bahan

Berikut adalah beberapa bahan yang digunakan dalam penelitian ini:

1. Serat Pandan Duri

Dalam penelitian ini, panjang serat bervariasi, yaitu: panjang serat horizontal sebesar 150 mm, panjang serat vertikal sebesar 12 mm, dan panjang serat acak sebesar 10 mm. Tampilan serat pandan duri dapat dilihat pada Gambar 3.6.



Gambar 3. 6 Serat Pandan Duri

## 2. Resin *Polyester*

Resin yang digunakan dalam penelitian ini adalah resin *polyester* BQTN-157, yang dibuat melalui reaksi antara asam organik dan alkohol polihidrat. Keuntungan dari resin ini termasuk fleksibilitas yang tinggi dan harga yang relatif terjangkau. Tampilan resin *polyester* BQTN-157 dapat dilihat pada Gambar 3.7.



Gambar 3. 7 Resin *Polyester* BQTN 157

## 3. *Hardener*

*Hardener* adalah cairan yang mengandung senyawa MEKPO (*Metil Etil Keton Peroksida*). Pengeras ini berwarna terang dan berfungsi sebagai pengering. Biasanya, pengeras dijual bersamaan dengan resin.



Gambar 3. 8 *Hardener*

### 3.4 Proses Pembuatan Spesimen

Sebelum memulai pembuatan spesimen, langkah pertama adalah menyiapkan alat dan bahan yang diperlukan untuk proses tersebut.

### 3.4.1 Pengambilan Serat Pandan Duri

Berikut adalah prosedur untuk mengambil serat pandan duri:

Tabel 3. 1 Prosedur Pengolahan Serat Pandan Duri

No.	Uraian Pekerjaan	Alat Bantu	Gambar
1.	Petik daun pandan duri dari pohon.	Gunting	
2.	Bersihkan duri yang ada pada tepi daun pandan duri menggunakan pisau.	Pisau	

3	Cuci daun pandan duri dengan air bersih untuk menghilangkan debu atau kotoran.	Baskom dan air bersih	
4.	Rendam daun pandan duri selama 7 hari untuk melunakkannya. Setelah 7 hari, kerok daun pandan duri menggunakan sendok untuk mengambil seratnya.	Baskom dan air bersih	
5.	Setelah 7 hari, kerok daun pandan duri menggunakan sendok untuk mengambil seratnya. Cuci serat dan jemur serat hingga kering. Dan serat siap digunakan.	Sendok	

6.	Cuci serat dan jemur serat hingga kering. Dan serat siap digunakan.	Air bersih dan wadah menjemur serat	
----	---	-------------------------------------	--

### 3.4.2 Pembuatan Spesimen Uji Tarik

Model spesimen uji dibuat mengikuti standar ASTM D638. Proses pembuatan spesimen uji dapat dilihat pada Lampiran 4. Berikut adalah langkah-langkah untuk membuat model spesimen uji tarik:

Tabel 3. 2 Prosedur Pembuatan Spesimen Uji Tarik

No.	Uraian Pekerjaan	Alat Bantu	Gambar
1.	Meyiapkan bahan beserta alat yang diperlukan pada pembuatan sampel, seperti serat pandan duri, resin, <i>hardener</i> , cetakan dan lainnya.	Serat pandan duri, resin, <i>hardener</i> dan cetakan	
2.	Untuk menghitung massa serat pandan duri,	Timbangan digital	

	<p>resin <i>polyester</i>, dan katalis, menggunakan timbangan digital sesuai dengan perhitungan sebelumnya. Fraksi volume resin adalah 97%, 95%, dan 93%, sedangkan fraksi volume serat adalah 3%, 5%, dan 7%.</p>		
3.	<p>Kemudian, masukkan dan susun serat secara horizontal, vertikal dan acak.</p>	<p>Cetakan, wadah untuk campuran resin dan katalis.</p>	
4.	<p>Sebelum menempatkan katalis dan resin <i>polyester</i> ke dalam cetakan, campurkan keduanya ke dalam wadah lain. Aduk campuran hingga homogen. Tuangkan campuran resin dan katalis ke dalam cetakan,</p>	<p>Stik</p>	

	pastikan ketebalan cetakan konsisten untuk menghindari adanya ruang kosong di antara bahan.		
5.	Kemudian tunggu komposit kering selama $\pm 15-30$ menit.		
6.	Setelah kering, lepaskan dari cetakan.	Cetakan spesimen	

### 3.5 Metode Eksperimen Faktorial

Arah serat dan fraksi volume serat adalah parameter yang diuji dalam penelitian ini. Jumlah kombinasi parameter dapat dihitung dalam tiga tingkat dengan mengalikan tingkat antar parameter, diperoleh 9 kombinasi parameter. Setelah melakukan pengulangan dua kali, dihasilkan 18 spesimen. Tabel 3.1 menunjukkan level dan parameter uji, sementara Tabel 3.2 menampilkan desain eksperimen yang digunakan dalam penelitian ini dengan bantuan *software* Minitab.

Tabel 3. 3 Level dan Parameter Uji

<b>Parameter</b>	<b>Level</b>		
Arah Serat	Horizontal	Vertikal	Acak
Fraksi Volume Serat (%)	3	5	7

Tabel 3. 4 *Design of Experiment*

<b>Eksperimen</b>	<b>Arah Serat</b>	<b>Fraksi Volume Serat (%)</b>
1	Vertikal	3
2	Vertikal	5
3	Vertikal	7
4	Horizontal	3
5	Horizontal	5
6	Horizontal	7
7	Acak	3
8	Acak	5
9	Acak	7

Setelah merancang eksperimen faktorial, langkah berikutnya adalah mengajukan hipotesis. Hipotesis eksperimen menyatakan bahwa faktor-faktor yang memengaruhi kekuatan tarik dapat bekerja secara independen atau dalam kombinasi dengan faktor lainnya. Hipotesis ini dikenal sebagai hipotesis nol ( $H_0$ ).

Hipotesis nol untuk eksperimen dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

$H_{01}$ : Perubahan arah serat tidak berdampak pada kekuatan tarik.

$H_{02}$ : Perubahan fraksi volume serat tidak berdampak pada kekuatan tarik.

$H_{03}$ : Perubahan interaksi arah serat tidak berdampak pada kekuatan tarik.

### 3.6 Proses Uji Tarik

Setelah pembuatan spesimen selesai, langkah berikutnya adalah melakukan uji tarik. Pengujian tarik dilakukan dengan menggunakan mesin uji tarik *Universal Testing Machine* merk ZwickRoell Z020.

#### 3.6.1 Benda Uji Tarik

Langkah pertama dalam pembuatan benda uji untuk pengujian tarik adalah menyiapkan cetakan yang telah dibersihkan. Persyaratan data untuk perhitungan adalah sebagai berikut:

Volume Cetakan (Uji Tarik) = 12,6 cm<sup>3</sup>

Massa Jenis Serat Pandan Duri = 0,96 cm<sup>3</sup>

Massa Jenis Resin *Polyester* = 1,215 g/cm<sup>3</sup>

Massa Jenis *Hardener* = 1,25 g/cm<sup>3</sup>

#### 3.6.2 Prosedur Pengujian Material Komposit

Pengujian material komposit dilakukan menggunakan alat uji tarik *Universal Testing Machine* merk ZwickRoell Z020. Berikut adalah langkah-langkah untuk melakukan pengujian tarik pada material komposit:

Tabel 3. 5 Prosedur Pengujian Tarik Spesimen

No.	Uraian Pekerjaan	Alat Bantu	Gambar
1.	Siapkan spesimen dan beri tanda pada setiap spesimen agar saat pengujian tidak tertukar. Ukur ketebalan spesimen.	Spidol dan jangka sorong	

2.	<p>Nyalakan mesin uji tarik serta komputer yang digunakan untuk mengoperasikan mesin tersebut. Buka <i>software Zwick Test Expert</i> pada komputer.</p>	<p>Mesin uji tarik dan komputer</p>	
3.	<p>Pasang dan atur titik nol pada benda uji dalam cekaman mesin uji tarik sesuai dengan tanda yang telah ditetapkan.</p>		
4.	<p>Cekam spesimen dengan menginjak tombol dan kunci dengan menggunakan tangan. Setelah tercekam dengan kuat, klik tombol <i>start</i> untuk memulai pengujian tarik.</p>		

5.	Lepaskan material dari cekaman pada mesin uji. Lakukan pengujian secara berulang kali hingga semua spesimen diuji, lalu catat hasilnya.	Mesin uji Tarik dan komputer	
----	---	------------------------------	---

### 3.7 Pengolahan Data

Setelah melakukan proses uji tarik, langkah selanjutnya mengolah data yang telah didapatkan pada proses uji tarik menggunakan tabel maupun grafik. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengevaluasi komposit *polyester* yang telah diperkuat serat pandan duri.

