

## **SKRIPSI**

**PENGARUH FRAKSI VOLUME SERAT KOMPOSIT POLYESTER  
FILLER SERAT AMPAS TEBU DAN SERAT SABUT KELAPA  
TERHADAP KEKUATAN TARIK DAN KEKUATAN IMPAK SEBAGAI  
BAHAN ALTERNATIF PEMBUATAN DASHBOARD MOBIL**



**Disusun oleh :**

**Nama : BUDI PRASETYO**

**Nim : 14.11.104**

**JURUSAN TEKNIK MESIN S-1  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSRI  
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG  
2018**

LEMBAR PERSETUJUAN  
SKRIPSI

**PENGARUH FRAKSI VOLUME SERAT KOMPOSIT POLYESTER  
FILLER SERAT AMPAS TEBU DAN SERAT SABUT KELAPA  
TERHADAP KEKUATAN TARIK DAN KEKUATAN IMPAK SEBAGAI  
BAHAN ALTERNATIF PEMBUATAN DASHBORD MOBIL.**

**Disusun oleh :**

**Nama : BUDI PRASETYO**  
**Nim : 14.11.104**

**Mengetahui / Disetujui oleh :**

**Mengetahui,**  
**Ketua Jurusan Teknik Mesin S-1**



**Disetujui**  
**Dosen Pembimbing**

  
**Ir. Totok Sugiarto, MSME**  
**NIP Y. 1018200042**



PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

# INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

PT. BNI (PERSERO) MALANG  
BANK NIAGA MALANG

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No.2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145  
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, KM 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

## BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

Nama : Budi Prasetyo  
NIM : 1411104  
Jurusan : Teknik Mesin S-1  
Judul : Pengaruh Fraksi Volume Serat Komposit Polyester Filler Serat Ampas Tebu Dan Serat Sabut Kelapa Terhadap Kekuatan Tarik Dan Impak Sebagai Bahan Alternatif Pembuatan Dashboard Mobil

Dipertahankan di hadapan Tim Ujian Skripsi Jenjang Program Strata Satu (S-1).

Pada Hari : Sabtu

Tanggal : 13 Januari 2018

Dengan Nilai : 86,25 (A)

### PANITIA UJIAN SKRIPSI

Ketua  
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
TEKNIK MESIN  
Sibut, ST., MT  
NIP Y. 1030300379

Sekretaris

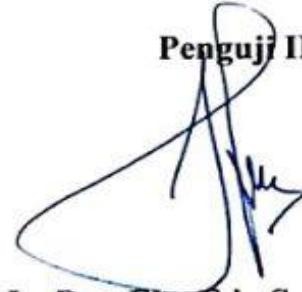
  
Ir. Teguh Rahardjo, MT  
NIP. 195706011992021001

### ANGGOTA PENGUJI

Penguji I

  
Ir. I Wayan Sujana, MT  
NIP. 195812311989031012

Penguji II

  
Ir. Drs. Eko Edy Susanto, MT  
NIP. 195703221982111001



**LEMBAR BIMBINGAN SKRIPSI**  
**FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**  
**INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

Nama : BUDI PRASETYO  
Nim : 14.11.104  
Jurusan : TEKNIK MESIN S-1  
Judul Skripsi : PENGARUH FRAKSI VOLUME SERAT KOMPOSIT  
POLYESTER FILLER SERAT AMPAS TEBU DAN  
SERAT SABUT KELAPA TERHADAP KEKUATAN  
TARIK DAN IMPAK SEBAGAI BAHAN ALTERNATIF  
PEMBUATAN DASHBOARD MOBIL

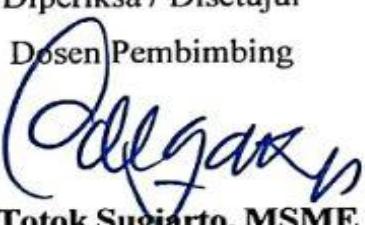
Tanggal Mengajukan Skripsi : 23 Oktober 2017

Tanggal Menyelesaikan Skripsi : 08 Januari 2018

Dosen Pembimbing : Ir. Totok Sugiarto, MSME

Telah Dievaluasi Dengan Nilai : **90**

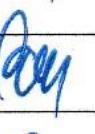
Malang, 08 Januari 2018

Diperiksa / Disetujui  
Dosen Pembimbing  
  
Ir. Totok Sugiarto, MSME  
NIP Y. 1018200042

## LEMBAR ASISTENSI

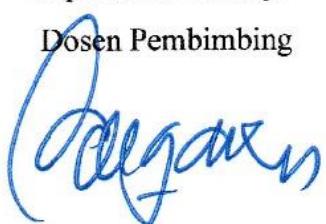
Nama : BUDI PRASETYO  
Nim : 14.11.104  
Jurusan : TEKNIK MESIN S-1  
Judul : PENGARUH FRAKSI VOLUME SERAT KOMPOSIT POLYESTER FILLER SERAT AMPAS TEBU DAN SERAT SABUT KELAPA TERHADAP KEKUATAN TARIK DAN KEKUATAN IMPAK SEBAGAI BAHAN ALTERNATIF PEMBUATAN DASHBOARD MOBIL

No	Keterangan		Tanggal	Paraf
1	Pengajuan Judul Skripsi	Revisi Judul Skripsi	03 Oktober 2017	
2	BAB I	Revisi Rumusan Masalah	13 November 2017	
		Revisi Tujuan Penelitian	13 November 2017	
3	BAB II	Penambahan Rancangan Penilitian	16 November 2017	
		Penambahan Teori Pengolahan Data Statistik	16 November 2017	
4	BAB III	Revisi Diagram Alir	23 November 2017	

5	BAB IV	Revisi Grafik Uji Keseragaman Data	18 Desember 2017	
		Revisi T-Test	18 Desember 2017	
		Penambahan Tabel Analisa Dan Statistik	20 Desember 2017	
		Revisi T-Test	20 Desember 2017	
		Revisi Peletakan Pengolahan Data Statistik	03 Januari 2018	
		Revisi Grafik Regresi	03 Januari 2018	
6	BAB V	Revisi Grafik	04 Januari 2018	
7	BAB VI	Revisi Kesimpulan	04 Januari 2018	

Diperiksa / Disetujui

Dosen Pembimbing



**Ir. Totok Sugiarto, MSME**  
NIP Y. 1018200042

## PERNYATAAN KEASLIAN PENULISAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

**Nama : BUDI PRASETYO**

**Nim : 14.11.104**

Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin S-1, Fakultas Teknologi Industri, Institut  
Teknologi Nasional Malang

### Menyatakan

Bahwa skripsi yang saya buat ini adalah hasil karya saya sendiri dan bukan hasil  
dari karya orang lain, kecuali kutipan yang telah disebutkan sumbernya.

Demikian surat pernyataan keaslian ini saya buat dengan data yang sebenarnya.

Malang, 08 Januari 2018



**Budi Prasetyo**  
**14.11.104**

## **KATA PENGANTAR**

Puji syukur kehadirat Allah SWT atas berkat rahmat dan hidayah-Nya sehingga skripsi dengan judul “PENGARUH FRAKSI VOLUME SERAT KOMPOSIT POLYESTER FILLER SERAT AMPAS TEBU DAN SERAT SABUT KELAPA TERHADAP KEKUATAN TARIK DAN KEKUATAN IMPAK SEBAGAI BAHAN ALTERNATIF PEMBUATAN DASHBOARD MOBIL” ini dapat terselesaikan pada waktu yang telah direncanakan. Sholawat dan salam semoga tetap tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW.

Selama proses penyusunan skripsi ini, banyak pihak yang telah memberikan bantuan dan dukungan kepada saya. Sebagai ungkapan syukur, dalam kesempatan ini saya ingin mengucapkan terimakasih kepada :

1. Kedua orang tua dan keluarga yang telah memberikan dukungan dan do'a, baik dari segi moral maupun material.
2. Ir. Totok Sugiarto, MSME., selaku dosen pembimbing skripsi yang dengan sabar telah memberikan bimbingan dan waktunya.
3. Ir. Teguh Rahardjo, MT., selaku koordinator bidang ilmu material.
4. Sibut, ST., MT., selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin S-1 Institut Teknologi Nasional Malang.
5. Dr. F. Yudi Limpraptono, ST, MT., selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Nasional Malang.
6. Dr. Ir. Lalu Mulyadi, MT selaku Rektor Institut Teknologi Nasional Malang.
7. Seorang yang spesial Elok Rahmasari, yang selalu memberikan do'a dan motivasi bagi saya untuk menyelesaikan skripsi ini.
8. Sahabat - sahabat di Jurusan Teknik Mesin S-1 angkatan 2014 Institut Teknologi Nasional Malang yang telah membantu dan memberikan do'a selama penyelesaian skripsi ini.

Kepada mereka hanya ungkapan terimakasih dan doa yang tulus yang dapat saya persembahkan, semoga segala yang telah mereka berikan kepada saya tercatat sebagai sebuah ibadah yang tiada ternialai. Amiin.

Akhirnya, dengan segala keterbatasan dan kekurangannya, semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca dan dapat dikembangkan lagi dikemudian hari untuk penelitian selanjutnya. Kritik konstruktif dan saran dari semua pihak sangat saya harapkan untuk penyempurnaan skripsi ini. Terimakasih.

