

**PENGARUH FRAKSI VOLUME KOMPOSIT TERHADAP
NILAI KEKUATAN TARIK DAN IMPAK BERPENGUAT
SERAT RESAM DAN SERAT PINANG DENGAN
ANALISIS UJI BEDA**

PROYEK AKHIR

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



Disusun Oleh :

Naufal Dwi Yulian Saputra NIRM: 1041952

**POLITEKNIK MANUFAKTUR NEGERI
BANGKA BELITUNG
TAHUN 2022/2023**

LEMBAR PENGESAHAN

PENGARUH FRAKSI VOLUME KOMPOSIT TERHADAP
NILAI KEKUATAN TARIK DAN IMPAK BERPENGUAT
SERAT RESAM DAN SERAT PINANG DENGAN ANALISIS
UJI BEDA

Naufal Dwi Yulian Saputra NIRM : 1041952

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

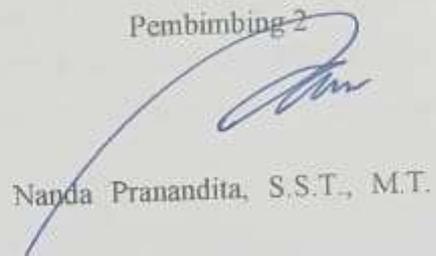
Menyetujui,

Pembimbing 1



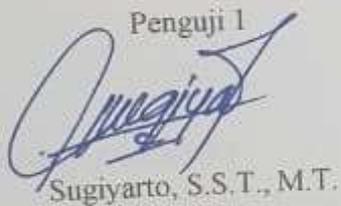
Masdani, S.S.T., M.T.

Pembimbing 2



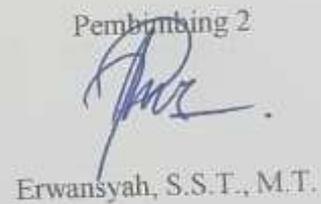
Nanda Pranandita, S.S.T., M.T.

Penguji 1



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

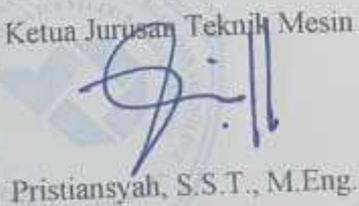
Pembimbing 2



Erwansyah, S.S.T., M.T.

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Mesin



Pristiansyah, S.S.T., M.Eng.

PERNYATAAN BUKAN PLAGIAT

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Mahasiswa : Naufal Dwi Yulian Saputra NIRM: 1041952

Dengan judul : **ANALISIS PENGARUH FRAKSI VOLUME KOMPOSIT TERHADAP NILAI KEKUATAN TARIK DAN IMPAK BERPENGUAT SERAT RESAM DAN SERAT PINANG DENGAN ANALISI UJI BEDA**

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, kami bersedia menerima sanksi yang berlaku.

Sungailiat, 30 Januari 2023

Nama Mahasiswa
1. Naufal Dwi Yulian Saputra



ABSTRAK

Perkembangan teknologi serta kemajuan bidang industri menyebabkan penggunaan logam semakin meningkat. Kondisi tersebut menyebabkan ketersediaan bahan baku logam mengalami penurunan. Mengatasi hal tersebut penggunaan komposit dalam dunia industri menjadi solusi. Sekian banyak bahan penguat komposit penggunaan bahan serat alam sering digunakan karena memiliki keunggulan pada kekuatan dan kekakuan yang lebih tinggi daripada material teknik lain. Pada penelitian ini menggunakan metode analisis uji beda yang melihat perbedaan hasil rata-rat setiap perlakuan (fraksi volume) dengan penggunaan 2 campuran serat alam yaitu serat resam dan serta buah pinang terhadap kekuatan impact dan kekuatan tarik. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan rata-rata pada setiap perlakuan yang dilakukan pada uji impact dan uji tarik. Varian perlakuan fraksi volume yang digunakan pada penelitian ini adalah 25%;30%;35% serat resam dan 10% serat buah pinang dengan lama perendaman serat campuran NaOH sebesar 2% selama 2 jam. Nilai α yang digunakan adalah 5 % dengan df sebesar 16. Setelah analisis uji beda dilakukan bahwa rata-rata kekuatan impact perlakuan 1 : 2 nilai rata-ratanya berbeda sedangkan pada perlakuan 2 : 3 dan 1 : 3 nilai rata-rata pada variabel-variabel tidak berbeda sedangkan analisis uji beda rata-rata kekuatan tarik didapatkan bahwa pada perlakuan 1 : 2 dan 1 : 3 nilai rata-rata kedua perlakuan tersebut berbeda serta pada perlakuan 2 : 3 nilai rata-rata pada variabel-variabel tidak berbeda.

Kata Kunci: Komposit Alam, Analisis Uji Beda, Uji Impact, Uji Tarik

ABSTRACT

Technological developments and advances in the industrial sector have led to the increasing use of metals. This condition causes the availability of metal raw materials to decrease. Overcoming this, the use of composites in the industrial world is a solution. Many composite reinforcing materials use natural fiber materials are often used because they have advantages in strength and stiffness that are higher than other engineering materials. In this study using a difference test analysis method that looks at the difference in the average results of each treatment (volume fraction) with the use of 2 natural fiber mixtures, namely resam fiber and areca nut on impact strength and tensile strength. This study aims to determine the average difference in each treatment carried out in the impact test and tensile test. The volume fraction treatment variants used in this study were 25%; 30%; 35% resam fiber and 10% areca nut fiber with a long soaking time of 2% NaOH mixed fiber for 2 hours. The α value used is 5% with a df of 16. After the difference test analysis was carried out that the average impact strength of treatment 1: 2 the average value is different while in the treatment of 2: 3 and 1: 3 the average value of the variables is not different while the different test analysis of the average tensile strength found that in the treatment of 1: 2 and 1: 3 the average value of the two treatments is different and in the treatment of 2: 3 the average value of the variables is not different.

Keywords: Natural Composites, T-test Analysis, Impact Test, Tensile Test

KATA PENGANTAR

Assalamau'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Puji syukur atas kehadiran Allah SWT Tuhan Yang Maha Besar, karena berkat rahmat dan hidayah-Nya, peneliti dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir yang berjudul **“PENGARUH FRAKSI VOLUME KOMPOSIT TERHADAP NILAI KEKUATAN TARIK DAN IMPAK BERPENGUAT SERAT RESAM DAN SERAT PINANG DENGAN ANALISIS UJI BEDA ”**. Penulisan 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 (POLMAN BABEL).

Dalam kesempatan ini, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Orang tua saya tercinta Ibu dan Ayah yang telah banyak mendukung dan mendoakan saya hingga sampai ke titik ini.
2. Saudara saya, yang sudah banyak sekali memberikan waktu dan pengertiannya sehingga saya dapat menyelesaikan tugas akhir.
3. Bapak Pristiansyah, S.S.T., M.Eng. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.
4. Bapak Boy Rollastin, S.Tr., M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin dan Manufaktur Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.
5. Bapak Masdani, S.S.T., M.T. selaku dosen pembimbing 1 Laporan Tugas Akhir saya, yang telah bersedia menyediakan waktu dan tenaganya dalam proses pembimbingan Laporan Tugas Akhir ini hingga selesai.
6. Bapak Nanda Pranandita, S.S.T., M.T. selaku dosen pembimbing 2 Laporan Tugas Akhir saya, yang telah memberikan ide-ide dan konsep pemikirannya
7. Bapak Dr. Ilham Ary Wahyudie, S.S.T., M.T. selaku dosen yang telah memberikan saran dan masukan terhadap tugas akhir saya.

8. Bapak Yuliyanto, S.S.T., M.T. selaku kepala laboratorium LAPALO sekaligus dosen perwalian saya yang telah banyak membantu dalam proses pengujian impak sehingga berjalan lancar.
9. Seluruh teman-teman satu kelas saya yang tidak bisa disebutkan satu persatu mahasiswa Teknik Mesin dan Manufaktur POLMAN BABEL angkatan 2019 yang telah saling mendoakan dan mendukung satu sama lain.

Penulis telah berusaha sebaik mungkin untuk menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini, namun penulis menyadari bahwa masih terdapat banyak kekurangan.

Oleh karena itu, penulis mengharapkan saran dan kritik yang membangun untuk penulisan laporan tugas akhir ini agar kedepannya dapat memiliki manfaat yang lebih banyak.

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Sungailiat, 30 Januari 2023

Penulis



Naufal Dwi Yulian Saputra

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN BUKAN PLAGIAT	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Batasan Masalah.....	2
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
BAB II LANDASAN TEORI	4
2.1 Serat.....	4
2.1.1 Serat Resam.....	4
2.1.2 Serat Pinang	5
2.2 Komposit	5
2.2.1 Pengertian Komposit.....	5
2.2.2 Klasifikasi Komposit Berdasarkan Jenis Penguatnya	6
2.2.2.1 <i>Fibrous Composites</i> (Komposit Serat)	6
2.2.2.2 <i>Particulate Composit</i> (Komposit Partikel)	8
2.2.2.2 <i>Structural Composit</i>	9
2.2.3 Klasifikasi Komposit Menurut Komponen Matriks.....	9
2.3 Pola Anyaman	10

2.3.1	<i>Anyaman Twil</i>	10
2.3.2	<i>Anyaman Random</i>	10
2.3.3	<i>Anyaman Plain</i>	11
2.4	Resin <i>Polyester</i>	11
2.5	Pengujian Komposit	12
2.5.1	Uji Tarik	12
2.5.2	Uji <i>Impak</i>	14
2.6	Uji Beda	15
BAB III METODE PELAKSANAAN		18
3.1	Diagram Alir Penelitian	18
3.2	Studi Literatur	19
3.3	Alat dan Bahan	19
3.3.1	Alat Penelitian	19
3.3.2	Bahan Penelitian	22
3.4	Proses Pembuatan Spesimen Uji	24
3.4.1	Spesimen Uji Tarik	24
3.4.1.1	Perhitungan Rasio Spesimen Uji Tarik	25
3.4.1.2	Proses Pembuatan Spesimen Uji Tarik	27
3.4.2	Spesimen Uji <i>Impak</i>	28
3.4.2.1	Perhitungan Rasio Spesimen Uji <i>Impak</i>	28
3.4.2.2	Proses Pembuatan Spesimen Uji <i>Impak</i>	30
3.5	Proses Pengujian	31
3.5.1	Pengujian Tarik	31
3.5.2	Pengujian <i>Impak</i>	31
3.6	Analisis dan Pembahasan	32
3.7	Kesimpulan dan Saran	32
BAB IV PEMBAHASAN		33
4.1	Hasil Penelitian	33
4.2	Proses Pengambilan Data	33
4.3	Hasil Pengujian	36
4.3.1	Hasil Pengujian <i>Impak</i>	36

4.3.1.1	Nilai β Pengujian Impak	37
4.3.1.1	Perhitungan Nilai Kekuatan Impak.....	38
4.3.2	Hasil Pengujian Tarik.....	39
4.4	Analisis Hasil Pengujian	40
4.4.1	Analisis Hasil Pengujian Impak.....	40
4.4.2	Analisis Hasil Pengujian Tarik	44
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		49
5.1	Kesimpulan.....	49
5.2	Saran	49
DAFTAR PUSTAKA		
LAMPIRAN		



DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Temperature Penggunaan Resin.....	12
Tabel 2. 2 Sifat Material Termoset	12
Tabel 3. 1 Spesifikasi Alat Uji Impak.....	21
Tabel 3. 2 Persentase Varian Fraksi Volume	26
Tabel 4. 1 Nilai β Pengujian Impak	37
Tabel 4. 2 Data Nilai Kekuatan Impak.....	39
Tabel 4. 3 Nilai Kekuatan Tarik Spesimen Uji.....	40



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Fibrous Composit (komposit serat)(Hazmi, 2016).....	6
Gambar 2. 2 Komposit Serat Berurutan	6
Gambar 2. 3 Komposit Serat Anyaman	7
Gambar 2. 4 Komposit Serat Pendek	7
Gambar 2. 5 Komposit Gabungan.....	8
Gambar 2. 6 Particulate Composit (Komposit Partikel)	8
Gambar 2. 7 Sandwich Structural & laminate Structural.....	9
Gambar 2. 8 Anyaman Twill.....	10
Gambar 2. 9 Anyaman Random.....	11
Gambar 2. 10 Anyaman Plain	11
Gambar 2. 11 Kurva gaya tarik	13
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian	19
Gambar 3. 2 Mesin Uji Tarik	20
Gambar 3. 3 Alat Uji Impak.....	20
Gambar 3. 4 Timbangan Digital	21
Gambar 3. 5 Cetakan Komposit Uji Tarik	22
Gambar 3. 6 Cetakan Komposit Uji Impak.....	22
Gambar 3. 7 Resin Polyester	23
Gambar 3. 8 Serat Resam.....	23
Gambar 3. 9 Wax	24
Gambar 3. 10 Serat Pinang.....	24
Gambar 3. 11 Standard ASTM D638 Tipe 1	25
Gambar 3. 12 Standard ISO 179-1	28
Gambar 4. 1 Spesimen Uji Impak	34
Gambar 4. 2 Spesimen Uji Tarik.....	34
Gambar 4. 3 Proses Pengujian Impak Spesimen Uji.....	35
Gambar 4. 4 Hasil Patahan Pengujian Impak.....	35

Gambar 4. 5 Proses Pengujian Tarik Spesimen Uji 36

Gambar 4. 6 Hasil Patahan Pengujian Tarik 36



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Daftar Riwayat Hidup

Lampiran 2 Proses Penelitian

Lampiran 3 Tabel-T

Lampiran 4 Form Monitoring Proyek Akhir

Lampiran 5 Form Bimbingan Proyek Akhir

Lampiran 6 Form Revisi Proyek Akhir

Lampiran 7 Form Bukti Plagiasi

Lampiran 8 Form Bukti Publikasi



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Seiring berkembangnya teknologi sekarang dan kemajuan di bidang industri memberikan efek positif sehingga banyak teknologi baru diciptakan yang menyebabkan permintaan logam dibidang industri tersebut meningkat. Permintaan bahan logam untuk produksi logam didunia industri meningkat pesat sehingga ketersediaan bahan baku logam di alam mengalami penurunan yang sangat pesat juga. Penggunaan serat banyak digunakan diberbagai industri karena dinilai lebih menguntungkan juga dapat mengurangi biaya produksi dan memiliki ketersediaan yang melimpah. Oleh karena itu di butuhkan bahan yang dapat menggantikan penggunaan logam tersebut. Sehingga dicarilah bahan dengan sifat mekanik yang baik dan ramah lingkungan, tahan korosi, serta bahan baku yang mudah didapat dari alam. Salah satu bahan yang sesuai dengan keteria di atas adalah bahan komposit (Hestiawan & Fauzi, 2014).