### 3.8 Analisis Data

Jika sudah melakukan pengolahan data dilanjutkan dengan menganalisis data yang telah didapatkan menggunakan metode Taguchi. Analisis ini akan menentukan perbedaan nilai di antara kelompok fraksi volume dan nilai rata-rata dari setiap spesimen. Dapat mengidentifikasi faktor-faktor yang memengaruhi perbedaan nilai pengujian dengan menggunakan metode Taguchi.

### 3.9 Kesimpulan

Setelah melakukan analisis data, selanjutnya membuat kesimpulan untuk mengetahui apa hasil penelitian yang didapatkan.

## BAB IV PEMBAHASAN

### 4.1 Hasil Penelitian

Dalam penelitian ini, serat pandan duri digunakan dengan variasi arah serat serta fraksi volume matriks dan serat. Penelitian ini bertujuan untuk menghitung kekuatan tarik bahan yang digunakan dalam pembuatan *dashboard* mobil. Pengujian kekuatan tarik dilakukan menggunakan *Universal Testing Machine* merk Zwick Roell Model Z020. Data yang diperoleh kemudian diolah untuk menghitung variasi komponen yang akan memberikan nilai kekuatan tarik yang diinginkan.

Dengan fraksi volume serat 3%, 5%, dan 7%, serta variasi ketebalan arah serat horizontal, vertikal, dan acak, pengujian dilakukan untuk mengukur perbedaan kekuatan serat pandan duri. Penelitian ini dilakukan dengan dua kali replikasi. Lampiran 2 menunjukkan perhitungan rasio yang diperoleh dari persamaan 2.1, 2.2, dan 2.3. Tabel 4.1 menyajikan hasil perhitungan komposisi komposit untuk spesimen uji.

Berikut perhitungan untuk pembuatan spesimen uji tarik:

Diketahui:

$$\text{Volume cetakan uji tarik} = 12,6 \text{ cm}^3$$

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

$$\text{Massa jenis resin } \textit{polyester} = 1,215 \text{ g/cm}^3$$

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

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

$$V_{\text{komposit}} = 12,6 \text{ cm}^3$$

- massa katalis = volume cetakan x persentase katalis x massa jenis katalis

$$\text{massa katalis} = 12,6 \text{ cm}^3 \times 1\% \times 1,25 \text{ g/cm}^3$$

$$\text{massa katalis} = 0,157 \text{ g}$$

- massa serat = volume cetakan x persentase serat x massa jenis serat

- massa serat (3%) =  $12,6 \text{ cm}^3 \times 3\% \times 0,96 \text{ g/cm}^3$
- massa serat (3%) = 0,36 g
- massa serat (5%) =  $12,6 \text{ cm}^3 \times 5\% \times 0,96 \text{ g/cm}^3$
- massa serat (5%) = 0,60 g
- massa serat (7%) =  $12,6 \text{ cm}^3 \times 7\% \times 0,96 \text{ g/cm}^3$
- massa serat (7%) = 0,84 g
- massa resin (97%) = volume cetakan x persentase resin x massa jenis resin
- massa resin (97%) =  $12,6 \text{ cm}^3 \times 97\% \times 1,215 \text{ g/cm}^3$
- massa resin (97%) = 14,84 g
- massa resin (95%) =  $12,6 \text{ cm}^3 \times 95\% \times 1,215 \text{ g/cm}^3$
- massa resin (95%) = 14,54 g
- massa resin (93%) =  $12,6 \text{ cm}^3 \times 93\% \times 1,215 \text{ g/cm}^3$
- massa resin (93%) = 14,23 g

Tabel 4. 1 Hasil perhitungan komposisi komposit

Fraksi volume serat dan matriks (%)	Berat serat (g)	Berat resin(g)
3% : 97%	0,37	14,84
5% : 95%	0,60	14,54
7% : 93%	0,84	14,23

Tabel 4. 2 Parameter yang digunakan

Eksperimen	Arah Serat	Fraksi Volume Serat (%)
1	Vertikal	3
2	Vertikal	5
3	Vertikal	7
4	Horizontal	3

5	Horizontal	5
6	Horizontal	7
7	Acak	3
8	Acak	5
9	Acak	7

#### 4.2 Proses Pengambilan Data

Dalam proses pengambilan data, beberapa langkah harus dilakukan secara berurutan. Proses ini dimulai dengan studi literatur, diikuti dengan pembuatan spesimen uji tarik sesuai dengan standar ASTM D638. Setelah memastikan spesimen yang dibuat memenuhi standar tersebut, pengujian tarik dilakukan menggunakan mesin uji tarik, *Universal Testing Machine* merk ZwickRoell Model Z020. Spesimen uji tarik dibuat dari resin *polyester* yang diperkuat serat pandan duri. Sebanyak sembilan spesimen dibuat dengan variasi arah serat dan fraksi volume, dan dilakukan pengulangan dua kali. Hasil cetakan spesimen uji tarik dapat dilihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4. 1 Spesimen Uji Tarik

Setelah semua spesimen uji selesai dibuat dan diberi tanda, langkah berikutnya adalah menyiapkan mesin uji tarik serta komputer. Persiapan ini meliputi pemasangan dan pengaturan titik nol pada benda uji dalam cekaman mesin, mengisi data material pada *Method Window*, dan melakukan pengujian dengan menekan tombol *start* pada komputer untuk mendapatkan hasil kekuatan tarik spesimen.

Proses pengujian tarik dapat dilihat pada Gambar 4.2, sementara hasil spesimen uji tarik dapat dilihat pada Gambar 4.3.



Gambar 4. 2 Proses Uji Tarik Spesimen



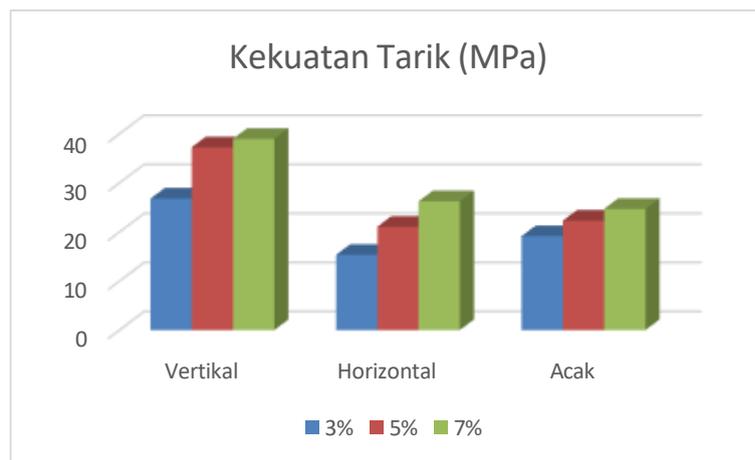
Gambar 4. 3 Spesimen setelah dilakukan uji tarik