Malang, 05 Januari 2018

Penulis

## DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	
LEMBAR PERSETUJUAN	.....Error! Bookmark not defined.
BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI	.....ii
LEMBAR BIMBINGAN SKRIPSI	.....Error! Bookmark not defined.
LEMBAR ASISTENSI	.....iii
PERNYATAAN KEASLIAN PENULISAN	.....Error! Bookmark not defined.
KATA PENGANTAR	.....vii
DAFTAR ISI	.....ix
DAFTAR GAMBAR	.....xiii
DAFTAR TABEL	.....xv
DAFTAR GRAFIK	.....xvi
ABSTRAK	.....xvii
BAB I PENDAHULUAN	.....1
1.1    Latar Belakang	.....1
1.2    Rumusan Masalah	.....3
1.3    Batasan Masalah	.....3
1.4    Tujuan Penelitian	.....3
1.5    Manfaat Penelitian	.....4
BAB II LANDASAN TEORI	.....5
2.1    Komposit	.....5
2.1.1    Pengertian Komposit	.....5
2.1.2    Bahan Penyusun Komposit	.....6
2.2    Jenis-jenis Komposit	.....8
2.2.1    Berdasarkan Struktur dari Penyusunnya	.....8
2.2.2    Berdasarkan Matrik	.....11
2.2.3    Berdasarkan Strukturnya	.....12
2.3    Resin Polyester	.....13
2.4    Metyl Etyl Keton Peroxide (MEKPO)	.....14

2.5	Serat Alam.....	15
2.6	Tebu .....	15
2.7	Kelapa .....	17
2.8	Fraksi Volume Serat .....	18
2.9	Metode Pembuatan Komposit .....	19
2.10	Pengujian Komposit.....	20
2.10.1	Pengujian Tarik .....	20
2.10.2	Pengujian Impak .....	21
2.10.3	Uji Scanning Electron Microscopy (SEM) .....	23
2.11	Aplikasi Komposit .....	26
2.12	Rancangan Penelitian.....	27
2.12.1	Waktu Dan Tempat Penelitian .....	27
2.12.2	Teknik Pengumpulan Data.....	27
2.12.3	Variabel Penelitian .....	28
2.12.4	Prosedur Penelitian .....	28
2.13	Pengolahan Data .....	34
2.13.1	Populasi.....	34
2.13.2	Sampel.....	35
2.13.3	Uji Kecukupan Data .....	38
2.13.4	Uji Keseragaman Data .....	39
2.13.5	Regresi .....	39
2.13.6	t-Test (Uji t).....	40
	BAB III METODE PENELITIAN .....	43
3.1	Diagram Alir.....	43
3.2	Persiapan Alat dan Bahan .....	44
3.2.1	Bahan Penelitian .....	44
3.2.2	Alat Penelitian .....	47
3.2.3	Proses Pengolahan Serat Komposit .....	50
3.2.4	Proses Pembuatan Komposit.....	51
3.2.5	Uji Tarik.....	53
3.2.6	Uji Impak .....	54
3.2.7	Uji SEM .....	54

<b>BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PENGOLAHAN DATA .....</b>	<b>56</b>
4.1    Data Hasil Pengujian Tarik Dan Impak Serat Ampas Tebu .....	56
4.1.1    Uji Kecukupan Data .....	56
4.1.2    Data Hasil Uji Tarik.....	58
4.1.3    Analisa dan Pengolahan Data Uji Tarik.....	59
4.1.4    Uji Keseragaman Data Uji Tarik Serat Ampas Tebu .....	59
4.1.5    Regresi Uji Tarik .....	60
4.1.6    Analisa Korelasi Uji Tarik .....	62
4.1.7    Uji T .....	62
4.1.8    Data Hasil Pengujian Impak.....	63
4.1.9    Analisa dan Pengolahan Data Uji Impak .....	64
4.1.10    Uji Keseragaman Uji Impak.....	64
4.1.11    Regresi Uji Impak.....	65
4.1.12    Analisa Korelasi Uji Impak.....	67
4.1.13    Uji T Harga Impak.....	67
4.2    Hasil Data Pengujian Tarik dan Impak Serat Sabut Kelapa .....	68
4.2.1    Data Hasil Uji Tarik.....	68
4.2.2    Analisa dan Pengolahan Data.....	69
4.2.3    Uji Keseragaman Data .....	69
4.2.4    Regresi Komposit Serat Sabut Kelapa.....	70
4.2.5    Analisa Korelasi Uji Tarik .....	71
4.2.6    Uji T .....	72
4.2.7    Data Hasil Uji Impak .....	73
4.2.8    Analisa dan Pengolahan data Uji Impak .....	74
4.2.9    Uji Keseragaman Data .....	74
4.2.10    Regresi Harga Impak Komposit Serat Sabut Kelapa.....	75
4.2.11    Analisa Korelasi Harga Impak .....	77
4.2.12    Uji T Harga Impak.....	77
<b>BAB V ANALISA DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>78</b>
5.1    Uji Tarik .....	78
5.2    Uji Impak .....	82
5.3    Aplikasi Komposit .....	85

<b>BAB VI .....</b>	86
<b>KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	86
6.1    Kesimpulan.....	86
6.2    Saran .....	87
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	88
<b>LAMPIRAN .....</b>	90

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Komposisi Komposit Serat .....	5
Gambar 2. 2 Komposit Serat .....	8
Gambar 2. 3 Continous Fiber Composite.....	8
Gambar 2. 4 Woven Fiber Composite (bi-dirctional) .....	9
Gambar 2. 5 Komposit Lapisan .....	9
Gambar 2. 6 Komposit Serpih.....	10
Gambar 2. 7 Komposit Butir .....	10
Gambar 2. 8 Komposit Isian.....	11
Gambar 2. 9 Tebu .....	16
Gambar 2. 10 Serat Ampas Tebu.....	16
Gambar 2. 11 Kelapa .....	17
Gambar 2. 12 Sabut Kelapa.....	18
Gambar 2. 13 Metode Hand Lay Up.....	19
Gambar 2. 14 Pengujian Impak Metode Charphy .....	22
Gambar 2. 15 Skema Scanning Electron Microscopy (SEM).....	24
Gambar 2. 16 Dashboard Mobil .....	26
Gambar 2. 17 Nomogram Harry King .....	37
Gambar 3. 1 Diagram Alir.....	43
Gambar 3. 2 Serat Ampas Tebu.....	44
Gambar 3. 3 Serat Sabut Kelapa.....	44
Gambar 3. 4 Sikat Baja .....	45
Gambar 3. 5 Resin .....	45
Gambar 3. 6 Kaltalis .....	46
Gambar 3. 7 Wax.....	46
Gambar 3. 8 Timbangan Digital .....	47
Gambar 3. 9 Gelas Ukur.....	47
Gambar 3. 10 Cetakan.....	48
Gambar 3. 11 Alas Kaca .....	48
Gambar 3. 12 Batu Bata .....	49
Gambar 3. 13 Kikir .....	49
Gambar 3. 14 Kuas .....	49
Gambar 3. 15 Alat Bantu Lain .....	50
Gambar 3. 16 Pengolesan Resin pada Serat dengan Kuas .....	51
Gambar 3. 17 Pengepresan Komposit.....	52
Gambar 3. 18 Sampel Komposit Polyester Serat Ampas Tebu dan Sabut Kelapa	52
Gambar 3. 19 Sampel Setelah Finishing .....	53
Gambar 3. 20 Mesin Uji Tarik .....	53
Gambar 3. 21 Alat Uji Impak .....	54
Gambar 3. 22 Alat Uji SEM.....	54
Gambar 4. 1 Nomogram Harry King .....	56

Gambar 5. 1 Foto Uji SEM Serat Ampas Tebu .....	80
Gambar 5. 2 Foto Uji SEM Sabut Kelapa.....	81
Gambar 5. 3 Uji Foto SEM Serat Ampas Tebu.....	84
Gambar 5. 4 Foto uji SEM Sabut Kelapa.....	84

## **DAFTAR TABEL**

Tabel 2. 1 Spesifikasi Polyester BQTN 157-EX Yukalac .....	14
Tabel 2. 2 Physico-Mechanical Properties of Bagasse Fibers.....	16
Tabel 2. 3 Mechanical Properties Sabut Kelapa.....	18
Tabel 2. 4 Spesifikasi Interior Mobil .....	26
Tabel 2. 5 Variasi Serat Ampas Tebu .....	31
Tabel 2. 6 Variasi Serat Sabut Kelapa .....	31
Tabel 2. 7 Variasi Kombinasi Serat Ampas Tebu dan Sabut Kelapa .....	32
Tabel 2. 8 Krijcie for Determining Sample Size .....	36
Tabel 2. 9 Nilai-nilai dalam Distribusi t .....	42
Tabel 4. 1 Krijcie for Determining Sample Size .....	57
Tabel 4. 2 Data Hasil Pengujian Tarik .....	58
Tabel 4. 3 Analisa Data dan Statistik Komposit Serat Ampas Tebu .....	59
Tabel 4.4 Interpretasi Koefisien Korelasi Nilai r .....	62
Tabel 4.5 Data Hasil Pengujian Impak .....	63
Tabel 4. 6 Analisa Data dan Statistik Uji Impak .....	64
Tabel 4. 7 Interpretasi Koefisien Korelasi Nilai r .....	67
Tabel 4. 8 Data Hasil Pengujian Tarik Komposit Serat Sabut Kelapa .....	68
Tabel 4. 9 Analisa Data dan Statistik Komposit Serat Sabut Kelapa .....	69
Tabel 4. 10 Interpretasi Koefisien Korelasi Nilai r .....	72
Tabel 4. 11 Data Hasil Pengujian Impak .....	73
Tabel 4. 12 Analisa Data dan Statistik Komposit Serat Sabut Kelapa .....	74
Tabel 4. 13 Interpretasi Koefisien Korelasi Nilai r .....	77
Tabel 5. 1 Spesifikasi Interior Mobil .....	85

## **DAFTAR GRAFIK**

Grafik 4. 1 Data Hasil Pengujian Tarik Komposit Serat Ampas Tebu .....	58
Grafik 4. 2 Uji Keseragaman Data untuk Uji Tarik.....	60
Grafik 4. 3 Regresi Kekuatan Tarik Ampas Tebu .....	61
Grafik 4. 4 Data Hasil Pengujian Impak Serat Ampas Tebu .....	63
Grafik 4. 5 Uji Keseragaman Data Uji Impak .....	65
Grafik 4. 6 Regresi Uji Impak Serat Ampas Tebu.....	66
Grafik 4. 7 Data Hasil Pengujian Tarik Komposit Serat Sabut Kelapa .....	68
Grafik 4. 8 Uji Keseragaman Data untuk Uji Tarik.....	70
Grafik 4. 9 Regresi Kekuatan Tarik Serat Sabut Kelapa .....	71
Grafik 4. 10 Data Hasil Pengujian Impak Komposit Serat Sabut Kelapa.....	73
Grafik 4. 11 Uji Keseragaman Data untuk Data Uji Impak .....	75
Grafik 4. 12 Regresi Harga Impak Komposit Serat Sabut Kelapa .....	76
Grafik 5. 1 Hubungan Volume Serat Ampas Tebu terhadap Kekuatan Tarik .....	78
Grafik 5. 2 Hubungan Volume Serat Sabut Kelapa terhadap Kekuatan Tarik.....	78
Grafik 5. 3 Hubungan Volume Serat Ampas Tebu terhadap Harga Impak .....	82
Grafik 5. 4 Hubungan Volume Serat Sabut Kelapa terhadap Harga Impak .....	82

**PENGARUH FRAKSI VOLUME SERAT KOMPOSIT POLYESTER  
FILLER SERAT AMPAS TEBU DAN SERAT SABUT KELAPA  
TERHADAP KEKUATAN TARIK DAN KEKUATAN IMPAK SEBAGAI  
BAHAN ALTERNATIF PEMBUATAN DASHBOARD MOBIL**