Komposit adalah sistem yang terbagi menjadi dua atau lebih dan digabungkan ke dalam suatu material atau lebih yang berbeda dan di dalam suatu komposisi material tidak dapat larut satu sama lain. Pada umumnya komposit merupakan bahan yang memiliki sifat yang berbeda dari komponen lain dan memiliki kelebihan dan kekurangan sendiri (Iskandar Fajri & Sugiyanto, 2013).

Penggunaan serat banyak digunakan berbagai industri karena dinilai lebih menguntungkan juga dapat mengurangi biaya produksi dan memiliki ketersedian melimpah. Tumbuhan resam merupakan tumbuhan yang hidup di area lembab dan umumnya tumbuh menjalar ke pepohonan dan tebing-tebing, tumbuhan ini tumbuh hampir di seluruh wilayah Indonesia (Rodiawan et al., 2017). Tumbuhan ini umumnya digunakan untuk membuat anyaman kopiah atau sungkok. Namun di dunia teknik serat resam juga dapat digunakan untuk menjadi bahan campuran komposit. Penggunaan serat resam sebagai bahan penguat komposit sangat jarang ditemukan padahal serat resam memiliki sifat mekanis yang sangat bagus. Data

dari salah satu penelitian yang dilakukan pada serat resam menyatakan bahwa rata-rata hasil penelitian menunjukkan penggunaan serat resam pada komposit mengalami peningkatan pada kekuatan tarik walaupun tidak kontinu, nilai maksimum uji tarik yaitu 30,750 Mpa. Sedangkan pada pengujian *Impak* terjadi penurunan secara kontinu, nilai maksimum uji *Impak* yaitu 54,14 KJ/m² (Herwandi Robert, 2015).

Selain tumbuhan resam tumbuhan pinang juga bisa digunakan sebagai bahan campuran komposit, karena pohon pinang memiliki banyak manfaatnya dalam kehidupan sehari-hari dan juga dapat memiliki banyak manfaat untuk industri kecil maupun besar. Tanaman ini sering kali di ekspor ke negara di Asia karena memiliki suatu produk yang paling unggul yaitu bijinya yang kering ataupun buahnya yang kering (Betan et al., 2014).

Berdasarkan uraian di atas dan penelitian yang telah ada. Maka dari itu telah di tentukan bahwa penelitian ini akan berfokus pada perbedaan rata-rata disetiap perlakuan yang dilakukan pada uji tarik dan uji *impak*.

1.2 Rumusan Masalah

Terdapat rumusan masalah yang diangkat pada penelitian ini yaitu apakah terdapat perbedaan rata-rata kekuatan tarik dan *impak* pada setiap perlakuan yang dilakukan pada uji tarik dan *impak*.

1.3 Tujuan Penelitian

Sehubungan dengan rumusan masalah yang diangkat, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan rata-rata kekuatan tarik dan *impak* pada setiap perlakuan yang dilakukan pada uji tarik dan uji *impak*.

1.4 Batasan Masalah

1. Serat yang digunakan merupakan serat resam dan serat pinang.
2. Analisis yang dilakukan menggunakan uji beda.
3. Alkalisasi NaOH dengan kadar 2% selama 2 jam.
4. Varian Fraksi volume 10:25, 10:30, dan 10:35 dengan resin 65, 60, dan 55

5. Resin yang digunakan Polyester Yukalac 157 BQTN dicampur katalis.
6. Teknik anyaman serat resam adalah anyaman *plain* dan teknik anyaman serat buah pinang adalah anyaman *random* dengan posisi horizontal.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini tentunya memiliki manfaat yang diuraikan sebagai berikut:

1. Penelitian ini akan menjadi sebuah referensi untuk penelitian yang akan datang menggunakan serat resam dan serat pinang dengan resin *polyester* pada komposit.
2. Dapat menjadi ilmu pengetahuan baru pada bidang matrial komposit.
3. Bagi akademik sebagai bahan referensi untuk melakukan penelitian lebih lanjut untuk menuju kesempurnaan.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Serat

Serat atau *fiber* adalah bagian penahan beban utama dari material komposit. Kekuatan komposit sangat bergantung pada kekuatan serat yang menyusun komposit tersebut. Serat berfungsi sebagai penentu sifat material seperti keuletan, kekuatan, sifat mekanik dan kekakuan. Dari segi ukuran, jika diameter material serat semakin kecil, maka semakin kuat kompositnya dan sebaliknya. Semakin kecil material (diameter serat mendekati ukuran kristal), maka semakin kuat material tersebut karena bebas dari cacat. (Diharjo, 2006).

Serat bisa didapatkan dari berbagai sumber salah satunya dari alam yang biasa disebut dengan serat alam. Maksud dari serat alami adalah serat yang diperoleh langsung dari alam. Paling sering dalam bentuk serat yang diperoleh langsung dari tumbuhan dan hewan. Beberapa serat alam yang awam digunakan adalah serat buah pinang, resam, pelepah pisang, sabut kelapa, sutra, wol dan lain sebagainya yang walaupun serat alam tersebut memiliki beberapa kekurangan.

Penelitian ini hanya terfokus pada penggunaan serat alam yang berasal dari tumbuhan yaitu serat resam dan buah pinang. Penjelasan kedua serat tersebut secara spesifik seperti dibawah ini.

2.1.1 Serat Resam

Resam (*Dicranopteris linearis*) adalah kerabat tanaman rumpai, tanaman asli daerah tropis. Pada tumbuhan ini yang menjadi sumber serat adalah pada batangnya dan merupakan bahan baku kerajinan songkok di Bangka Belitung. Selain itu, batang resam yang sudah dikupas dapat digunakan sebagai tali, karena memiliki kelebihan sulit untuk dipatahkan dan memiliki kekuatan tarik yang cukup tinggi. (Marbawi & Gunawan, 2015).

2.1.2 Serat Pinang

Tanaman pinang merupakan tanaman yang tersebar luas di Indonesia. Pada tahun 2018, Sumatera Utara sendiri memiliki 6.175,57 hektar perkebunan pinang dengan produksi 4.089,77 ton. Selain ketersediaannya yang melimpah, serat pinang menarik untuk diteliti sebagai penguat komposit karena beberapa keunggulannya. Salah satu keunggulan serat pinang dibanding serat alam lainnya adalah adanya trikoma pada permukaan serat. Trikoma ini dapat mempengaruhi kekasaran permukaan serat dan meningkatkan ikatan antara serat dan matriks. (Agustiar et al., 2021).

2.2 Komposit

2.2.1 Pengertian Komposit

Material komposit adalah sistem dari dua bagian atau lebih yang diikat menjadi satu dalam satu atau lebih material yang berbeda sehingga material-material tersebut tidak dapat larut satu sama lain. Secara umum, komposit adalah material yang memiliki sifat berbeda dari komponen lainnya dengan kekuatan dan kelemahannya masing-masing. Dalam hal ini, tentu saja kombinasi tersebut tidak terbatas pada bahan matriks (Iskandar Fajri & Sugiyanto, 2013).

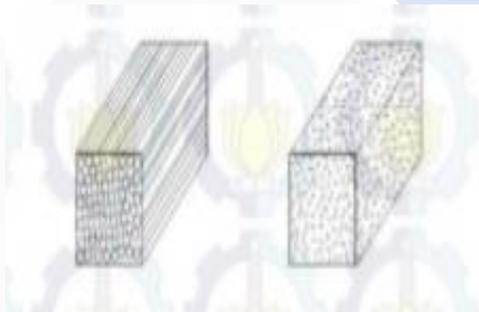
Material komposit adalah bahan yang dalamnya terdiri dari beberapa campuran atau kombinasi dari dua atau lebih unsur utama yang berbeda dalam morfologi dan komposisi material yang tidak dapat dipisahkan. Keunggulan material komposit ini dibandingkan dengan material logam adalah ringan namun kuat, mudah dibentuk, ketahanan terhadap korosi, untuk material komposit semacam ini tentunya memiliki kekuatan dan ketangguhan yang membuat komposit menjadi lebih baik. Material komposit terdiri dari *filler* dan matriks. *Filler* ini merupakan komponen komposit yang berperan sebagai bahan penguat dan merupakan bagian penting dalam menentukan sifat-sifat material komposit. Pengisi ini terbagi menjadi bahan alami dan bahan buatan. (A. Palan, R. Papang, L. Salam, 2018).

2.2.2 Klasifikasi Komposit Berdasarkan Jenis Penguatnya

Pada (Huda, 2016) mengklasifikasi komposit berdasarkan jenis penguatnya antara lain:

2.2.2.1 *Fibrous Composites* (Komposit Serat)

Fibrous composites adalah jenis material komposit yang terdiri dari lapisan serat. Serat yang digunakan adalah serat kaca, serat karbon, dan serat aramid (poliamid). Serat-serat ini tersusun secara acak atau dengan pengenalan tertentu dan bahkan mungkin ada dalam bentuk yang lebih kompleks, yaitu serat anyaman. (Moachammad Heru rahmanto, 2019). Komposit serat dapat dilihat pada gambar 2.1.



Gambar 2. 1 *Fibrous Composit (komposit serat)*(Hazmi, 2016)

Komposit berpenguat serat diatas, dapat dibedakan kembali menjadi beberapa bagian yaitu :

1. Komposit Serat Berurutan



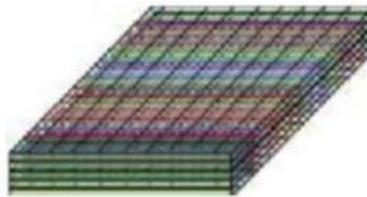
Gambar 2. 2 *Komposit Serat Berurutan*

(Widiarta, I. W., Nugraha, I. N. P., & Dantes, 2018)

Pada atau disebut dengan (*Continuous Fiber Composites*) memiliki sebuah lamina. Dimana lamina tersebut terbentuk oleh susunan serat lurus serta panjang. Lamina yang terbentuk terselimuti oleh matrik.

2. Komposit Serat Anyaman

Pada komposit serat anyaman atau disebut *Woven Fiber Composites* dengan apabila dilihat nilai kekakuan dan kekuatan maka tipe ini tidak sebaik dengan tipe komposit serat berurutan.

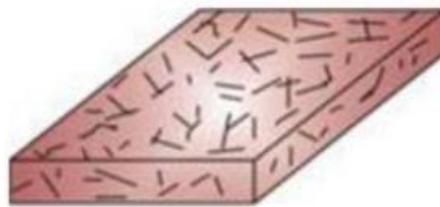


Gambar 2. 3 Komposit Serat Anyaman

(Widiarta, I. W., Nugraha, I. N. P., & Dantes, 2018)

3. Komposit serat pendek

Pada komposit serat pendek adalah serat yang digunakan secara susunan acak dengan potongan serat yang pendek. Jenis komposit ini terdapat pada gambar 2.4.



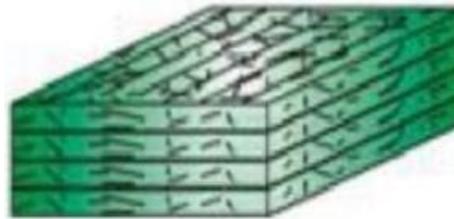
Gambar 2. 4 Komposit Serat Pendek

(Widiarta, I. W., Nugraha, I. N. P., & Dantes, 2018)

4. Komposit Gabungan

Pada komposit gabungan adalah serta yang dibuat untuk meminimalisir kekurangan pada dua tipe sebelumnya. Prose pembuatan serat pada tipe ini

dengan cara menggabungkan serat secara berurutan dengan tipe komposit secara acak dalam satu material.