#### **4.3 Hasil Pengujian Tarik**

Untuk pengujian kekuatan tarik, digunakan mesin *Universal Testing Machine* merk ZwickRoell Z020 Xforce K. Nilai kekuatan tarik dihitung secara otomatis setelah spesimen mengalami kegagalan. Nilai rata-rata kekuatan tarik dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4. 3 Hasil Pengujian Tarik

No.	Arah Serat	Rasio Volume Serat dan Matriks (%)	Pengujian Tarik (Mpa)		
			Replikasi 1	Replikasi 2	Rata-rata
1	Vertikal	3 : 97	35,9	17,7	26,8
2	Vertikal	5 : 95	36,2	38,3	37,25
3	Vertikal	7 : 93	38,3	39,6	38,95
4	Horizontal	3 : 97	16,1	14,6	15,35
5	Horizontal	5 : 95	23,1	19	21,05
6	Horizontal	7 : 93	31,4	21,1	26,25
7	Acak	3 : 97	19,6	18,7	19,15
8	Acak	5 : 95	24,6	20	22,3
9	Acak	7 : 93	26,1	23,3	24,7



Gambar 4. 4 Grafik Hasil Uji Tarik

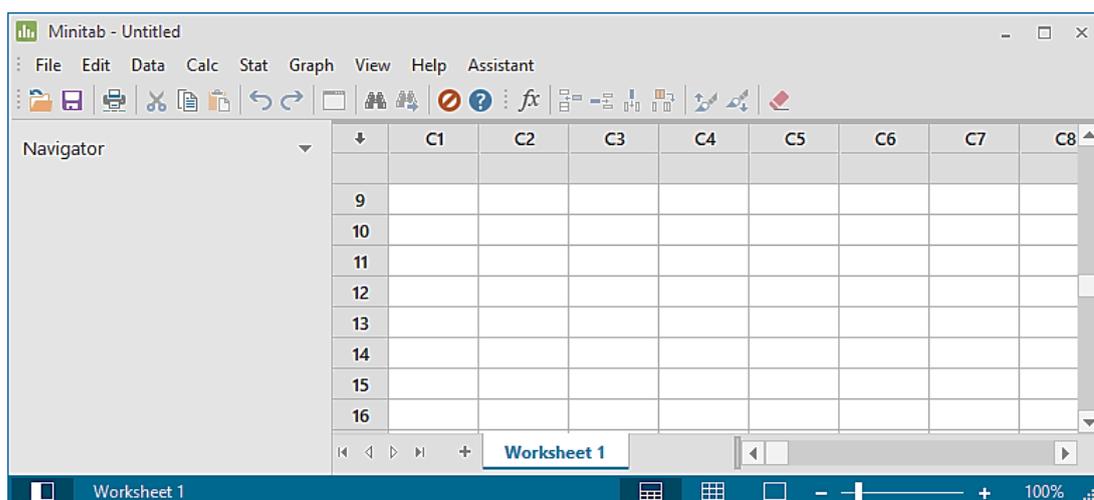
Data volume yang tercantum dalam grafik di atas menunjukkan bahwa nilai kekuatan tarik dari masing-masing spesimen uji bervariasi. Dalam penelitian ini,

nilai kekuatan tarik tertinggi ditemukan pada arah vertikal dengan fraksi volume serat 7%, mencapai 38,95 MPa. Hal ini disebabkan oleh peningkatan jumlah bahan pengisi antara matriks dan serat, yang memperbesar kapasitas komposit dalam menahan tegangan. Serat dapat menyerap tegangan yang diterima matriks selama pengujian. Sebaliknya, fraksi volume 3% menunjukkan kekuatan tarik terendah, yaitu 15,35 MPa, karena jumlah bahan pengisi matriks dan serat yang lebih sedikit membuat serat tidak mampu menahan beban dengan efektif selama proses regangan. Serat yang terlalu pendek dengan rasio aspek rendah menghasilkan kekuatan tarik yang relatif kecil, karena area permukaan serat yang menahan tegangan berkurang selama uji tarik.

#### 4.4 Proses Pengolahan Data

Data diolah menggunakan perangkat lunak Minitab. Analisis *S/N Ratio* dilakukan dengan Minitab, dan data hasil pengujian yang tercantum dalam Tabel 4.3 dimasukkan ke dalam program untuk mendapatkan hasil dari *Mean Plot* dan perbandingan S/N. Dengan menggunakan metode "*Larger is Better*," semakin besar nilai menunjukkan kualitas yang lebih baik. Tahapan analisis yang dilakukan dengan Minitab adalah sebagai berikut:

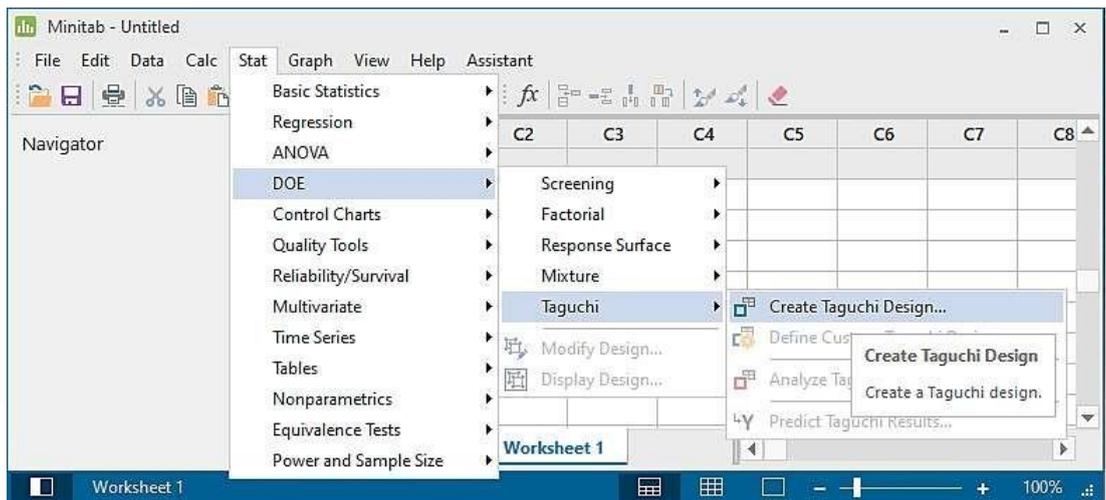
1. Pertama, buka *software* Minitab dan Gambar 4.5 merupakan tampilan awal pada *software* Minitab.



Gambar 4. 5 Tampilan Awal *Software* Minitab

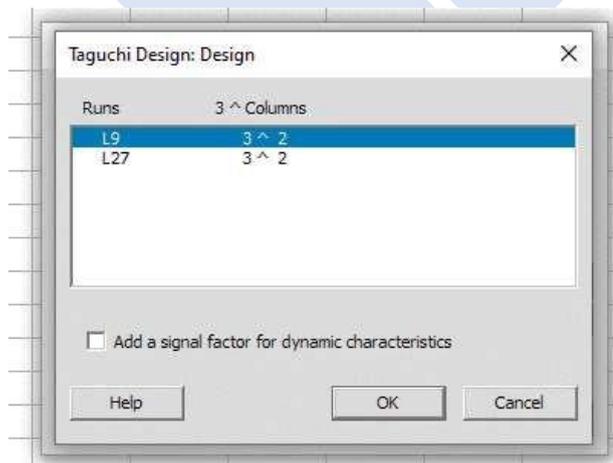
2. Kemudian, pilih menu STAT → DOE → Taguchi → *Create Taguchi Design*.

Setelah itu, tampilan Taguchi Design akan muncul. Tentukan *type of design* dan *number of factor* pada menu yang ada pada tampilan *Taguchi Design*. Gambar 4.6 adalah tampilan *Taguchi Design* yang sudah diatur sesuai dengan parameter yang digunakan.