**Budi Prasetyo**

Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi  
Nasional Malang Jl. Raya Karanglo KM. 2 Malang, Indonesia

E-mail: [budi23965@gmail.com](mailto:budi23965@gmail.com)

**ABSTRAK**

Kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi dalam industri telah mendorong peningkatan dalam permintaan terhadap material komposit. Hal ini mendorong pengembangan teknologi pembuatan material komposit berkembang lebih pesat untuk menjawab permintaan pasar, khususnya permintaan industri fabrikasi. Tujuan Penelitian ini adalah untuk mengetahui kekuatan tarik dan kekuatan impak komposit berpenguat serat alam. Dalam Penelitian ini menggunakan bahan serat ampas tebu dan serat sabut kelapa dan resin polyester BQTN 157 serta kaltalis MEKPO. Variasi yang digunakan dalam Penelitian ini adalah volume serat 20%, 25%, 30%, 35%, 40% serta orientasi serat acak dan memanjang. Pengujian spesimen yaitu uji tarik, uji impak, dan uji SEM. Pengujian tarik dan impak berdasarkan standart ASTM D 638 type III untuk uji tarik dan standart ASTM D256 untuk uji impak. Nilai pengujian tarik yang paling tinggi untuk serat ampas tebu terdapat pada variasi 20% orientasi serat memanjang sebesar  $4,72 \text{ Kgf/mm}^2$  dan terendah pada variasi 35% orientasi serat acak sebesar  $1,68 \text{ Kgf/mm}^2$ . Sedangkan serat sabut kelapa terdapat pada variasi 25% orientasi serat memanjang sebesar  $4,27 \text{ Kgf/mm}^2$  dan terendah pada variasi 40% orientasi acak sebesar  $2,47 \text{ Kgf/mm}^2$ . Nilai pengujian impak paling tinggi untuk serat ampas tebu terdapat pada variasi 35%, 40% orientasi serat acak dan memanjang sebesar  $0,0125 \text{ Joule/mm}$  dan terendah pada variasi 20% orientasi serat memanjang sebesar  $0,0077 \text{ joule/mm}$ . Sedangkan serat sabut kelapa terdapat pada variasi 20%, 35%, 40% orientasi serat acak dan memanjang sebesar  $0,0125 \text{ Joule/mm}$  dan terendah pada variasi 20%, 25% orientasi serat acak dan memanjang sebesar  $0,0077 \text{ joule/mm}$ .

Dari hasil ini diharapkan dapat menjadi dasar dalam pemilihan bahan dalam pembuatan dashboard mobil.

**Kata Kunci :** *Komposit, serat ampas tebu, serat sabut kelapa, resin polyester, kekuatan tarik, kekuatan impak, dashboard mobil.*

## **ABSTRAK**

*Advances in science and technology in industry have driven an increase in demand for composite materials. This encourages the development of composite materials manufacturing technology to grow more rapidly to respond to market demand, especially demand for fabrication industry. The purpose of this research is to know the tensile strength and impact strength of natural fiber-packed composite. In this study menggunakan fiber fiber bagasse and coco fiber and polyester resin BQTN 157 and kaltalis MEKPO. The variation used in this research is fiber volume 20%, 25%. 30%, 35%, 40% as well as random and elongated fiber orientation. Specimen testing is tensile test, impact test, and SEM test. Tensile and impact test based on standard ASTM D 638 type III for tensile test and standard ASTM D256 for impact test. The highest tensile test values for bagasse fibers are found in a variation of 20% longitudinal fiber orientation of  $4.72 \text{ Kgf/mm}^2$  and the lowest at a variation of 35% random fiber orientation of  $1.68 \text{ Kgf/mm}^2$ . Coconut fiber is present in variation of 25% orientation of longitudinal fiber of  $4.27 \text{ Kgf/mm}^2$  and lowest at 40% random orientation of  $2.47 \text{ Kgf/mm}^2$ . The highest impact test values for bagasse fibers were found in variations of 35%, 40% random and longitudinal fibers of 0.0125 Joule/mm and the lowest on a 20% orientation of longitudinal fiber of 0.0077 joule/mm. Coconut fiber is present in variations of 20%, 35%, 40% of random and longitudinal fibers of 0.0125 Joule/mm and lowest at 20%, 25% orientation of random and longitudinal fibers of 0.0077 joules/mm. From these results are expected to be the basis in the selection of materials in the manufacture of car dashboards.*

**Keywords :** *Composite, fiber bagasse, coco fiber, polyester resin, tensile strength, impact strength, car dashboard.*

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi dalam industri telah mendorong peningkatan dalam permintaan terhadap material komposit. Industri pembuatan pesawat terbang, perkapalan, mobil dan industri pengangkutan merupakan contoh industri yang sekarang mengaplikasikan bahan-bahan yang memiliki sifat berdensitas rendah, tahan karat, kuat, tahan terhadap keausan dan fatigue serta ekonomis sebagai bahan baku industrinya. Hal ini mendorong pengembangan teknologi pembuatan material komposit berkembang lebih pesat untuk menjawab permintaan pasar, khususnya permintaan industri fabrikasi.

Setelah diketemukannya berbagai macam serat sintetis yang dibuat secara kimiawi, kini para ilmuwan berlomba-lomba beralih melakukan penelitian pada serat alam. Para ilmuwan mulai meneliti sifat-sifat alami dan melakukan uji mekanis terhadap serat-serat alam yang ada. Penelitian dilakukan setelah diketahui kelemahan-kelemahan yang terdapat pada serat sintetis, yaitu diantaranya; harganya yang relatif mahal, tidak dapat terdegradasi secara alami, beracun dan jumlahnya yang terbatas. Oleh karena itu para ilmuwan berusaha meneliti dan menemukan serat alam pengganti serat sintetis yang memiliki sifat antara lain; mudah didapatkan, dapat terurai secara alami, harganya yang murah dan tidak beracun, namun memiliki kekuatan mekanis yang sama atau lebih baik dari serat sintetis. Salah satu serat alam yang banyak terdapat di Indonesia adalah serat ampas tebu (*baggase*). Kegiatan pasca panen dan pengolahan hasil pertanian/perkebunan, termasuk pemanfaatan produk samping dan sisa pengolahannya masih kurang optimal. Dalam industri pengolah tebu menjadi gula, ampas tebu yang dihasilkan jumlahnya dapat mencapai 90% dari setiap tebu yang diolah. Selama ini pemanfaatan ampas tebu sebagai bahan baku pembuatan particle board, bahan bakar boiler, pupuk organik dan pakan ternak bersifat terbatas dan bernilai ekonomi rendah.

Pemanfaatan serat ampas tebu sebagai serat penguat material komposit akan mempunyai arti yang sangat penting yaitu dari segi pemanfaatan limbah industri khususnya industri pembuatan gula di Indonesia yang belum dioptimalkan dari segi ekonomi dan pemanfaatan hasil olahannya.

Selain itu Indonesia merupakan negara penghasil kelapa yang cukup melimpah namun, sampai saat ini pemanfaatan limbah berupa sabut kelapa sebagai bahan dasar komposit belum mendapatkan perhatian yang serius. Limbah serat buah kelapa sangat potensial digunakan sebagai penguat bahan baru pada komposit alam yang ramah lingkungan dan mendukung gagasan pemanfaatan serat sabut kelapa menjadi produk yang memiliki nilai ekonomi dan teknologi tinggi. Selama ini pemanfaatan serat sabut kelapa digunakan untuk industri rumah tangga dalam skala kecil. Penggunaan sabut kelapa banyak dimanfaatkan karena sabut kelapa memiliki sifat tahan lama, sangat ulet, kuat terhadap gesekan, tidak mudah patah, tahan terhadap air, tidak mudah membusuk, tahan terhadap jamur dan hama serta tidak dihuni oleh rayap dan tikus. Sabut kelapa terdiri dari serat dan gabus yang menghubungkan satu serat dengan serat lainnya yang merupakan bagian berharga dari sabut. Kandungan sabut serat pada buah kelapa merupakan bagian yang cukup besar, yaitu 35% dari berat keseluruhan buah. Setiap butir kelapa rata-rata mengandung serat 525 gram (75% dari sabut) dan gabus 175 gram (25% dari sabut). Sabut kelapa mengandung serat yang merupakan material serat alami alternatif dalam pembuatan komposit. Serat kelapa ini mulai dilirik penggunaannya karena selain mudah didapat, murah, dapat mengurangi polusi lingkungan (biodegradability) sehingga penggunaan sabut kelapa sebagai serat dalam komposit akan mampu mengatasi permasalahan lingkungan yang mungkin timbul dari banyaknya sabut kelapa yang tidak dimanfaatkan. Komposit ini ramah lingkungan serta tidak membahayakan kesehatan sehingga pemanfaatannya terus dikembangkan agar dihasilkan komposit yang lebih sempurna dan lebih berguna.

Selain itu pemilihan aplikasi komposit sebagai dashboard mobil juga didasari dari kekecewaan konsumen mobil jenis MPV (mobil keluarga) yang merasa dashboard mobilnya yang memiliki material plastik yang sangat tipis dan mudah retak serta harganya yang cukup mahal jika menggantinya dengan yang kualitas original sedangkan material yang didapat tidak sebanding. Melihat permasalahan tersebut di atas melatar belakangi penulis untuk membuat terobosan baru dalam memanfaatkan ampas tebu dan sabut kelapa sebagai filler komposit polyester sebagai bahan alternatif pembuatan dashboard mobil, sehingga bisa bermanfaat bagi kehidupan manusia. Dengan pertimbangan tersebut, maka dalam penelitian ini perlu dilakukan pengujian tarik, pengujian impak dan uji foto SEM terhadap komposit polyester filler ampas tebu dan sabut kelapa.

## **1.2 Rumusan Masalah**

1. Bagaimanakah pengaruh fraksi volume serat terhadap kekuatan tarik ?
2. Bagaimanakah pengaruh fraksi volume serat terhadap kekuatan impak?

## **1.3 Batasan Masalah**

1. Filler yang digunakan adalah ampas tebu dan sabut kelapa serta kombinasi antara serat ampas tebu dengan sabut kelapa dengan menggunakan matrik resin polyester yukalac 157 bqtn.
2. Fraksi volume serat dengan variasi sebesar ; 20%, 25%, 30%, 35%, 40%.
3. Cetakan spesimen uji tarik dan impak menggunakan bahan akrilik.
4. Pengeras yang digunakan adalah kaltalis MEKPO.
5. Arah serat menggunakan variasi acak (random) dan lurus memanjang.
6. Pengujian komposit berupa uji tarik, uji impact dan uji SEM.

