

**PENGARUH VARIASI FRAKSI VOLUME DAN PANJANG
SERAT KOMPOSIT SERAT SABUT KELAPA BERMATRIK
POLYESTER TERHADAP PENGUJIAN TARIK**

PROYEK AKHIR

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



Disusun Oleh :

Putra Zarviansyah NPM : 1041953

POLITEKNIK MANUFALKTUR NEGERI

BANGKA BELITUNG

**PENGARUH VARIASI FRAKSI VOLUME DAN PANJANG
SERAT KOMPOSIT SERAT SABUT KELAPA BERMATRIK
POLYESTER TERHADAP PENGUJIAN TARIK**

PROYEK AKHIR

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



Disusun Oleh :

Putra Zarviansyah NPM : 1041953

POLITEKNIK MANUFALKTUR NEGERI

BANGKA BELITUNG

LEMBAR PENGESAHAN

PENGARUH VARIASI FRAKSI VOLUME DAN PANJANG SERAT
KOMPOSIT SERAT SABUT KELAPA BERMATRIK POLYESTER
TERHADAP PENGUJIAN TARIK

PUTRA ZARVIANSYAH

NIRM : 1041953

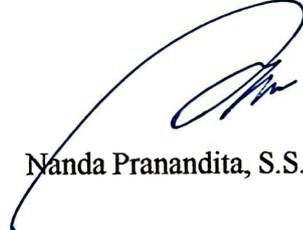
Laporan ini telah disetujui dan disahkan sebagai salah satu syarat kelulusan
Program Sarjana Terapan Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung

Pembimbing I



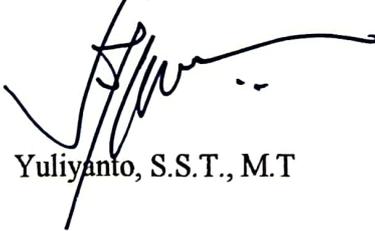
Juanda, S.S.T., M.T

Pembimbing II



Nanda Pranandita, S.S.T., M.T

Penguji I



Yuliyanto, S.S.T., M.T

Penguji II



Dr. Sukanto., M.Eng

PERNYATAAN BUKAN PLAGIAT

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama Mahasiswa : Putra Zarviansyah

NPM : 1041953

Judul : **PENGARUH VARIASI FRAKSI VOLUME DAN
PANJANG SERAT KOMPOSIT SERAT SABUT
KELAPA BERMATRIK POLYESTER TERHADAP
PENGUJIAN TARIK**

Menyatakan bahwa laporan akhir ini adalah hasil karya 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 2023



Putra Zarviansyah

ABSTRAK

Di era penggunaan teknologi yang semakin berkembang saat ini, pemakaian serat berdampak besar untuk material komposit. Salah satu serat alami yang banyak digunakan sebagai alternatif dalam pembuatan komposit yaitu sabut kelapa. Tujuan penelitian ini guna mendapatkan nilai uji tarik optimal dari material komposit serat sabut kelapa dalam variasi fraksi volume 3%, 5%, dan 7% serta panjang serat 10 mm, 15 mm, serta 20 mm. Penelitian ini menganalisa pengaruh dari variasi fraksi volume dan panjang serat pada sabut kelapa yang bermatrik polyester dengan uji tarik menggunakan metode Taguchi. Uji tarik ini dilakukan dengan menggunakan standar ASTM D638 dan metode hand lay-up. Berdasarkan hasil penelitian, kombinasi level indikator yang memberikan hasil nilai rata-rata serta variasi kekuatan tarik serat sabut kelapa yaitu pada fraksi volume 3% dengan nilai 30,933 Mpa. Sedangkan pada faktor panjang serat yaitu panjang serat 15 mm dengan nilai 29,633 Mpa.

Kata kunci: kekuatan tarik, metode taguchi, dan serat sabut kelapa

ABSTRACT

In this era of increasingly developing technology, the use of fiber has a major impact on composite materials. One of the natural fibers that is widely used as an alternative in the manufacture of composites is coconut coir. The purpose of this study was to obtain the optimal tensile test value of the coco fiber composite material in variations in volume fractions of 3%, 5% and 7% and fiber lengths of 10 mm, 15 mm and 20 mm. This study analyzes the effect of variations in volume fraction and fiber length on coco fiber with a polyester matrix by tensile testing using the Taguchi method. This tensile test was carried out using the ASTM D638 standard and the hand lay-up method. Based on the results of the study, the combination of indicator levels that gives the results of the average value and the variation in the tensile strength of coconut coir fiber is in the volume fraction of 3% with a value of 30.933 Mpa. Meanwhile, the fiber length factor is 15 mm fiber length with a value of 29.633 MPa.

Keywords: tensile strength, Taguchi method, and coco fiber

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Puji syukur atas kehadiran Allah SWT Tuhan Yang Maha Esa, karena berkat rahmat dan hidayah-Nya, peneliti dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini yang berjudul **“PENGARUH VARIASI FRAKSI VOLUME DAN PANJANG SERAT KOMPOSIT SERAT SABUT KELAPA BERMATRIK POLYESTER TERHADAP PENGUJIAN TARIK”**. Laporan Tugas Akhir ini merupakan syarat untuk menyelesaikan Studi Sarjana Terapan pada Program Studi Teknik Mesin dan Manufaktur Jurusan Teknik Mesin Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.

Dalam kesempatan ini, penulis ingin mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Orang tua saya, Ibu Silvia dan Ayah Tazaruddin Yahya yang telah banyak mendukung saya hingga sampai di titik ini.
2. Bapak Pristiansyah, S.S.T., M.Eng selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.
3. Bapak Boy Rollastin, S. Tr., M.T selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin dan Manufaktur Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.
4. Bapak Juanda, S.S.T., M.T selaku dosen pembimbing 1 Laporan Tugas Akhir saya, yang telah bersedia menyediakan waktu serta tenaga dalam proses bimbingan Laporan Tugas Akhir ini hingga bisa diselesaikan tepat waktu.
5. Bapak Nanda Pranandita, S.S.T., M.T selaku dosen pembimbing 2 Laporan Tugas Akhir saya, yang telah bersedia menyediakan waktu serta tenaga dalam proses bimbingan Laporan Tugas Akhir ini hingga bisa diselesaikan tepat waktu.
6. Bapak Yuliyanto S.S.T., M.T selaku wali dosen dan dosen penguji.
7. Bapak Dr. Sukanto., M.Eng selaku dosen penguji.
8. Bapak Dr. Ilham Ary Wahyudie, S.S.T., M.T yang telah memberikan arahan dalam pengolahan data Tugas Proyek Akhir.

9. Nay selaku orang spesial yang telah memberikan semangat, dukungan serta membantu proses penulisan Laporan Tugas Proyek Akhir ini.
10. Teman-teman saya, Iksan Prasetyo, Sultan Candra Kusuma, Firzan Mar'i Akbar, Ricky Irwansyah yang telah bersedia memberikan waktunya dalam mendukung kelancaran proses Laporan Tugas Proyek Akhir ini.

Penulis yang telah mengusahakan segala proses dalam menyelesaikan Laporan Tugas Proyek Akhir ini dengan sebaik mungkin. Namun, penulis menyadari masih banyak terdapat kesalahan dan kekurangan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan saran dan kritik yang membangun untuk Laporan Tugas Proyek akhir ini agar nanti kedepannya dapat bermanfaat.

Wassalamu 'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN BUKAN PLAGIAT	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT.....	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
BAB PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
BAB II LANDASAN TEORI	4
2.1 Komposit	4
2.1.2 Klasifikasi Komposit Berdasarkan Bentuk Komponen Struktur	4
2.1.3 Bagian Utama Komposit	6
2.1.4 Polimer	6
2.2 Jenis Serat.....	8
2.3 SNI.....	9
2.4 Serat Sabut Kelapa	10
2.5 Pengaruh Alkali (NaOH) Pada Serat.....	12
2.6 Uji Tarik	13
2.7 Metode Taguchi.....	14
2.7.1 Pengertian Metode Taguchi.....	14
2.7.2 Tahapan Desain Eksperimen Taguchi	14
2.7.3 Tahap Pelaksanaan Eksperimen	16
2.8 Penelitian Terdahulu.....	19

BAB II METODE PENELITIAN	21
3.1 Studi literatur	22
3.2 Desain Eksperimen	22
3.3 Persiapan Alat dan Bahan	22
3.3.1 Alat	22
3.3.2 Bahan	23
3.3 Pembuatan Spesimen	25
3.4 Validasi Spesimen	26
3.5 Pengujian Komposit	26
3.6 Data Hasil Pengujian	26
3.7 Pengolahan Data Pengujian	27
3.8 Kesimpulan	27
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	28
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	44
5.1 Kesimpulan	44
5.2 Saran	44
DAFTAR PUSTAKA	45
LAMPIRAN	47

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Spesifikasi Resin Polyester Yukalac 157 BQTN.....	7
Tabel 2.2 Nilai Pengujian Helm SNI (Mulyo, 2018).....	10
Tabel 2.3 Level – Level Matrik Ortogonal	16
Tabel 4.1 Hasil Perhitungan Fraksi Volume Uji Tarik	28
Tabel 4.2 Data Hasil Percobaan Pengujian Tarik Serat Sabut Kelapa.....	29
Tabel 4.3 Respon Rata-rata Pengujian Tarik Serat Sabut Kelapa.....	30
Tabel 4.4 Analisis Varians Rata-Rata Pengujian Tarik Serat Sabut Kelapa.....	34
Tabel 4.5 Persen Kontribusi Rata-Rata.....	34
Tabel 4.6 Rasio S/N Koefisien Pengujian Tarik Serat Sabut Kelapa	37
Tabel 4.7 Analisis Varians Rasio S/N Pengujian Tarik Serat Sabut Kelapa.....	40
Tabel 4.8 Persen Kontribusi Rasio S/N.....	41
Tabel 4.9 Hasil Interval Kepercayaan 90%.....	43

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Particulate Composite (Jones, 1975).....	5
Gambar 2.2 Laminate composite (Jones, 1975).....	5
Gambar 2.3 Pohon Kelapa	11
Gambar 2.4 Sabut Kelapa	12
Gambar 2.5 Spesimen Uji Tarik.....	13
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	21
Gambar 3.2 Mesin Uji tarik Zwick Roell (21 Juni 2022)	23
Gambar 3.3 Timbangan Digital (21 Juni 2022)	23
Gambar 3.4 Cetakan Uji Tarik (22 Juni 2022).....	23
Gambar 3.5 Serat Sabut Kelapa (1 Juni 2022).....	24
Gambar 3.6 Resin Polyester BTQN 157 (7 Juni 2022).....	24
Gambar 3.7 Katalis (7 Juni 2022)	24
Gambar 3.8 NaOH 5% (7 Juni 2022).....	25
Gambar 3.9 Wax Miracle Gloss (22 Juni 2022)	25
Gambar 3.10 Uji Tarik ASTM D638	26

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 : Daftar Riwayat Hidup
- Lampiran 2 : Pehitungan Massa Jenis Serat Sabut Kelapa dan Massa Jenis Resin
- Lampiran 3 : Bukti Publikasi Jurnal
- Lampiran 4 : Form Bimbingan Proyek Akhir
- Lampiran 5 : Form Monitoring Proyek Akhir
- Lampiran 6 : Form Revisi Laporan Akhir
- Lampiran 7 : Bukti Bukan Plagiasi
- Lampiran 8 : Nilai Uji Tarik

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada saat ini pemakaian teknologi sedang mengalami perkembangan yang sangat pesat. Memiliki pengaruh yang signifikan terhadap pemanfaatan serat sebagai bahan komposit. Sabut kelapa adalah salah satu serat yang paling umum digunakan. Adanya limbah sabut kelapa di masyarakat sekitar memudahkan perolehan bahan baku, dan penggunaan sabut kelapa sebagai bahan komposit memberikan keuntungan yang dapat meningkatkan kualitas suatu bahan.

Komposit adalah suatu material yang tersusun atas dua atau lebih material dengan sifat kimia dan sifat fisika berbeda, dan menghasilkan sebuah material baru yang memiliki sifat-sifat berbeda dengan material-material penyusunnya. Bahan komposit terdiri dari dua macam bahan dasar matriks dan serat (*reinforcement*). Serat digunakan sebagai bahan rancangan penyusun komposit, dan juga matriks digunakan guna menempelkan serat serta melindungi tujuannya agar tidak bergeser posisinya. Kombinasi keduanya dapat memberikan hasil material yang keras, kuat, dan ringan (Onny, 2015).

Sabut kelapa merupakan bahan serat alami yang dapat dipakai dalam menciptakan komposit. Serat kelapa kini sedang menjadi sasaran penggunaan karena mudah didapat, murah, dan memiliki kemampuan mengurangi pencemaran lingkungan (*biodegradability*), maka pemanfaatan sabut kelapa untuk serat pada komposit bisa menyelesaikan permasalahan lingkungan yang disebabkan oleh banyaknya sabut kelapa yang tidak digunakan secara optimal. Komposit serat sabut kelapa ini merupakan komposit ramah lingkungan yang tidak mengganggu kesehatan, oleh karena itu penggunaannya sedang dieksplorasi untuk membangun komposit sempurna yang lebih membantu untuk penerapannya (Dwiprasetyo, 2010).

Hifani et al., (2018) meneliti tentang Pengaruh Variasi Fraksi Volume Komposit Serat Sabut Kelapa Tak Jenuh - Poliester saat uji Tarik. Bahan komposit

serat sabut kelapa dapat digunakan dalam barang-barang teknik seperti alat-alat rumah tangga, meja, ethernet, dan bingkai. *Hand lay up* digunakan untuk membuat komposit yang diperkuat serat kelapa menggunakan campuran resin tak jenuh - poliester sebagai matriks serta berorientasi serat acak sabut kelapa untuk penguat. Fraksi volume serat komposit bervariasi dari 0% hingga 5%, 7,5%, serta 10%. Hasil uji coba tarik untuk fraksi volume serat 7,5% dalam komposit adalah 20,2 Mpa. Sedangkan fraksi volume serat 10% komposit mempunyai hasil paling rendah 10,47 Mpa.