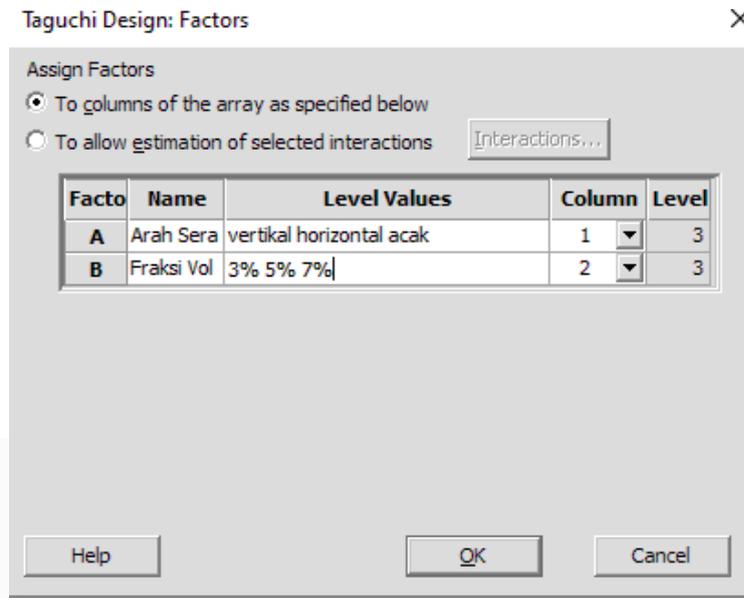
Gambar 4. 6 Tampilan *Taguchi Design*

3. Pada tampilan *Taguchi Design*, pilih opsi *Design*. Kemudian, klik pada L9  $3^3$ , seperti yang terlihat pada Gambar 4.7.



Gambar 4. 7 Tampilan *Taguchi Design* pada pilihan *Design*

4. Jika sudah menentukan *design*, klik OK dan akan kembali ke tampilan *create taguchi design*. Selanjutnya, pilih *Factors* isi *name* dan *level values* sesuai dengan parameter dan level yang telah ditentukan. Gambar 4.8 menunjukkan tampilan *Factors*.



Gambar 4. 8 Tampilan *Factors*

5. Setelah itu, klik OK dan akan memunculkan data seperti pada Gambar 4.9.

	C1-T	C2-T	C3	C4	C5	C6
	Arah serat	Fraksi volume serat				
1	vertikal	3%				
2	vertikal	5%				
3	vertikal	7%				
4	horizontal	3%				
5	horizontal	5%				
6	horizontal	7%				
7	acak	3%				
8	acak	5%				
9	acak	7%				
10						
11						

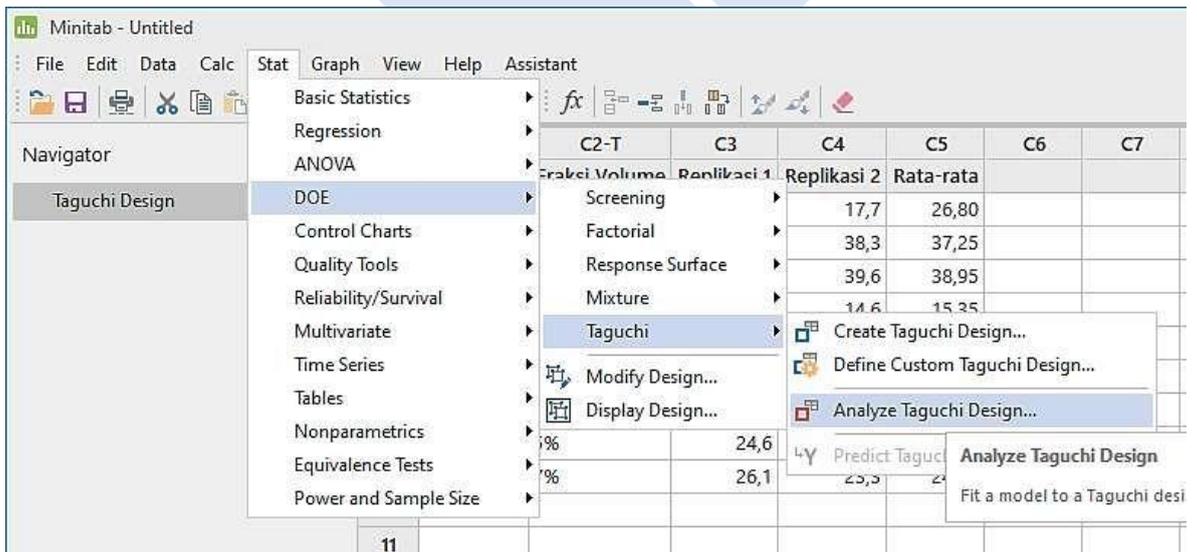
Gambar 4. 9 Tampilan *worksheet* desain factorial L9

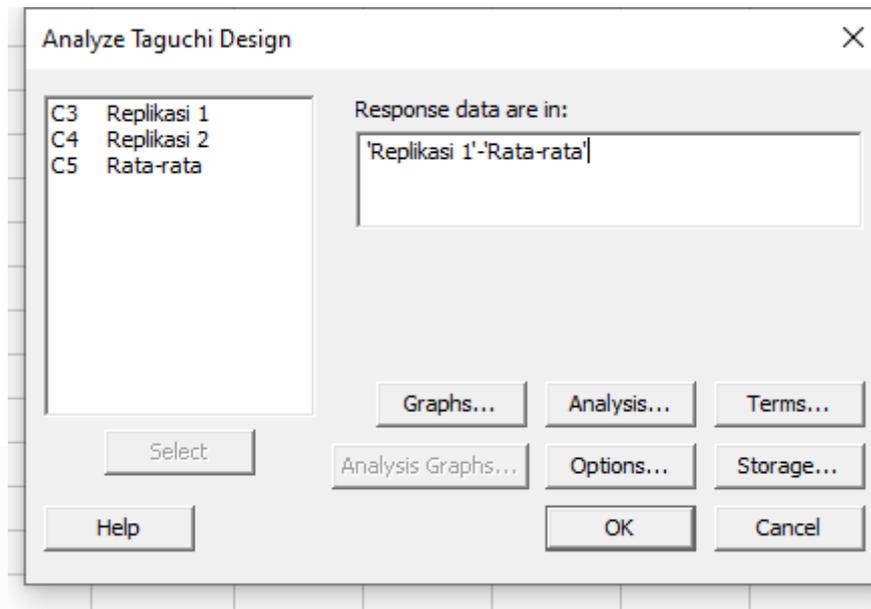
6. Berikut tampilan *worksheet* yang telah dimasukkan nilai replikasi dan hasil rata-rata kekuatan tarik (MPa).