## **1.4 Tujuan Penelitian**

1. Untuk mengetahui pengaruh fraksi volume serat terhadap kekuatan tarik ?
2. Untuk mengetahui pengaruh fraksi volume serat terhadap kekuatan impak?

## **1.5 Manfaat Penelitian**

- 1. Manfaat Teoritis**
  - a. Sebagai bahan refrensi untuk penelitian yang selanjutnya.
  - b. Sebagai bahan pustaka di lingkungan Institut Teknologi Nasional Malang di Fakultas Teknologi Industri Jurusan S1 Teknik.
  - c. Membangkitkan minat mahasiswa untuk melanjutkan Penelitian tentang komposit.
- 2. Manfaat Praktis**
  - a. Memberikan alternatif solusi untuk memanfaatkan limbah ampas tebu dan sabut kelapa.
  - b. Dapat digunakan sebagai acuan bagi masyarakat untuk mendapatkan produk dari material yang mempunyai sifat yang baik dengan harga yang terjangkau dan mengurangi pencemaran lingkungan.

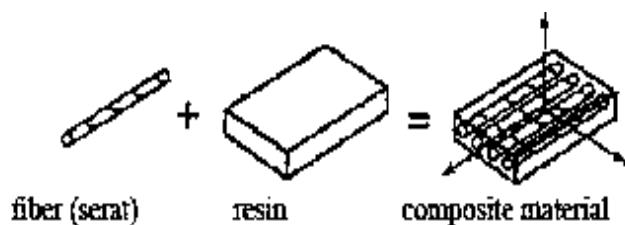
## BAB II

### LANDASAN TEORI

#### 2.1 Komposit

##### 2.1.1 Pengertian Komposit

Menurut (Hartono, M. Rifai, Handoko. S 2016) dalam buku pengenalan teknik komposit, komposit merupakan suatu struktur yang tersusun atas beberapa bahan pembentuk tunggal yang digabungkan menjadi struktur baru dengan sifat yang lebih baik dibandingkan dengan masing-masing bahan pembentuknya.



**Gambar 2. 1 Komposisi Komposit Serat**

Bahan komposit serat yang utama adalah serat dan pengikat, namun terkadang bahan pengikat tersebut diperbaiki sifatnya menggunakan pengisi untuk mendapatkan sifat lain yang dikehendaki. Bila dikehendaki pengikat dengan sifat lebih ringan lagi maka dapat digunakan bahan peringan. Demikian pula bila diinginkan pengikat yang lebih keras maka ditambahkan bahan pengeras.

Material komposit mempunyai beberapa keuntungan diantaranya (Schwartz, 1997) :

1. Bobot ringan
2. Mempunyai kekuatan dan kekakuan yang baik
3. Biaya produksi murah
4. Tahan korosi
5. Tahan terhadap cuaca dan lingkungan.

## 2.1.2 Bahan Penyusun Komposit

### A. Penguat (*Reinforcement*)

Penguat berperan sebagai penyangga kekuatan dari struktur komposit, beban yang awalnya di terima oleh matrik kemudian di teruskan ke serat oleh karena itu serat harus mempunyai kekuatan tarik dan elastisitas yang lebih tinggi daripada matrik. Serat secara umum terdiri dari dua jenis yaitu serat alami dan serat sintetis.

Serat alam adalah serat yang dapat langsung diperoleh dari alam seperti pada binatang dan tumbuhan diantaranya adalah kapas, wol, sutera, pelepas pisang, sabut kelapa, ampas tebu, ijuk, bambu, nanas, dan kenaf atau goni. Keunggulan serat alam sebagai filler komposit dibandingkan dengan serat sintetis adalah densitas rendah, harga lebih murah, ramah lingkungan . serat alam juga mempunyai kekurangan yaitu ukuran serat yang tidak seragam, kekuatan serat sangat dipengaruhi oleh usia.

Serat sintetis adalah serat yang dibuat dari bahan-bahan anorganik dengan komposisi kimia tertentu, serat sintetis mempunyai beberapa kelebihan yaitu sifat dan ukurannya relatif seragam. Serat sintetis yang telah banyak digunakan antara lain serat gelas, serat karbon, kevlar, nylon, dan lain-lain (Schwartz, 1984).

Berikut ini merupakan syarat penguat untuk dapat memperkuat matrik (Schwartz, 1984), antara lain :

1. Mempunyai modulus elastisitas yang tinggi
2. Mempunyai kekuatan patah yang tinggi
3. Perbedaan kekuatan serat harus relatif sama
4. Diameter serat yang seragam
5. Stabil selama penanganan proses produksi.

### B. Matriks

Menurut Gibson (1994), bahwa matrik dalam struktur komposit dapat berasal dari bahan polimer, logam, maupun keramik. Matriks adalah fasa dalam komposit yang mempunyai bagian atau fraksi volume terbesar (dominan). Syarat utama yang harus dimiliki oleh

bahan matrik adalah bahan matrik tersebut harus dapat meneruskan beban, sehingga serat harus bisa melekat pada matrik dan kompatibel antara serat dan matrik. Umumnya matrik yang dipilih adalah matrik yang memiliki ketahanan panas yang tinggi. Matrik sebagai pengisi ruang komposit memegang peranan penting dalam mentransfer tegangan, melindungi serat dari lingkungan dan menjaga permukaan serat dari pengikisan. Matrik harus memiliki kompatibilitas yang baik dengan serat. Gibson (1994) menyatakan bahwa matrik dalam struktur komposit bisa berasal dari bahan polimer, logam, maupun keramik. Matrik secara umum berfungsi untuk mengikat serat menjadi satu struktur komposit. Matrik memiliki fungsi :

- a) Mengikat serat menjadi satu kesatuan struktur.
- b) Melindungi serat dari kerusakan akibat kondisi lingkungan.
- c) Mentransfer dan mendistribusikan beban ke filler.
- d) Menyumbangkan beberapa sifat seperti kekakuan, ketangguhan, dan tahanan listrik.

Dalam proses pembuatan material komposit, matrik harus memiliki kemampuan meregang yang lebih tinggi dibandingkan dengan serat.

Apabila tidak demikian, maka material komposit tersebut akan mengalami patah pada bagian matriknya terlebih dahulu. Akan tetapi apabila hal itu dipenuhi, maka material komposit tersebut akan patah secara alami bersamaan antara serat dan matrik.

Berdasarkan bahan penyusunnya matrik terbagi atas matrik organic dan inorganik. Matrik organik adalah matrik yang terbuat dari bahan bahan organik. Matrik ini banyak digunakan karena proses penggunaannya menjadi komposit cepat dan mudah serta dengan biaya yang rendah. Salah satu contoh matrik organik adalah resin polyester. Sedangkan matrik inorganik adalah matrik yang terbentuk dari bahan logam yang pada umumnya memiliki berat dan kekuatan tinggi.

## 2.2 Jenis-jenis Komposit

### 2.2.1 Berdasarkan Struktur dari Penyusunnya

Komposit dibedakan menjadi 5 kelompok berdasarkan bentuk struktur dari penyusunnya, yaitu :

#### A. Komposit Serat (*Fiber Composite*)

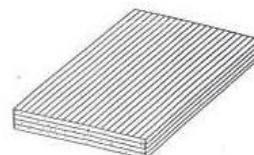


**Gambar 2. 2 Komposit Serat**

Menurut Schwartz, (1984) Komposit serat merupakan jenis komposit yang menggunakan serat sebagai bahan penguatnya. Dalam pembuatan komposit, serat dapat diatur memanjang (unidirectional composites) atau dapat dipotong kemudian disusun secara acak (random fibers) serta juga dapat dianyam (cross-ply laminate). Komposit serat sering digunakan dalam industri otomotif dan pesawat terbang.

Berdasarkan penempatannya terdapat beberapa tipe serat pada komposit, yaitu :

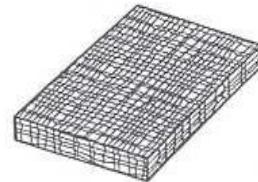
#### a. Continous Fiber Composite



**Gambar 2. 3 Continous Fiber Composite**

Continuous atau uni-directional, mempunyai susunan serat panjang dan lurus, membentuk lamina diantara matriksnya. Jenis komposit ini paling banyak digunakan. Kekurangan tipe ini adalah lemahnya kekuatan antar antar lapisan. Hal ini dikarenakan kekuatan antar lapisan dipengaruhi oleh matriksnya.

b. Woven Fiber Composite (bi-directional)



**Gambar 2. 4 Woven Fiber Composite (bi-directional)**

Komposit ini tidak mudah terpengaruh pemisahan antar lapisan karena susunan seratnya juga mengikat antar lapisan. Akan tetapi susunan serat memanjangnya yang tidak begitu lurus mengakibatkan kekuatan dan kekakuan tidak sebaik tipe continuous fiber.

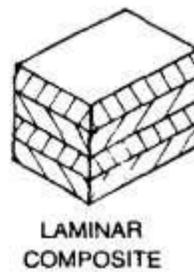
c. Discontinuous Fiber Composite (chopped fiber composite)

Komposit ini terbuat dari serat dengan panjang yang pendek. Komposit dengan tipe serat pendek masih dibedakan lagi berdasarkan arah seratnya menjadi tiga, yaitu :

- *Aligned discontinuous fiber*
- *Off-axis aligned discontinuous fiber*
- *Randomly oriented discontinuous fiber*

Tipe acak sering digunakan pada produksi dengan volume besar karena faktor biaya manufakturnya yang lebih murah. Kekurangan dari jenis serat acak adalah sifat mekanik yang dibawah dari penguatan dengan serat lurus pada jenis serat yang sama.

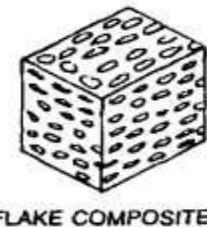
B. Komposit Lapisan (Laminar Composite)



**Gambar 2. 5 Komposit Lapisan**

Laminar composites adalah komposit dengan susunan dua atau lebih layer, dimana masing – masing layer dapat berbeda – beda dalam hal material, bentuk, dan orientasi penguatannya (Schwartz, 1984).