Gundara & Rahman (2019) melakukan penelitian tentang Sifat Tarik, Bending dan Impak Komposit Serat Sabut Kelpa-Polyester dengan Variasi Fraksi Volume. Peningkatan fraksi volume serat komposit serat sabut kelapa akan meningkatkan kekuatan tarik sebesar 17,48 MPa pada $V_f = 34,88\%$ demikian juga regangan tarik sebesar 16,64 %. Nilai modulus elastisitas naik sampai pada fraksi volume 31,4% sebesar 0,206 GPa dan pada $V_f = 34,88\%$ nilai modulus elastisitas turun sampai 0,11 Gpa.

Dhananjaya (2019) melakukan penelitian tentang Analisis Sifat Mekanik Komposit Sabut Kelapa dengan Variasi Fraksi Volume tarik. Sifat mekanik terbaik pada uji tarik untuk nilai rata-rata kekuatan tarik didapatkan oleh spesimen komposit uji tarik fraksi volume serat 8% dengan nilai 24,65 N/mm² dan untuk nilai rata-rata regangan didapatkan oleh spesimen komposit uji tarik fraksi volume 12% dengan nilai 1,02 N/mm².

Farrel et al., (2022) melakukan penelitian tentang Pengaruh Sifat Mekanik Komposisi Serat Sabut Kelapa Bermatrik Polyester Terhadap Pengujian Tarik. Fraksi volume yang digunakan adalah 6%-15 mm, 8%-20 mm, dan 10%-25 mm, serta diameter panjang serat 0,5-1 mm serta alkali treatment 5% (NaOH) dengan durasi 2 jam. Hasil uji tarik terbesar 19,4 Mpa ditemukan dalam persentase volume 6% dan panjang serat 15 mm.

Berdasarkan ringkasan beberapa jurnal diatas, proyek akhir ini akan membahas tentang Pengaruh Variasi Fraksi Volume Komposit Serat Sabut Kelapa Matrik Polyester Terhadap Pengujian Tarik .

1.2 Rumusan Masalah

Sesuai dengan latar belakang masalah yang sudah dijelaskan di atas, maka permasalahan yang perlu dikaji lebih lanjut adalah bagaimana pengaruh variasi fraksi volume dari komposit serat sabut kelapa yang bermatrik polyester terhadap pengujian tarik dengan metode Taguchi.

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Mendapatkan nilai uji tarik optimal dari material komposit serat sabut kelapa dengan variasi fraksi volume yang digunakan 3%, 5%, dan 7%.
2. Mendapatkan nilai uji tarik optimal dari material komposit serat sabut kelapa dengan panjang serat 10 mm, 15 mm, dan 20 mm.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Komposit

Komposit merupakan suatu jenis bahan baru dari hasil reekayasa yang terdiri dari dua atau lebih bahan dimana masing-masing bahan berbeda antara satu dan lainnya, baik itu sifat fisika maupun kimianya dan tetap terpisah dalam hasil akhir dari bahan tersebut (bahan komposit).

Di sektor industri, komposit adalah campuran polimer (bahan makromolekul besar yang berasal dari minyak bumi atau bahan alami yang lain misalnya karet serta serat). Komposit didefinisikan sebagai kombinasi bahan matriks dan pengikat yang diperkuat. Bahan ini terdiri dari dua bahan dasar yaitu bahan pertama yang berfungsi untuk pengikat, serta bahan pendukung yang berfungsi untuk penguat. Bahan penguat dapat berbentuk serat, partikel, serpihan, serta bahan lainnya (Surdia, 1992)

Menurut Matthews & Rawlings (1993), Komposit yaitu suatu material yang terbentuk dari kombinasi dua serta lebih bahan pembentuk yang berbeda. Bahan komposit dengan memiliki sifat mekanik serta fitur yang tidak sama dari bahan pembentuk akan dibentuk dari kombinasi, memungkinkan kita untuk membuat rencana kekuatan bahan komposit yang setiap orang inginkan dengan memodifikasi komposisi bahan pembentuk.

2.1.1 Klasifikasi Komposit Berdasarkan Bentuk Komponen Strukturnya

Pada garis besar, komposit diklarifikasi menjadi tiga jenis (Jones, 1975) antara lain :

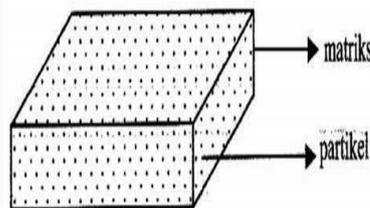
a. Komposit serat (*Fibrous Composites*)

Komposit serat yaitu komposit yang terdiri dari serat yang disusun dalam matriks. Serat panjang secara alami lebih kuat daripada serat curah. Termasuk jenis komposit yang tersusun melalui satu lamina serta lapisan dengan tulangan berbentuk serat. Serat kaca, serat karbon, serat aramid (poli aramida), dan serat lainnya dimanfaatkan. Serat ini bisa diatur dengan cara acak dan dalam kondisi

tertentu, atau mungkin mengambil wujud yang lebih canggih, misalnya anyaman. Serat adalah bahan dengan rasio panjang terhadap diameter yang lebih tinggi serta diameter yang dekat dengan kristal. Serat juga kuat serta kuat terhadap kepadatan tinggi (Jones, 1975).

b. Komposit partikel (*Particulate Composites*)

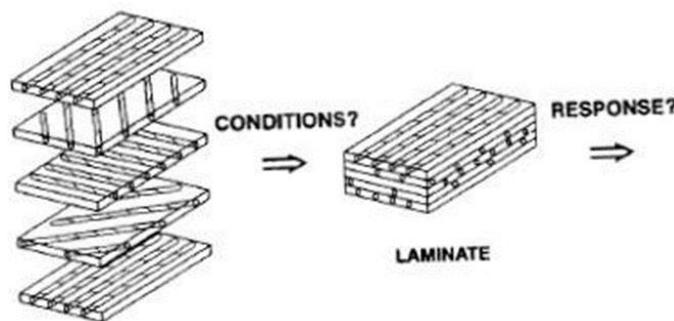
Komposit partikel adalah komposit yang didistribusikan secara merata dalam matriksnya dan menggunakan partikel bubuk sebagai penguat. Komposit ini mengandung komponen penguat dengan dimensi yang hampir sama, seperti serpihan bulat, balok, dan bentuk lain dengan sumbu yang hampir identik, yang biasa disebut sebagai partikel dan dapat dibangun dari satu setan lebih bahan yang direndam pada matriks dengan bahan yang beragam. Partikel dan matriks mungkin logam atau nonlogam.



Gambar 2.1 *Particulate Composite* (Jones, 1975)

c. Komposit lapis (*Laminates Composite*)

Komposit lapis yaitu semacam komposit yang terdiri dari dua serta lebih lapisan yang bergabung bersama, masing-masing dengan serangkaian fitur uniknya. Komposit tersebut tersusun dari berbagai lapisan material yang disusun pada sebuah matriks.



Gambar 2.2 *Laminate composite* (Jones, 1975)

2.1.2 Bagian Utama Komposit

a. Reinforcement

Reinforcement adalah beberapa komponen kunci dari komposit dan memiliki fungsi untuk penanggulangan beban pertama dalam komposit. Serat (*fiber*) yaitu jenis bahan yang terdiri dari bit komponen yang mewujudkan jaringan longitudinal kontinu.

Serat dari berbagai jenis tersedia secara luas untuk digunakan dalam komposit, dan jumlahnya meningkat pesat. Serat memiliki kekuatan spesifik yang tinggi (kekuatan terbagi dengan berat jenis) serta kekuatan spesifik yang tinggi (kekuatan bagi dengan berat jenis) disebut dengan *Advanced Composite* (Chawla, 1987).

b. Matriks

Matriks merupakan suatu fasa yang ada didalam komposit yang memiliki bagian serta fraksi berat terbesar. Matriks memiliki peranan untuk memindahkan tegangan dalam serat dengan cara merata, melakukan perlindungan serat dari gesekan, melakukan perlindungan dari lingkungan yang memberikan dampak negatif dan tetap stabil sesudah adanya pelaksanaan manufaktur. Adapun sifat-sifat matrik menurut Ellyawan (2008) adalah memiliki sifat mekanis yang bagus, kekuatan ikatan yang baik, ketangguhan yang baik dan tahan terhadap temperatur.

c. Tahan terhadap temperatur.

Menurut (Gibson, 1994) Matriks pada struktur komposit diklasifikasikan sebagai *Polymer Matrix Composites* (PMC). Bahan ini adalah bahan komposit umum yang dikenal sebagai polimer yang diperkuat serat (FRP – *Fiber Reinforced Polymers or Plastics*). Percampuran bahan ini adalah polimer resin, serta penguatnya adalah jenis serat misalnya kaca, karbon, atau aramid (Kevlar). Komposit mempunyai sifat kekuatan yang bagus, tahan simpan, kemampuannya dalam mengikuti wujud, dan lebih ringan.

2.1.3 Polimer

Plastik adalah kata lain untuk polimer, yang termasuk molekul besar atau makromolekul yang terdiri dari satuan yang berulang. Polimer telah menjadi

semakin signifikan dalam teknologi. Hal ini disebabkan oleh fakta bahwa polimer memiliki fitur seperti ringan dan kelenturan. Polimer yang sering dipakai bagi (Surdia & Saito, 1992) yaitu polimer yang juga dikenal sebagai plastik. Pada saat penciptaan komposit, resin yang banyak dipakai yaitu dari jenis polimer thermosetting yang tersusun sebagai berikut:

1) Resin polyester

Resin polyester adalah berasal dari reaksi bahan kimia asam basa. Menurut Fahmi, (2011) resin polyester adalah jenis resin thermoset, yaitu resin ini terbuat dari cairan dengan viskositas yang relatif rendah, proses pengerasannya pada suhu kamar dengan menggunakan katalis tanpa menghasilkan gas sewaktu pengesetan seperti kebanyakan resin thermoset lainnya. Sifat dari resin polyester adalah rapuh dan kaku. Sifat thermal resin polyester di lihat dari suhu deformasi thermalnya lebih rendah dari pada resin thermoset lainnya dan ketahanan panasnya berkisar $\pm 110-140^{\circ}\text{C}$. Sifat kelistrikannya lebih baik dari resin thermoset, akan tetapi di perlukan penghilangan dari lembapan yang cukup pada saat campuran dengan penguat. Tentang kekuatan kimianya resin polyester pada umumnya kuat terhadap asam. Resin polyester adalah jenis resin yang sering digunakan sebagai matriks pada fiber untuk badan kapal, tandon air, mobil, dan lain sebagainya.

Tabel 2.1 Spesifikasi Resin Polyester Yukalac 157 BQTN

Item	Satuan	Nilai Tipikal	Catatan
Massa Jenis	g/cm ³	1,21	25°
Kekerasan	-	40	Barcol/GYZJ 934-1
Suhu Distorsi Panas	C°	70	
Penyerapan Air (suhu ruang)	%	0,188	24 jam
	%	0,466	7 hari
Kekuatan Flexural	Kg/mm ²	9,4	
Modulus Flexural	Kg/mm ²	300	
Daya Rentang	Kg/mm ²	5,5	
Modulus Rentang	Kg/mm ²	300	

Sumber : (Nurmaulita, 2010)

Resin atau matriks digunakan adalah resin polyester yucalac 157, karena memiliki ketahanan kimia yang cukup baik. Resin polyester pada umumnya tahan terhadap asam dan cukup baik tahan terhadap panas. Resin polyester merupakan cairan dengan viskositas yang cukup rendah, mengering dalam suhu kamar dengan menggunakan katalis mekpo, tanpa menghasilkan gas pada saat pengesetan seperti halnya resin yang lainnya.

2) Resin Epoksi

Resin ini sedikit lebih mahal, tetapi memiliki keunggulan dalam hal ketangguhan yang kuat serta adanya penyusutan yang lebih kecil setelah proses *curing*. Resin tersebut biasa digunakan untuk matriks dalam komposit polimer menggunakan serat karbon dan tulangan Kevlar.

2.2 Jenis Serat

Komposit bisa diidentifikasi dengan bahan penguat dalam matriks serta oleh zat yang berfungsi sebagai matriks pengikat. guna komposit yang diamati melalui kandungan penguat yang terbagi jadi komposit dengan bahan penguat serat yang terdiri menjadi dua bagian :

1. Serat Sintesis

Serat sintesis banyak dibuat dari bahan sintesis seperti petrokimia, namun ada beberapa jenis serat sintesis yang di buat dari bahan alami seperti selulosa yang disebut dengan serat buatan (*artifical*). Serat yang paling banyak di gunakan sebagai bahan komposit adalah Kevlar. Kevlar memiliki tiga tingkat, yaitu Kevlar, Kevlar 29 dan Kevlar 49.

2. Serat Alam (*Natural fiber*)

Serat alam adalah pengisi komposit untuk pembuatan komposit polimer karena keunggulannya dibandingkan serat sintetis (Nopriantina, 2013). Kelebihan itu antara lain: kuat, mudah didapat, murah, dapat di daur ulang, beresiko rendah terhadap kesehatan, membentuk permukaan yang baik dengan bahan matriks dan juga memiliki sifat *biodegradable*. Selain ramah lingkungan karena sifatnya yang dapat di uraikan oleh tanah, serat alam juga memiliki sifat non-abrasif. Namun serat alam memiliki kelemahan, yaitu dapat beroperasi pada suhu tinggi.

Di alam dapat ditemukan banyak berbagai serat alam, baik dari serat nonorganik (*asbestos*) maupun serat organik (serat hewan dan tumbuhan). Namun serat tumbuhan adalah jenis serat yang paling banyak dikembangkan, seperti: kelapa, rami, dll.