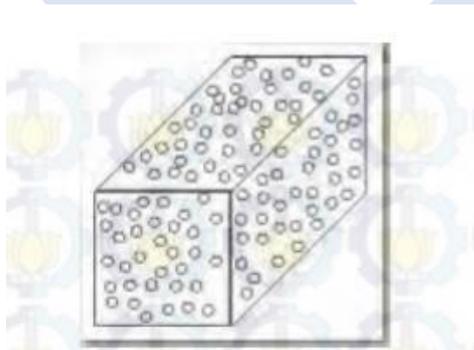


Gambar 2. 5 Komposit Gabungan

(Widiarta, I. W., Nugraha, I. N. P., & Dantes, 2018)

2.2.2.2 Particulate Composit (Komposit Partikel)

Komposit partikulat adalah jenis komposit yang matriksnya memiliki bahan pengisi material lain sebagai penguat dalam bentuk serbuk atau butiran. Pada komposit partikulat, material pengisi terdistribusi secara acak atau tidak terkontrol dengan baik. Pengaruh partikel pada sifat mekanik komposit halus dan kecil terdistribusi secara acak di dalam matriks. Menambahkan partikel sebagai bahan penguat dapat mencegah deformasi dan gerakan dislokasi pada material (Hazmi, 2016).

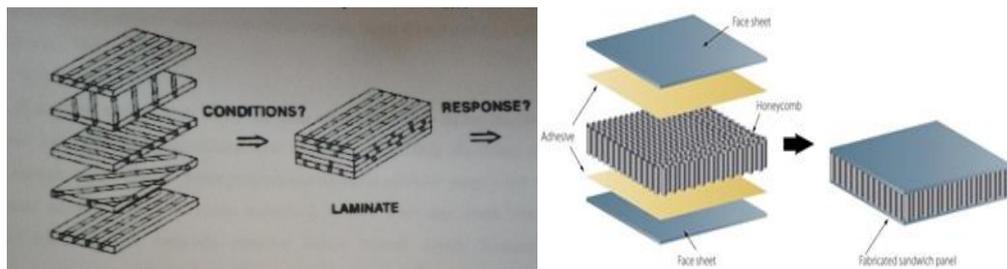


Gambar 2. 6 Particulate Composit (Komposit Partikel)

(Hazmi, 2016)

2.2.2.2 Structural Composit

Komposit struktural adalah sebuah bahan komposit yang tersusun dari kekuatan-kekuatan berupa lembaran. Berdasarkan strukturnya, material komposit ini dibagi menjadi *structural sandwich* dan *structural laminate*. Struktur dari *Structural Laminate* dan *Structural Sandwich* ditunjukkan pada gambar 2.7.



Gambar 2. 7 Sandwich Structural & laminate Structural

(Ronald F. Gibson, 1994)

2.2.3 Klasifikasi Komposit Menurut Komponen Matriks

Matriks dapat didefinisikan dalam teknologi komposit sebagai bahan yang berperan sebagai pengikat untuk memperkuat, melindungi, dan mendistribusikan beban dengan baik pada penguat komposit (Hazmi, 2016). Berdasarkan jenis matriksnya dapat dibedakan menjadi tiga jenis yaitu:

1. PMC (*Polymer Matrix Composite*) adalah komposit yang matriksnya memakai material polimer.
Contoh: *Glass Fiber Reinforced Polymer*) dan (*Carbon Fiber Reinforced Polymer*).
2. CMC (*Ceramic Matrix Composite*) adalah komposit yang matriksnya memakai material keramik.
Contoh: *Boron reinforced SiC*.
3. MMC (*Metal Matrix Composite*) adalah komposit yang memakai material logam sebagai matriks.
Contoh: *carbon reinforced aluminium*.

2.3 Pola Anyaman

Pola anyaman juga menjadi salah satu pengaruh terhadap kekuatan yang ada pada komposit selain pengrauh yang matriks dan penguat seratnya. Menurut (Kadir, 2014), terdapat 3 anyaman dasar yang sering dipakai dalam anyaman komposit seperti *twill*, *random*, dan *plain* dengan beberapa variasi.

2.3.1 Anyaman *Twill*

Anyaman *Twill* merupakan anyaman dasar yang kedua. Nama lain dari anyaman ini adalah anyaman *drill* atau *koper*. Anyaman *twill* memiliki garis diagonal yang tidak dapat dipotong meskipun diletakkan di atas permukaan kain. Jika garis miringnya dari kanan bawah ke kiri atas, termasuk ke dalam *left twill*. Apabila garis diagonal dari kiri bawah ke kanan atas disebut *right twill*. Garis diagonal yang dibentuk oleh benang lusi disebut *twill* lusi. Celah yang dibentuk oleh benang pakan disebut *twill* pakan. Garis-garis miring ini dibentuk pada 45° ke arah horizon. Gambar anyaman *twill* dapat dilihat pada gambar.



Gambar 2. 8 Anyaman *Twill*

(Kadir & Hijau Bumi Tridarma Andounohu Kendari, 2014)

2.3.2 Anyaman *Random*

Anyaman *random* adalah sebuah proses menganyam dengan mengatur serat bahan dalam suatu produk agar tersusun tidak teratur secara acak atau secara acak. Fungsi dari anyaman *random* untuk meningkatkan kekuatan dan kelenturan suatu bahan, terutama bahan komposit seperti *fiberglass* atau karbon. Selain itu, anyaman ini juga dapat digunakan untuk meminimalisir risiko keretakan atau pecah pada sebuah komposit. Anyaman *random* ini dapat

membuat produk menjadi lebih kuat dan tahan lama.

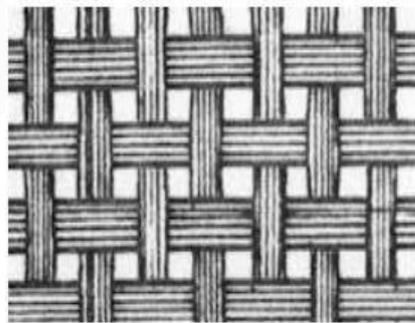


Gambar 2. 9 Anyaman Random

(Kadir & Hijau Bumi Tridarma Andounohu Kendari, 2014)

2.3.3 Anyaman Plain

Anyaman *plain* adalah proses anyaman paling sederhana, paling tua serta paling sering digunakan. Tingkat kesulitan dari penggunaan anyaman ini adalah yang paling rendah dari semua jenis anyaman lainnya. Namun, anyaman ini memiliki jumlah persilangan terbanyak dibandingkan jenis anyaman lainnya. Selain itu, jenis ini sering dikombinasikan dengan elemen desain dari gaya anyaman lainnya. Gambar anyaman ini terdapat pada gambar 2.10.



Gambar 2. 10 Anyaman Plain

(Kadir & Hijau Bumi Tridarma Andounohu Kendari, 2014)

2.4 Resin Polyester

Resin *Polyester* merupakan resin yang kondisi lembab serta tahan terhadap sinar matahari. terhadap lembab dan sinar matahari, kemampuan tahan cuaca sangat baik akan tetapi sifat tembus cahaya akan rusak dalam beberapa tahun. Resin ini merupakan resin sintesis yang terbentuk oleh reaksi asam organik dibasic dan alkohol polihidrik serta merupakan resin tidak jenuh (Pernandos &

Kaidir, 2020). Resin ini memiliki tingkat kekentalan cairan yang rendah dan mampu mengeras pada kondisi suhu biasa. Rachman (2022) dalam penelitiannya menyatakan bahwa resin *polyester* memiliki kekentalan cairan yang rendah yang mengeras di suhu kamar. Temperatur penggunaan resin telah dinyatakan pada (Fahmi & Hermansyah, 2011) yang dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 2. 1 Temperature Penggunaan Resin

Resin	Temperatur Maksimum (°C)
<i>Polyester</i>	Temperatur Ruang
<i>Epoxy</i>	200
<i>Phenolics</i>	260
<i>Polimides</i>	300
<i>Polibeninidazole</i>	300

Pulungan (2017) menyatakan bahwa resin *polyester* bisa diformulasikan dengan material selain resin itu sendiri seperti material termoset. Sifat material termoset dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 2. 2 Sifat Material Termoset

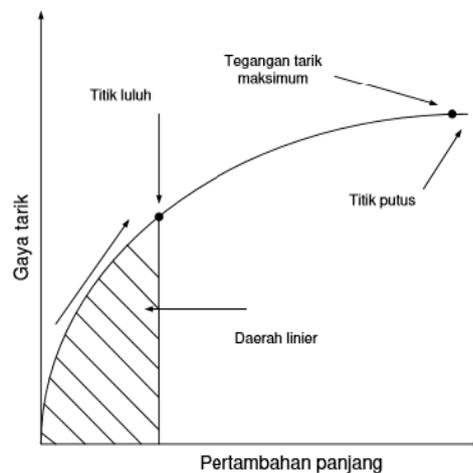
Resin Material	Density (g/cm³)	Tensile Modulus MPa (106 psi)	Tensile Strength MPa (103 psi)
<i>Epoxy</i>	1.2-1.4	2.5-5.0 (0.36- 0.72)	50-110 (7.2-16)
<i>Phenolic</i>	1.2-1.4	2.7-4.1 (0.4-0.6)	35-60 (5-9)
<i>Polyester</i>	1.2-1.4	1.6-4.1 (0.23-0.6)	35-95 (5.0-13.8)

2.5 Pengujian Komposit

2.5.1 Uji Tarik

Uji Tarik merupakan proses pengujian pada sifat mekanik untuk mengetahui tegangan tarik dan perpanjangan serat pada komposit menggunakan

mesin uji tarik. Pada proses ini material komposit diberi beban dengan cara ditarik perlahan sehingga material tersebut putus. Setelah peroses uji tarik selesai maka mesin uji tarik akan membaca keuletan, elastistas, dan titik putus maksimum dalam bentuk angka maupun grafik (Hazmi, 2016). Menurut Denti Robert Salindeho dkk (2013) nilai perbandingan pertambahan panjang (ΔL) dan panjang awal spesimen uji (L_0) disebut dengan deformasi. Apabila dianalogikan kedalam kurva gaya pada proses pengujian tarik dapat dilihat pada Gambar berikut.



Gambar 2. 11 Kurva gaya tarik

(Denti Robert Salindeho , Jan Soukota, 2013)

Untuk menghitung suatu tegangan tarik beserta hubungan gaya tarik dengan pertambahan panjang (William D. Callister, J. 2007) telah menetapkan rumus yang mana sebagai berikut.

1. Kekuatan Tarik (σ_v)

$$\sigma_v = \frac{\text{Beban}(F)}{\text{Luas penampang}(A_0)} \text{ (MPa)} \dots\dots\dots(2.1)$$

2. Regangan (ϵ)

$$\epsilon = \frac{\text{Perubahan Panjang}(\Delta L)}{\text{Panjang Awal}(L_0)} \times 100\% \dots\dots\dots(2.2)$$

3. Modulus elastisitas/Modulus young (E)

$$E = \frac{\text{Kekuatan Tarik}(\sigma_v)}{\text{Regangan Tarik}(\epsilon)} \text{ (MPa)} \dots\dots\dots(2.3)$$

2.5.2 Uji Impak

Uji impak adalah proses dalam pengujian yang dilakukan untuk mengetahui nilai ketangguhan dari komposit (Herwandi Robert, 2015). Pengujian impak ini merupakan suatu proses pengujian dimana beban secara cepat langsung menuju spesimen uji. Sesuai dengan standar yang telah ditetapkan, pada proses pengujian impak terdapat 2 metode yang dapat digunakan yaitu metode *izzod* dan metode *charpy*.

Pada metode *izzod* memiliki penampang yang berbentuk lingkaran dengan takik v berada pada ujung yang dijepit. Pada pengujian impak metode *izzod* ini, umumnya dilakukan hanya pada temperatur ruang serta hanya untuk material yang didesain dengan fungsi sebagai cantilever. Perbedaan dengan metode *charpy* terdapat pada peletakan specimen uji.

Pada penelitian ini metode pengujian impak yang digunakan adalah metode *charpy*. Metode *charpy* adalah suatu metode pengujian impak *charpy* dimana spesimen uji dikondisikan secara termal dan diletakkan pada penyangga spesimen uji terhadap landasan kemudian pendulum dilepaskan tanpa getaran dan spesimen uji terkena benturan oleh pendulum. Prinsip dari pengujian impak adalah menghitung energi yang dapat diserap oleh benda yang diuji dan menghitung energi yang diberikan oleh pembebanan. Energi yang diserap harus diambil sebagai perbedaan antara energi pada komponen struktur yang menumbuk pada saat tumbukan dengan benda uji dan energi yang tersisa setelah patah benda uji. Nilai energi yang diserap ini ditentukan oleh alat penunjuk yang telah dikoreksi untuk kerugian gesekan total (ASTM E23-18, 2019).