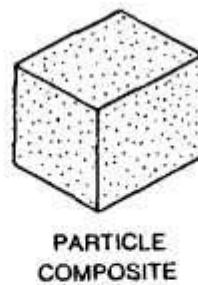
C. Komposit Serpih (Flake Composite)



**Gambar 2. 6 Komposit Serpih**

*Flake Composites* adalah komposit dengan penambahan material berupa serpih kedalam matriksnya. *Flake* dapat berupa serpihan mika, *glass* dan metal (Schwartz, 1984).

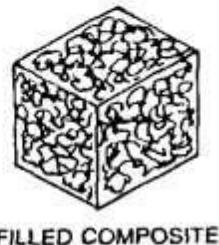
D. Komposit Butir (Particulate Composite)



**Gambar 2. 7 Komposit Butir**

Particulate composites adalah salah satu jenis komposit dimana dalam matrik ditambahkan material lain berupa serbuk/butir. Perbedaan dengan flake dan fiber composites terletak pada distribusi dari material penambahnya. Dalam particulate composites, material penambah terdistribusi secara acak atau kurang terkontrol daripada flake composites. Sebagai contoh adalah beton (Schwartz, 1984).

## E. Komposit Isian (Filled Composite)



**Gambar 2. 8 Komposit Isian**

Filled composites adalah komposit dengan penambahan material ke dalam matriks dengan struktur tiga dimensi dan biasanya filler juga dalam bentuk tiga dimensi (Schwartz, 1984).

### 2.2.2 Berdasarkan Matrik

Komposit dibedakan menjadi 3 kelompok berdasarkan matriknya, yaitu :

#### A. Komposit Matrik Polimer (*Polymer Matrix Composite-PMC*)

Komposit jenis ini terdiri dari polimer sebagai matriks baik itu *thermoplastic* maupun jenis *thermosetting*. *Thermoplastic* adalah plastik yang dapat dilunakkan berulang kali (*recycle*) dengan menggunakan panas. *Thermoplastic* merupakan polimer yang akan menjadi keras apabila didinginkan. *Thermoplastic* akan meleleh pada suhu tertentu, serta melekat mengikuti perubahan suhu dan mempunyai sifat dapat kembali (*reversibel*) kepada sifat aslinya, yaitu kembali mengeras bila didinginkan. *Thermoplastic* yang lazim dipergunakan sebagai matriks misalnya *polyolefin* (*polyethylene*, *polypropylene*), *vinylidic* (*polyvinylchloride*, *polystyrene*, *polytetrafluorethylene*), *nylon*, *polyacetal*, *polycarbonate*, dan *polyfenylene*.

*Thermosets* tidak dapat mengikuti perubahan suhu (*irreversibel*). Bila sekali pengerasan telah terjadi maka bahan tidak dapat dilunakkan kembali. Pemanasan yang tinggi tidak akan melunakkan termoset melainkan akan membentuk arang dan terurai karena sifatnya yang demikian sering digunakan sebagai tutup ketel, seperti jenis-jenis melamin. *Thermosets* yang banyak digunakan saat

ini adalah *epoxy* dan *polyester* tak jenuh. Resin *polyester* tak jenuh adalah matrik *thermosetting* yang paling banyak dipakai untuk pembuatan komposit. Resin jenis ini digunakan pada proses pembuatan dengan metode *hand lay-up*.

### **B. Komposit Matrik Logam (Metal Matix Composite-MMC)**

*Metal matrix composites* adalah salah satu jenis komposit yang memiliki matrik logam. Komposit ini menggunakan suatu logam seperti alumunium sebagai matrik dan penguatnya dengan serat seperti *silikon karbida*. Material MMC mulai dikembangkan sejak tahun 1996. Komposit MMC berkembang pada industri otomotif digunakan sebagai bahan untuk pembuatan komponen otomotif seperti blok silinder mesin, *pully*, poros, dan gardan.

### **C. Komposit Matrik Keramik (Ceramic Matrix Composite-CMC)**

*Ceramic matrix composite* merupakan material 2 fasa dengan 1 fasa berfungsi sebagai *reinforcement* dan 1 fasa sebagai matriks, dimana matriksnya terbuat dari keramik. *Reinforcement* yang umum digunakan pada CMC adalah *oksida*, *carbide*, dan *nitrid*. Salah satu proses pembuatan dari CMC yaitu dengan proses *DIMOX*, yaitu proses pembentukan komposit dengan reaksi oksidasi leburan logam untuk pertumbuhan matriks keramik di sekeliling daerah *filler* (penguat).

#### **2.2.3 Berdasarkan Strukturnya**

Komposit dibedakan menjadi 2 kelompok menurut bentuk strukturnya, yaitu :

##### **A. Struktur Laminate**

Merupakan jenis komposit yang terdiri dari dua lapis atau lebih yang digabung menjadi satu dan setiap lapisnya memiliki karakteristik sifat sendiri.

##### **B. Struktur Sandwich**

Komposit sandwich merupakan gabungan dua lembar skin yang disusun pada dua sisi material ringan (*core*) serta *adhesive*. Fungsi utama *skin* adalah menahan beban aksial dan *bending*, sedangkan *core*

berfungsi untuk mendistribusikan beban aksial menjadi beban geser pada seluruh luasan yang terjadi akibat pembebanan gaya dari luar.

### 2.3 Resin Polyester

*Unsaturated Polyester* merupakan jenis resin *thermoset* yang biasa disebut dengan *Polyester* saja. *Polyester* berupa resin cair dengan viskositas yang relatif rendah dan mengeras pada suhu kamar dengan penggunaan katalis tanpa menghasilkan gas sewaktu pengesetan seperti banyak resin lainnya. Mengenai sifat termalnya karena banyak mengandung *monomer stiren*, maka suhu *deformasi thermal* lebih rendah daripada resin *thermoset* lainnya dan ketahanan panas jangka panjangnya adalah kira-kira 110 - 1400°C. Ketahanan dingin adalah baik secara relatif. Sifat listriknya lebih baik diantara resin *thermoset*. Mengenai ketahanan kimianya, pada umumnya kuat terhadap asam kecuali asam pengoksid, tetapi lemah terhadap alkali. Bila dimasukkan dalam air mendidih untuk waktu yang lama (300 jam), bahan akan pecah dan retak-retak. Bahan ini mudah mengembang dalam pelarut, yang melarutkan polimer stiren.

Kemampuan terhadap cuaca sangat baik. Tahan terhadap kelembaban dan sinar *ultra violet* bila dibiarkan di luar, tetapi sifat tembus cahaya permukaan rusak dalam beberapa tahun. Secara luas digunakan untuk konstruksi sebagai bahan komposit.

Penggunaan resin jenis ini dapat dilakukan dari proses *hand lay-up* sampai dengan proses yang kompleks yaitu dengan proses mekanik. Resin ini banyak digunakan dalam aplikasi komposit pada dunia industri dengan pertimbangan harga relatif murah, *curing* yang cepat, warna jernih, kestabilan dimensional dan mudah penanganannya (Billmeyer, 1984).

**Tabel 2. 1 Spesifikasi Polyester *BQTN 157-EX* Yukalac**

Sifat	Satuan	Nilai
Rumus Molekul		$(C_{10}H_8O_4)_n$
Densitas	Kg/mm <sup>3</sup>	1370
Modulus Young (E)	MPa	2800-3100
Tensile Strength	MPa	55-75
Batas Elastic	%	50-100
Uji Noc	kJ/m <sup>2</sup>	3.6
Suhu Glass	°C	260
Vicat B	°C	170
Konduktivitas Thermal	W/(m,K)	0,24
Koefisien Muai Panas (a)	1/K	$7 \times 10^{-5}$
Kapasitas Panas Spesifik	kJ/(Kg.K)	1.0
Penyerapan Air (ASTM)	-	0.16
Indeks Refraktif	-	15.750

*Sumber : Hartono, M.Rifai, Handoko.S 2016*

## 2.4 Metyl Etyl Keton Peroxide (MEKPO)

*Metyl Etyl Keton Peroxide* (MEKPO) merupakan katalis dengan bentuk cair, berwarna bening. Fungsi dari katalis adalah mempercepat proses pengeringan (*curing*) pada bahan resin suatu komposit. Semakin banyak katalis yang dicampurkan pada cairan matrik akan mempercepat proses laju pengeringan, tetapi akibat mencampurkan katalis terlalu banyak adalah membuat komposit menjadi getas. Penggunaan katalis sebaiknya diatur berdasarkan kebutuhannya. Pada saat mencampurkan katalis ke dalam resin maka akan timbul reaksi panas (60°-90°C). Pemakaian katalis dibatasi sampai 1% dari volume resin (P.T. Justus Sakti Raya, 2001).

## 2.5 Serat Alam

Serat alam merupakan serat yang berasal dari tumbuh-tumbuhan dan hewan. Serat alam telah banyak digunakan oleh manusia contohnya serat sutra, wol, pelepasan pisang, kenaf, kelapa, tebu, ijuk, atau kenaf. Serat alam lebih ramah lingkungan dibandingkan serat sintetis tapi serat alam memiliki kelemahan yaitu ukuran serat tidak seragam dan kekuatannya sangat dipengaruhi oleh usia (Schwartz, 1984).

Kelebihan dari komposit serat alam yaitu dapat dicat, dipoles, maupun dilaminasi, tahan terhadap penyerapan air, murah karena bahan baku seratnya tersedia di alam dan proses pembuatannya relatif mudah dan sederhana, kuat, kaku, ramah lingkungan, bisa didaur ulang secara alami oleh lingkungan, serta memiliki kemampuan dan diproses dengan baik. Akan tetapi komposit serat juga memiliki beberapa kelemahan yaitu penurunan karena faktor biologi karena adanya organisme yang mungkin tumbuh dan memakan karbohidrat yang terkandung dalam serat sehingga menimbulkan enzim khusus yang merusak serat dan melepaskan ikatan antara serat dan matrik, penurunan kualitas karena panas atau *thermal*, penurunan panas karena radiasi ultraviolet karena radiasi ultraviolet akan menyebabkan meningkatnya karbohidrat dan berkurangnya lignin, serat yang mengandung banyak karbohidrat akan menyebabkan kemampuan ikatan dengan matrik menjadi rendah sehingga kekuatannya akan menurun, serta kekuatannya masih lebih rendah dibandingkan serat sintetis.

## 2.6 Tebu

Tebu (*saccharum officinarum*) merupakan tanaman perkebunan semusim, yang mempunyai sifat tersendiri, sebab di dalamnya terdapat zat gula. Tebu termasuk keluarga rumput-rumputan (*family gramineae*). Akar tanaman tebu adalah serabut dan tanaman ini termasuk ke dalam kelas *monocotyledone* (Supriadi 1992).