2.3 Standar Nasional Indonesia (SNI)

Helm yang telah layak digunakan yaitu helm yang telah terbukti lulus persyaratan berstandar nasional (Badan Standarisasi Nasional, 2007). Di Indonesia helm yang digunakan memiliki SNI 1181 2007 yang telah disahkan oleh Badan Standarisasi Indonesia (BSN). Persyaratan mutu yang harus dipenuhi SNI 1181 2007 yaitu sebagai berikut:

a. Material

Helm sering dibuat dari bahan tahan lama yang bukan logam, dapat menahan suhu mulai dari 0 hingga 55 derajat Celcius, dan tidak terpengaruh oleh sinar UV. Itu juga memiliki Ketahanan pada bensin, minyak, sabun, air, deterjen serta kandungan pembersih yang lain. Bahan yang digunakan tidak diperbolehkan karena mengandung senyawa yang menyebabkan penyakit kulit melalui kontak langsung dengan keringat dan tidak mengurangi kekuatan benturan.

b. Konstruksi

Struktur helm wajib tersusun dari cangkang keras bersama permukaan halus, lapisan peredam kejut, serta tali dagu. Ketinggian minimal helm adalah 114 mm dari bagian atas helm pada bidang utama, adalah bidang horizontal yang melewati liang telinga. Cangkang helm dibuat dari bahan yang kuat, tebal, dan tahan lama. Cangkang helm tidak terhubung ke topeng, dan tidak ada penguatan lokal. Peredam kejut berupa lapisan peredam yang diaplikasikan dalam permukaan sisi pada cangkang, bersama jaring helm serta struktur lain yang serupa dengan jaring helm, dan dengan ketebalan minimal 10 mm.

Tabel 2.2 Nilai Pengujian Tarik, Impak, dan Densitas Helm SNI (Mulyo, 2018)

Pengujian	Nilai Pengujian Helm SNI
Kekuatan Tarik	33,97 Mpa
Ketahanan Impak	0,00972 J/mm ²
Nilai Densitas	1,135 gr/cm ³

2.4 Struktur Serat Alam

komponen utama penyusunan serat adalah selulosa, hemiselulosa, dan lignin (Fengel, 1995). Serat alam dapat dianggap sebagai komposit dari fibril selulosa yang terbentuk bersama lignin dan hemiselulosa (Jayaraman, 2003). Struktur lapisan pertama terdiri dari dinding primer dan dinding sekunder terdiri dari tiga lapisan.

Selulosa merupakan komponen struktural yang paling penting dalam susunan serat alam. Selulosa mempunyai peran yang menentukan karakter suatu serat. Selulosa memiliki sifat tidak larut dalam pelarut organik dan air. Selain itu, selulosa juga tidak mudah terhidrolisis dalam larutan alkali namun mudah terhidrolisis dalam asam pekat (Robison, 1995).

Hemiselulosa merupakan selulosa molekul rendah. Dalam serat alam, hemiselulosa berfungsi sebagai matrik dari selulosa. Hemiselulosa lebih mudah terhidrolisis dibandingkan dengan selulosa. pada asam dan basa encer, selulosa akan terhidrolisi dan larut (Timell, 1987).

Lignin berfungsi sebagai pengikat antar serat. Lignin mempunyai karakter menyerupai lilin yang bersifat hidrofobik. Sifat-sifat lignin yaitu tidak larut dalam air dan asam kuat. Namun, lignin akan mudah larut dalam larutan alkali encer (Robinson, 1995).

2.5 Serat Sabut Kelapa

Sabut kelapa adalah bagian terluar dari buah kelapa. Ketebalan dari serat sabut kelapa berkisar antara 5-6 cm yang terdiri atas lapisan terluar (*exocarpium*) dan lapisan dalam (*endocarpium*). *Endocarpium* mengandung serat halus yang bisa

digunakan sebagai penguat komposit. Satu butir buah kelapa menghasilkan 0,4 kg sabut yang mengandung 30% serat (Waifilate, 2008).

Serat sabut kelapa yaitu serat alami yang sedang dikembangkan untuk digunakan dalam komposit untuk membangun komposit yang lebih ideal di masa depan. Sabut kelapa ini sedang diteliti karena selain mudah diperoleh dan murah, juga berpotensi mengurangi pencemaran lingkungan (*biodegradability*), maka komposit ini dapat menyelesaikan masalah lingkungan yang memiliki kemungkinan muncul melalui banyaknya sabut kelapa yang tidak digunakan sekaligus aman bagi kesehatan manusia. Pengembangan sabut kelapa sebagai bahan komposit tidak mengherankan mengingat melimpahnya sumber daya yang tersedia di Indonesia. Di daerah tropis, pohon kelapa (*Cocos nucifera L*) sangat banyak. Pohon kelapa didapatkan lebih dari 80 negara. Indonesia adalah negara agraris yang menduduki urutan ketiga di dunia dalam hal produksi kelapa, hanya tertinggal dari Filipina dan India. Pohon tersebut adalah tumbuhan yang memiliki produktif sangat bagus, karena dapat diolah melalui daun ke akar jadi produk teknologi, bahan bangunan, serta kebutuhan sehari-hari, membuat pohon kelapa mendapat julukan *The Tree of Life* (pohon kehidupan) serta *A Heavenly Tree* (pohon surga) (Satyanarayana, 1982).

Sabut kelapa yaitu bahan yang mengandung lignin selulosa yang bisa digunakan untuk bahan baku alternatif dari sabut kelapa. Kulit kelapa terdiri dari serat yang terdapat diantara kulit dalam yang keras (batok), tersusun dari 35% berat total buah kelapa yang tua.



Gambar 2.3 Pohon Kelapa (Sumber: Kompasiana, 2021)



Gambar 2.4 Sabut Kelapa (Sumber: Kompas, 2022)

2.6 Pengaruh Alkali (NaOH) Pada Serat

Perlakuan secara kimiawi dapat dilakukan dengan dua cara yaitu menggunakan larutan basa dan asam. Diantara kedua tipe pelarut, pelarut yang lebih efektif memecah lignin ialah pelarut asam seperti Natrium Hidroksida (NaOH). Perlakuan NaOH dilakukan untuk membersihkan permukaan serat dari kotoran dan getah yang menempel sehingga ikatan antar permukaan serat dan matriks menjadi lebih baik.

Perlakuan alkali bertujuan untuk melarutkan lapisan yang menyerupai lilin di permukaan serat, seperti lignin, hemiselulosa, dan kotoran lainnya. Dengan hilangnya lapisan lilin ini maka ikatan antara serat dan matriks akan menjadi lebih kuat, sehingga kekuatan tarik komposit menjadi lebih tinggi. Namun, perlakuan alkali yang lebih lama dapat menyebabkan kerusakan pada unsur selulosa. Selulosa digunakan sebagai unsur utama pendukung kekuatan serat. Serat yang dikenai perlakuan alkali yang terlalu lama mengalami degradasi kekuatan yang signifikan.

Perlakuan NaOH merupakan pengolahan serat yang bermanfaat untuk memudarkan kotoran serta lignin dari serat yang mempunyai kandungan alami dari serabut kelapa, adalah lebih memilih air. Efek pembentukan alkali dalam wujud permukaan serat alami selulosa sudah diteliti, dengan tujuan mengurangi kadar air yang optimal sehingga kualitas alami serat (*hidrofilik*) bisa memberi hubungan *interfacial* yang optimal dengan matriks (Bismarck, 2002).

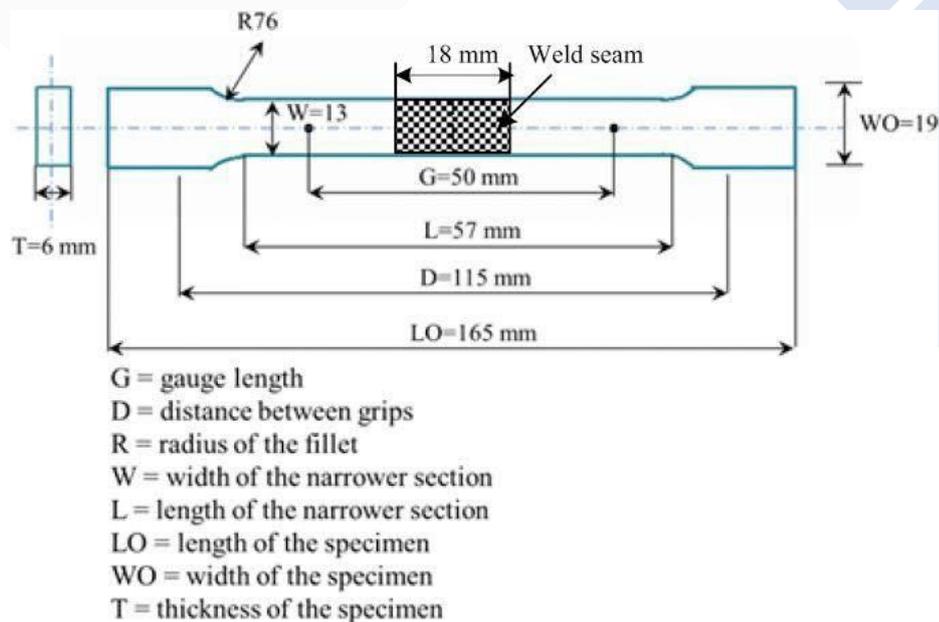
Perendaman NaOH bisa meningkatkan kekuatan tarik komposit serat. Menurut Maryanti & As'ad Sonief (2011) komposit yang diperkuat serat tanpa alkalisasi, oleh karena itu ikatan diantara serat serta rezim jadi tidak memiliki kesempurnaan

dikarenakan memiliki halangan dari lapisan yang menyerupai lilin pada permukaan serat.

Lapisan lilin pada serat tidak sepenuhnya dihilangkan oleh perendaman NaOH, ikatan serat dan matriks belum sempurna. Namun, jika perendaman alkali dilakukan untuk jangka waktu yang lama, nilai tarik menurun. Karena hemiselulosa, lignin, serta pektin dihilangkan sama sekali, kekuatan serat alami bisa berkurang dikarenakan pengumpulan mikrofibril yang membentuk serat yang diikat bersama oleh lignin serta pektin dapat dibagi, maka serat kelapa hanya berbentuk serat-serat halus yang tidak bersatu satu dengan yang lain.

2.7 Uji Tarik

Pengujian tarik dalam penelitian ini menggunakan standar ASTM D638. Standar ASTM D638 memiliki ukuran yang tertera pada gambar 2.5 Spesimen uji tarik.



Gambar 2.5 Spesimen Uji Tarik (Sumber: Gibson, 1994)

2.8 Metode Taguchi

2.8.1 Pengertian Metode Taguchi

Teknik Taguchi adalah salah satu metode desain eksperimental di mana nilai parameter dapat diatur dengan tujuan meningkatkan kualitas produk dengan meminimalkan variabilitas yang disebabkan oleh parameter kesalahan. Untuk mencapai tujuan meningkatkan kualitas produk, teknik Taguchi membuat proses dan benda kerja tidak peka terhadap karakteristik interferensi (kebisingan) dari berbagai sumber, termasuk bahan, tenaga manusia, perencanaan pabrik, dan kondisi operasional (Soejanto, 2009).

Kelebihan dari metode taguchi (Soejanto, 2009) adalah untuk mencapai tujuan meningkatkan kualitas produk, teknik Taguchi membuat proses dan benda kerja tidak peka terhadap karakteristik interferensi (kebisingan) dari berbagai sumber, termasuk bahan, tenaga manusia, perencanaan pabrik, dan kondisi operasional. Teknik taguchi memiliki kelemahan karena memiliki desain struktur yang sangat rumit, oleh karena itu harus lebih memperhatikan dalam pemilihan desain eksperimental dan harus berdasarkan sesuai dengan tujuan riset yang diinginkan.

2.8.2 Tahapan Desain Eksperimen Taguchi

Tahapan dalam melakukan eksperimen taguchi yaitu (Soejanto, 2009):

1. Perumusan Masalah

Diawali dengan merumuskan masalah dengan cara tertentu dan jelas dengan cara teknis maka bisa dituangkan pada percobaan yang akan dilaksanakan.

2. Tujuan Percobaan

Tujuan dari percobaan harus bisa memecahkan permasalahan dalam penyajian masalah dengan cara terstruktur.

3. Penentuan Respon

Penentuan respon ini merupakan perubahan atas nilai yang berkaitan dengan parameter-parameter lain yang digunakan.

4. Pemilihan Parameter Bebas

Parameter dengan perubahan nilai yang tidak terkait disebut sebagai pemilihan parameter gratis. Pada titik ini, parameter yang akan diselidiki akan dipilih. Selama fase eksperimen, tidak seluruh parameter yang diuji akan memberikan pengaruh respons. Untuk melakukan percobaan secara efisien dan efektif.

5. Pembagian Parameter Kontrol serta Parameter Gangguan

Parameter yang diselidiki diklasifikasikan sebagai parameter kontrol dan parameter interferensi, yang keduanya harus dikenali dengan benar karena pengaruh kedua parameter itu. Parameter kontrol yaitu parameter yang angkanya bisa diubah, Dan juga parameter interferensi yaitu parameter yang angkanya tidak bisa diubah.

6. Pemilihan Jumlah Level serta Nilai Parameter

Jumlah level yang dipilih berdampak pada akurasi dan biaya pelaksanaan percobaan. Jadi, semakin banyak level yang diteliti, semakin akurat kesimpulan eksperimen, tetapi ini akan mempengaruhi biaya penyelidikan.

7. Perhitungan Derajat Kebebasan

Derajat kebebasan merupakan konsep yang dipakai dalam menghitung jumlah uji coba minimum yang bisa digunakan untuk meneliti parameter yang diteliti.

Derajat kebebasan matriks ortogonal (v_{mo}) bisa ditetapkan sesuai persamaan di bawah ini :

$$v_{mo} = \text{jumlah percobaan} - 1 \quad (2.1)$$

Derajat kebebasan pada parameter serta level (v_{fl}) bisa ditentukan dengan persamaan di bawah ini:

$$v_{fl} = \text{jumlah level parameter} - 1 \quad (2.2)$$

8. Pemilihan Matriks Ortogonal

Matriks ortogonal dipilih berdasarkan jumlah derajat kebebasan parameter dan jumlah lapisan parameter tersebut. Matriks ortogonal dipilih dengan tujuan memilih jumlah percobaan yang akan dipelajari dan mengamati parameter percobaan. Matriks ortogonal dapat membandingkan sejumlah parameter dengan total eksperimen paling sederhana.