	C1-T	C2-T	C3	C4	C5
	Arah Serat	Fraksi Volume	Replikasi 1	Replikasi 2	Rata-rata
1	vertikal	3%	35,9	17,7	26,80
2	vertikal	5%	36,2	38,3	37,25
3	vertikal	7%	38,3	39,6	38,95
4	horizontal	3%	16,1	14,6	15,35
5	horizontal	5%	23,1	19,0	21,05
6	horizontal	7%	31,4	21,1	26,25
7	acak	3%	19,6	18,7	19,15
8	acak	5%	24,6	20,0	22,30
9	acak	7%	26,1	23,3	24,70
10					

Gambar 4. 10 Tampilan *worksheet* yang telah dimasukkan data

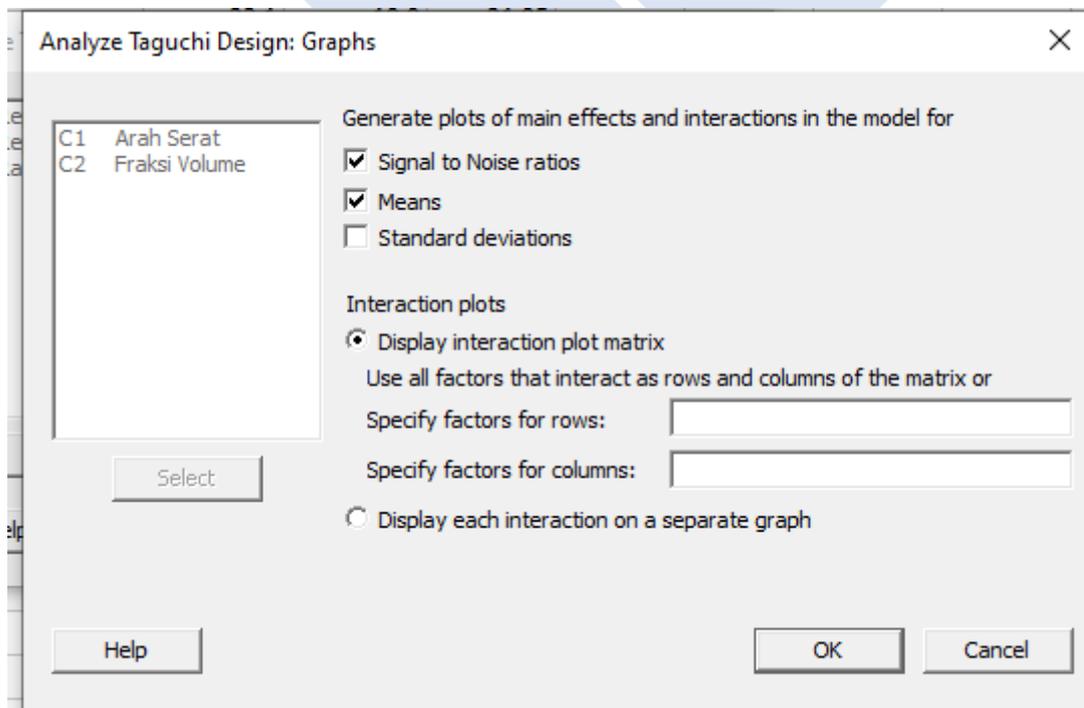
- Setelah menginput hasil kedua replikasi dan hasil rata-rata kekuatan tarik langkah selanjutnya adalah menganalisis data. Adapun cara menganalisis di *software* Minitab yaitu, pilih menu STAT → DOE → Taguchi → *Analyze Taguchi Design* yang muncul seperti pada gambar 4.11. Dan pilih respon replikasi 1, replikasi 2 dan rata-rata lalu klik *select*.





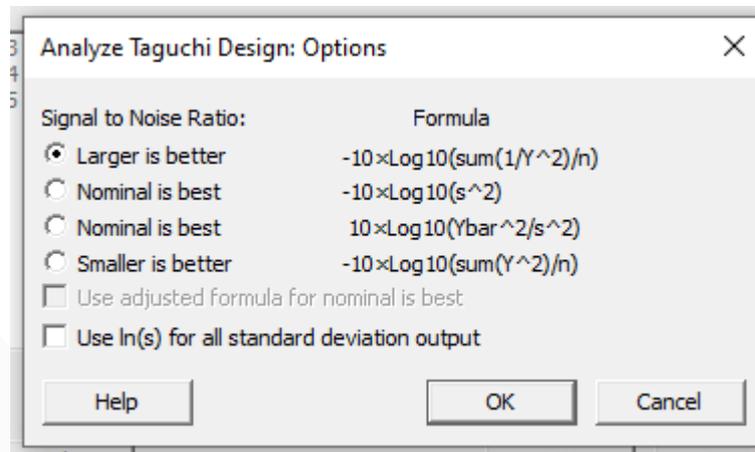
Gambar 4. 11 Tampilan *Analyze Taguchi Design*

8. Selanjutnya pilih *Graphs*, dan klik kolom kosong yang ada di sebelah kiri *Signal to Noise Ratio* dan *Means* hingga muncul tanda centang, lalu klik OK. Tampilan menu *Graphs* dapat dilihat pada Gambar 4.12.



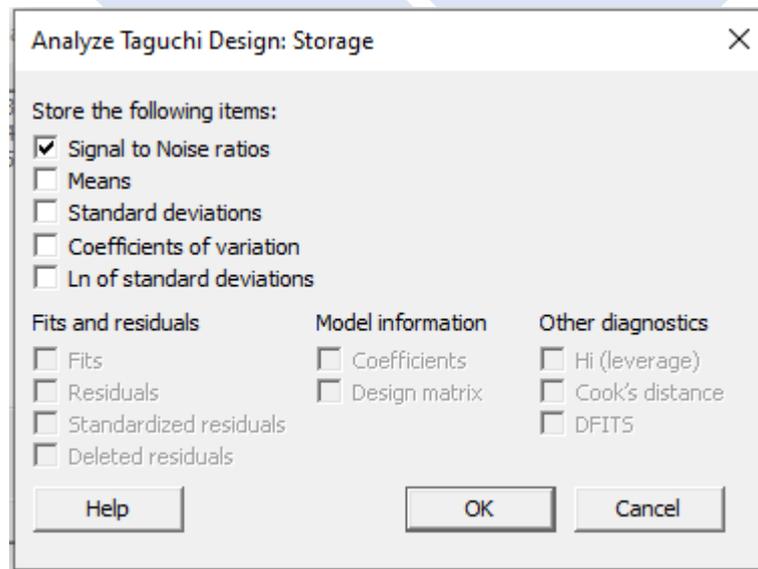
Gambar 4. 12 Tampilan menu *Graphs*

9. Dilanjutkan dengan pilih *Options* pada menu *Options* ini pilih *Signal to Noise Ratio : Larger is better*.



Gambar 4. 13 Tampilan menu *Options*

10. Klik OK pada menu *Options*, selanjutnya pilih menu *Storage*. Pada menu *Storage*, pilih *Signal to Noise Ratios* agar memunculkan nilai *S/N Ratio* pada data hasil. Gambar 4.14 menampilkan menu *Storage*.



Gambar 4. 14 Tampilan menu *Storage*

11. Bila semua langkah-langkah sudah dilakukan, maka data *S/N Ratio* akan muncul. Data *S/N Ratio* dapat dilihat pada Gambar 4.15 dan Tabel 4.4

	C1-T	C2-T	C3	C4	C5	C6
	Arah Serat	Fraksi Volume	Replikasi 1	Replikasi 2	Rata-rata	SNRA1
1	vertikal	3%	35,9	17,7	26,80	27,4795
2	vertikal	5%	36,2	38,3	37,25	31,4156
3	vertikal	7%	38,3	39,6	38,95	31,8077
4	horizontal	3%	16,1	14,6	15,35	23,7014
5	horizontal	5%	23,1	19,0	21,05	26,3821
6	horizontal	7%	31,4	21,1	26,25	28,0395
7	acak	3%	19,6	18,7	19,15	25,6386
8	acak	5%	24,6	20,0	22,30	26,8730
9	acak	7%	26,1	23,3	24,70	27,8260
10						

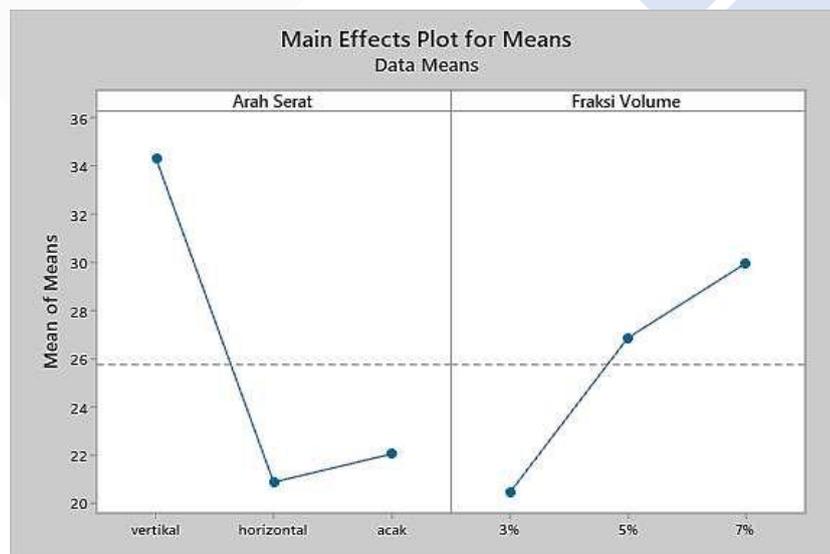
Gambar 4. 15 Nilai *S/N Ratio* untuk Kekuatan Tarik