**Gambar 2. 9 Tebu**

Tanaman tebu mempunyai batang yang kurus, tidak bercabang dan tumbuh tegak. Tanaman yang tumbuh baik tingginya dapat mencapai 3-5 meter. Pada batangnya terdapat lapisan lilin yang berwarna putih atau keabuabuan. Batangnya beruas dengan panjang ruasnya 5-10 cm. Daun berpangkal pada buku batang dengan kedudukan yang bersilang.



**Gambar 2. 10 Serat Ampas Tebu**

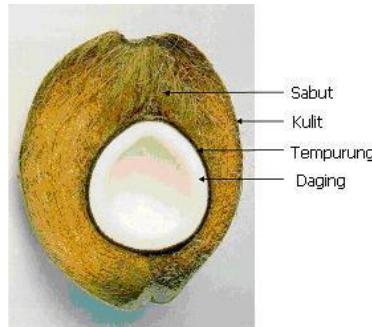
Serat ampas tebu mempunyai sifat fisik, menurut (A.Balaji Et Al, dkk,2014) sifat fisik serat ampas tebu antara lain :

**Tabel 2. 2 Physico-Mechanical Properties of Bagasse Fibers**

Properties	Values
Tensile Strength (MPa)	180
Young's Modulus (Gpa)	17
Density (g/cm <sup>3</sup> )	1.25

## 2.7 Kelapa

Buah kelapa terdiri dari *epicarp* yaitu bagian luar yang permukaannya licin, agak keras dan tebalnya  $\pm 0,7$  mm, *mesocarp* yaitu bagian tengah yang disebut sabut, bagian ini terdiri dari serat keras yang tebalnya 3–5 cm, *endocarp* yaitu tempurung tebalnya 3–6 mm. Sabut merupakan bagian tengah (mesocarp) epicarp dan endocarp.



**Gambar 2. 11 Kelapa**

Sabut kelapa merupakan bagian terluar buah kelapa. Ketebalan sabut kelapa berkisar 5-6 cm yang terdiri atas lapisan terluar (*exocarpium*) dan lapisan dalam (*endocarpium*). Endocarpium mengandung serat halus sebagai bahan pembuat tali, karpet, sikat, keset, isolator panas dan suara, filter, bahan pengisi jok kursi/mobil dan papan hardboard. Satu butir buah kelapa menghasilkan 0,4 kg sabut yang mengandung 30% serat. Komposisi kimia sabut kelapa terdiri atas selulosa, lignin, pyroligneous acid, gas, arang, tannin, dan potassium.

Dilihat sifat fisiknya sabut kelapa terdiri dari :

- Seratnya terdiri dari serat kasar dan halus dan tidak kaku.
- Mutu serat ditentukan dari warna dan ketebalan.
- Mengandung unsur kayu seperti lignin, suberin, kutin, tannin dan zat lilin.

Dari sifat mekaniknya :

- Kekuatan tarik dari serat kasar dan halus berbeda.
- Mudah rapuh.
- Bersifat lentur. (Zainal. M dan Yulius, 2005)



**Gambar 2. 12 Sabut Kelapa**

**Tabel 2. 3 Mechanical Properties Sabut Kelapa**

Properties	Values
Density (g/cm <sup>3</sup> )	1.2
Elongasian at Break (%)	30
Tensile Strenght (MPa)	175
Young's Modulus (MPa)	4-6
Water Absorption (%)	130-180

Sumber : Bakri, 2010

## 2.8 Fraksi Volume Serat

Kandungan serat dalam komposit berpengaruh penting dalam menentukan sifat mekanik komposit. Serat dapat memperbaiki karakteristik dari matrik sehingga diperoleh komposit yang mempunyai sifat mekanik yang lebih baik dari penyusunnya. Untuk mendapatkan komposit yang mempunyai sifat mekanik yang baik, distribusi serat dengan matrik harus merata dalam pencampuran agar tidak menimbulkan *void*. Untuk menghitung fraksi volume, parameter yang harus diketahui yaitu berat jenis resin, berat jenis serat, berat komposit, dan berat serat. Adapun fraksi volume yang ditentukan dengan persamaan (Shackelford, 1992):

$$v_c = v_f + v_m = \frac{m_f}{\rho_f} + \frac{m_m}{\rho_f} \dots \dots \dots (1)$$

$$V_f = \frac{v_f}{v_c} \times 100\% \dots \dots \dots (2)$$

$$W_f = \frac{m_f}{m_c} \times 100\% \dots \dots \dots (3)$$

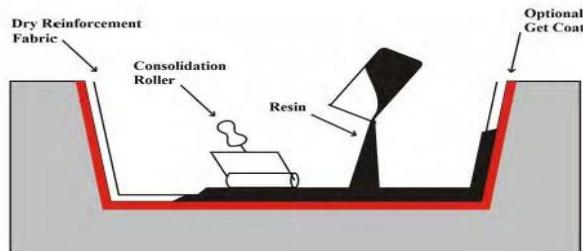
Keterangan:

- $v_c$  = Volume komposit (cm<sup>3</sup>)                             $v_f$  = Volume serat (cm<sup>3</sup>)

- $v_m$  = Volume matrik (cm<sup>3</sup>)
- $m_f$  = Massa serat (g)
- $\rho_f$  = Berat jenis serat ( g/ cm<sup>3</sup>)
- $\rho_m$  = densitas matrik (g/ cm<sup>3</sup>)
- $V_f$  = Fraksi volume serat (%)
- $W_f$  = Fraksi berat serat (%)

## 2.9 Metode Pembuatan Komposit

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode *Hand Lay Up*. Metode *Hand Lay Up* merupakan metode “*open mould*” atau cetakan terbuka dan merupakan proses secara manual pertama dalam pembuatan material komposit. Metode cetakan terbuka berarti teknik tersebut dilakukan dengan cetakan yang terbuka. Adapun metode ini dilakukan dengan cara mengaplikasikan resin pada bahan penguat dengan menggunakan kuas atau rol. Biasanya metode ini dilakukan untuk pembuatan komponen besar, seperti lambung kapal, kolam renang, dan lain-lain.



**Gambar 2. 13 Metode Hand Lay Up**

(Sumber Smith, 1996)

Teknik hand lay-up merupakan teknik yang paling mudah dan sederhana dimana produk dibuat pada *mould* atau cetakan terbuka, penguat atau serat komposit diletakkan pada cetakan, kemudian resin dan katalisator dituangkan kedalam cetakan dan setelah kering dan mengeras baru produk komposit material dapat diambil dari cetakan. Teknik ini juga merupakan teknik paling murah dalam hal biaya dalam pembuatan produk komposit dan hampir semua benda bisa dibuat dengan teknik ini. Kekurangan teknik ini adalah ketebalan produk kurang merata sehingga konsumsi resin akan

lebih banyak dibandingkan teknik lain. Selain itu dibutuhkan ketelitian dan jam terbang agar dapat menghasilkan produk yang bagus karena ratanya resin dan penyusunan serat penguat dikontrol sepenuhnya oleh pembuat.

## 2.10 Pengujian Komposit

Pengujian pada bahan komposit dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui perbandingan karakteristik sifat fisik dan mekanik komposit *polyester* dengan penguat serat ampas tebu dan serat sabut kelapa. Pengujian yang dilakukan dalam penelitian ini berupa pengujian tarik, impact, dan SEM.

### 2.10.1 Pengujian Tarik

Uji tarik adalah suatu metode yang digunakan untuk menguji kekuatan suatu bahan/material dengan cara memberikan beban gaya yang sesumbu. Hasil yang didapatkan dari pengujian tarik sangat penting untuk rekayasa teknik dan desain produk karena menghasilkan data kekuatan material. Pengujian uji tarik digunakan untuk mengukur ketahanan suatu material terhadap gaya statis yang diberikan secara lambat.

Pengujian tarik adalah dasar dari pengujian mekanik yang dipergunakan pada material. Dimana dalam penelitian ini, spesimen uji dibuat dengan menggunakan standard ASTM D638 yang kemudian dilakukan pembebanan berlawanan arah (*uniaxial*) sehingga spesimen uji mengalami peregangan dan bertambah panjang hingga akhirnya patah. Pengujian tarik relatif sederhana, murah dan sangat terstandarisasi dibanding pengujian lain.

Dalam pengujian tarik benda uji mengalami perlakuan tertentu yang berkaitan dengan tegangan. Secara matematik tegangan tarik dapat dituliskan sebagai berikut (Saito & Surdia 1999 Hal 8) :

$$\sigma = \frac{P}{A} \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

Dimana :

$\sigma$  = Tegangan ( N/mm<sup>2</sup> )

P = Beban tarik ( N )

A = Luas penampang spesiment awal ( mm<sup>2</sup> )

Sedangkan regangan dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L_o} \text{ ( mm )} \text{ atau } \varepsilon = \frac{(L-L_o)}{L_o} \text{ ( mm )}$$

Dimana :

$\varepsilon$  = Regangan

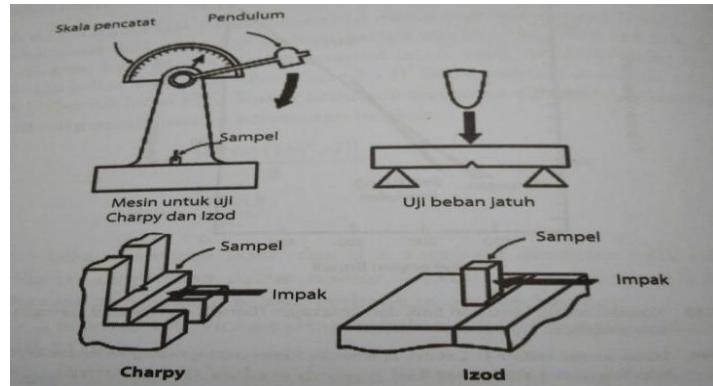
$L_o$  = Panjang batang uji awal (mm)

L = Panjang batang uji saat menerima beban (mm)

### 2.10.2 Pengujian Impak

Pengujian impact dilakukan untuk mengetahui ketahanan suatu bahan terhadap pembebahan pada suatu temperatur kerja tertentu. Hal ini mengingat bahwa bahan yang dalam penerapannya bekerja pada kondisi bertemperatur tertentu mempunyai ketahanan berbeda dibanding bahan yang tidak mengalaminya. Berikut ini merupakan gambar alat uji kekuatan impak.