Suatu matriks ortogonal dapat dilambangkan dengan :

$$L_a(b^c) \quad (2.3)$$

Dimana :

L = Rancangan bujur sangkar latin

a = banyaknya percobaan

b = banyaknya level parameter

c = banyaknya parameter

Jenis matriks ortogonal yang Ada dengan cara standar bisa diamati dalam Tabel 2.1. Sebagai contoh matriks ortogonal $L_4 (2^3)$ yang memiliki arti jumlah eksperimen yang dilaksanakan yaitu empat, angka derajat kebebasan dari matriks ortogonal (vmo) maksimum yaitu tiga, Dan matriks itu bisa dipakai dalam angka parameter maksimum 3 dengan masing – masing mempunyai 2 level.

Tabel 2.3 Level – Level Matrik Ortogonal

Level 2	Level 3	Level 4	Level 5	Level Gabungan
$L_4 (2^3)$	$L_9 (3^4)$	$L_{16} (4^3)$	$L_{25} (5^6)$	$L_{18} (2^1 \times 3^7)$
$L_8 (2^7)$	$L_{27} (3^{13})$	$L_{64} (4^{21})$		$L_{32} (2^1 \times 4^9)$
$L_{12} (2^{11})$	$L_{81} (3^{40})$			$L_{36} (2^{11} \times 3^{12})$
$L_{16} (2^{15})$				$L_{36} (2^3 \times 3^{13})$
$L_{32} (2^{31})$				$L_{54} (2^1 \times 3^{25})$
$L_{64} (2^{63})$				

Sumber : (Soejanto, 2009)

2.8.3 Tahap Pelaksanaan Eksperimen

Dalam implementasi tahap eksperimen, tersusun melalui dari dua jenis adalah menentukan jumlah replikasi serta randomisasi dilaksanakannya eksperimen (Soejanto, 2009).

1. Jumlah Replikasi

Replikasi yaitu proses mengulang tindakan yang persis di bawah keadaan yang persis pada uji coba guna meningkatkan akurasi, meminimalkan tingkat kesalahan, dan mengukur biaya kesalahan.

2. Randomisasi

Parameter tambahan yang tidak diperlukan atau diprediksi dalam percobaan dapat mempengaruhi hasil percobaan. Pengaruh parameter-parameter ini dapat dikurangi dengan menyebarkan pengaruhnya pada urutan percobaan dengan pengacakan. Pengacakan digunakan untuk menyamakan pengaruh parameter yang tidak Bisa diterapkan dalam seluruh satuan percobaan, sehingga semua satuan percobaan mempunyai kesempatan yang sama guna memperoleh sebuah perlakuan, maka pengaruh tiap perlakuan bersifat homogen serta diperoleh secara independen satu dengan yang lain. Apabila tujuan replikasi adalah bagai mengaktifkan uji coba signifikansi, oleh karena itu tujuan pengacakan adalah untuk memberi validasi uji signifikansi dengan cara menghilangkan bias.

2.8.4 Tahap Analisis

Tahap analisis terdiri dari pengumpulan data, pengaturan data, perhitungan serta penyajian data dengan desain yang dipilih. Selanjutnya data hasil percobaan dilakukan perhitungan dan pengujian data statistik. Berikut merupakan tahap analisis (Soejanto, 2009) :

1. Analisis Varians Taguchi

Analisis varians merupakan teknik yang digunakan untuk menganalisis data secara statistik yang telah disusun dalam perencanaan eksperimen. Analisis ini memanfaatkan teknik menganalisis dengan menguraikan seluruh total parameter yang ingin diteliti. Untuk analisis varian dua arah merupakan data eksperimen yang terdiri dari dari dua parameter atau lebih dan dua level dari parameter atau lebih.

$$SS_A = \left[\sum_{i=1}^{KA} \left(\frac{A_i^2}{n_{Ai}} \right) \right] - \frac{T^2}{N} \quad (2.4)$$

$$SS_A = \frac{A_1^2}{n_{A1}} + \frac{A_2^2}{n_{A2}} + \frac{A_3^2}{n_{A3}} - \frac{T^2}{N} \quad (2.5)$$

$$SS_B = \frac{B_1^2}{n_{B1}} + \frac{B_2^2}{n_{B2}} + \frac{B_3^2}{n_{B3}} - \frac{T^2}{N} \quad (2.6)$$

$$SS_{faktor} = SS_A + SS_B \quad (2.7)$$

$$Sm = n \times \bar{y}^2 \quad (2.8)$$

$$SS_T = \sum y^2 \quad (2.9)$$

Keterangan :

SS_T : Jumlah kuadrat total

Sm : Jumlah kuadrat karena mean

SS_A : Jumlah kuadrat faktor A

SS_B : Jumlah kuadrat faktor B

SS_{faktor} : Jumlah kuadrat faktor A dan B

2. Rasio S/N

Rasio S/N (rasio Signal-To-Noise) digunakan untuk memilih faktor-faktor yang memiliki kontribusi pada pengurangan variasi suatu respon. Penggunaan rasio S/N untuk mengetahui level faktor mana yang berpengaruh pada hasil eksperimen. Tipe karakteristik rasio S/N semakin besar semakin baik (*Large is Better*) dimana karakteristik kualitas nilai tak terbatas (semakin besar merupakan semakin diinginkan)

$$S/N = -10 \log \left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{1}{Y_i^2} \right) \quad (2.10)$$

Dimana :

Y_i : data dari percobaan

n : jumlah replikasi (pengulangan)

3. Analisis Variansi dan Uji Hipotesis F

Analisis variansi digunakan untuk mengetahui dan mencari besarnya suatu proses parameter kendali pengaruh secara signifikan terhadap suatu respon. Pengujian bahwa adanya pengaruh faktor atau parameter bebas terhadap percobaan dibuktikan dengan uji hipotesis F. Hipotesis adalah dugaan sementara pada suatu proses yang masih lemah kebenarannya dari parameter dalam populasi, yang digunakan untuk mendapatkan suatu keputusan, yaitu menolak atau menerima hipotesis. Pada penelitian ini taraf signifikansi α yang digunakan sebesar 5% atau 0,05. Uji hipotesis F dilakukan dengan cara membandingkan variansi yang disebabkan masing-masing faktor dan variansi error.

- Hipotesis pengujian yaitu:

H0 : tidak terdapat pengaruh perlakuan

H1 : ada pengaruh perlakuan

- Kriteria Pengujian :

- Jika nilai uji F Test (hitung) < nilai F tabel ($\alpha = 5\%$), maka hasil penelitian menunjukkan bahwa tidak terdapat pengaruh perlakuan terhadap kekasaran permukaan dengan kata lain H0 diterima dan H1 ditolak.
- Jika uji F Test (hitung) > nilai F tabel ($\alpha = 5\%$), maka hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat pengaruh perlakuan terhadap kekasaran permukaan dengan kata lain H0 ditolak dan H1 diterima.

4. Persen Kontribusi

Untuk mengetahui seberapa besar kontribusi yang diberikan oleh masing-masing parameter dan interaksi, terlebih dahulu menghitung SS'_{faktor}

$$SS'_{faktor} = SS_{faktor} - MS_{error} (Vv) \quad (2.11)$$

Sedangkan persen kontribusi masing-masing variabel dapat dihitung dengan rumus:

$$\rho = \frac{SS^F_{faktor}}{SS_T} \times 100\% \quad (2.12)$$

2.9 Penelitian Terdahulu

Berdasarkan penelitian yang dilakukan Farrell *et al.*, (2022), pengaruh sifat mekanik komposit serat sabut berbahan dasar poliester pada uji tarik, fraksi volume yang digunakan dan panjang serat yaitu 6% - 15 mm, 8% - 20 mm, 10% - 25 mm, diameter serat 0,5 - 1 mm, serta direndam dalam NaOH 5% selama 2 jam. Uji tarik dilakukan bagi ASTM D638 dan uji tekuk dilakukan menurut ASTM D790. Uji coba dilaksanakan menggunakan metode *hand lay-up*. Hasil uji tarik tertinggi untuk fraksi volume 6% panjang serat 15 mm adalah 19,4 MPa. Nilai modulus elastisitas rata-rata tertinggi diperoleh pada fraksi volume 6 dan panjang serat 15 mm sebesar 3766 MPa. dan nilai kuat lentur tertinggi sebesar 70,70 MPa dalam fraksi volume

6% dan panjang serat 15 mm. Berdasarkan standarisasi uji tarik yang digunakan, nilai yang diperoleh melalui riset ini tidak memenuhi standar.

Hifani *et al.* (2018) melakukan penelitian Pengaruh Variasi Fraksi Volume Komposit Serat Sabut Kelapa Unsaturated-Polyester terhadap Pengujian Tarik. Dalam pengaplikasian produk rekayasa material komposit serat sabut kelapa dapat digunakan sebagai perabotan rumah tangga, panel meja, eternit, dan gypsum. Fabrikasi komposit berpenguat serat sabut kelapa menggunakan hand lay up dengan campuran resin unsaturated-polyester sebagai matriks dan orientasi serat acak sabut kelapa sebagai reinforced. Variasi fraksi volume serat komposit 0%, 5%, 7,5% dan 10%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa fraksi volume serat 7,5% pada komposit memiliki hasil pengujian tarik 20,2 Mpa. Sementara pada fraksi volume serat 10% pada komposit memiliki hasil terendah yaitu 10,47 Mpa.

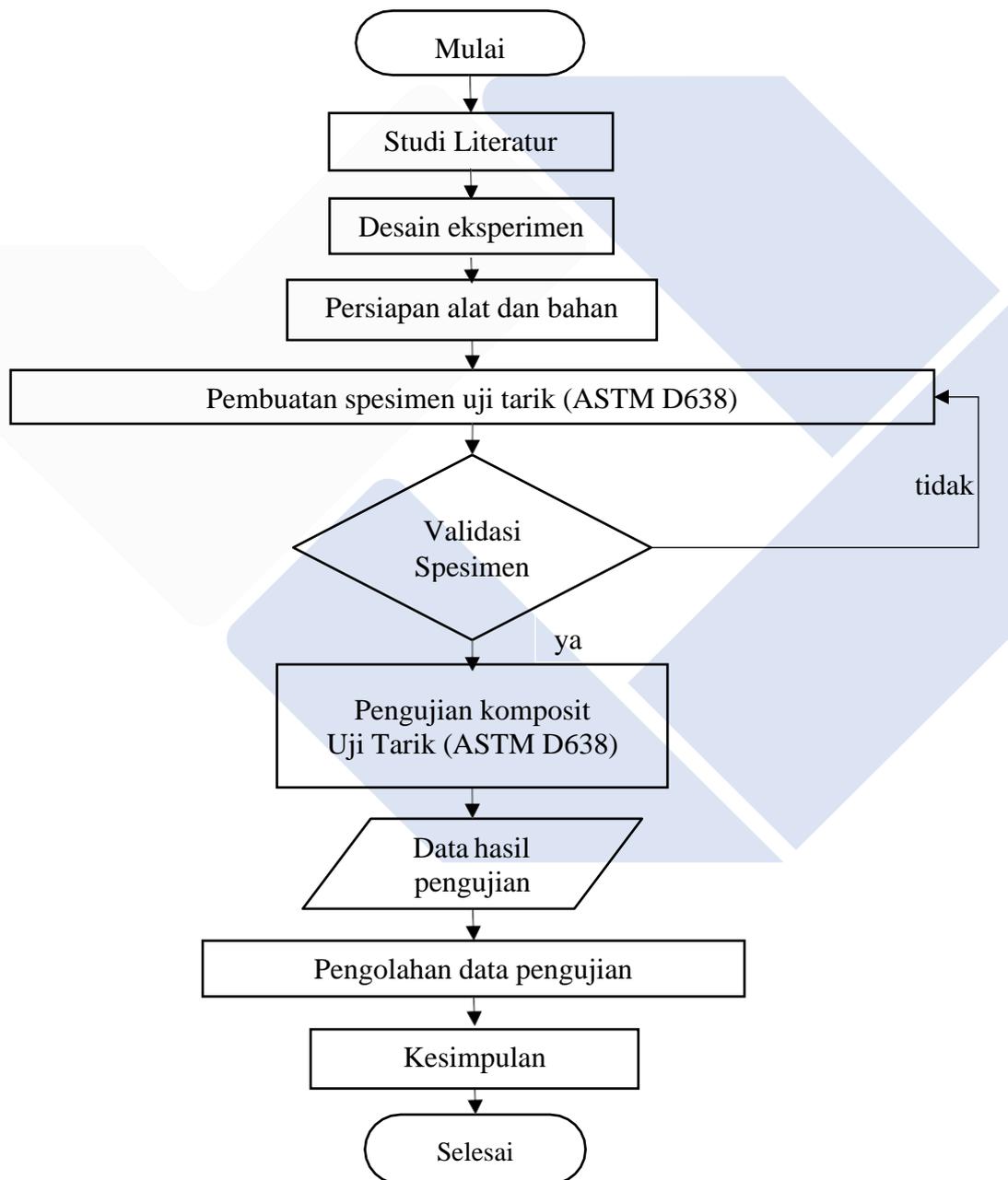
Gundara & Rahman (2019) meneliti Sifat Tarik, Bending dan Impak Komposit Serat Sabut Kelapa-Polyester dengan Variasi Fraksi Volume. Peningkatan fraksi volume serat komposit serat sabut kelapa akan meningkatkan kekuatan tarik sebesar 17,48 MPa pada $V_f = 34,88\%$ serta regangan tarik sebesar 16,64 %. Nilai modulus elastisitas naik sampai pada fraksi volume 31,4% sebesar 0,206 GPa dan pada $V_f = 34,88\%$ nilai modulus elastisitas turun sampai 0,11 Gpa.

Dhananjaya (2019) melakukan penelitian tentang Analisis Sifat Mekanik Komposit Sabut Kelapa dengan Variasi Fraksi Volume tarik. Sifat mekanik terbaik pada uji tarik untuk nilai rata-rata kekuatan tarik didapatkan oleh spesimen komposit uji tarik fraksi volume serat 8% dengan nilai 24,65 N/mm² dan untuk nilai rata-rata regangan didapatkan oleh spesimen komposit uji tarik fraksi volume 12% dengan nilai 1,02 N/mm².