Tabel 4. 4 Nilai *S/N Ratio* untuk Kekuatan Tarik

No. Eksperimen	Replikasi 1	Replikasi 2	Rata-rata	SNRA1
1	35,9	17,7	26,8	27,4795
2	36,2	38,3	37,25	31,4156
3	38,3	39,6	38,95	31,8077
4	16,1	14,6	15,35	23,7014
5	23,1	19,0	21,05	26,3821
6	31,4	21,1	26,25	28,0395
7	19,6	18,7	19,15	25,6386
8	24,6	20,0	22,3	26,8730
9	26,1	23,3	24,7	27,8260

Tabel 4. 5 *Response Table for Means*

Level	Arah Serat	Fraksi Volume Serat
1	34,33	20,43
2	20,88	26,87
3	22,05	29,97
<i>Delta</i>	13,45	9,53
<i>Rank</i>	1	2



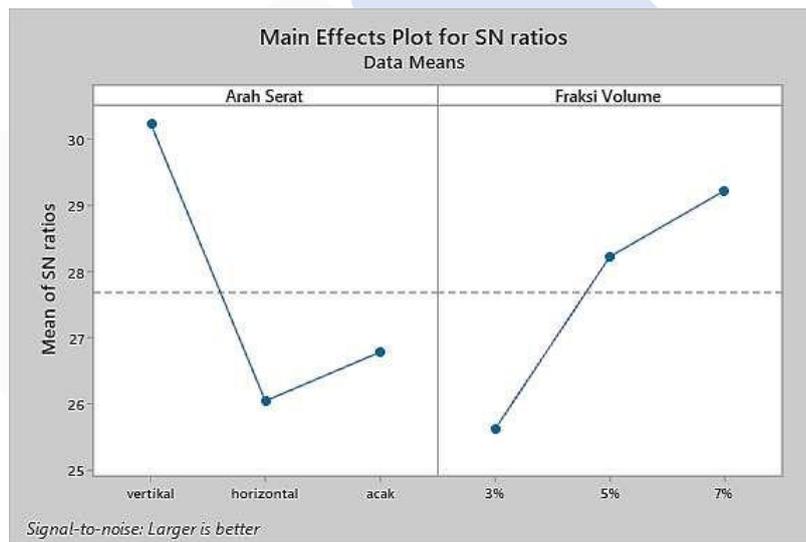
Gambar 4. 16 Grafik *Main Effects Plot for Means*

Arah serat merupakan parameter yang paling berpengaruh terhadap hasil uji tarik berdasarkan Tabel 4.5 dan Gambar 4.16 yaitu dengan nilai 32,05.

Tabel 4. 6 *Response Table for Signal to Noise Ratios*

Level	Arah Serat	Fraksi Volume Serat
1	30,23	25,61
2	26,04	28,22

3	26,78	29,22
<i>Delta</i>	4,19	3,62
<i>Rank</i>	1	2



Gambar 4. 17 Grafik *Main Effects Plot for SN Ratios*

Pada Tabel 4.6 dan Gambar 4.17 menunjukkan faktor dengan pengaruh parameter optimal terhadap uji tarik adalah arah serat dengan susunan arah serat vertikal sebesar 29,45 dan fraksi volume serat 7%.

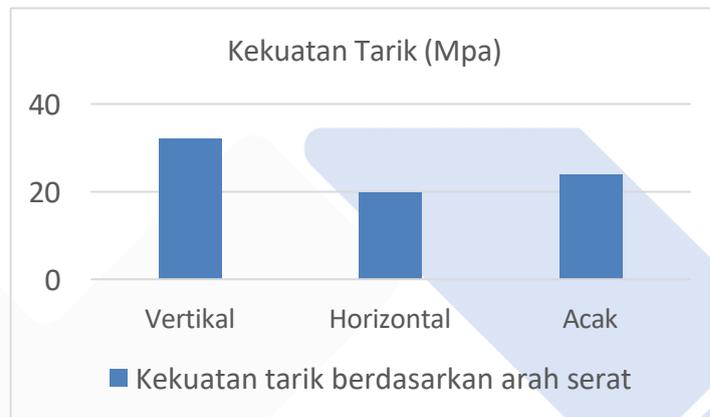
## 4.5 Analisis

Jika sudah melakukan pengolahan data dilanjutkan dengan menganalisis data yang telah didapatkan menggunakan metode Taguchi. Analisis ini akan menentukan perbedaan nilai di antara kelompok fraksi volume dan nilai rata-rata dari setiap spesimen. Dapat mengidentifikasi faktor-faktor yang memengaruhi perbedaan nilai pegujian dengan menggunakan metode Taguchi.

### 4.5.1 Analisis Faktor Arah Serat Pada Kekuatan Tarik

Hasil uji ANOVA untuk faktor arah serat menunjukkan bahwa faktor ini mempengaruhi kekuatan tarik. Arah serat vertikal memiliki kekuatan tarik tertinggi

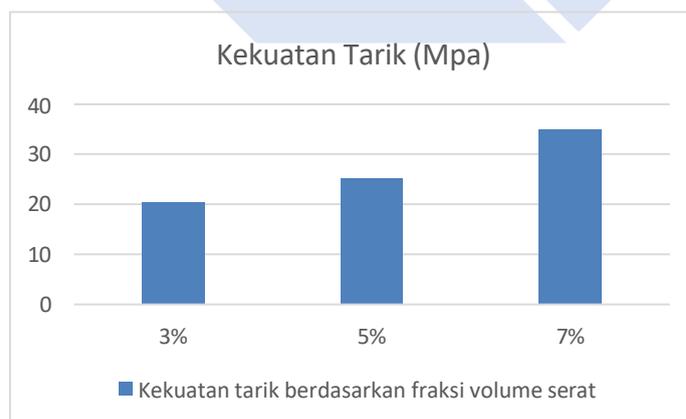
dibandingkan dengan arah serat horizontal. Nilai kekuatan tarik untuk faktor arah serat dapat dilihat pada Gambar 4.18.



Gambar 4. 18 Diagram Batang Kekuatan Tarik Berdasarkan Arah Serat

#### 4.5.2 Analisis Faktor Fraksi Volume Pada Kekuatan Tarik

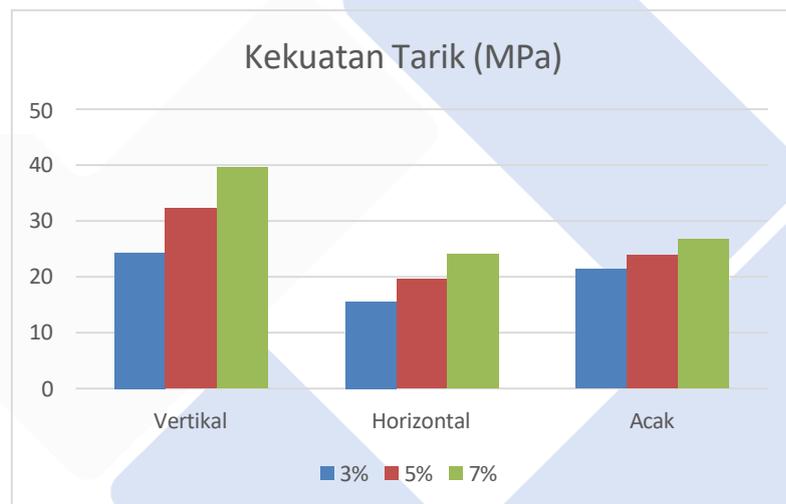
Hasil uji ANOVA untuk faktor fraksi volume serat menunjukkan bahwa faktor ini mempengaruhi kekuatan tarik. Fraksi volume serat sebesar 7% memiliki kekuatan tarik tertinggi dibandingkan dengan fraksi volume serat sebesar 3%. Nilai kekuatan tarik untuk faktor fraksi volume serat dapat dilihat pada Gambar 4.19.