Uji impak adalah pengujian dengan menggunakan pembebahan yang cepat (*rapid loading*). Pengujian impak merupakan suatu pengujian yang mengukur ketahan bahan terhadap beban kejut. Inilah yang membedakan pengujian impak dengan pengujian tarik dan kekerasan dimana pembebahan dilakukan secara perlahan-lahan. Pada penelitian ini, pengujian impak yang dilakukan menggunakan metode *charpy* dan spesimen uji dibuat dengan menggunakan standard ASTM D256. Kemudian pembebahan dilakukan dengan cara melepaskan bandul dengan sudut tertentu yang selanjutnya menabrak spesimen hingga patah.



**Gambar 2. 14 Pengujian Impak Metode Charphy**

Usaha yang dipakai untuk mematahkan bahan logam per satuan luas penampang pada takikan dinamakan kekuatan impak bahan tersebut. Sebelum dilepas, bandul membentuk sudut  $\alpha$  dengan sumbu tegak dan setelah memutuskan spesimen mengayun sampai maksimum membuat sudut  $\beta$  dengan sumbu tegak. Sehingga usaha yang dipakai untuk memutuskan bahan tersebut adalah (Sofyan 2010) :

$$E = (W \times R (\cos(\beta) - \cos(\alpha)))$$

Keterangan :

- E : Energi (joule)
- W : Weight of hammer (26,32)
- R : Panjang lengan bandul (0,647)
- $\beta$  : Sudut akhir bandul
- $\alpha$  : Sudut awal bandul

Harga impak dapat dihitung dengan rumus :

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

Keterangan :

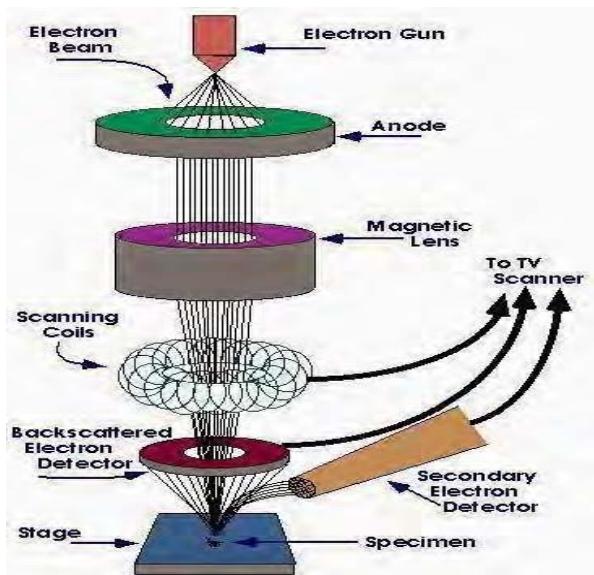
- HI : Harga impak (joule)
- E : Energi untuk mematahkan
- $A_o$  : Luas penampang terkecil takik ( $\text{cm}^2$ )

### 2.10.3 Uji Scanning Electron Microscopy (SEM)

Struktur permukaan dari komposit *polyester* dapat dilihat dengan menggunakan SEM. Selain itu ukuran porinya harus memenuhi syarat ukuran yang telah ditentukan, semakin sedikit pori yang dihasilkan akan membuat kekuatan komposit bertambah. Ukuran pori dapat diukur menggunakan garis skala yang terdapat pada gambar hasil SEM. *Scanning Elektron Microscopy* (SEM) adalah instrumen yang prinsip kerjanya didasari oleh adanya suatu sinar elektron yang mengenai titik secara tepat pada permukaan target bahan dan terkumpul yang selanjutnya akan dihasilkan suatu sinyal elektronik yang dipancarkan material target.

Teknik SEM (*Scanning Electron Microscopy*) pada hakekatnya merupakan pemeriksaan dan analisis permukaan. Gambar permukaan yang diperoleh adalah gambar topografi permukaan dengan segala lekukan permukaan. Kata kunci dari SEM adalah *scanning* yang berarti bahwa berkas elektron menyapu permukaan spesimen, titik demi titik dengan sapuan berbentuk baris demi baris. Intensitas gambar pada SEM bergantung pada nomor atom unsur yang ada pada permukaan specimen. Melalui cara ini akan diperoleh gambar yang menyatakan perbedaan unsur kimia. Warna lebih terang menunjukkan unsur kimia yang nomor atomnya lebih tinggi (Ananto, 2008).

Kandungan berbagai unsur kimia dapat diperoleh secara kuantitatif ataupun semi-kuantitatif dengan penggabungan teknik SEM dan teknik EDAX (*Energy Dispersive Analysis X-Ray*). Maka dengan penggabungan teknik SEM dan teknik EDAX akan dapat mengidentifikasi unsur-unsur yang dimiliki oleh fasa yang terlihat dalam gambar struktur mikro (Ananto, 2008).



**Gambar 2. 15 Skema Scanning Electron Microscopy (SEM)**

Prinsip yang digunakan dalam metode SEM adalah mekanika kuantum yaitu elektron berperilaku sebagai gelombang. Panjang gelombang berkaitan dengan energi yang dimilikinya. Panjang gelombang yang tampak lebih pendek dari panjang gelombang cahaya tampak akan mencitrakan objek yang lebih kecil dengan resolusi tinggi. Analisis kuantitatif dari sampel yang bersangkutan dimungkinkan dengan menggunakan spektrum refleksi dan absorpsi elektron (Syafrudin, 2011).

Metode SEM menggunakan rangkaian alat yang memiliki filamen dengan tegangan pemercepat 2-30 kV sebagai sumber penghasil berkas elektron. Berkas tersebut dilewatkan melalui sederet lensa elektromagnetik untuk menghasilkan citra dari sumber elektron pada sampel dengan resolusi 10 nm atau kurang. Filamen yang biasa digunakan berupa benang halus tungsten sebagai sumber elektron dengan tekanan vakum sekitar 10<sup>-5</sup> torr. Citra yang lebih terang dan jelas dapat dicapai dengan penembak LaB<sub>6</sub> pada 10<sup>-6</sup> torr, sedangkan untuk citra yang lebih halus digunakan sumber emisi yang beroperasi 10<sup>-9</sup> torr. Sebelum melewati lensa elektromagnetik terakhir berkas elektron

dibelokkan sehingga dapat memindai permukaan sampel. Sinkronisasi pemindaian dengan tabung sinar katoda dan gambar dibuat pada daerah yang dipindai dari sampel tersebut. Kontras pada gambar sinar katoda disebabkan adanya variasi refleksitas sepanjang permukaan sampel (Syafrudin, 2011).

Pada saat berkas elektron menumbuk permukaan sampel, ada beberapa kemungkinan yang terjadi yaitu sebagian elektron dipantulkan kembali sebagai elektron hamburan balik (back scattered electron / BSE) atau elektron sebagian terlepas sebagai elektron sekunder berenergi rendah (SE). Emisi radiasi elektromagnetik dari sampel terjadi pada berbagai panjang gelombang, namun yang menjadi perhatian adalah panjang gelombang cahaya tampak (cathodoluminiscence) dan sinar-X (Syafrudin, 2011).

Elektron hamburan balik (BSE) dan elektron sekunder (SE) yang dipantulkan dari sampel dikumpulkan oleh scintilator yang menghasilkan suatu pulsa cahaya pada saat kedatangan satu elektron. Cahaya yang dipancarkan kemudian diubah dalam bentuk sinyal listrik dan dikuatkan oleh *photomultiplier*. Setelah mengalami berbagai perlakuan sinyal tersebut dilewatkan pada grid tabung sinar katoda. Scintilator biasanya dipasang pada potensial antara 5-10 kV untuk mempercepat elektron terpancar berenergi rendah agar elektron tersebut dapat memancarkan cahaya pada saat menembak scintilator. Scintilator diberi perisai untuk mencegah pemblokkan berkas elektron primer karena adanya tegangan yang sangat tinggi pada scintilator (Syafrudin, 2011).

Adanya kontras pada tabung sinar katoda sebagai hasil akhir proses SEM disebabkan oleh beberapa faktor yaitu topografi dan arah permukaan sampel, sifat kimia dari permukaan sampel dan perbedaan tegangan listrik pada permukaan sampel (Syafrudin, 2011).

## 2.11 Aplikasi Komposit

Dashboard mobil adalah bagian dalam interior yang sering menjadi perhatian saat berkendara dimana dashboard berfungsi sebagai tempat panel indikator kontrol ac, lampu serta tempat head unit, dan laci. Dashboard biasanya dibuat dengan bahan plastik dimana jika terjadi kecelakaan dashboard sering sekali mengalami keretakan maupun pecah.



**Gambar 2. 16 Dashboard Mobil**

Hal inilah yang mengakibatkan dashboard mobil harus dibuat dari bahan yang ringan, kuat, serta kokoh agar umur pemakaiannya lama dan mudah perawatannya. Pada penelitian ini diharapkan komposit dapat digunakan menjadi material untuk pembuatan dashboard mobil dengan sifat-sifat yang baik.

**Tabel 2. 4 Spesifikasi Interior Mobil**

TPO Compounds	Density [kg/m <sup>3</sup> ]	MFR 230 °C/ 2.16 kg [g/10 min]	Flexural modulus [MPa]	Tensile stress [MPa]	Impact, Charpy notched [kJ/m <sup>2</sup> ]	HDT B (0.45 MPa) [°C]	Typical applications
Daplen EE168AI	960	14	1,750	20	5	97	Dashboards, door claddings
Daplen EF098HP	960	20	1,800	22	4	95	Dashboards, door claddings
Daplen EE189HP	1,000	13	1,750	21	3.5	94	Dashboards, door claddings
Daplen EF198HP	1,020	17	2,000	22	4	95	Dashboards, door claddings
Daplen EG273HP	1,020	20	2,000	22	4	110	Dashboards, door claddings
Daplen EE250AI	1,040	13	2,000	22	3.5	94	Dashboards, door claddings
Daplen EF261AI	1,040	14	1,800	18	4.6	94	Dashboards, door claddings

Sumber : Borealis and Borouge

## 2.12 Rancangan Penelitian

### 2.12.1 Waktu Dan Tempat Penelitian

- Waktu Penelitian dilakukan pada bulan Oktober-Desember 2017.
- Proses pembuatan bahan komposit dilakukan di bengkel fabrikasi fiberglass Kota Batu.
- Pengujian tarik dan impak dilakukan di laboratorium departement teknik material dan metallurgi ITN Malang.
- Pengujian foto SEM dilakukan di laboratorium pengujian bahan Universitas Brawijaya Malang.