BAB III

METODE PENELITIAN

Untuk mempermudah proses pembuatan pada tugas akhir ini. Uraian langkah-langkah pelaksanaan penelitian ini akan dibuat dalam bentuk diagram alir seperti pada Gambar 3.1



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

3.1 Studi literatur

Penelitian ini dilakukan dengan bererapa sumber yang berasal dari internet, jurnal ilmiah, *handbook*, *manual book*, dan *text book* sebagai acuan studi literatur yang akan dilakukan pada penelitian.

3.2 Desain Eksperimen

Langkah-langkah desain eksperimen pada penelitian ini dilakukan seperti di bawah ini :

1. Jenis serat yang dipakai

Serat yang akan digunakan adalah serat sabut kelapa.

2. Fraksi volume, Panjang serat, arah serat dan presentase NaOH serta lama perendaman.

- a. Fraksi volume yang akan diteliti yaitu sebesar 3 %, 5 % dan 7 %.
- b. Panjang serat yang digunakan yaitu sebesar 10 mm, 15 mm dan 20 mm.
- c. Arah serat yang digunakan yaitu acak
- d. Persentase NaOH yang digunakan sebesar 5% dengan lama perendaman selama 2 jam.

3. Menentukan pengujian tarik yang akan dilakukan pada spesimen.

3.3 Persiapan Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang akan digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

3.3.1 Alat

Adapun peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

a. Mesin Uji Tarik

Mesin uji tarik Universal Testing Machine dengan standar pengujian D638 merupakan mesin yang digunakan untuk mencari data dari sifat mekanik spesimen yang akan diuji dengan menggunakan kekuatan tarik dan modulus elastisitas.



Gambar 3.2 Mesin Uji tarik Zwick Roell (21 Juni 2022)

b. Timbangan Digital

Timbangan digital digunakan untuk menimbang berat serat dan matriks yang akan dipakai.



Gambar 3.3 Timbangan Digital (21 Juni 2022)

c. Cetakan Komposit

Cetakan yang dipakai dalam membentuk komposit untuk dengan standar uji tarik ASTM D638.



Gambar 3.4 Cetakan Uji Tarik (22 Juni 2022)

3.3.2 Bahan

Adapun bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

a. Serat Sabut Kelapa

Serat yang digunakan pada pembuatan benda uji komposit adalah serat sabut kelapa.



Gambar 3.5 Serat Sabut Kelapa (1 Juni 2022)

b. Resin Polyester

Resin yang dipakai berfungsi sebagai matriks dan dalam komposit berfungsi sebagai perekat. Jenis resin yang digunakan adalah resin polyester tipe BTQN 157.



Gambar 3.6 Resin Polyester BTQN 157 (7 Juni 2022)

c. Katalis

Katalis digunakan untuk mempercepat proses pengerasan dalam proses pembuatan komposit.



Gambar 3.7 Katalis (7 Juni 2022)

d. NaOH 5%

Dalam perlakuan alkalisasi digunakan NaOH 5% untuk merendam sabut kelapa selama 2 jam. Perlakuan NaOH dilakukan untuk membersihkan permukaan serat dari kotoran yang menempel sehingga ikatan antar permukaan serat dan matriks menjadi lebih baik .



Gambar 3.8 NaOH 5% (7 Juni 2022)

e. Wax

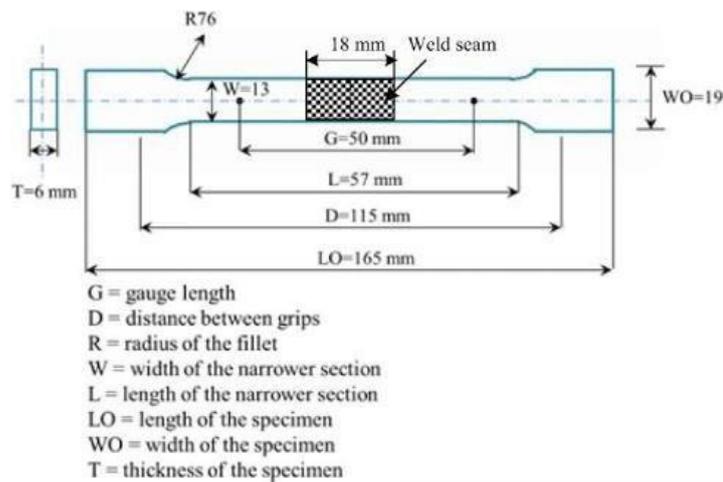
Wax berfungsi untuk melapisi cetakan agar tidak lengket pada saat proses pencetakan



Gambar 3.9 Wax *Miracle Gloss* (22 Juni 2022)

3.3 Pembuatan Spesimen

Pembuatan model spesimen dilakukan dengan memperhatikan standar dan ketentuan pada uji tarik dan uji impak yang akan dilakukan. Untuk spesimen uji tarik digunakan standar ASTM D638. Dimensi spesimen uji tarik ditunjukkan pada Gambar 3.10 .



Gambar 3.10 Uji Tarik ASTM D638 (Sumber: Gibson, 1994)

3.4 Validasi Spesimen

Pada proses ini dilakukan validasi dengan cara mengukur spesimen yang sudah dibuat. Spesimen tersebut harus sesuai standar pengujian Uji Tarik ASTM D638. Selain dilakukan pengukuran, juga dilihat secara fisik, apakah spesimen yang dibuat cacat atau tidak, jika cacat, maka spesimen tidak dapat digunakan.

3.5 Pengujian Komposit

Pada proses ini dilakukan pengujian komposit berupa pengujian tarik. Pengujian tarik dilakukan untuk mendapat nilai tarikan pada komposit yang diuji. Pengujian tarik komposit dilakukan untuk mendapatkan nilai tarikan yaitu berupa kurva yang menunjukkan hubungan antara gaya tarik yang diperoleh dari perubahan spesimen sampai spesimen tersebut putus, kemudian didapatkan nilai pengujian tarik yang lengkap berupa kurva. Kurva tersebut menunjukkan hubungan antara gaya tarikan dengan perubahan panjang pada spesimen. Mesin uji tarik ini terdapat di laboratorium material yang dimiliki Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.

3.6 Data Hasil Pengujian

Data hasil pengujian merupakan data yang didapatkan dari besaran pengujian tarik. Data yang didapatkan ini selanjutnya akan dilakukan pengolahan data.

3.7 Pengolahan Data Pengujian

Pengolahan data pada penelitian ini menggunakan metode taguchi. Pada proses pengolahan data ini, akan didapatkan nilai optimal dari campuran komposit yang digunakan.

3.8 Kesimpulan

Pada penelitian, kesimpulan merupakan jawaban dari tujuan penelitian.



BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Proses Penelitian

Pada proses penelitian ini dilakukan dengan menggunakan serat sabut kelapa dengan perbedaan fraksi volume serat dan panjang serat. Pengujian dilakukan untuk mengetahui kekuatan tarik yang dihasilkan dari fraksi volume serat sabut kelapa dan panjang serat yang berbeda. Oleh karena itu, dilakukan eksperimen dengan variasi fraksi volume komposit serat sabut kelapa yaitu 3%, 5% dan 7% dan panjang serat 10 mm, 15 mm, dan 20 mm. Pada setiap level dilakukan 3 kali replikasi. Perhitungan spesimen uji tarik dengan volume cetakan = $9,78 \text{ cm}^3$ didapatkan dari rumus $v = p \times l \times t$, massa jenis serat sabut kelapa = $1,125 \text{ gr/cm}^3$ dan massa jenis resin = $1,215 \text{ gr/cm}^3$. Hasil perhitungan dengan perbedaan fraksi volume serat disajikan dalam bentuk tabel sebagai berikut.

Tabel 4.1 Hasil Perhitungan Fraksi Volume Uji Tarik

NO	Panjang Serat (mm)	Fraksi Volume Serat (%)	Berat Serat (g)	Berat Resin (g)
1	10 mm	3 %	0,33	11,3
2	10 mm	5 %	0,33	11,1
3	10 mm	7 %	0,33	10,8
4	15 mm	3 %	0,54	11,3
5	15 mm	5 %	0,54	11,1
6	15 mm	7 %	0,54	10,8
7	20 mm	3 %	0,76	11,3
8	20 mm	5 %	0,76	11,1
9	20 mm	7 %	0,76	10,8

4.2 Hasil Pengujian

Proses pengujian tarik dalam penelitian ini dilakukan untuk mengetahui nilai kekuatan tarik spesimen dari serat sabut kelapa dengan perbedaan fraksi volume dan panjang serat. Proses uji tarik ini dilakukan dengan menggunakan mesin Zwick Roell Z020. Kemudian, data yang dihasilkan akan dilakukan analisa dan pengolahan data yang akan diperoleh sebuah kesimpulan mengenai hasil kekuatan tarik yang diharapkan.

4.3 Analisis Varians Taguchi

4.3.1 Perhitungan Mean Terhadap Respon

Matriks ortogonal yang digunakan dalam penelitian ini adalah $L_9(3^4)$ dan menetapkan faktor ke dalam matrik. Adapun faktor A yaitu panjang serat dan faktor B adalah fraksi volume. Hasil percobaan ini diperoleh dengan cara pengujian tarik serat sabut kelapa yang dibuat sesuai dengan matriks kombinasi level faktor. Untuk memperoleh nilai pengujian tarik yang lebih akurat maka dilakukan pengulangan (replikasi) sebanyak 3 kali. Demikian hasil yang diperoleh seperti tabel berikut :

Tabel 4.2 Data Hasil Percobaan Pengujian Tarik Serat Sabut Kelapa

Eksp	Matrik ortogonal $L_9(3^4)$						Jumlah	Mean
	Faktor		Replikasi					
	A	B	I	II	III			
1	1	1	23	29,8	25,8	78,600	26,200	
2	1	2	28,4	30,2	35,7	94,300	31,433	
3	1	3	22,5	26,1	24,4	73,000	24,333	
4	2	1	36,5	32,4	29,4	98,300	32,767	
5	2	2	37,5	31,4	33,9	102,800	34,267	
6	2	3	20,6	20,9	24,1	65,600	21,867	
7	3	1	35,9	33,8	31,8	101,500	33,833	
8	3	2	23,7	21,2	24,9	69,800	23,267	
9	3	3	23,8	21,9	22	67,700	22,567	
Rata-rata							27,837	

1) Perhitungan Rata-rata Terhadap Respon

Perhitungan dilakukan dengan menghitung hasil nilai rata-rata nilai kekuatan tarik dari masing-masing faktor dapat dilihat dibawah ini :

Perhitungan faktor A (panjang serat)

$$A_1 = \frac{1}{3}(26,2 + 31,433 + 24,333) = 27,322$$

$$A_2 = \frac{1}{3}(32,767 + 34,267 + 21,867) = 29,633$$

$$A_3 = \frac{1}{3}(33,833 + 23,267 + 22,567) = 26,556$$

Perhitungan faktor B (fraksi volume)

$$B_1 = \frac{1}{3}(26,2 + 32,767 + 33,833) = 30,933$$

$$B_2 = \frac{1}{3}(31,433 + 34,267 + 23,267) = 29,655$$

$$B_3 = \frac{1}{3}(24,333 + 21,867 + 22,567) = 22,922$$

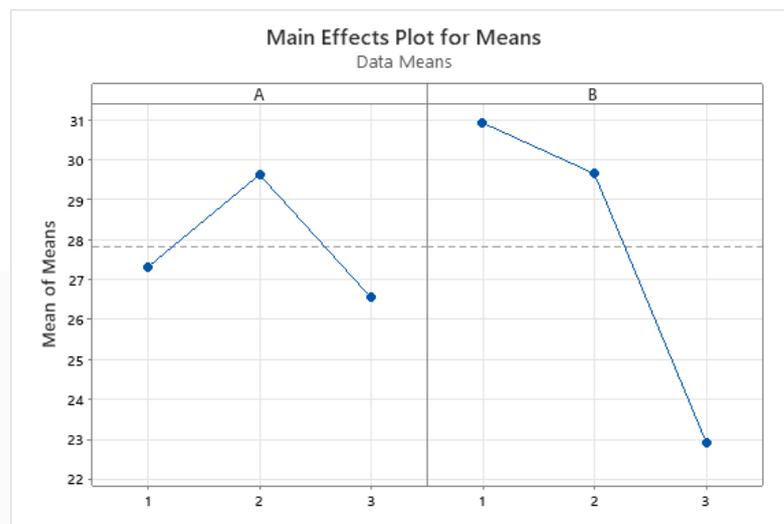
Untuk dua faktor yang digunakan yaitu panjang serat sebagai faktor A dan fraksi volume sebagai faktor B yang secara bersama-sama pengaruh dari faktornya dapat dilihat pada tabel dibawah ini

Tabel 4.3 Respon Rata-rata Pengujian Tarik Serat Sabut Kelapa

	A	B
Level 1	27,322	30,933
Level 2	29,633	29,655
Level 3	26,556	22,922
Selisih	3,077	8,011
Ranking	2	1

Response Table for Means

Level	A	B
1	27,32	30,93
2	29,63	29,66
3	26,56	22,92
Delta	3,08	8,01
Rank	2	1



Berdasarkan tabel diatas, didapatkan respon rata-rata kekuatan tarik pada masing-masing level dan variabel proses, maka dapat ditentukan variabel-variabel yang paling berpengaruh terhadap kekuatan tarik serat sabut kelapa yaitu fraksi volume (B) dengan selisih 8,011 dan panjang serat (A) dengan selisih 3,077. Dapat diketahui hasil terbesar pada tabel diatas adalah pada faktor B level 2 yaitu pada fraksi volume 3%.

2) Analisa Varians Rata-rata Kekuatan Tarik Serat Sabut Kelapa

Teknik perhitungan yang memungkinkan untuk dilakukan secara kuantitatif yang memperkirakan kontribusi dari setiap faktor yang digunakan pada semua pengukuran respon dengan mengidentifikasi hipotesa terhadap pengaruh faktor beserta interaksinya. Dengan melakukan analisa varians dua arah yang mana terdiri dari perhitungan derajat kebebasan, jumlah kuadrat, rata-rata jumlah kuadrat, dan F rasio.