Gambar 4. 19 Diagram Batang Kekuatan Tarik Berdasarkan Fraksi Volume

### 4.5.3 Analisis Interaksi Antara Arah Serat dan Fraksi Volume Serat Terhadap Kekuatan Tarik

Untuk memahami perbedaan dalam nilai kekuatan tarik, grafik hasil uji tarik bisa digunakan untuk mengidentifikasi variasi nilai kekuatan tarik yang ditampilkan pada Gambar 4.9.



Gambar 4. 20 Diagram Batang Kekuatan Tarik Interaksi Antara Arah Serat dan Fraksi Volume Serat

Dalam penelitian ini, nilai kekuatan tarik tertinggi ditemukan pada arah vertikal dengan fraksi volume serat 7%, mencapai 38,95 MPa. Hal ini disebabkan oleh peningkatan jumlah bahan pengisi antara matriks dan serat, yang memperbesar kapasitas komposit dalam menahan tegangan. Serat dapat menyerap tegangan yang diterima matriks selama pengujian. Sebaliknya, fraksi volume 3% menunjukkan kekuatan tarik terendah, yaitu 15,35 MPa, karena jumlah bahan pengisi matriks dan serat yang lebih sedikit membuat serat tidak mampu menahan beban dengan efektif selama proses regangan. Perbedaan nilai kekuatan tarik disebabkan oleh beberapa faktor, termasuk ketidakseimbangan antara fraksi volume serat dan matriks. Jika komposit mengandung terlalu banyak serat tanpa dukungan matriks yang cukup, matriks tidak dapat mengikat serat dengan baik, menyebabkan terbentuknya rongga udara pada spesimen komposit yang mengurangi kekuatan tarik. Sebaliknya, jika jumlah serat terlalu sedikit dibandingkan dengan matriks, komposit menjadi lemah

karena distribusi serat yang tidak merata, meninggalkan bagian tanpa serat yang berfungsi menahan beban. Dengan demikian, kekuatan tarik serat pandan duri sangat dipengaruhi oleh fraksi volume serat dan arah serat.

#### 4.6 Tabel Perbandingan

Berikut adalah tabel yang membandingkan hasil penelitian ini dengan penelitian sebelumnya.

Tabel 4. 7 Perbandingan antara hasil penelitian ini dengan penelitian terdahulu

Nilai Kekuatan Tarik		
<i>ABS High Impact</i>	Penelitian ini	Penelitian Terdahulu
20 – 40 MPa	38,95 MPa	31,3 MPa

Berdasarkan Tabel 4.7, kekuatan tarik maksimum yang diperoleh dalam penelitian ini adalah 38,95 MPa pada fraksi volume 7% dengan susunan serat vertikal. Sementara itu, penelitian sebelumnya oleh Muhammad Nurdiansyah (2022) yang berjudul "Pengaruh Panjang Serat dan Fraksi Volume Terhadap Sifat Mekanik Komposit Berpenguat Serat Pandan Duri" menunjukkan kekuatan tarik maksimum sebesar 31,3 MPa dengan fraksi volume 15% dan panjang serat 100 mm. Dengan demikian, kekuatan tarik maksimum dalam penelitian ini lebih tinggi dibandingkan dengan penelitian sebelumnya.

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis yang telah dilakukan pada bab sebelumnya terkait judul "Analisa Kekuatan Tarik Komposit *Polyester* yang Diperkuat Serat Daun Pandan Duri untuk Bahan Pembuatan *Dashboard* Mobil," diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Dari berbagai variasi arah serat dan fraksi volume serat pandan duri, diperoleh kekuatan tarik tertinggi sebesar 38,95 MPa pada arah serat vertikal dengan fraksi volume 7%, sedangkan kekuatan tarik terendah sebesar 15,35 MPa ditemukan pada arah serat horizontal dengan fraksi volume 3%.
2. Berdasarkan hasil *software* minitab, didapatkan arah serat memiliki pengaruh yang sangat besar terhadap kekuatan tarik.
3. Kekuatan tarik pada *dashboard* mobil yang menggunakan material plastik ABS berkisar antara 20-40 MPa, sehingga komposit serat pandan duri yang diteliti telah memenuhi standar kekuatan yang diperlukan untuk pembuatan *dashboard* mobil.

#### 5.2 Saran

Berikut adalah saran yang dapat diberikan setelah melakukan penelitian ini:

1. Lakukan penelitian lebih mendalam mengenai proses pembuatan atau pencetakan spesimen untuk memastikan bahwa spesimen yang dihasilkan sesuai dengan standar yang diinginkan dan memberikan hasil uji yang valid.
2. Perhatikan kondisi spesimen yang akan diuji, karena mungkin terdapat kekurangan seperti gelembung udara. Keberadaan gelembung udara dapat mempengaruhi hasil pengujian.
3. Pada penelitian selanjutnya diharapkan melakukan penelitian yang dapat menunjukkan foto mikro menggunakan alat uji atau *Scanning Electron Microscope* (SEM) pada komposit yang berpenguat serat daun pandan duri.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aji, R. &. (2021). Pengujian Tarik Komposit Serat Alami Berbasis Resin untuk Aplikasi *Dashboard* Mobil. *Jurnal Material dan Desain*, 98-107.
- Arifin, A. M. (2020). Komposit Serat Pandan Duri sebagai Material *Dashboard* Mobil dengan Performa Tahan Lama. *Jurnal Material Komposit*, 132-138.
- Arifin, D. &. (2022). Karakteristik Komposit Serat Pandan Duri dengan Resin *Polyester* : Pengujian Tarik dan Analisis Struktur. *Jurnal Rekayasa Komposit*, 58-69.
- Auliya R, M. F. (2016). Pengaruh Komposisi Material Komposit Dengan Matriks *Polypropylene* Berpenguat Serat Alam Terhadap Morfologi dan Kekuatan Fisik. *Jurnal Teknik ITS*.
- Dian, M. &. (2022). *Effect of Pandan Durian Fiber Loading on the Mechanical Properties of Composites*. *Journal of Materials and Process Technology*.
- Fadhil, H. &. (2020). Pengaruh Variasi Serat Pandan Duri Terhadap Sifat Mekanik Komposit Resin *Polyester*. *Jurnal Teknik Material*, 89-98.
- Fadhil, H. &. (2020). Pengujian Komposit Serat Pandan Duri untuk *Dashboard* Mobil: Uji Kekuatan Tarik dan Tahan Panas. *Jurnal Teknik Material*, 110-118.
- Gamage, J. &. (2019). *Study of Pandan Fiber Composites for Automotive Interior Parts: Focus on Dashboard Applications*. *Journal of Material Science and Engineering*, 219-227.
- Gunawan, P. &. (2021). Aplikasi Serat Pandan Duri pada Pembuatan Panel Otomotif Berbasis Komposit. *Jurnal Polimer dan Komposit*, 111-121.