Besarnya suatu nilai impak yang didapatkan dari hasil pengujian impak dapat dihitung menggunakan persamaan berikut.

$$E = m \cdot g \cdot r (\cos\beta^\circ - \cos\alpha^\circ) \dots\dots\dots(2.4)$$

Dimana:

- E : Energi Impak (Joule = $\frac{kg \cdot m^2}{s^2}$)
- m : Berat Pendulum (kg)
- g : Gravitasi 9,81 m/s²
- r : Jarak lengan pengayun (m)

$\cos\alpha$: Sudut posisi awal pendulum

$\cos\beta$: Sudut posisi akhir pendulum

Apabila nilai E sudah didapatkan, maka langkah selanjutnya adalah membagikan nilai E dengan luas penampang dibawah takikan spesimen uji dengan rumus sebagai berikut:

$$HI = \frac{E}{A} \text{ (Joule/mm}^2\text{)} \dots\dots\dots(2.5)$$

Dimana:

HI : Nilai impak (Joule/mm²)

E : Energi Impak (Joule)

A : Luas penampang (mm²)

2.6 Uji Beda

Uji beda atau uji perbedaan adalah suatu teknik analisis data yang terfokus pada rata-rata hasil penelitian. Uji ini digunakan untuk mengetahui ada atau tidaknya perbedaan rata-rata antara dua buah data. Dua kelompok sampel uji tersebut perbedaannya antara dua kelompok tersebut diuji untuk mengetahui apakah terjadi perbedaan antara rata-rata dua kelompok sampel. Apabila standar deviasi tidak diketahui serta jumlah sampel < 30, maka uji-t dilakukan untuk mengetahui perbedaan rata-rata dua kelompok yang disebut dengan t hasil perhitungan. Dimana pada proses uji beda ini hal langkah awal yang harus dilakukan adalah menentukan standard deviasi pada data masing-masing perlakuan yang telah didapatkan. Untuk mengetahui nilai standard deviasi dapat diketahui dengan persamaan berikut.

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x}_1)^2}{n-1}} \dots\dots\dots(2.6)$$

Dimana:

s : Standar deviasi

n : Jumlah sampel

$\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x}_1)^2$: Jumlah $x_1 - \text{rerata pangkat 2}$

Selanjutnya adalah mengetahui nilai standard deviasi gabungan. Nilai tersebut merupakan standard deviasi dari dua perlakuan yang akan dilakukan analisis uji beda. Untuk mengetahui nilai standard deviasi gabungan tersebut dapat diketahui dengan persamaan berikut.

$$S_p^2 = \frac{(n_1-1)S_1^2 + (n_2-1)S_2^2}{n_1+n_2-2} \dots\dots\dots(2.7)$$

Dimana:

- n_1 : Standar deviasi perlakuan ke-1
- n_2 : Standar deviasi perlakuan ke-2
- S_1^2 : Standar deviasi perlakuan pertama
- S_2^2 : Standar deviasi perlakuan kedua

Apabila kedua nilai sebelumnya telah diketahui, maka nilai t hasil perhitungan dapat ditentukan. Untuk mengetahui nilai t perhitungan dapat diketahui dengan persamaan berikut.

$$t_{independent} = \frac{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2)}{\sqrt{S_p^2 \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right)}} \dots\dots\dots(2.8)$$

Dimana:

- $t_{independent}$: Nilai t_{hitung}
- \bar{x}_1 : Rata-rata sampel ke-1
- \bar{x}_2 : Rata-rata sampel ke-2
- S_p^2 : Standar deviasi perlakuan
- n_1 : Standar deviasi perlakuan ke-1
- n_2 : Standar deviasi perlakuan ke-2

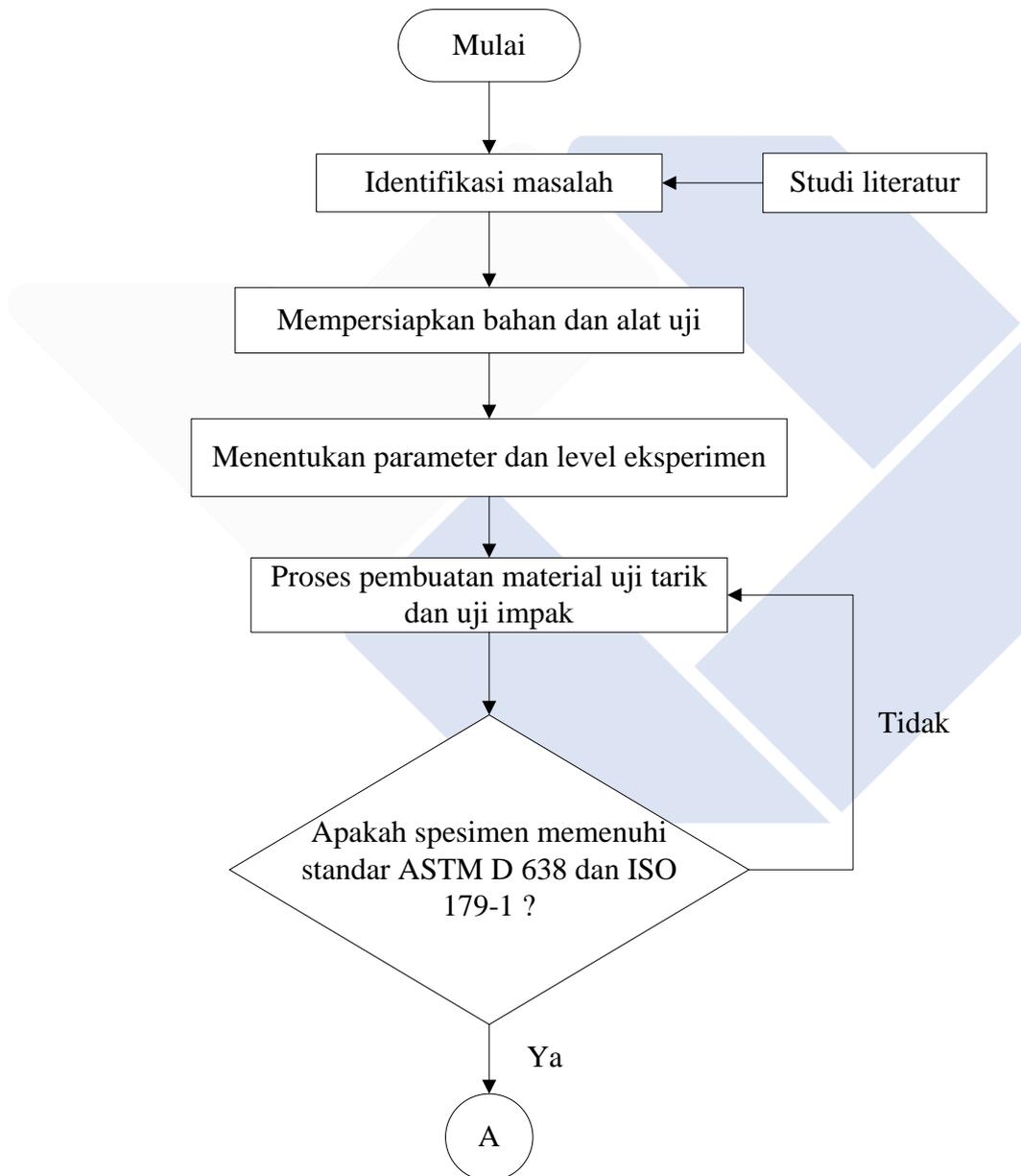
Sehingga nilai t hitung yang didapatkan pada penelitian ini dilakukan perbandingan dengan nilai yang terdapat pada tabel t. Kesimpulan yang akan didapatkan adalah :

- Apabila nilai $t_{hitung} > t_{tabel}$ maka rata-rata kedua kelompok perlakuan berbeda.
- Apabila nilai $t_{hitung} < t_{tabel}$ maka rata-rata kedua kelompok perlakuan tidak berbeda.

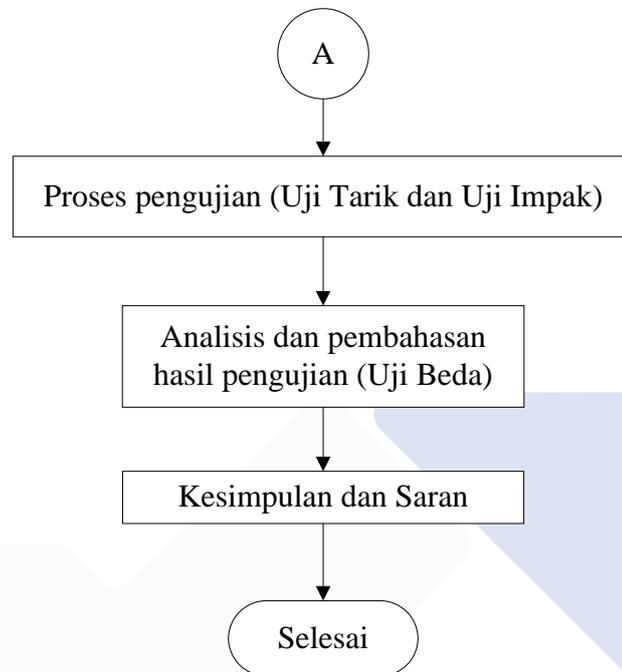


BAB III
METODE PELAKSANAAN

3.1 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3. 2 Lanjutan Diagram Alir Penelitian

3.2 Studi Literatur

Studi literature bertujuan untuk mencari informasi tentang masalah yang diteliti baik berupa penelitian terdahulu, jurnal ilmiah, *handbook* , *manual book*, maupun dari internet yang relevan dengan masalah yang diteliti. Tujuan dari tinjauan pustaka ini adalah untuk mendapatkan materi teoritis dan konseptual yang dapat digunakan sebagai dasar atau kerangka untuk menjelaskan masalah.

3.3 Alat dan Bahan

3.3.1 Alat Penelitian

Adapun peralatan yang dibutuhkan dalam proses penelitian ini yaitu:

- a. Mesin Uji Tarik

Mesin Uji Tarik yang digunakan dalam penelitian ini adalah Mesin *Universal Testing Machining* merek *ZwickRoell Z020 tipe Xforce K*. Mesin Uji Tarik dapat dilihat pada Gambar 3.3 berikut.



Gambar 3. 3 Mesin Uji Tarik

b. Alat Uji *Impak*

Alat uji *Impak* yang digunakan adalah alat uji *Impak* merk GOTECH GT-7045 yang merupakan alat uji *Impak charpy* dengan kapasitas 150 kg/cm. Alat uji *impak* dapat dilihat pada Gambar 3.4 berikut.



Gambar 3. 4Alat Uji Impak

Berikut adalah spesifikasi dari alat uji *Impak* yang digunakan.

Tabel 3. 1 Spesifikasi Alat Uji Impak

Berat Pendulum (m)	2,5 Kg
Jarak lengan pengayun (r)	0,4 m
Sudut sisi awal pendulum (α)	150°

c. T

imbangan Digital

Timbangan digital digunakan untuk menimbang bahan-bahan pembuatan komposit sehingga persentase komposisinya tepat dan tidak terjadi kesalahan. Timbangan digital dapat dilihat pada Gambar 3.5 berikut.



Gambar 3. 2 Timbangan Digital

d. Cetakan Spesimen

Cetakan spesimen yang digunakan adalah cetakan yang berbahan dasar dasar silicon dan logam dengan standar yang telah ditentukan yaitu. Cetakan spesimen uji dapat dilihat pada Gambar berikut.



Gambar 3.3 Cetakan Komposit Uji Tarik



Gambar 3.4 Cetakan Komposit Uji Impak

e. Wadah dan alat pengaduk resin

Wadah resin bisa menggunakan gelas plastik bekas air mineral, botol plastik, dan wadah bekas lainnya. Sedangkan untuk alat pengaduk resin bisa menggunakan sedotan plastik atau benda apapun yang berukuran kecil. Hal ini dikarenakan jika alat pengaduknya memiliki ukuran yang besar, bisa membuat resin yang diaduk menempel pada alat tersebut.

f. Alat bantu: penggaris, gunting, jangka sorong

3.3.2 Bahan Penelitian

Adapun bahan-bahan yang digunakan dalam proses penelitian ini yaitu:

a. Resin *Polyester*

Resin yang digunakan pada penelitian ini adalah resin *polyester*, hal ini dikarenakan resin *polyester* telah banyak diaplikasikan pada perabotan rumah tangga ataupun pada alat-alat lain.



Gambar 3.5 Resin Polyester

b. Serat Resam

Serat alam yang digunakan pada penelitian ini adalah serat resam. Karena serat resam ini tidak banyak dilakukan penelitian.



Gambar 3.6 Serat Resam

c. Wax

Wax yang digunakan yaitu jenis *mirror glaze* yang berfungsi untuk melapisi bidang cetakan, agar serat dan resin tidak menempel pada cetakan saat mengeras



Gambar 3.7 Wax

d. Serat pinang

Serat pinang ini digunakan karena ia adalah material yang menjanjikan karena harganya yang murah, ketersediaannya yang melimpah, dan potensi panen yang tinggi.