Jumlah Kuadrat (*Sum of square*)

$$SS_A = \left[\sum_{i=1}^{KA} \left(\frac{A_i^2}{n_{Ai}} \right) \right] - \frac{T^2}{N}$$

Dimana :

K : Jumlah level faktor A

A : level ke i faktor A

n_{Ai} : jumlah percobaan level ke i faktor A

T : jumlah seluruh nilai data

N : banyak data keseluruhan

Perhitungan jumlah kuadrat (*sum of square*) faktor A dan faktor B:

$$\begin{aligned} SS_A &= \frac{A_1^2}{n_{A1}} + \frac{A_2^2}{n_{A2}} + \frac{A_3^2}{n_{A3}} - \frac{T^2}{N} \\ &= \frac{81,967^2}{3} + \frac{88,9^2}{3} + \frac{79,667^2}{3} - \frac{250,534^2}{9} \\ &= 15,401 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} SS_B &= \frac{B_1^2}{n_{B1}} + \frac{B_2^2}{n_{B2}} + \frac{B_3^2}{n_{B3}} - \frac{T^2}{N} \\ &= \frac{92,8^2}{3} + \frac{88,967^2}{3} + \frac{68,767^2}{3} - \frac{250,534^2}{9} \\ &= 111,146 \end{aligned}$$

Derajat Kebebasan

$$V_A = 3 - 1 = 2$$

$$V_B = 3 - 1 = 2$$

Rata-rata kuadrat

$$MS_A = \frac{SS_A}{V_A} = \frac{15,401}{2} = 7,7005$$

$$MS_B = \frac{SS_B}{V_B} = \frac{111,146}{2} = 55,573$$

Jumlah kuadrat total

$$MS_A = \frac{SS_A}{V_A} = \frac{15,401}{2} = 7,7005$$

$$MS_B = \frac{SS_B}{V_B} = \frac{111,146}{2} = 55,573$$

Jumlah kuadrat rata-rata

$$Sm = n \times \bar{y}$$

$$= 9 \times 27,837^2$$

$$= 6.974,087$$

Jumlah kuadrat error

$$SS_{faktor} = SS_A + SS_B$$

$$= 15,401 + 111,146$$

$$= 126,547$$

$$SS_e = SS_T - Sm - SS_{faktor}$$

$$= 7.187,902 - 6.974,087 - 126,547$$

$$= 87,268$$

Hasil perhitungan analisis varians terhadap rata rata kekuatan tarik dapat disajikan seperti tabel dibawah ini :

Sumber	v	SS	MS
A	2	15,401	7,7005
B	2	111,146	55,573
Error	2	87,268	43,634
Total	6	213,815	-

Untuk mengetahui faktor yang signifikan terhadap rata-rata kekuatan tarik dari serat sabut kelapa, maka dilakukan pooling up beberapa faktor kedalam error.

Pooling Up Faktor

$$F - rasio = \frac{MS_A}{MS_e} \quad (3.7)$$

Tabel 4.4 Analisis Varians Rata-Rata Pengujian Tarik Serat Sabut Kelapa

Sumber	v	SS	MS	F-rasio
A			Pooling	
B	2	111,146	55,573	2,547
Error	4	87,268	21,817	-
Total	6	198,414	-	-

H₀ : Tidak ada pengaruh faktor B terhadap kekuatan tarik

H₁ : Ada pengaruh faktor B terhadap kekuatan tarik

Kesimpulan: Fhitung= 2,547 < F(0,10; 2; 4)= 4,32; maka H₀ diterima, artinya tidak ada pengaruh faktor B (fraksi volume) terhadap kekuatan tarik.

Persen Kontribusi

$$SS'_B = SS_B - MS_e \times V_B = 111,146 - 21,817 \times 2 = 67,512$$

$$\rho = \frac{SS^F_{faktor}}{SS_T} \times 100\%$$

$$\rho = \frac{67,512}{198,414} \times 100\% = 34,02\%$$

Perhitungan kontribusi faktor di atas menunjukkan faktor B memberikan kontribusi terhadap rata-rata pengujian tarik serat sabut kelapa yaitu sebesar 34,02%.

Tabel 4.5 Persen Kontribusi Rata-Rata

Sumber	V	SS	MS	SS'	$\rho(\%)$
B	2	111,146	55,573	67,512	34,02
Error	4	87,268	21,817	-	
Total	6	198,414	-	-	

3) Prediksi Rata-rata Pengujian Tarik Serat Sabut Kelapa yang Optimum

Telah diketahui bahwa faktor-faktor yang berpengaruh terhadap kekuatan tarik serat sabut kelapa yang optimum adalah pada faktor B level 2 yang artinya yaitu pada fraksi volume 3% dengan panjang serat 15 mm. Sehingga model persamaan rata-rata pengujian tarik serat sabut kelapa yang dihasilkan adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\mu_{prediksi} &= \bar{Y} + (\bar{B} - \bar{y}) \\ &= 27,837 + (30,933 - 27,837) \\ &= 27,837 + 3,096 = 30,933\end{aligned}$$

Sedangkan interval kepercayaan rata-rata pengujian tarik serat sabut kelapa pada tingkat kepercayaan 90% adalah sebagai berikut:

Diketahui: $F_{(0,10; 1; 10)} = 3,29$ dan $MS_e = 21,817$

$$\begin{aligned}n_{eff} &= \frac{\text{jumlah total eksperimen}}{1 + \text{jumlah derajat kebebasan perkiraan rata-rata}} \\ &= \frac{9 \times 3}{1 + 2} = \frac{27}{3} = 9\end{aligned}\tag{3.8}$$

$$\begin{aligned}CI &= \pm \sqrt{F_{(0,10;1;10)} \times MS_e} \times \frac{1}{n_{eff}} \\ &= \pm \sqrt{3,29 \times 21,817} \times \frac{1}{9} = \pm 2,824\end{aligned}$$

$$\mu_{prediksi} - CI \leq \mu_{prediksi} \leq \mu_{prediksi} + CI$$

$$30,933 - 2,824 \leq 30,933 \leq 30,933 + 2,824$$

$$28,109 \leq 30,933 \leq 33,757$$

4.3.2 Pehitungan Rasio S/N Terhadap Respon

Perhitungan rasio S/N adalah suatu rancangan yang digunakan untuk memilih faktor yang berkontribusi terhadap pengurangan respon kekuatan tarik yang mentransformasikan data ke dalam suatu nilai ukuran variasi yang timbul.

Data kemudian ditransformasikan ke dalam bentuk rasio S/N (*Signal to Noise*) untuk mencari faktor yang berpengaruh pada variasi karakteristik kualitas

S/N. Perhitungan rasion S/N pada penelitian ini digunakan untuk respon kekuatan tarik dengan karakteristik semakin besar, semakin baik (*Larger is Better*) adalah :

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

Dimana :

Y_i : data dari percobaan

n : jumlah replikasi (pengulangan)

Hasil perhitungan rasio S/N yang diperoleh untuk respon yang diamati disajikan pada tabel dibawah ini :

Matrik ortogonal $L_9(3^4)$						
Eksp	Faktor		replikasi			Rasio S/N
	A	B	I	II	III	
1	1	1	23	29,8	25,8	28,221
2	1	2	28,4	30,2	35,7	29,828
3	1	3	22,5	26,1	24,4	27,676
4	2	1	36,5	32,4	29,4	30,207
5	2	2	37,5	31,4	33,9	30,629
6	2	3	20,6	20,9	24,1	26,731
7	3	1	35,9	33,8	31,8	30,555
8	3	2	23,7	21,2	24,9	27,275
9	3	3	23,8	21,9	22	27,051
Rata-rata						28,686

1) Perhitungan Langsung Nilai Rasio S/N Terhadap Respon

Perhitungan nilai rasio S/N terhadap respon kekuatan tarik melalui kombinasi level dari masing-masing variabel dapat dilihat dibawah ini :

Perhitungan faktor A

$$A1 = 1/3 (28,221+29,828+27,676) = 28,5752$$

$$A2 = 1/3 (30,207+30,629+26,731) = 29,18927$$

$$A3 = 1/3 (30,555+27,275+27,051) = 28,29358$$

Perhitungan faktor B

$$B1 = 1/3 (28,221+30,207+30,555) = 29,6611$$

$$B2 = 1/3 (29,828+30,629+27,275) = 29,244207$$

$$B3 = 1/3 (27,676+26,731+27,051) = 27,152678$$

Untuk dua variabel yang diamati adalah panjang serat dan fraksi volume yang dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

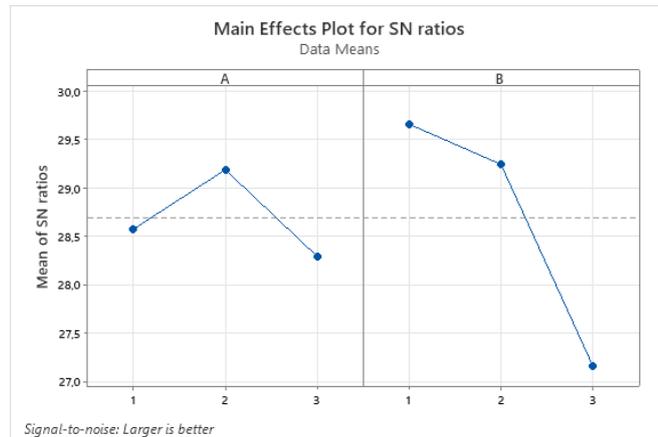
Tabel 4.6 Rasio S/N Koefisien Pengujian Tarik Serat Sabut Kelapa

	A	B
Level 1	28,575	29,661
Level 2	29,189	29,244
Level 3	28,293	27,152
Selisih	0,896	2,509
Ranking	2	1

Response Table for Signal to Noise Ratios

Larger is better

Level	A	B
1	28,58	29,66
2	29,19	29,24
3	28,29	27,15
Delta	0,90	2,51
Rank	2	1



Respon rasio S/N pada setiap level terhadap respon kekuatan tarik dapat ditentukan berdasarkan peringkat yang paling berpengaruh terhadap respon kekuatan tarik. Untuk variabel yang paling berpengaruh terhadap kekuatan tarik adalah faktor B (fraksi volume) pada level 1 karena memiliki nilai paling tinggi. Dapat disimpulkan bahwa hasil paling besar pada faktor B yaitu fraksi volume pada konsentrasi 3% dengan nilai 29,661.

2) Pengaruh Varians Rasio S/N

Untuk mengetahui faktor yang berpengaruh terhadap nilai rata-rata kekuatan tarik serat sabut kelapa yang berpengaruh secara signifikan terhadap nilai rasio S/N dapat dilakukan dengan perhitungan model analisis varians dua arah.

Jumlah kuadrat (Sum of square):

$$SS_A = \left[\sum_{i=1}^{KA} \left(\frac{A_i^2}{n_{Ai}} \right) \right] - \frac{T^2}{N}$$

Perhitungan jumlah kuadrat (*sum of square*) faktor A dan faktor B:

$$\begin{aligned} SS_A &= \frac{A_1^2}{n_{A1}} + \frac{A_2^2}{n_{A2}} + \frac{A_3^2}{n_{A3}} - \frac{T^2}{N} \\ &= \frac{85,725^2}{3} + \frac{87,568^2}{3} + \frac{84,881^2}{3} - \frac{258,174^2}{9} \\ &= 1,259 \end{aligned}$$

$$SS_B = \frac{B_1^2}{n_{B1}} + \frac{B_2^2}{n_{B2}} + \frac{B_3^2}{n_{B3}} - \frac{T^2}{N}$$

$$= \frac{88,983^2}{3} + \frac{87,733^2}{3} + \frac{81,458^2}{3} - \frac{258,174^2}{9}$$

$$= 10,841$$

Derajat kebebasan (Degree of freedom)

$$V_A = 3 - 1 = 2$$

$$V_B = 3 - 1 = 2$$

Rata-rata kuadrat (Mean square)

$$MS_A = \frac{SS_A}{V_A} = \frac{1,259}{2} = 0,6295$$

$$MS_B = \frac{SS_B}{V_B} = \frac{10,841}{2} = 5,4205$$

Jumlah kuadrat total:

$$SS_T = \sum y^2$$

$$= 28,221^2 + 29,828^2 + 27,676^2 + 30,207^2 + 30,629^2 + 26,731^2 + 30,555^2$$

$$+ 27,275^2 + 27,051^2$$

$$= 7.426,590$$

Jumlah kuadrat karena rata-rata (mean)

$$Sm = n \times \bar{y}^2$$

$$= 9 \times 28,686^2$$

$$= 7.405,979$$

Jumlah kuadrat error:

$$SS_{faktor} = SS_A + SS_B$$

$$= 1,259 + 10,841$$

$$= 12,1$$

$$\begin{aligned}
SS_e &= SS_T - Sm - SS_{faktor} \\
&= 7.426,590 - 7.405,979 - 12,1 \\
&= 8,511
\end{aligned}$$

Hasil perhitungan analisis varians terhadap rasio S/N disajikan dalam tabel dibawah ini :

Tabel 4.7 Analisis Varians Rasio S/N Pengujian Tarik Serat Sabut Kelapa

Sumber	V	SS	MS
A	2	1,259	0,6295
B	2	10,841	5,4205
Error	2	8,511	4,2555
Total	6	20,611	-

Untuk mengetahui faktor yang signifikan terhadap kekuatan tarik serat sabut kelapa, maka dilakukan penggabungan (*pooling up*) faktor-faktor kedalam error. Faktor yang tidak signifikan dijadikan sebagai error. Penentuan error ini dilakukan dengan metode pooling up Taguchi.

Pooling Up Faktor

Penggabungan faktor sebagai error dimulai dengan faktor dengan *Sum of square* (SS) terkecil dari faktor yang tidak signifikan digabungkan dengan jumlah kuadrat *error* sampai derajat bebas kesalahan sama dengan atau lebih dari setengah derajat bebas. Tabel analisis varians rasio S/N kekuatan tarik serat sabut kelapa dengan *pooling* pada faktor A digabung dengan variansi *error*.