- Hidayat, W. &. (2023). Serat Pandan Duri sebagai Penguat Pada Komposit untuk Aplikasi Otomotif: Studi Kasus Dashboard Mobil. *Jurnal Material dan Komposit*, 215-221.
- Ibrahim, M. &. (2022). Komposit Berbasis Serat Pandan Duri untuk Aplikasi Otomotif : Studi Kelayakan dan Uji Mekanik. *Jurnal Rekayasa Otomotif*, 110-118.
- Indriani, R. &. (2020). Uji Mekanik Komposit Serat Pandan Duri Berbasis Resin Polyester. *Jurnal Bahan dan Struktur*, 112-120.
- Iskandar, A. &. (2020). Potensi Serat Pandan Duri sebagai Bahan Alternatif pada Dashboard Mobil. *Jurnal Teknologi Bahan Alam*, 32-38.
- Jain, R. S. (2020). Pemanfaatan Serat Pandan Duri dalam Pembuatan *Dashboard* Mobil Berbasis Komposit Resin Polyester. *Journal of Composite Materials*, 321-329.
- Kadir, S. &. (2019). Pengaruh Komposit Serat Pandan Duri Terhadap Performa Mekanik Komponen Otomotif Ringan. *Journal of Polymer Science*, 712-720.
- Masdani, Yuli Dharta (2019). Potensi Pengembangan Komposit Berpenguat Serat Kulit Gaharu Sebagai Material Pengganti *Fiberglass* Pada Pembuatan *Dashboard* Mobil. *Manutech: Jurnal Teknologi Manufaktur* Vol. 10 No. 01 (2018): Manutech: Jurnal Teknologi Manufaktur.
- Nuraziza, S. &. (2021). Evaluasi Mekanik Komposit Serat Pandan Duri dengan Resin Polyester untuk Aplikasi Konstruksi Ringan. *Jurnal Teknik Polimer*, 94-103.
- Nurdiansyah, M. (2022) Pengaruh Panjang Serat Dan Fraksi Volume Terhadap Sifat Mekanik Komposit Berpenguat Serat Pandan Duri. *Prosiding Seminar Nasional Inovasi Teknologi Terapan*.

- Rahman, A. (2022). Pengaruh Variasi Arah Serat Dan Fraksi Volume Serat Pandan Duri Terhadap Kekuatan Tarik dan Impak Sebagai Material Alternatif Helm SNI. *Prosiding Seminar Nasional Inovasi Teknologi Terapan*.
- Samlawi, A. k. (2018). Pembuatan Dan Karakterisasi Material Komposit Serat Ijuk (Arenga Pinnata) sebagai Bahan Baku Cover Body Sepeda Motor. *Prosiding Seminar Nasional Lingkungan Lahan Basah* , 380-383.
- Sujita, Achmad Zainuri, (2021). Karakteristik Kekuatan Tarik dan Morfologi Material Komposit Berpenguat Serat Pohon Pisang Saba dengan Perlakuan Kimia. *Jurnal Mekanik Terapan*.
- Suryana, D, J. &. (2018). Pengaruh Komposisi Komposit Serat-Serat Eceng Gondok dan Pasir Silika terhadap Uji *Impact* dan Uji Tarik untuk Point Panjat Dinding. *Jurnal Austenit*, 15-20.
- Wulandari, P. &. (2022). Komposit Berbasis Serat Pandan Duri untuk Aplikasi *Dashboard* Mobil Ramah Lingkungan dan Ringan. *Jurnal Teknik Otomotif*, 210-220.
- Zarviansyah, P. (2023). Pengaruh Variasi Fraksi Volume Dan Panjang Serat Komposit Serat Sabut Kelapa Bermatrik *Polyester* Terhadap Pengujian Tarik. *Jurnal Inovasi Teknologi Terapan 1 (2)*, 440-446.
- Zulfa, H. &. (2022). Peningkatan Kekuatan Tarik Komposit Serat Pandan Duri dengan Resin *Polyester*. *Jurnal Teknik Material dan Rekayasa*, 112-120.
- Zulkifli, M. S. (2021). Pengujian Tarik Komposit Pandan Duri dengan Resin *Polyester* sebagai Matriks Penguat. *Jurnal Teknik Komposit*, 233-241.



## DAFTAR LAMPIRAN

### Lampiran 1 : Daftar Riwayat Hidup

#### 1. Data Pribadi

Nama Lengkap : Vanessa Oksya Armannia  
Tempat & Tanggal Lahir : Sungailiat, 21 Oktober 2003  
Alamat Rumah : Jl. Nelayan 2 No. 18 C Sungailiat  
Telp : 082282248755  
Hp : 088287069276  
Email : [voksyaarmannia@gmail.com](mailto:voksyaarmannia@gmail.com)  
Jenis Kelamin : Perempuan  
Agama : Islam



#### 2. Riwayat Pendidikan

- a) 2009-2015 : SD Negeri 6 Sungailiat
- b) 2015-2018 : SMP Negeri 1 Sungailiat
- c) 2018-2021 : SMA Negeri 1 Sungailiat
- d) 2021-2024 : Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung

Sungailiat, 21 Agustus 2024



Vanessa Oksya Armannia

## Lampiran 2: Perhitungan Komposisi Komposit

Diketahui:

1. Volume cetakan uji tarik =  $12,6 \text{ cm}^3$
2. Massa jenis serat pandan duri =  $0,96 \text{ g/cm}^3$
3. Massa jenis resin *polyester* =  $1,215 \text{ g/cm}^3$

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

$$V_{\text{komposit}} = 12,6 \text{ cm}^3$$

- massa katalis = volume cetakan x persentase katalis x massa jenis katalis  
massa katalis =  $12,6 \text{ cm}^3 \times 1\% \times 1,25 \text{ g/cm}^3$   
massa katalis = 0,157 g
- massa serat = volume cetakan x persentase serat x massa jenis serat  
massa serat (3%) =  $12,6 \text{ cm}^3 \times 3\% \times 0,96 \text{ g/cm}^3$   
massa serat (3%) = 0,36 g
- massa serat (5%) =  $12,6 \text{ cm}^3 \times 5\% \times 0,96 \text{ g/cm}^3$   
massa serat (5%) = 0,60 g
- massa serat (7%) =  $12,6 \text{ cm}^3 \times 7\% \times 0,96 \text{ g/cm}^3$   
massa serat (7%) = 0,84 g
- massa resin (97%) = volume cetakan x persentase resin x massa jenis resin  
massa resin (97%) =  $12,6 \text{ cm}^3 \times 97\% \times 1,215 \text{ g/cm}^3$   
massa resin (97%) = 14,84 g
- massa resin (95%) =  $12,6 \text{ cm}^3 \times 95\% \times 1,215 \text{ g/cm}^3$   
massa resin (95%) = 14,54 g
- massa resin (93%) =  $12,6 \text{ cm}^3 \times 93\% \times 1,215 \text{ g/cm}^3$   
massa resin (93%) = 14,23 g

### Lampiran 3: Dokumentasi Pengolahan Serat



1. Memetik daun pandan duri menggunakan gunting.



2. Membersihkan duri pada daun menggunakan pisau.



3. Membersihkan daun pandan duri menggunakan air bersih.



4. Merendam daun pandan duri menggunakan air bersih selama beberapa hari, agar daun lunak.



5. Setelah daun lunak, kerok daun menggunakan sendok agar mendapatkan serat.



6. Membersihkan serat dan jemur hingga kering

#### Lampiran 4: Dokumentasi Pembuatan Spesimen Uji



1. Menimbang berat serat pandan duri.



2. Menimbang berat resin.



3. Menimbang berat katalis.



4. Menyusun serat pada cetakan.



5. Menuangkan campuran resin dan katalis ke dalam cetakan yang telah diisi serat.

## Lampiran 5: Dokumentasi Pengujian Tarik



1. Memasang spesimen pada alat uji tarik.



2. Mengisi data pada komputer.



3. Proses pengujian tarik.



4. Spesimen yang sudah dilakukan pengujian tarik.