Gambar 3.8 Serat Pinang

3.4 Proses Pembuatan Spesimen Uji

Proses pembuatan spesimen uji komposit berbahan serat resam dan serat pinang sebagai bahan penguat komposit. Faktor yang digunakan pada pembuatan spesimen uji adalah sebagai berikut:

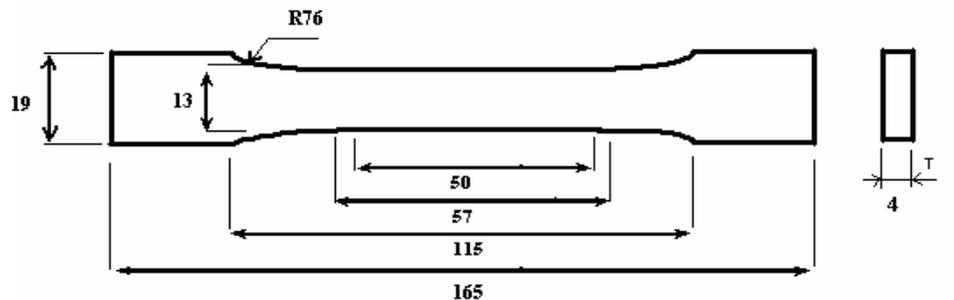
Diketahui:

- Densitas = $0,17 \text{ g/cm}^3$
- Massa jenis Polyster = $1,215 \text{ g/cm}^3$
- Volume cetakan uji tarik standar ASTM D638-1 = $9,8 \text{ cm}^3$
- Volume cetakan uji *Impak standard* ISO 179-1 = $3,2 \text{ cm}^3$

3.4.1 Spesimen Uji Tarik

Model spesimen uji tarik dibuat berdasarkan standard ukuran sampel yang digunakan, dimana pada penelitian ini standard yang digunakan yaitu standard

ASTM D638 tipe 1. Gambar standard ASTM D638 tipe 1 dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 3. 9 Standard ASTM D638 Tipe 1

3.4.1.1 Perhitungan Rasio Spesimen Uji Tarik

Contoh perhitungan serat, resin dan katalis yang akan digunakan pada pengujian Tarik :

➤ Menghitung volume serat pinang dengan fraksi 10%

- Volume serat 10% = $10\% \times \text{volume cetakan}$
 $= 10/100 \times 3,2 \text{ cm}^3$
 $= 0,32 \text{ cm}^3$
- Massa serat = $\text{Volume serat} \times \text{Massa jenis serat}$
 $= 0,32 \text{ cm}^3 \times 0,17 \text{ g/cm}^3$
 $= 0,054 \text{ g}$

➤ Menghitung volume serat resam dengan fraksi 25%

- Volume serat 25% = $25\% \times \text{volume cetakan}$
 $= 25/100 \times 3,2 \text{ cm}^3$
 $= 0,8 \text{ cm}^3$
- Massa serat = $\text{Volume serat} \times \text{Massa jenis serat}$
 $= 0,8 \text{ cm}^3 \times 0,17 \text{ g/cm}^3$
 $= 0,136 \text{ g}$

➤ Menghitung *polyester* 65%

- Volume *polyester* = $\text{Fraksi volume Resin} \times \text{Volume cetakan}$

- $$= 65\% \times 3,2 \text{ cm}^3$$

$$= 2,08 \text{ cm}^3$$
- Massa *polyster* = Volume Resin × Massa jenis resin

$$= 2,08 \text{ cm}^3 \times 1,215 \text{ g/cm}^3$$

$$= 2,52 \text{ g}$$
- Massa Katalis = 2% × Massa *polyster*

$$= 2/100 \times 2,51 \text{ g}$$

$$= 0,05 \text{ g}$$

Hasil perhitungan diatas merupakan contoh perhitungan keseluruhan dengan fraksi volume 10%, perhitungan di atas disesuaikan untuk fraksi yang lainnya. Dan dari setiap persentase yang akan dibuat setiap 3 buah benda uji tarik, maka total benda uji tarik pada penelitian yang akan dilakukan adalah 27 benda uji tarik. Hasil perhitungan yang dilakukan dapat dilihat pada Tabel 3.2.

Tabel 3. 2 Hasil Perhitungan Rasio Volume Untuk Pengujian Tarik

No	Fraksi Volume Matriks, Serat Resam dan Serat pinang (%)	Berat Serat (g)	Berat Resin (g)	Katalis (g)
1	65 : 10 : 25	2,121	28,27	0,56
2	60 : 10 : 30	2,425	26,09	0,52
3	55 : 10 : 35	2,730	23,92	0,42
4	65 : 10 : 25	2,121	28,27	0,56
5	60 : 10 : 30	2,425	26,09	0,52
6	55 : 10 : 35	2,730	23,92	0,42
7	65 : 10 : 25	2,121	28,27	0,56

8	60 : 10 : 30	2,425	26,09	0,52
9	55 : 10 : 35	2,730	23.92	0,42

3.4.1.2 Proses Pembuatan Spesimen Uji Tarik

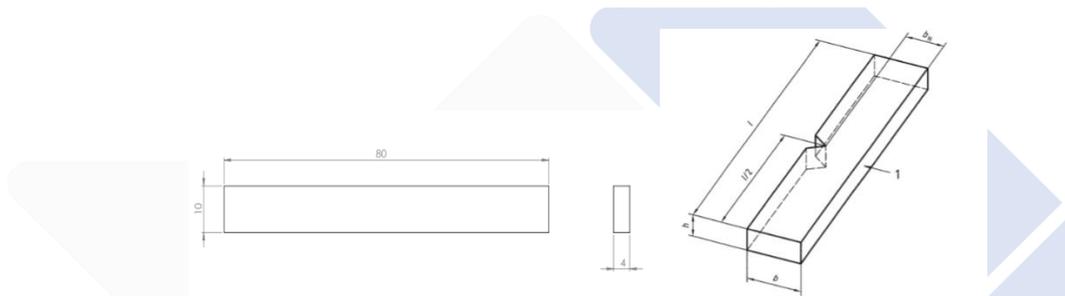
Berikut ini merupakan langkah-langkah yang harus dilakukan dalam proses pembuatan spesimen uji tarik:

- Persiapkan serat resam dan serat pinang yang telah kering setelah perendaman dengan NaOH selama 2 jam perendaman. Pada penelitian ini serat resam yang digunakan dibentuk menjadi anyaman *plain* dan serat buah pinang yang digunakan dibentuk menjadi anyaman *random* secara horizontal.
- Hitung massa bahan yang akan digunakan sesuai dengan parameter dan level eksperimen yang telah ditetapkan.
- Timbang bahan-bahan yang akan dilakukan pencetakan sesuai dengan hasil perhitungan yang didapatkan sebelumnya. (Pastikan timbangan digital telah dikalibrasi terlebih dahulu).
- Lapsi cetakan spesimen dengan *wax* agar ketika kering hasil spesimen uji tidak lengket pada cetakan.
- Susun serat resam dan pinang pada cetakan sesuai dengan presentase tetapkan, kemudiann masukan campuran resin dan katalis dengan presentase sesuai dengan ketetapan, yang telah diaduk secara merata kedalam cetakan yang telah diisi oleh serat resam dan serat buah pinang. Pastikan pada proses penuangan tidak ada udara yang terperangkap agar tidak terbentuknya rongga atau cacat pada spesimen.
- Tunggu hingga spesimen uji mengering. Apabila spesimen telah kering angkat spesimen dari cetakan secara perlahan kemudian berikan kode sesuai dengan persentase bahan yang terkandung didalamnya.

- Lakukan proses pencetakan secara berulang hingga jumlah spesimen uji yang diinginkan tercapai.

3.4.2 Spesimen Uji *Impak*

Model specimen uji *Impak* yang digunakan pada penelitian ini adalah sesuai dengan *standard* ISO 179-1 sesuai dengan yang telah ditetapkan pada (ISO 179-1, 2010). Gambar *standard* ISO 179-1 dapat dilihat pada Gambar 3.12 berikut.



Gambar 3. 10 Standard ISO 179-1

3.4.2.1 Perhitungan Rasio Spesimen Uji *Impak*

Contoh perhitungan serat, resin dan katalis yang akan digunakan pada pengujian *Impak* :

➤ Menghitung volume serat pinang dengan fraksi 10%

- Volume serat 10% = $10\% \times \text{volume cetakan}$
 $= 10/100 \times 3,2 \text{ cm}^3$
 $= 0,32 \text{ cm}^3$
- Massa serat = $\text{Volume serat} \times \text{Massa jenis serat}$
 $= 0,32 \text{ cm}^3 \times 0,17 \text{ g/cm}^3$
 $= 0,054 \text{ g}$

➤ Menghitung volume serat resam dengan fraksi 25%

- Volume serat 25% = $25\% \times \text{volume cetakan}$
 $= 25/100 \times 3,2 \text{ cm}^3$
 $= 0,8 \text{ cm}^3$

- Massa serat = Volume serat \times Massa jenis serat
 = $0,8 \text{ cm}^3 \times 0,17 \text{ g/cm}^3$
 = $0,136 \text{ g}$

➤ Menghitung *polyester* 65%

- Volume *polyester* = Fraksi volume Resin \times Volume cetakan
 = $65\% \times 3,2 \text{ cm}^3$
 = $2,08 \text{ cm}^3$
- Massa *polyester* = Volume Resin \times Massa jenis resin
 = $2,08 \text{ cm}^3 \times 1,215 \text{ g/cm}^3$
 = $2,52 \text{ g}$
- Massa Katalis = $2\% \times$ Massa *polyester*
 = $2/100 \times 2,51 \text{ g}$
 = $0,05 \text{ g}$

Hasil perhitungan diatas merupakan contoh perhitungan keseluruhan dengan fraksi volume 10%, perhitungan di atas disesuaikan untuk fraksi yang lainnya. Dan dari setiap persentase yang akan dibuat setiap 3 buah benda uji impact, maka total benda uji tarik pada penelitian yang akan dilakukan adalah 27 benda uji impact. Hasil perhitungan yang dilakukan dapat dilihat pada Tabel 3.3.

Tabel 3. 3 Hasil Perhitungan Rasio Volume Untuk Pengujian Impact

No	Fraksi Volume Matriks, Serat Resam dan Serat pinang (%)	Berat Serat (g)	Berat Resin (g)	Katalis (g)
1	65 : 10 : 25	0, 13	2,52	0,05
2	60 : 10 : 30	0, 21	2,33	0,04
3	55 : 10 : 35	0, 24	2,13	0,04

4	65 : 10 : 25	0, 13	2,52	0,05
5	60 : 10 : 30	0, 21	2,33	0,04
6	55 : 10 : 35	0, 24	2,13	0,04
7	65 : 10 : 25	0, 13	2,52	0,05
8	60 : 10 : 30	0, 21	2,33	0,04
9	55 : 10 : 35	0, 24	2,13	0,04

3.4.2.2 Proses Pembuatan Spesimen Uji *Impak*

Berikut ini merupakan langkah-langkah yang harus dilakukan dalam proses pembuatan spesimen uji *Impak*:

- Persiapkan serat resam dan serat pinang yang telah kering setelah perendaman dengan NaOH selama 2 jam perendaman. Pada penelitian ini serat resam yang digunakan dibentuk menjadi anyaman *plain* dan serat buah pinang yang digunakan dibentuk menjadi anyaman *random* secara horizontal.
- Hitung massa bahan yang akan digunakan sesuai dengan parameter dan level eksperimen yang telah ditetapkan.
- Timbang bahan-bahan yang akan dilakukan pencetakan sesuai dengan hasil perhitungan yang didapatkan sebelumnya. (Pastikan timbangan digital telah dikalibrasi terlebih dahulu).
- Lapsi cetakan spesimen dengan *wax* agar ketika kering hasil spesimen uji tidak lengket pada cetakan.
- Susun serat resam dan pinang pada cetakan sesuai dengan presentase tetapkan, kemudiann masukan campuran resin dan katalis dengan presentase sesuai dengan ketetapan, yang telah diaduk secara merata kedalam cetakan yang telah diisi oleh serat resam dan serat buah pinang. Pastikan pada proses penuangan tidak

ada udara yang terperangkap agar tidak terbentuknya rongga atau cacat pada spesimen.

- Tunggu hingga spesimen uji mengering. Apabila spesimen telah kering angkat spesimen dari cetakan secara perlahan kemudian berikan kode sesuai dengan persentase bahan yang terkandung didalamnya.
- Lakukan proses pencetakan secara berulang hingga jumlah spesimen uji yang diinginkan tercapai.

3.5 Proses Pengujian

3.5.1 Pengujian Tarik

Pada proses pengujian tarik langkah-langkah yang harus dilakukan dalam pengujian yaitu:

1. Siapkan spesimen uji tarik dan mesin uji tarik
2. Letakkan spesimen pada alat pengecam mesin uji tarik, untuk mengatur titik nol
3. Tekan dan tahan tombol untuk menggerakkan sisi kiri dari pengecam, kemudian atur sisi kanan pengecam dengan cara memutar eretan sebanyak 3/4 divisi agar cekaman lebih kuat
4. Cekam spesimen, lalu lakukan proses pengujian tarik

3.5.2 Pengujian *Impak*

Pada proses pengujian tarik langkah-langkah yang harus dilakukan dalam pengujian yaitu:

1. Siapkan spesimen uji *Impak* dan alat uji *Impak*
2. Kalibrasi alat uji *Impak* dengan cara mengatur jarum skala pengukur ke titik nol
3. Angkat pendulum pada alat uji *Impak*, lalu sangkutkan ke tuas pengait
4. Letakkan spesimen uji *Impak* pada tempat yang akan ditabrak oleh pendulum

5. Lepas tuas pengait sehingga pendulum berayun dan menghantam spesimen
6. Tunggu hingga pendulum berhenti berayun
7. Periksa skala pengukur dan simpan data hasil pengujian

3.6 Analisis dan Pembahasan

Analisis data yang digunakan merupakan analisis uji beda. Pada penelitian ini terdapat 3 perlakuan pada uji tarik dan uji impak. Dengan analisis ini akan diketahui perbedaan rata-rata pada setiap kelompok perlakuan diuji tarik dan uji impak.