Sumber	V	SS	MS	F-rasio
A		Pooling		
B	2	10,841	5,4205	2,221
Error	4	9,77	2,44	-
Total	6	20,611	-	-

H_0 : Tidak ada pengaruh faktor B terhadap kekuatan tarik

H_1 : Ada pengaruh faktor B terhadap kekuatan tarik

Kesimpulan : $F_{hitung} = 2,221 < F_{(0,10; 2; 4)} = 4,32$; maka H_0 diterima, artinya tidak ada pengaruh faktor B (fraksi volume) terhadap kekuatan tarik.

Persen Kontribusi

Untuk mengetahui seberapa besar kontribusi yang diberikan oleh masing-masing variabel, dilakukan perhitungan SS' dengan rumus dibawah ini :

$$SS'_{faktor} = SS_{faktor} - MS_{error} \times V_B$$

$$SS'_B = SS_B - MS_e \times V_B = 10,841 - 2,44 \times 2 = 5,961$$

Sedangkan persen kontribusi masing-masing variabel dapat dihitung dengan rumus :

$$\rho = \frac{SS'_{faktor}}{SS_T} \times 100\%$$

$$\rho = \frac{5,961}{20,611} \times 100\% = 28,92\%$$

Hasil perhitungan persen kontribusi terhadap rasio S/N dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 4.8 Persen Kontribusi Rasio S/N

Sumber	V	SS	MS	SS'	$\rho(\%)$
B	2	10,841	5,4205	5,961	28,92
Error	4	9,77	2,44	-	
Total	6	20,611	-	-	

Berdasarkan tabel diatas menunjukkan faktor B (fraksi volume) berkontribusi terhadap kekuatan tarik sebesar 28,92 %.

Prediksi Rasio S/N kekuatan tarik Serat Sabut Kelapa

Telah diketahui faktor yang berpengaruh secara signifikan terhadap rasio S/N kekuatan tarik serat sabut kelapa optimum adalah terhadap faktor B level 1 dan faktor A level 2. Sehingga model persamaan rata-rata kekuatan tarik adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
\mu_{prediksi} &= \bar{Y} + (\bar{B} - \bar{Y}) \\
&= 28,686 + (29,6611 - 28,686) \\
&= 28,686 + 0,9751 \\
&= 29,6611
\end{aligned}$$

Diketahui: $F_{(0,10; 1; 10)} = 3,29$ dan $MS_e = 2,44$

Sedangkan interval kepercayaan rata-rata kekuatan tarik pada tingkat kepercayaan 90% adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
n_{eff} &= \frac{\text{jumlah total eksperimen}}{1 + \text{jumlah derajat kebebasan perkiraan rata - rata}} \\
&= \frac{9 \times 3}{1 + 2} = \frac{27}{3} = 9
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
CI &= \pm \sqrt{F_{(0,10;1;10)} \times MS_e \times \frac{1}{n_{eff}}} \\
&= \pm \sqrt{3,29 \times 2,44 \times \frac{1}{9}} = \pm 0,8919
\end{aligned}$$

$$\mu_{prediksi} - CI \leq \mu_{prediksi} \leq \mu_{prediksi} + CI$$

$$29,6611 - 0,8919 \leq 29,6611 \leq 29,6611 + 0,8919$$

$$28,7692 \leq 29,6611 \leq 30,553$$

Dari hasil analisa, maka diketahui kombinasi faktor yang berpengaruh terhadap rata-rata dan variansi kekuatan tarik adalah pada faktor B level 1 dan faktor A level 2 yaitu pada fraksi volume 3% dengan panjang serat 15 mm.

Dari hasil perhitungan pada interval kepercayaan 90% untuk eksperimen taguchi dengan interval kepercayaan dapat dilihat pada tabel

Tabel 4.9 Hasil Interval Kepercayaan 90% Pengujian Tarik Serat Sabut Kelapa

Respon (kekuatan tarik serat sebut kelapa)		Prediksi	Optimasi
Eksperimen	Rata-rata (μ)	30,933	$30,933 \pm 2,8424$
Taguchi	Variabilitas (S/N)	29,661	$29,661 \pm 0,8919$

Berdasarkan interpretasi hasil perhitungan kekuatan tarik serat sabut kelapa yang tertera, yaitu eksperimen Taguchi. Dengan rata-rata optimasi pada eksperimen taguchi sebesar $30,933 \pm 2,8424$ Mpa dan variabilitas optimasi sebesar $29,661 \pm 0,8919$ Mpa.

Berdasarkan penelitian Farrel *et al.*, (2022) yang melakukan penelitian tentang Pengaruh Sifat Mekanik Komposit Serat Sabut Kelapa Bermatrik Polyester Terhadap Pengujian Tarik didapatkan hasil uji tarik terbesar, 19,4 Mpa, ditemukan dalam persentase volume 6% dan panjang serat 15 mm. Sedangkan pada penelitian ini, pada fraksi volume 3% dengan nilai 30,933 Mpa dan panjang serat 15 mm dengan nilai 29,633 Mpa yang paling optimum. Penelitian ini menghasilkan uji tarik lebih tinggi karena menggunakan fraksi volume yang lebih kecil dibandingkan dengan penelitian Farrel.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian dan pengujian serta pembahasan pada data yang diperoleh dapat disimpulkan, berdasarkan identifikasi faktor maka faktor yang berpengaruh terhadap kekuatan tarik dari serat sabut kelapa adalah fraksi volume dan panjang serat. Kombinasi level dari faktor yang menghasilkan :

Nilai rata-rata dan variansi kekuatan tarik serat sabut kelapa yaitu pada faktor fraksi volume (B) level 1 yaitu pada fraksi volume 3% dengan nilai 30,933 Mpa.

Nilai faktor panjang serat (A) level 2 yaitu pada panjang serat 15 mm dengan nilai 29,633 Mpa yang paling optimum.

5.2 Saran

Dari pengujian yang telah dilakukan sebelumnya, ada saran dari peneliti yaitu:

1. Pada penelitian selanjutnya jika ingin mendapatkan hasil yang lebih baik, peneliti menyarankan untuk tidak menggunakan panjang serat dan fraksi volume serat dibawah 10%.
2. Untuk penelitian selanjutnya disarankan untuk menggunakan arah serat secara vertikal.

DAFTAR PUSTAKA

- Chawla, K., (1987), "*Composite Material: Sciene and Engineering-Springer Verlag*", CRC Press, New York.
- Delza Alvariza Farrel, Yulianto, Zulfitriyanto, (2022), "Pengaruh Sifat Mekanik Komposit Serat Sabut Kelapa Bermatrik Polyester Terhadap Pengujian Tarik", *Jurnal Indonesia Sosial Teknologi*, vol. 3, no. 2, pp. 219-230.
- Ellyawan., (2008) ,Panduan untuk Komposit ,ITB Press Bandung, Bandung.
- Fahmi. 2011. "Pengaruh Orientasi Serat Pada Komposit Resin Polyester Serat Daun Nanas Terhadap Kekuatan Tarik", Bandung: Teknik Mesin FTI, ITB.
- Fengel, D. dan Wegener, G, (1989), Wood: Chemistry, Ultrastructure, Reactions. Sastrohamidjojo, H. (penerjemah); Prawirohatmodjo, S. (penyunting). 1995. Kayu: Kimia, Ultrastruktur, Reaksi-Reaksi. UGM Press. Yogyakarta.
- Gugun Gundara, Muhammad Budi Nur Rahman, (2019), "Sifat Tarik, Bending dan Impak Komposit Serat Sabut Kelapa-Polyester degan Variasi Fraksi Volume", *Jurnal Material dan Proses Manufaktur*, vol. 3, no. 1, pp. 10-19.
- Hifani, R et al., (2018), "Pengaruh Variasi Fraksi Volume Serat Sabut Kelapa Unsaturated Polyester Terhadap Pengujian Tarik", *Jurnal Rotor*, vol. 11, no. 1, pp. 22-24.
- I Made Astika, I Putu Lokantara, I Made Gatot Karohika, (2013), "Sifat Mekanis Polyester dengan Penguat Serat Sabut Kelapa", *Jurnal Energi dan Manufaktur*, vol. 6, no. 2, pp. 95-202.
- Jones, R. M., (1975), *Mechanis Of Composite Materials*, Hemisphere Publishing Co.,New York.

- Maryanti, B., A. As'ad Sonief., Slamet W , (2011), "Pengaruh Alkalisasi Komposit Serat Kelapa-Poliester Terhadap Kekuatan Tarik", vol.2, no.2, pp 123-129.
- Matthews, F.L dan Rawlings, R. D, (1993), *Composite Material Engineering and Science*, Imperial College of Science Technology and Madicine, London.
- Mulky Dhananjaya, (2019), Analisis Sifat Mekanik Komposit Serat Sabut Kelapa dengan Matriks Polyester Bening dengan Variasi Fraaksi Volume [Online], Universitas Gajah Mada, diakses pada 5 Mei 2022, Available : <http://etd.repository.ugm.ac.id/>.
- Nopriantina, N., dan Astuti, (2013), "Pengaruh Ketebalan Serat Pelepah Pisang Kepok (Mussa Paradisiaca) Terhadap Sifat Mekanik Material Komposit Poliester-Serat Alam". Jurnal Fisika UNAD.Vol 2(3): 195-203.
- Nurmaulita, (2010), "Pengaruh Orientasi Serat Sabut Kelapa dengan Resin Polyester Karakteristik Papan Lembaran". Tesis. Universitas Sumatra Utara. Medan.
- Satyanarayana, K. G., dkk, (1982), "*Structure Property Studies of Fibres From Various Parts of The Coconut Tree*". Journal of Material Science 17, India.
- Soejanto, I., (2009), Desain Eksperimen Dengan Metode Taguchi, Graha Ilmu, Yogyakarta
- Surdia, T dan Saito S, (1992), "Pengetahuan Bahan Teknik", PT. Pradnya Paramitha, Jakarta.

LAMPIRAN

Lampiran 1

Daftar Riwayat Hidup



1. Data Pribadi

Nama Lengkap : Putra Zarviansyah
Tempat & Tanggal Lahir : Pangkalpinang, 20 Juli 2001
Alamat Rumah : Jl. Nyatoh No.232 Rt.05 Rw.02 Kec. Gerunggang
Kel. Bukit Sari Pangkalpinang, Bangka Belitung
Hp: 081271095757
Email: putrazarviansyah.11@gmail.com
Jenis Kelamin : Laki-Laki
Agama : Islam

2. Riwayat Pendidikan

SD Negeri 3 Pangkalpinang	2007-2013
SMP Negeri 2 Pangkalpinang	2013-2016
SMA Negeri 3 Pangkalpinang	2016-2019

Sungailiat, 18 Januari 2023

Putra Zarviansyah

Lampiran 2:

Perhitungan massa jenis serat sabut kelapa dan massa jenis resin

Volume cetakan uji Tarik ASTM D638 = $9,78 \text{ cm}^3$

Massa jenis serat sabut kelapa = $1,125 \text{ gr/cm}^3$

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

a. Fraksi volume 3%

Volume serat 3% = $3\% \times \text{Volume cetakan}$

$$= 3\% \times 9,78 \text{ cm}^3$$

$$= 0,29 \text{ cm}^3$$

Massa serat = $\text{Volume serat} \times \text{Massa jenis serat}$

$$= 0,29 \text{ cm}^3 \times 1,125 \text{ gr/cm}^3$$

$$= 0,33 \text{ gr}$$

Volume resin 95% = $\text{Fraksi volume resin} \times \text{Volume cetakan}$

$$= 95\% \times 9,78 \text{ cm}^3$$

$$= 9,3 \text{ cm}^3$$

Massa resin = $\text{Volume resin} \times \text{Massa jenis resin}$

$$= 9,3 \text{ cm}^3 \times 1,215 \text{ gr/cm}^3$$

$$= 11,3 \text{ gr}$$

Massa katalis = $2\% \times \text{Massa resin}$

$$= 2\% \times 11,3 \text{ gr}$$

$$= 0,226 \text{ gr}$$

b. Fraksi volume 5%

$$\begin{aligned}\text{Volume serat 5\%} &= 5\% \times \text{Volume cetakan} \\ &= 5\% \times 9,78 \text{ cm}^3 \\ &= 0,48 \text{ cm}^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Massa serat} &= \text{Volume serat} \times \text{Massa jenis serat} \\ &= 0,48 \text{ cm}^3 \times 1,125 \text{ gr/cm}^3 \\ &= 0,54 \text{ gr}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Volume resin 93\%} &= \text{Fraksi volume resin} \times \text{Volume cetakan} \\ &= 93\% \times 9,78 \text{ cm}^3 \\ &= 9,1 \text{ cm}^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Massa resin} &= \text{Volume resin} \times \text{Massa jenis resin} \\ &= 9,3 \text{ cm}^3 \times 1,215 \text{ gr/cm}^3 \\ &= 11,1 \text{ gr}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Massa katalis} &= 2\% \times \text{Massa resin} \\ &= 2\% \times 11,1 \text{ gr} \\ &= 0,222 \text{ gr}\end{aligned}$$

c. Fraksi volume 7%

$$\begin{aligned}\text{Volume serat 7\%} &= 7\% \times \text{Volume cetakan} \\ &= 7\% \times 9,78 \text{ cm}^3 \\ &= 0,68 \text{ cm}^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Massa serat} &= \text{Volume serat} \times \text{Massa jenis serat} \\ &= 0,68 \text{ cm}^3 \times 1,125 \text{ gr/cm}^3 \\ &= 0,76 \text{ gr}\end{aligned}$$

Volume resin 91% = Fraksi volume resin x Volume cetakan

$$= 91\% \times 9,78 \text{ cm}^3$$

$$= 8,89 \text{ cm}^3$$

Massa resin = Volume resin x Massa jenis resin

$$= 8,89 \text{ cm}^3 \times 1,215 \text{ gr/cm}^3$$

$$= 10,8 \text{ gr}$$

Massa katalis = 2% x Massa resin

$$= 2\% \times 10,8 \text{ gr}$$

$$= 0,216 \text{ gr}$$

Lampiran 3

Bukti Publikasi Jurnal



e-ISSN : XXXX-XXXX

JITT :

**JURNAL INOVASI TEKNOLOGI TERAPAN
POLITEKNIK MANUFAKTUR NEGERI BANGKA BELITUNG**

Kawasan Industri Air Kantung Sungailiat – Bangka 33211, Telp (0717)93586, Fax (0717)93585
website : <https://jitt.polman-babel.ac.id>

SURAT KETERANGAN

Nomor : 035/PL.28.C/PB/2023

Dengan ini menerangkan bahwa artikel yang berjudul :

**“PENGARUH VARIASI FRAKSI VOLUME KOMPOSIT
SERAT SABUT KELAPA Matrik POLYESTER TERHADAP
KEKUATAN TARIK”**

Atas nama :

Penulis : **PUTRA ZARVIANSYAH, JUANDA, NANDA PRANANDITA**

Afiliasi : **POLITEKNIK MANUFAKTUR NEGERI BANGKA BELITUNG**

Telah mengirimkan artikel dengan status *Submit* di Jurnal Inovasi Teknologi Terapan (JITT)
Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung pada Tanggal 17 Januari 2023.