3.7 Kesimpulan dan Saran

Setelah data selesai dilakukan analisis selanjutnya dibuatlah kesimpulan dan saran sebagai penutup pada laporan akhir ini.

BAB IV

PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian

Spesimen uji yang telah dicetak menggunakan serat pinang dan serat resam dengan menggunakan 3 varian perlakuan, selanjutnya dilakukan proses pengujian dampak dan pengujian tarik untuk mengetahui beda rata-rata setiap varian perlakuan fraksi volume serat resam dan serat pinang pada nilai kekuatan tarik dan nilai kekuatan dampak pada komposit. Pengujian dampak ini menggunakan mesin uji dampak merk GOTECH model GT – 7045 sedangkan untuk pengujian tarik dilakukan dengan mesin uji tarik merk Zwick Roell Z020 tipe Xforce K. Setelah data pengujian dampak dan pengujian tarik didapatkan, selanjutnya akan dilakukan analisis uji beda dan pengolahan data yang kemudian akan ditarik kesimpulan mengenai beda rata-rata nilai kekuatan dampak dan nilai kekuatan tarik terhadap spesimen uji.

4.2 Proses Pengambilan Data

Terdapat beberapa langkah yang harus dilakukan terlebih dahulu sebelum melakukan proses pengambilan data. Proses ini dilakukan secara urut agar nantinya penelitian ini mendapatkan hasil yang maksimal. Salah satu langkah yang pertama kali dilakukan adalah penentuan bahan melalui studi literatur dan penentuan persentase fraksi volume pencetakan sebagai perlakuan yang akan diuji beda. Setelah itu dilanjutkan dengan pencetakan spesimen uji dampak dan uji tarik sesuai dengan standarnya masing-masing. Untuk uji tarik menggunakan ASTM D 638 sedangkan uji dampak menggunakan ISO 179-1.

Spesimen uji dicetak menggunakan serat resam dan serat pinang menggunakan resin *polyester* dengan varian fraksi volume. Pencetakan dilakukan menggunakan sebuah cetakan yang sesuai dengan standar yang digunakan. Jumlah seluruh spesimen uji adalah berjumlah 54 spesimen uji dengan pembagian

27 buah spesimen uji tarik dan 27 buah spesimen uji impak dengan banyak masing-masing perlakuan adalah 9 spesimen uji. Berikut merupakan gambar spesimen uji yang telah dicetak.



Gambar 4. 1 Spesimen Uji Impak



Gambar 4. 2 Spesimen Uji Tarik

Setelah spesimen uji selesai dibuat, buatlah penanda nomor pada spesimen uji agar tidak tercampur antara presentase fraksi satu dengan yang lainnya. Langkah selanjutnya yang harus dilakukan adalah persiapan proses pengujian spesimen uji. Pada langkah ini akan dilakukan proses pengujian impak dan pengujian tarik. Maka dari itu persiapkan mesin uji impak dan uji tarik yang akan digunakan. Setelah mesin siap digunakan maka proses pengujian spesimen siap dilakukan.

Pengujian pertama yang akan dilakukan adalah pengujian impak menggunakan mesin GOTECH model GT-7045. Pengujian impak ini menggunakan metode *charpy* dimana pada saat posisi pencetakan spesimen uji diletakkan pada tumpuan dengan posisi horizontal dan arah takikan bertolak

belakang dengan arah datangnya pendulum. Setelah pendulum menabrak spesimen uji maka akan didapatkan sudut akhir pendulum yang nantinya akan dihitung untuk mengetahui nilai kekuatan impaknya. Berikut merupakan proses dari pengujian impak spesimen uji.



Gambar 4. 3 Proses Pengujian Impak Spesimen Uji



Gambar 4. 4 Hasil Patahan Pengujian Impak

Setelah dilakukan proses pengujian impak, selanjutnya dilakukan proses pengujian tarik sebagai pengujian kedua pada penelitian ini. Pada kali ini akan dilakukan pengujian tarik menggunakan jumlah yang sama dengan pengujian impak yaitu sebanyak 27 spesimen uji. Saat mesin sudah disiapkan dan dikalibrasi pencekamnya maka proses pengujian tarik siap dilakukan. Pengujian ini dilakukan

untuk mengetahui nilai batas kemampuan suatu spesimen pada saat ditarik. Berikut merupakan proses dari pengujian tarik spesimen uji.



Gambar 4. 5 Proses Pengujian Tarik Spesimen Uji



Gambar 4. 6 Hasil Patahan Pengujian Tarik

4.3 Hasil Pengujian

4.3.1 Hasil Pengujian Impak

Setelah dilakukan proses pengujian impak dari 27 spesimen uji yang menggunakan varian fraksi volume serat resam dan serat pinang, maka akan didapatkan nilai kekuatan impak. Akan tetapi sebelum nilai kekuatan impak didapatkan, pengujian ini akan menghasilkan nilai β atau sudut akhir pendulum pada saat menabrak spesimen uji.

4.3.1.1 Nilai β Pengujian Impak

Nilai sudut akhir pendulum yang dihasilkan pada pengujian impak spesimen uji dapat dilihat pada tabel 4.1 sebagai berikut.

Tabel 4. 1 Nilai Sudut Akhir(β °) Pengujian Impak

No.	Level	Fraksi Volume (%)			Nilai Pengujian Impak (β °)
		Matriks	Serat Resam	Serat Pinang	
1	1	65	25	10	125°
2	1	65	25	10	134°
3	1	65	25	10	135°
4	1	65	25	10	139°
5	1	65	25	10	139°
6	1	65	25	10	136°
7	1	65	25	10	139°
8	1	65	25	10	136°
9	1	65	25	10	133°
10	2	60	30	10	140°
11	2	60	30	10	140°
12	2	60	30	10	141°
13	2	60	30	10	141°
14	2	60	30	10	143°
15	2	60	30	10	142°
16	2	60	30	10	142°
17	2	60	30	10	142°
18	2	60	30	10	142°
19	3	55	35	10	137°
20	3	55	35	10	140°
21	3	55	35	10	134°
22	3	55	35	10	140°

No.	Level	Fraksi Volume (%)			Nilai Pengujian Impak (β°)
		Matriks	Serat Resam	Serat Pinang	
23	3	55	35	10	134°
24	3	55	35	10	134°
25	3	55	35	10	136°
26	3	55	35	10	140°
27	3	55	35	10	134°

4.3.1.1 Perhitungan Nilai Kekuatan Impak

Besaran nilai kekuatan impak dapat diketahui dengan rumus 2.4 pada bahasan sebelumnya. Perhitungan nilai kekuatan impak dari hasil pengujian adalah sebagai berikut.

Perlakuan 1 :

$$1. E = m \times g \times r(\cos\beta - \cos\alpha)$$

$$E = 2,5 \text{ kg} \times 9,81 \text{ m/s}^2 \times 0,4 \text{ m} (\cos 132^\circ - \cos 150^\circ)$$

$$E = 2,5 \text{ kg} \times 9,81 \text{ m/s}^2 \times 0,4 \text{ m} (\cos 132^\circ - \cos 150^\circ)$$

$$E = 9,81 \text{ m/s}^2 (-0,66913 - (-0,866025)) = 1,93153 \text{ Joule}$$

Apabila nilai E sudah didapatkan, maka langkah selanjutnya adalah membagikan nilai E dengan luas penampang dibawah takikan spesimen uji seperti pada rumus 2.5. Perhitungan nilai tersebut adalah sebagai berikut.

$$HI = \frac{E}{A} (\text{Joule} / \text{mm}^2)$$

$$HI = \frac{1,93153}{80} (\text{Joule} / \text{mm}^2)$$

$$HI = 0,02414 (\text{Joule} / \text{mm}^2)$$

Setelah nilai kekuatan impak didapatkan dari proses perhitungan manual, selanjutnya data nilai kekuatan impak setiap perlakuan dapat dilihat sebagai berikut pada Tabel 4.2 berikut.

Tabel 4. 2 Data Nilai Kekuatan Impak

Perlakuan	1	2	3
Rasio Matriks, Serat Resam Dan Serat Pinang (%)	65:25:10 (Joule/mm ³)	60:30:10 (Joule/mm ³)	55:35:10 (Joule/mm ³)
No Perlakuan			
1	0,0241	0,0122	0,0165
2	0,0210	0,0122	0,0122
3	0,0194	0,0108	0,0210
4	0,0136	0,0108	0,0122
5	0,0136	0,0082	0,0210
6	0,0179	0,0095	0,0210
7	0,0136	0,0095	0,0179
8	0,0179	0,0095	0,0122
9	0,0225	0,0095	0,0210
Rata- Rata	0,0182	0,0103	0,0382

4.3.2 Hasil Pengujian Tarik

Proses pengujian tarik yang dilakukan pada spesimen uji dengan menggunakan mesin uji tarik merk Zwick Roell Z020 tipe Xforce K, menghasilkan nilai kekuatan tarik yang bervariasi antar satu spesimen uji dengan spesimen lainnya. Hasil nilai kekuatan tarik spesimen uji pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 4.3 di bawah ini.

Tabel 4. 3 Nilai Kekuatan Tarik Spesimen Uji

Perlakuan	1	2	3
Rasio Matriks, Serat Resam Dan Serat Pinang (%)	65:25:10	60:30:10	55:35:10
No Perlakuan	(Mpa)	(Mpa)	(Mpa)
1	11,4	10,8	12,4
2	13,9	10,1	7,05
3	18,2	7,77	11,8
4	19,2	7,76	8,20
5	14,0	6,53	12,9
6	17,4	4,70	13,2
7	18,0	12,6	11,6
8	16,9	9,42	3,96
9	18,4	9,01	6,76
Rata- Rata	16,3	8,73	9,76

4.4 Analisis Hasil Pengujian

4.4.1 Analisis Hasil Pengujian Impak

Pada hasil pengujian spesimen uji untuk mengetahui nilai kekuatan impak, didapatkan nilai akhir rata-rata kekuatan impak pada setiap spesimen yang diuji. Proses selanjutnya melakukan analisis uji beda dengan menggunakan persamaan pada bahasan sebelumnya. Pada proses analisis ini nilai standar deviasi setiap

perlakuan harus diketahui terlebih dari setiap perlakuan, dimana nilai α yang digunakan adalah 5 %. Untuk mengetahui nilai dari standard deviasi dapat diketahui pada rumus 2.6 pada pembahasan sebelumnya. Perhitungan standar deviasi pada hasil uji impak adalah sebagai berikut.

- Standar Deviasi

$$s_1 = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_1 - \bar{x}_1)^2}{n_1 - 1}}$$

$$= \sqrt{\frac{0,0001262}{9 - 1}} = 0,003972$$

$$s_2 = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_2 - \bar{x}_2)^2}{n_2 - 1}}$$

$$= \sqrt{\frac{0,0000147}{9 - 1}} = 0,001355$$

$$s_3 = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_3 - \bar{x}_3)^2}{n_3 - 1}}$$

$$= \sqrt{\frac{0,0333137}{9 - 1}} = 0,064531$$

Nilai hasil perhitungan tersebut dimasukkan kedalam Tabel 4.4 berikut.

Tabel 4. 4 Nilai standar deviasi kekuatan impak

Perlakuan ke-	N	Rata-rata	Standar Deviasi
1	9	0,018	0,004
2	9	0,01	0,001
3	9	0,038	0,065

Proses selanjutnya adalah menghitung nilai t-hitung atau nilai t-independent dengan menggunakan persamaan pada bab sebelumnya dengan

menentukan nilai standar deviasi gabungan setiap kombinasi perlakuan (1:2 ; 2:3 ; 1:3) yang akan dilakukan analisis uji beda. Untuk mengetahui nilai dari standar deviasi gabungan dapat diketahui pada rumus 2.7 pada pembahasan sebelumnya. Perhitungan nilai tersebut adalah sebagai berikut.

- Standar deviasi kombinasi perlakuan (1:2 ; 2:3 ; 1:3)

$$\begin{aligned}
 S_p^2 1 &= \frac{(n_1 - 1)s_1^2 + (n_2 - 1)s_2^2}{n_1 + n_2 - 2} \\
 &= \frac{(9 - 1)0,003972^2 + (9 - 1)0,001355^2}{9 + 9 - 2} \\
 &= \frac{(8)0,00001578 + (8)0,00000183625}{16} = 0,0000088081
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 S_p^2 2 &= \frac{(n_2 - 1)s_2^2 + (n_3 - 1)s_3^2}{n_2 + n_3 - 2} \\
 &= \frac{(9 - 1)0,001355083^2 + (9 - 1)0,064530748^2}{9 + 9 - 2} \\
 &= \frac{(8)0,00000183625 + (8)0,004164218}{16} = 0,002083027
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 S_p^2 3 &= \frac{(n_1 - 1)s_1^2 + (n_3 - 1)s_3^2}{n_1 + n_3 - 2} \\
 &= \frac{(9 - 1)0,003972^2 + (9 - 1)0,064530748^2}{9 + 9 - 2} \\
 &= \frac{(8)0,00001578 + (8)0,00416422}{16} = 0,002089999
 \end{aligned}$$

Setelah nilai standar deviasi gabungan setiap kombinasi perlakuan didapatkan, proses selanjutnya adalah menentukan nilai t-hitung atau t-independent untuk dilakukan analisis uji beda setiap perlakuan. Untuk mengetahui nilai tersebut dapat diketahui pada rumus 2.8 pada pembahasan sebelumnya. Perhitungan nilai t tersebut adalah sebagai berikut.

- t-independent

$$t_{independent} 1 = \frac{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2)}{\sqrt{S_p^2 1 \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right)}}$$

$$= \frac{(0,0182 - 0,0103)}{\sqrt{0,0000088081 \left(\frac{1}{9} + \frac{1}{9}\right)}} \\ = \frac{0,0079}{0,001399057} = 5,64669675$$

$$t_{independent\ 2} = \frac{(\bar{x}_2 - \bar{x}_3)}{\sqrt{S_p^2 \left(\frac{1}{n_2} + \frac{1}{n_3}\right)}} \\ = \frac{(0,0103 - 0,0382)}{\sqrt{0,002083027 \left(\frac{1}{9} + \frac{1}{9}\right)}} \\ = \frac{-0,0279}{0,021514992} = -1,29780308$$

$$t_{independent\ 3} = \frac{(\bar{x}_1 - \bar{x}_3)}{\sqrt{S_p^2 \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_3}\right)}} \\ = \frac{(0,0182 - 0,0382)}{\sqrt{0,002089999 \left(\frac{1}{9} + \frac{1}{9}\right)}} \\ = \frac{-0,02002}{0,021551} = -0,92906376$$

Setelah dilakukan perhitungan seperti yang telah dilakukan sebelumnya hasil perhitungan beda rata-rata setiap perlakuan dimasukkan kedalam Tabel 4.5 berikut.

Tabel 4. 5 Nilai standard deviasi perlakuan dan t-independent kekuatan impak

Perlakuan	S_p^2	$t_{independent}$
1 : 2	0,00000880611	5,67
2 : 3	0,002083	-1,30
1 : 3	0,00209	-0,93

Berdasarkan table-t pada tingkat signifikan uji satu arah dengan nilai $df = 16$ dan nilai t satu arah $= 0,05$ maka nilai table-t pada penelitian ini adalah 1,745884. Pada nilai yang telah didapatkan tersebut maka pada perlakuan 1 : 2 nilai rata-ratanya berbeda karena nilai t-hitung atau t-independent yang didapatkan lebih besar daripada nilai t-tabel. Untuk uji beda pada perlakuan 2 : 3 dan 1 : 3 nilai rata-rata pada variabel-variabel tidak berbeda karena nilai t-hitung atau nilai t-independent yang didapatkan lebih kecil daripada nilai t-tabel. Hipotesis setiap perlakuan adalah sebagai berikut.

H_0 : rata-rata kedua kelompok tidak berbeda

H_1 : rata-rata kedua kelompok berbeda

Kesimpulan : pada perlakuan kelompok 1:2 diketahui $t_{hitung} = 5,67 > t_{tabel} = 1,745884$, maka H_0 ditolak, artinya rata-rata kedua kelompok berbeda.

H_0 : rata-rata kedua kelompok tidak berbeda

H_1 : rata-rata kedua kelompok berbeda

Kesimpulan : pada perlakuan kelompok 2:3 diketahui $t_{hitung} = -1,30 < t_{tabel} = 1,745884$, maka H_0 gagal ditolak, artinya rata-rata kedua kelompok tidak berbeda.

H_0 : rata-rata kedua kelompok tidak berbeda

H_1 : rata-rata kedua kelompok berbeda

Kesimpulan : pada perlakuan kelompok 1:3 diketahui $t_{hitung} = -0,93 < t_{tabel} = 1,745884$, maka H_0 gagal ditolak, artinya rata-rata kedua kelompok tidak berbeda.

4.4.2 Analisis Hasil Pengujian Tarik

Pada hasil pengujian spesimen uji untuk mengetahui nilai kekuatan tarik, didapatkan nilai akhir rata-rata kekuatan tarik pada setiap spesimen yang diuji. Proses selanjutnya melakukan analisis uji beda dengan menggunakan persamaan pada bahasan sebelumnya. Pada proses analisis ini nilai standar deviasi setiap perlakuan harus diketahui terlebih dari setiap perlakuan, dimana nilai α yang

digunakan adalah 5 %. Untuk mengetahui nilai dari standard deviasi dapat diketahui pada rumus 2.6 pada pembahasan sebelumnya. Perhitungan standar deviasi pada hasil uji tarik adalah sebagai berikut.

- Standar Deviasi

$$s_1 = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_1 - \bar{x}_1)^2}{n_1 - 1}}$$

$$= \sqrt{\frac{55,89556}{9 - 1}} = 2,643283$$

$$s_2 = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_2 - \bar{x}_2)^2}{n_2 - 1}}$$

$$= \sqrt{\frac{44,635}{9 - 1}} = 2,36207$$

$$s_3 = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_3 - \bar{x}_3)^2}{n_3 - 1}}$$

$$= \sqrt{\frac{88,6276}{9 - 1}} = 3,328431$$

Nilai hasil perhitungan tersebut dimasukan kedalam Tabel 4.6 berikut.

Tabel 4. 6 Nilai standard deviasi kekuatan tarik

Perlakuan ke-	n	Rata-rata	Standar Deviasi
1	9	16,378	2,643283
2	9	8,73	2,36207
3	9	9,76	3,328431

Proses selanjutnya adalah menghitung nilai t-hitung atau nilai t-independent dengan menggunakan persamaan pada bab sebelumnya dengan

menentukan nilai standar deviasi setiap kombinasi perlakuan (1:2 ; 2:3 ; 1:3) yang akan dilakukan uji beda. Untuk mengetahui nilai dari standar deviasi gabungan dapat diketahui pada rumus 2.7 pada pembahasan sebelumnya. Perhitungan nilai tersebut adalah sebagai berikut.

- Standar deviasi kombinasi perlakuan (1:2 ; 2:3 ; 1:3)

$$\begin{aligned}
 S_p^2 1 &= \frac{(n_1 - 1)s_1^2 + (n_2 - 1)s_2^2}{n_1 + n_2 - 2} \\
 &= \frac{(9 - 1)2,643283^2 + (9 - 1)2,36207^2}{9 + 9 - 2} \\
 &= \frac{(8)6,986944 + (8)5,579375}{16} = 6,28316
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 S_p^2 2 &= \frac{(n_2 - 1)s_2^2 + (n_3 - 1)s_3^2}{n_2 + n_3 - 2} \\
 &= \frac{(9 - 1)2,36207^2 + (9 - 1)3,328431^2}{9 + 9 - 2} \\
 &= \frac{(8)5,579375 + (8)11,07845}{16} = 8,328913
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 S_p^2 3 &= \frac{(n_1 - 1)s_1^2 + (n_3 - 1)s_3^2}{n_1 + n_3 - 2} \\
 &= \frac{(9 - 1)2,643283^2 + (9 - 1)3,328431^2}{9 + 9 - 2} \\
 &= \frac{(8)6,986944 + (8)11,07845}{16} = 9,032697
 \end{aligned}$$

Setelah nilai standar deviasi setiap kombinasi perlakuan didapatkan, proses selanjutnya adalah menentukan nilai t-hitung atau t-independent untuk dilakukan analisis uji beda setiap perlakuan. Untuk mengetahui nilai tersebut dapat diketahui pada rumus 2.8 pada pembahasan sebelumnya. Perhitungan nilai tersebut adalah sebagai berikut.

- t-independent

$$\begin{aligned}
 t_{independent\ 1} &= \frac{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2)}{\sqrt{S_p^2 \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right)}} \\
 &= \frac{(16,37778 - 8,743333)}{\sqrt{6,28316 \left(\frac{1}{9} + \frac{1}{9} \right)}} \\
 &= \frac{7,6344}{0,393878} = 19,38277
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 t_{independent\ 2} &= \frac{(\bar{x}_2 - \bar{x}_3)}{\sqrt{S_p^2 \left(\frac{1}{n_2} + \frac{1}{n_3} \right)}} \\
 &= \frac{(8,743333 - 9,763333)}{\sqrt{8,328913 \left(\frac{1}{9} + \frac{1}{9} \right)}} \\
 &= \frac{-1,02}{0,453489} = -2,24923
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 t_{independent\ 3} &= \frac{(\bar{x}_1 - \bar{x}_3)}{\sqrt{S_p^2 \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_3} \right)}} \\
 &= \frac{(16,37778 - 9,763333)}{\sqrt{9,032697 \left(\frac{1}{9} + \frac{1}{9} \right)}} \\
 &= \frac{6,614444}{0,47226} = 14,00594
 \end{aligned}$$

Setelah dilakukan perhitungan seperti yang telah dilakukan sebelumnya hasil perhitungan beda rata-rata setiap kombinasi perlakuan dimasukan kedalam Tabel 4.7 berikut.

Tabel 4. 7 Nilai standard deviasi perlakuan dan t-independent kekuatan tarik

Perlakuan	S_p^2	$t_{independent}$
1 : 2	6,28316	19,38277

2 : 3	8,328913	-2,24923
1 : 3	9,032697	14,00594

Berdasarkan table-t pada tingkat signifikan uji satu arah dengan nilai df yaitu 16 maka nilai table-t pada penelitian ini adalah 1,745884. Pada nilai yang telah didapatkan tersebut maka pada perlakuan 1 : 2 nilai rata-rata kedua perlakuan tersebut berbeda karena nilai t-hitung atau t-independent yang didapatkan lebih besar daripada nilai t-tabel. Hal tersebut juga didapatkan pada perlakuan 1 : 3 dimana nilai rata-rata kedua perlakuan tersebut berbeda karena nilai t-hitung atau t-independent yang didapatkan lebih besar daripada nilai t-tabel. Untuk uji beda pada perlakuan 2 : 3 nilai rata-rata pada variabel-variabel tidak berbeda karena nilai t-hitung atau nilai t-independent yang didapatkan lebih kecil daripada nilai t-tabel. Hipotesis setiap perlakuan adalah sebagai berikut. Hipotesis setiap perlakuan adalah sebagai berikut.

H_0 : rata-rata kedua kelompok tidak berbeda

H_1 : rata-rata kedua kelompok berbeda

Kesimpulan : pada perlakuan kelompok 1:2 diketahui $t_{hitung} = 19,38277 > t_{tabel} = 1,745884$, maka H_0 ditolak, artinya rata-rata kedua kelompok berbeda.

H_0 : rata-rata kedua kelompok tidak berbeda

H_1 : rata-rata kedua kelompok berbeda

Kesimpulan : pada perlakuan kelompok 2:3 diketahui $t_{hitung} = -2,24923 < t_{tabel} = 1,745884$, maka H_0 gagal ditolak, artinya rata-rata kedua kelompok tidak berbeda.

H_0 : rata-rata kedua kelompok tidak berbeda

H_1 : rata-rata kedua kelompok berbeda

Kesimpulan : pada perlakuan kelompok 1:3 diketahui $t_{hitung} = 14,00594 > t_{tabel} = 1,745884$, maka H_0 ditolak, artinya rata-rata kedua kelompok berbeda.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dapat disimpulkan bahwa hasil pengolahan data dan analisis uji beda yang telah dilakukan pada uji tarik penelitian ini bahwa terdapat perbedaan nilai rata-rata perlakuan 1 : 2 serta pada perlakuan 1 : 3 sedangkan uji beda pada perlakuan 2 : 3 nilai rata-rata pada variabel-variabel tidak berbeda. Untuk hasil pengolahan data dan analisis uji beda yang telah dilakukan pada uji impak penelitian ini bahwa terdapat perbedaan nilai rata-rata pada perlakuan 1 : 2 sedangkan pada perlakuan 2 : 3 dan 1:3 nilai rata-rata pada variabel – variabel tidak berbeda.