Demikian surat keterangan ini dibuat untuk dapat digunakan sebagaimana mestinya.

Sungailiat, 17 Januari 2023
Kepala P3KM,

Dr. Parulian Silalahi, M.Pd
NIK. 1901010201640006

Lampiran 4

Form Bimbingan Proyek Akhir

FORM-PPR-3- 4: Bimbingan Proyek Akhir

 FORM BIMBINGAN PROYEK AKHIR TAHUN AKADEMIK 2021 / 2022			
JUDUL	Pengaruh Variabel Fraksi Volume Komposit Sifat Sifat Kecepatan Perambatan Pevester Terhadap Kecepatan Tank		
Nama Mahasiswa	Putra Zamriyuh NIM: 1001953		
Nama Pembimbing	1. Juanda, S.S.T., M.T 2. Nanda Anandita, S.S.T., M.T 3.		
Pertemuan Ke	Tanggal	Topik Bimbingan	Paraf dan nama Pembimbing
1	2/8 '22	Penerimaan specimen uji dan hasil specimen	Nanda P
2	2/8 '22	Penerimaan specimen uji dan hasil specimen	WJ
3	1/9 '22	Revisi data dan spesimen perhitungan spesimen	WJ
4	10/10 '22	Pengolahan data	WJ
5	12/11 '22	Pengolahan data untuk bab IV	WJ
6	4/12 '22	Pembuatan BAB 5	WJ
7	5/12 '22	Pengecekan dari bab 1-5	WJ
8	14/12 '22	Pendirian plagiasi	WJ
9	16/01 '23	Pembuatan jurnal	WJ
10	17/01 '23	Pengecekan plagiasi	WJ

Catatan:

- Jika pertemuan bimbingan lebih dari sepuluh kali, dapat mengambil Form kembali di Panitia/Komisi Proyek Akhir

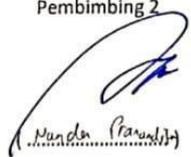
Lampiran 5

Form Monitoring Proyek Akhir

FORM-PPR-3- 6: Form Monitoring Proyek Akhir

 FORM MONITORING PROYEK AKHIR TAHUN AKADEMIK/...../.....			
JUDUL		Pengaruh Variasi Tahan Volume Komposit Serat Sabul Kelapa Maduk Polyester Terhadap Kengyalan Tahan	
Nama Mahasiswa		1. Putri Zarlansyah /NIM: 2041953 2. /NIM: 3. /NIM: 4. /NIM: 5. /NIM:	
Monitoring ke	Tanggal	Progress Alat	Paraf Pembimbing
3	18/01 2023	Progres PA	

KESIAPAN ALAT UNTUK SIDANG: SIAP / BELUM (coret salah satu)

Mengetahui		
Pembimbing 1	Pembimbing 2	Pembimbing 3
 (..... Wanda.....)	 (..... Nanda Parwati.....)	(.....)

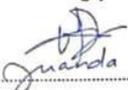
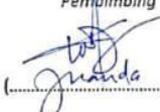
Lampiran 6

Form Revisi Laporan Akhir

FORM-PPR-3- 8: Form Revisi Laporan Akhir

FORM REVISI LAPORAN AKHIR	
TAHUN AKADEMIK 2022/2023	
JUDUL :	Pengaruh Variasi Frekuensi Volume Kapasitor Serat Epoksi Kelapa Matriks Polyster Terhadap Pengujian Taut
Nama Mahasiswa :	1. Putra Zarviansyah NIM: 1041953 2. _____ NIM: _____ 3. _____ NIM: _____ 4. _____ NIM: _____ 5. _____ NIM: _____
Bagian yang direvisi	Halaman
→ Kondisi diketahui ditambahkan dari 1 bab 1 → ada 4 →	25
→ Spesifikasi material bahan & bahan kawat + polyester + Kevlar	Bab 3
→ Buat 1 alinea pada bab 4 (terakhir) sebelum kesimpulan dengan perbandingan dengan peneliti terdahulu dan standar Sungailiat, 26 Desember 2023 Atena Helen Suci	36
<p style="text-align: right;">Penguji  (.....Suhanta.....)</p>	
Menyatakan telah menyetujui revisi laporan akhir yang telah dilakukan oleh mahasiswa	
<p style="text-align: center;">Mengetahui, Pembimbing</p>  (.....Juwanda.....)	<p style="text-align: right;">Sungailiat, 9 Desember 2023 Penguji</p>  (.....Suhanta.....)

FORM-PPR-3- 8: Form Revisi Laporan Akhir

Bagian yang direvisi		Halaman
 <p style="text-align: center;">FORM REVISI LAPORAN AKHIR TAHUN AKADEMIK <u>2022/2023</u></p>		
Sungailiat, <u>26-1-2023</u>		
Penguji  (.....)		
Menyatakan telah menyetujui revisi laporan akhir yang telah dilakukan oleh mahasiswa		
Mengetahui, Pembimbing  (.....)	Sungailiat, <u>8-2-2023</u> Penguji  (.....)	

Lampiran 7

Bukti Bukan Plagiasi

SKRIPSI PUTRA

ORIGINALITY REPORT

19%	19%	2%	3%
SIMILARITY INDEX	INTERNET SOURCES	PUBLICATIONS	STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	repository.polman-babel.ac.id Internet Source	4%
2	repository.usd.ac.id Internet Source	3%
3	jist.publikasiindonesia.id Internet Source	2%
4	jurnal.unej.ac.id Internet Source	1%
5	repository.its.ac.id Internet Source	1%
6	docplayer.info Internet Source	1%
7	priyobaliyono.blogspot.com Internet Source	<1%
8	dokumen.tips Internet Source	<1%
9	repository.ub.ac.id Internet Source	<1%

10	Submitted to Academic Library Consortium Student Paper	<1 %
11	text-id.123dok.com Internet Source	<1 %
12	lib.ui.ac.id Internet Source	<1 %
13	www.scribd.com Internet Source	<1 %
14	ejournal.unsrat.ac.id Internet Source	<1 %
15	repository.uma.ac.id Internet Source	<1 %
16	123dok.com Internet Source	<1 %
17	dspace.uii.ac.id Internet Source	<1 %
18	repository.unej.ac.id Internet Source	<1 %
19	ojs3.unpatti.ac.id Internet Source	<1 %
20	Submitted to Universitas Jember Student Paper	<1 %
21	repository.stieykpn.ac.id Internet Source	<1 %

22	Submitted to Politeknik Negeri Bandung Student Paper	<1 %
23	adoc.pub Internet Source	<1 %
24	dokumen.pub Internet Source	<1 %
25	repository.uin-suska.ac.id Internet Source	<1 %
26	www.neliti.com Internet Source	<1 %
27	anzdoc.com Internet Source	<1 %
28	stutzartists.org Internet Source	<1 %
29	Arthur Y. Leiwakabessy, Benjamin G. Tentua, Fany Laamena. "ANALISIS SIFAT MEKANIS KEKUATAN IMPAK KOMPOSIT SERAT SABUT KELAPA DAN TANAH LIAT YANG DIPERKUAT PATI SAGU", ALE Proceeding, 2022 Publication	<1 %
30	irshadi-bagas-4all.blogspot.com Internet Source	<1 %
31	jurnal.unimus.ac.id Internet Source	<1 %
	p3m.ppns.ac.id	

32 Internet Source

<1%

33 journal.ppns.ac.id
Internet Source

<1%

Exclude quotes On
Exclude bibliography On

Exclude matches Off



Lampiran 8

Nilai Uji Tarik

Zwick / Roell													02.12.22																						
Test report																																			
Customer	:		Specimen type	:		Job no.	:		Pre-treatment	:		Test standard	:	ASTM D 638	Tester	:		Type and designation	:		Note	:		Material	:		Machine data	:		Specimen removal	:				
Pre-load	:	0,1	MPa			Speed, tensile modulus	:	5	mm/min			Test speed	:	5	mm/min			Grip to grip separation at the start position	:	388,47	mm			Elongation preselection, secant modulus	:	1	%								
Test results:																																			
No.	E _t	E _{Sec}	σ _{x1}	σ _y	S _y	S _{y (Corr.)}	σ _M	S _M	S _{M (Corr.)}	σ _B	S _B	S _{B (Corr.)}	h	b																					
	MPa	MPa	MPa	MPa	%	%	MPa	%	%	MPa	%	%	mm	mm																					
1	7360	-	-	-	-	-	23,0	0,31	0,33	23,0	0,31	0,33	4	13																					
2	7830	-	-	-	-	-	29,8	0,39	0,40	29,8	0,39	0,40	4	13																					
3	6270	-	-	-	-	-	25,8	0,42	0,44	25,8	0,42	0,44	4	13																					
4	7880	-	-	-	-	-	28,4	0,36	0,38	28,4	0,36	0,38	4	13																					
5	7320	-	-	-	-	-	30,2	0,44	0,45	30,2	0,44	0,45	4	13																					
6	8140	-	-	-	-	-	35,7	0,45	0,47	35,7	0,45	0,47	4	13																					
8	6430	-	17,5	-	-	-	22,5	0,36	0,37	-	-	-	4	13																					
9	6840	-	-	-	-	-	26,1	0,39	0,41	26,1	0,39	0,41	4	13																					
10	7850	-	-	-	-	-	24,4	0,31	0,32	24,4	0,31	0,32	4	13																					
11	7870	-	-	-	-	-	36,5	0,49	0,51	36,5	0,49	0,51	4	13																					
12	7950	-	-	-	-	-	32,4	0,42	0,43	32,4	0,42	0,43	4	13																					
13	7600	-	-	-	-	-	29,4	0,39	0,41	29,4	0,39	0,41	4	13																					
14	7960	-	-	-	-	-	37,5	0,51	0,52	37,5	0,51	0,52	4	13																					
15	7730	-	-	-	-	-	31,4	0,43	0,44	31,4	0,43	0,44	4	13																					
16	7760	-	-	-	-	-	33,9	0,47	0,49	33,9	0,47	0,49	4	13																					
17	7010	-	14,1	-	-	-	20,6	0,29	0,30	-	-	-	4	13																					
18	6020	-	-	-	-	-	20,9	0,35	0,36	20,9	0,35	0,36	4	13																					
19	6740	-	-	-	-	-	24,1	0,36	0,38	24,1	0,36	0,38	4	13																					
20	4770	-	11,6	12,0	0,25	0,28	-	-	-	-	-	-	4	13																					
21	7920	-	-	-	-	-	35,9	0,50	0,50	35,9	0,50	0,50	4	13																					
22	7790	-	-	-	-	-	25,5	0,33	0,34	25,5	0,33	0,34	4	13																					
23	2730	-	8,34	-	-	-	8,71	0,19	0,30	-	-	-	4	13																					
24	7590	-	-	-	-	-	34,9	0,50	0,51	34,9	0,50	0,51	4	13																					
25	6350	-	-	-	-	-	24,9	0,39	0,41	24,9	0,39	0,41	4	13																					
26	6510	-	-	-	-	-	29,3	0,47	0,49	29,3	0,47	0,49	4	13																					
27	6680	-	-	-	-	-	23,8	0,36	0,37	23,8	0,36	0,37	4	13																					
28	6490	-	-	-	-	-	21,9	0,34	0,36	21,9	0,34	0,36	4	13																					
29	7110	-	-	-	-	-	31,1	0,48	0,49	31,1	0,48	0,49	4	13																					

Test report

Customer : Specimen type :
 Job no. : Pre-treatment :
 Test standard : ASTM D 638 Tester :
 Type and designation : Note :
 Material : Machine data :
 Specimen removal :

Pre-load : 0,1 MPa
 Speed, tensile modulus : 5 mm/min
 Test speed : 5 mm/min
 Grip to grip separation at the start position : 470,00 mm
 Elongation preselection, secant modulus : 1 %

Test results:

No.	E _t MPa	E _{Sec} MPa	σ _{x1} MPa	σ _Y MPa	S _Y %	S _{Y (Corr.)} %	σ _M MPa	S _M %	S _{M (Corr.)} %	σ _B MPa	S _B %	S _{B (Corr.)} %	h mm	b mm
1	-	-	-	-	-	-	33,8	0,22	-	33,8	0,22	-	4	13
2	8520	-	-	-	-	-	31,8	0,39	0,40	31,8	0,39	0,40	4	13
3	8140	-	16,4	-	-	-	23,7	0,29	0,30	-	-	-	4	13
4	4960	-	11,9	-	-	-	21,2	0,23	0,34	-	-	-	4	13
5	5450	-	9,93	-	-	-	15,0	0,26	0,28	-	-	-	4	13
6	4810	-	10,2	-	-	-	17,4	0,24	0,31	-	-	-	4	13
7	7190	-	15,6	-	-	-	22,0	0,31	0,32	-	-	-	4	13

No.	A ₀ mm ²
1	52,00
2	52,00
3	52,00
4	52,00
5	52,00
6	52,00
7	52,00