5.2 Saran

Saran yang bisa penulis sampaikan setelah melaksanakan penelitian ini yaitu:

- a. Terdapat banyak sekali parameter proses lain yang dapat digunakan dan dikombinasikan sehingga mendapatkan nilai kekuatan yang jauh lebih baik.
- b. Menggunakan metode penelitian lain dengan jumlah sampel yang sederhana tetapi hasilnya dapat lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Hestiawan H, Fauzi A. Studi Pengaruh Fraksi Volume dan Susunan Serat Terhadap Kekuatan Tarik dan Bending Komposit Resin Berpenguat Serat Rotan (*Calamus Trachycoleus*). J Mech. 2014;5(1):3–6.
- Iskandar Fajri R, Sugiyanto dan.) 1) Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Lampung 2) Dosen Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Lampung Jln. Prof Sumantri Brojonegoro. 2013;1(2):704947.
- Rodiawan R, Suhdi S, Rosa F. Analisa Sifat-Sifat Serat Alam Sebagai Penguat Komposit Ditinjau Dari Kekuatan Mekanik. Turbo J Progr Stud Tek Mesin. 2017;5(1):39–43.
- Herwandi Robert HN. Peningkatan Kualitas Serat Resam Untuk Bahan Komposit Sebagai Bahan Pembuatan Komponen Kendaraan Bermotor. Pros Semnastek. 2015;(Prosiding Semnastek 2015):1–8.
- Betan A, Soenoko R, Sonief A. Pengaruh persentase alkali pada serat pangkal pelepah daun pinang (*areca catechu*) terhadap sifat mekanis komposit polimer. Rekayasa Mesin. 2014;5(2):119–26.
- Diharjo K. Pengaruh Perlakuan Alkali terhadap Sifat Tarik Bahan Komposit Serat Rami-*Polyester*. 2006;Vol.8.
- Marbawi M, Gunawan I. Pemanfaatan Serat Dari Resam Sebagai Bahan. FROPIL (Forum Prof Tek Sipil). 2015;3(2):1–11.
- Agustiar P, Pracoyo W, Azharul F. Analisa Sifat Mekanik Bahan Komposit Polimer Diperkuat Lembaran Serat Buah Pinang Akibat Beban Tarik Ade. J Rekayasa Mater Manufaktur dan Energi. 2021;2(2):131–9.
- A. Palan, R. Papang, L. Salam SS. Analisis Kekuatan Tarik Komposit Serat Pelepah Pinang. Sinegritas Multidisiplin Ilmu Pengetah Dan. 2018;1(April):78–83.
- Huda K. Analisis Kekuatan Material Komposit Berpenguat Serat Gelas Untuk Pembuatan Helm Race. 2016.

- Moachammad Heru rahmanto and AEP. No Title. 2019;
- Hazmi BZ. *Effect of Volume Fraction , Curing and Post-Curing Temperature on Tensile Properties of Epoxy - Hollow Glass Microspheres IM30K Composites*. 2016.
- Widiarta, I. W., Nugraha, I. N. P., & Dantes KR. Pengaruh Orientasi Serat Terhadap Sifat Mekanik Komposit Berpenguat Serat Alam Batang Kulit Waru(*Hibiscus Tiliaceust*) Dengan Matrik Poliyester. *J Pendidik Tek Mesin Undiksha*. 2018;
- Ronal F. Gibson 1994. No Title. 1994;
- Kadir A, Hijau Bumi Tridarma Andounohu Kendari K. *DINAMIKA Jurnal Ilmiah Teknik Mesin Pengaruh Pola Anyaman Terhadap Kekuatan Tarik Dan Bending Komposit Berpenguat Serat Bambu*. 2014;6(1):9–18.
- Pernandos H, Kaidir. Analisa Sifat Mekanik Komposit Polyester Berpenguat Serat Sabut Kelapa Dengan Perendaman Menggunakan Kadar Alkohol 10%. *J Tek*. 2020;1–10.
- Rachman. Pengaruh Variasi Arah Serat Dan Fraksi Volume Serat Pandan Duri Terhadap Kekuatan Tarik Dan Impak Sebagai Material Alternatif Helm Sni Proyek. 2022;
- Fahmi H, Hermansyah H. Pengaruh Orientasi Serat Pada Komposit Resin Polyester/ Serat Daun Nenas Terhadap Kekuatan Tarik. *J Tek Mesin*. 2011;1(1):46–52.
- Pulungan MA. Analisis kemampuan rompi anti peluru yang terbuat ari komposit hgm-epoxy dan serat karbon dalam menyerap energi akibat *Impak* peluru. *Tek Mesin FTI-ITS, Surabaya*. 2017;2008:1.
- Denti Robert Salindeho , Jan Soukota RP. Pemodelan Pengujian Tarik Untuk Menganalisa Sifat Mekanik Material. 2013;3(1):1–11.
- M ARA, Balfas M, Pasdah A, Efendi R. Sifat mekanik material komposit serat buah pinang (*Areca catchu*) bermatriks polimer resin dan katalis Sifat mekanik material komposit serat buah pinang (*Areca catchu*) bermatriks polimer resin dan katalis. 2021;16(October):0–4.
- ISO 179-1. *Plastics - Determination of Charpy Impak properties*. *ISO - Int Stand*

Organ. 2010;(1110):1–11.

Lampiran 1

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

1. Data Pribadi

Nama Lengkap : Naufal Dwi Yulian Saputra
Tempat & tanggal lahir : Sungailiat, 19 Juli 2000
Alamat Rumah : Jl. Jend Sudirman Gang Kelud No 17
Air Merapin
Telp: 0813 1973 4365
HP: 0813 1973 4365
Email: Novalsaputra20001@gmail.com
Jenis Kelamin : Laki-Laki
Agama : ISLAM

2. Riwayat Pendidikan

SD Negeri 8 Sungailiat Tahun 2006-2013
SMP Setia Budi Sungailiat Tahun 2013-2016
SMK Muhammadiyah Sungailiat Tahun 2016-2019

Sungailiat, 21 Januari 2022



Naufal Dwi Yulian Saputra

Lampiran 2

- Proses Penelitian

Perendaman Serat



Penjemuran Serat



Pencetakan Spesimen



Pengujian tarik dan *impact*



Sampel setelah di uji



Lampiran 3

Tabel T

α untuk Uji Satu Pihak (<i>one tail test</i>)						
dk	0,25	0,10	0,05	0,025	0,01	0,005
	α untuk Uji Dua Pihak (<i>two tail test</i>)					
	0,50	0,20	0,10	0,05	0,02	0,01
1	1,000	3,078	6,314	12,706	31,821	63,657
2	0,816	1,886	2,920	4,303	6,965	9,925
3	0,765	1,638	2,353	3,182	4,541	5,841
4	0,741	1,533	2,132	2,776	3,747	4,604
5	0,727	1,476	2,015	2,571	3,365	4,032
6	0,718	1,440	1,943	2,447	3,143	3,707
7	0,711	1,415	1,895	2,365	2,998	3,499
8	0,706	1,397	1,860	2,306	2,896	3,355
9	0,703	1,383	1,833	2,262	2,821	3,250
10	0,700	1,372	1,812	2,228	2,764	3,169
11	0,697	1,363	1,796	2,201	2,718	3,106
12	0,695	1,356	1,782	2,179	2,681	3,055
13	0,692	1,350	1,771	2,160	2,650	3,012
14	0,691	1,345	1,761	2,145	2,624	2,977
15	0,690	1,341	1,753	2,131	2,602	2,947
16	0,689	1,337	1,746	2,120	2,583	2,921
17	0,688	1,333	1,740	2,110	2,567	2,898
18	0,688	1,330	1,734	2,101	2,552	2,878
19	0,687	1,328	1,729	2,093	2,539	2,861
20	0,687	1,325	1,725	2,086	2,528	2,845
21	0,686	1,323	1,721	2,080	2,518	2,831
22	0,686	1,321	1,717	2,074	2,508	2,819
23	0,685	1,319	1,714	2,069	2,500	2,807
24	0,685	1,318	1,711	2,064	2,492	2,797
25	0,684	1,316	1,708	2,060	2,485	2,787
26	0,684	1,315	1,706	2,056	2,479	2,779
27	0,684	1,314	1,703	2,052	2,473	2,771
28	0,683	1,313	1,701	2,048	2,467	2,763
29	0,683	1,311	1,699	2,045	2,462	2,756
30	0,683	1,310	1,697	2,042	2,457	2,750
40	0,681	1,303	1,684	2,021	2,423	2,704
60	0,679	1,296	1,671	2,000	2,390	2,660
120	0,677	1,289	1,658	1,980	2,358	2,617
∞	0,674	1,282	1,645	1,960	2,326	2,576

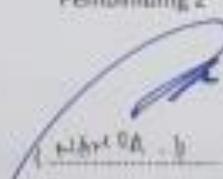
Lampiran 4

Form Monitoring Proyek Akhir

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

		FORM MONITORING PROYEK AKHIR TAHUN AKADEMIK _____	
JUDUL		Analisis Pengaruh F&E: Volume Komplit Pada pengujian Torsi dan Impact Batang Get Corak Resam dan Corak Pliang	
Nama Mahasiswa		1. Maulana Puri U.S NIM: 1041952 2. _____ NIM: _____ 3. _____ NIM: _____ 4. _____ NIM: _____ 5. _____ NIM: _____	
Monitoring ke	Tanggal	Progress Alat	Paraf Pembimbing
3	6/10/21	KESIAPAN SIDANG PA	
3	6/10/21	KESIAPAN SIDANG PA	

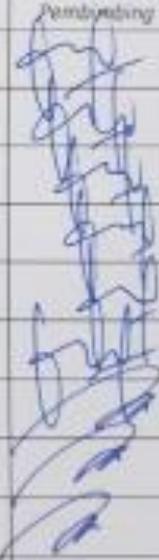
KESIAPAN ALAT UNTUK SIDANG: SIAP / ~~HEMAT~~ (coret salah satu)

Mengetahui		
Pembimbing 1  (Maulana Puri U.S)	Pembimbing 2  (Maulana Puri U.S)	Pembimbing 3 (.....)

Lampiran 5

Form Bimbingan Proyek Akhir

FORM-PPR-3-4: Bimbingan Proyek Akhir

 FORM BIMBINGAN PROYEK AKHIR TALAH AKADEMIK			
JUDUL	ANALISIS Pengaruh Fraksi Vacuum Komposit dari pengaruh Tarik dan Impact Eksponat Serat Kevlar dan Serat Fiberglas		
Nama Mahasiswa	Nanda Dwi Yuliana S NIM: 1041952		
Nama Pembimbing	1. Masdary, S.S.T., M.T. 2. Nanda Pransadita, S.S.T., M.T. 3.		
Pertemuan Ke	Tanggal	Topik Bimbingan	Paraf dan nama Pembimbing
1	4/21/18	Olak Data uji TANK / Lektor	
2	11/8/18	BIMBINGAN BAB II	
3	16/1/19	REVISI	
4	21/1/19	BIMBINGAN BAB IV	
5	27/2/19	Kelebihan penelitian	
6	11/3/19	KEUTU MANAJEMEN	
7	01/4/19	KEUTU MANAJEMEN	
8	23/4/19	KEUTU, JURNAL, MANAJEMEN	
9	6/5/19	FOOTER, DL	
10			

Catatan:

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

Lampiran 6

Form Revisi Proyek Akhir

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



FORM REVISI LAPORAN AKHIR
TAHUN AKADEMIK
2021/2022

JUDUL : Analisis Pengaruh Faktor Volatilitas
Keuntungan Dengan Penjualan Tetap dan Impact
Berpengaruh Terhadap Risiko dan Saat Penyertaan

Nama Mahasiswa : 1. Maspal Puri Yulian S. NIM: 10241702
2. _____ NIM: _____
3. _____ NIM: _____
4. _____ NIM: _____
5. _____ NIM: _____

Bagian yang direvisi	Halaman
- Judul disesuaikan dg tujuan	
- Matriks direvisi	
- Diagram Alir diakh kembali	
- Bagian pers. dan proses perhitungan har dipelel	
- Cara penggunaan T-Table	

Sungailit, 15 Februari 2022
Pengantar
(Maspal Puri Yulian S.)

Menyatakan telah menyetujui revisi laporan akhir yang telah dilakukan oleh mahasiswa
Sungailit, 22-02-2022
Pengantar
(Maspal Puri Yulian S.)

Mengetahui
(Maspal Puri Yulian S.)

Lampiran 7

Form Bukti Plagiasi



Lampiran 8

Form Bukti Publikasi

**JURNAL INOVASI TEKNOLOGI TERAPAN**
POLITEKNIK MANUFAKTUR NEGERI BANGKA BELITUNG
Kawasan Industri Air Kuning Sungailiat – Bangka 30211, Telp (0717)93586, Fax (0717)93589
website : <http://jurnal.pmbnbelitang.ac.id>

e-ISSN : 2656-100X

SURAT KETERANGAN
Nomor : 057/PL.24.C/PB/2023

Dengan ini menerangkan bahwa artikel yang berjudul :

“ANALISIS BEDA RATA-RATA PENGARUH FRAKSI VOLUME KOMPOSIT PADA PENGUJIAN IMPACT BERPENGUAT SERATRESAM DAN SERAT PINANG”

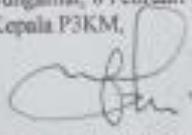
Atas nama :

Penulis : NAUFAL DWI YULIAN, MASDANI, 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 8 Februari 2023.

Demikian surat keterangan ini dibuat untuk dapat digunakan sebagaimana mestinya.

Sungailiat, 8 Februari 2023
Kepala P3KM,



Dr. Parulian Silalahi, M.Pd
NIK. 1901010201640006