### 2.12.2 Teknik Pengumpulan Data

- Metode eksperimen

Metode eksperimen digunakan dalam penelitian ini karena dapat memberikan data yang valid dan dapat dipertanggung jawabkan. Dalam penelitian ini dilakukan eksperimen bahan komposit benda uji dengan variasi fraksi volume serat yang berbeda.

- Metode literatur

Metode Literatur merupakan suatu acuan atau pedoman dalam melaksanakan kegiatan penelitian agar penelitian dapat sesuai dengan dasar ilmu yang melatar belakanginya dan tidak menyimpang dari ketentuan yang telah ada. Dalam metode literatur ini dilakukan pengumpulan data berupa teori, gambar dan tabel yang diperoleh dari buku-buku yang berkaitan dengan penelitian ini.

### **2.12.3 Variabel Penelitian**

- **Variabel bebas**

Variabel bebas dalam penelitian ini adalah pengaruh orientasi serat random, lurus memanjang dan fraksi volume serat dan resin antara lain (20% : 80%, 25% : 75%, 30% : 70%, 35% : 65%, 40% : 60%)

- **Variabel kontrol**

Variabel kontrol dalam Penelitian ini adalah pembuatan bahan komposit dengan metode hand lay up serta bahan menggunakan bahan resin polyester 157 BTQN dengan serat ampas tebu dan sabut kelapa.

- **Variabel terikat**

Variabel terikat dalam penelitian ini adalah nilai kekuatan tarik dan kekuatan impak bahan komposit serta hasil uji SEM dari patahan spesimen komposit.

### **2.12.4 Prosedur Penelitian**

Penelitian ini merupakan penelitian yang bersifat percobaan (*eksperimental*) dengan cara melakukan pengujian. Percobaan yang dilakukan adalah pembuatan komposit dengan menggunakan serat sabut kelapa dan ampas tebu sebagai serat penguat, kemudian dilakukan pengujian kekuatan tarik dan impak.

Pada percobaan ini pembuatan material komposit menggunakan bahan baku yang umum ditemukan di pasaran dan sering dipakai dalam proses produksi. Sedangkan untuk proses pengrajan dari spesimen uji dikerjakan dengan metode olesan atau sering disebut dengan *hand lay up*, sehingga kualitas laminasi sangat tergantung dari kemampuan dan keterampilan pekerja. Komponen material dasar ini terutama terdiri dari serat penguat (serat sabut kelapa dan ampas tebu), resin (*polyester*) sebagai pengikat dan beberapa zat tambahan. Pada perancangan percobaan ini penulis membagi atau mengelompokkan pekerjaan menjadi beberapa tahapan metodologi penelitian sebagai berikut :

## A. Tahap I Persiapan

### ➤ Bahan Penelitian

Bahan-bahan yang dipakai dalam Penelitian ini adalah :

a. Serat sabut kelapa

Digunakan sebagai penguat pada material komposit, ukuran serat antara lain 50mm.

b. Serat ampas tebu

Digunakan sebagai penguat pada material komposit, ukuran serat antara lain 50mm.

c. Resin

Resin yang digunakan merupakan resin polyester dengan merek YUKALAC 157 BTQN-EX. Dalam resin ini, mengandung komposisi campuran resin polyester tak jenuh murni dan bahan pelarut sterin dengan perbandingan 1:3.

d. Kaltalis

Memperbesar kecepatan reaksinya (mempercepat reaksi). Kaltalis yang digunakan berupa MEKPO (Metil Etil Keton Peroksida).

e. Maximum Mold Release Wax

Wax berfungsi sebagai pelapis cetakan agar material komposit yang sudah jadi akan mudah untuk dilepaskan dari cetakan.

### ➤ Alat Penelitian

a. Timbangan Digital

Berfungsi untuk menimbang resin polyester dan serat sabut kelapa dan ampas tebu.

b. Gelas ukur

Sebagai takaran resin polyester pada saat proses pembuatan komposit.

c. Cetakan

Cetakan terdiri dari dua buah cetakan yaitu cetakan untuk spesimen uji tarik dan uji impak dengan menggunakan bahan kaca. Untuk spesimen uji tarik memiliki ukuran panjang 165 mm

dan lebar 19 mm dengan ketebalan 10 mm dan untuk spesimen uji impak memiliki ukuran panjang 63,5 mm dan lebar 12.70 mm dengan tebal 10 mm.

d. Batu Bata

Digunakan sebagai alat untuk pengepres/penekan cetakan pada saat pembuatan material komposit.

e. Kikir

Untuk merapikan permukaan spesimen komposit.

f. Kuas

Mengoleskan resin pada cetakan yang sudah diisi serat.

g. Alat bantu lain

Alat bantu lain barupa gunting, penggaris, cutter, spidol, bulpoin, dan solatip.

## B. Tahap II Proses pembuatan komposit

➤ Pengolahan serat ampas tebu

1. Serat ampas tebu dari sisa limbah penjual es sari tebu direndam 1 hari lalu dicuci bersih untuk menghilangkan rasa manis dari serat, kemudian disisir dengan sikat baja untuk menghilangkan gabus yang menempel dengan serat.
2. Setelah itu dikeringkan dengan diangin-anginkan selama 3 hari.
3. Serat ampas tebu yang telah dikering dilakukan penyisiran lagi untuk menghilangkan gabus yang masih melekat pada serat.
4. Serat siap digunakan.

➤ Pengolahan serat sabut kelapa

1. Serat sabut kelapa dari sisa limbah penjual kelapa tua di pasar karang ploso. Serat yang sudah terkumpul serat di sortir berdasarkan ukuran yang dibutuhkan.
2. Serat dikeringkan di bawah sinar matahari selama 3 hari untuk menghilangkan kadar air yang tersisa.
3. Setelah kering sabut kelapa disisir menggunakan sikat baja untuk menghilangkan gabus yang melekat.

4. Serat yang sudah terkumpul serat di sortir berdasarkan ukuran yang dibutuhkan.
  5. Serat siap digunakan
- Variasi arah serat dan komposisi resin dengan serat
- a. Serat ampas tebu

**Tabel 2. 5 Variasi Serat Ampas Tebu**

No.	Orientasi Serat	Komposisi Serat	Komposisi Resin
1	Random (Acak)	20%	80%
2	Random (Acak)	25%	75%
3	Random (Acak)	30%	70%
4	Random (Acak)	35%	65%
5	Random (Acak)	40%	60%
6	Lurus Memanjang	20%	80%
7	Lurus Memanjang	25%	75%
8	Lurus Memanjang	30%	70%
9	Lurus Memanjang	35%	65%
10	Lurus Memanjang	40%	60%

- b. Serat Sabut Kelapa

**Tabel 2. 6 Variasi Serat Sabut Kelapa**

No.	Orientasi Serat	Komposisi Serat	Komposisi Resin
1	Random (Acak)	20%	80%
2	Random (Acak)	25%	75%
3	Random (Acak)	30%	70%
4	Random (Acak)	35%	65%

5	Random (Acak)	40%	60%
6	Lurus Memanjang	20%	80%
7	Lurus Memanjang	25%	75%
8	Lurus Memanjang	30%	70%
9	Lurus Memanjang	35%	65%
10	Lurus Memanjang	40%	60%

c. Kombinasi serat ampas tebu dan sabut kelapa

**Tabel 2. 7 Variasi Kombinasi Serat Ampas Tebu dan Sabut Kelapa**

No.	Orientasi Serat	Komposisi Serat Ampas Tebu	Komposisi Serat Sabut Kelapa	Komposisi Resin
1	Random (Acak)	10%	10%	80%
2	Random (Acak)	20%	20%	60%
3	Lurus Memanjang	10%	10%	80%
4	Lurus Memanjang	20%	20%	60%

➤ Proses pembuatan

Proses pembuatan komposit dilakukan sebagai berikut :

- Menyiapkan bahan-bahan yang akan digunakan seperti serat ampas tebu dan sabut kelapa serta resin, katalis dan wax
- Menyiapkan peralatan yang akan digunakan seperti alat cetakan, timbangan, gelas ukur, kuas, gerinda.
- Menghitung fraksi berat dan volume.
- Lapisi cetakan kaca dengan wax secara merata agar waktu spesimen mengering mudah diambil
- Kemudian resin yang telah diukur sesuai dengan tabel di atas dicampur dengan katalis dengan perbandingan 100 ml resin : 10 ml katalis, hal ini dilakukan supaya proses polimerisasi tidak terlalu cepat sehingga gelembung yang muncul dan terperangkap dalam matriks bisa dikeluarkan dengan cara ditekan-tekan dalam waktu yang cukup lama.

- f. Resin yang telah diberi katalis dicampur/diaduk dengan menggunakan *mixer* pada putaran rendah selama 2 menit, tujuannya supaya proses pencampuran resin dan katalis merata dengan putaran adukan yang konstan. Kemudian diamkan selama  $\pm$  4 menit agar gelembung udara dapat terlepas keluar.
- g. Menuangkan campuran resin dan katalis setengah dari volume cetakan.
- h. Letakkan serat di atas cairan campuran resin dan katalis dalam cetakan sesuai orientasi serat (random, lurus memanjang).
- i. Tuangkan campuran resin dan katalis sampai volume cetakan penuh.
- j. Tutup cetakan dengan plastik, dan untuk menghilangkan gelembung udara yang terperangkap saat pengeraan, maka lamina ditekan-tekan dengan roll sehingga gelembung udara bisa keluar.
- k. Selanjutnya tutup cetakan diletakan di atas lamina untuk meratakan permukaan lamina.
- l. Setelah  $\pm$  5 jam atau lamina material komposit benar-benar kering, material boleh dikeluarkan dari cetakan.
- m. langkah yang sama juga dilakukan untuk pembuatan spesimen kuat impak .

## 2.13 Pengolahan Data

Pengolahan data adalah mengumpulkan, menata, menyajikan, menganalisis, dan menginterpretasikan data menjadi informasi untuk membantu pengambilan keputusan. Data hasil penilitian dapat dikelompokkan menjadi dua yaitu data kualitatif dan data kuantitatif. Data kualitatif adalah data yang berbentuk kalimat, kata, atau gambar. Data kuantitatif adalah data yang berbentuk angka, atau data kualitatif yang diangkakan. Data kuantitatif dapat dikelompokkan menjadi dua besar yaitu data diskrit dan data kontinu. Data diskrit adalah data yang diperoleh dari hasil menghitung atau membilang (bukan mengukur), data ini sering disebut sebagai data nominal yang biasanya diperoleh dari penelitian yang bersifat eksploratif atau survey. Data kontinu adalah data yang diperoleh dari hasil pengukuran yang dapat dikelompokkan menjadi 3 yaitu data ordinal, interval, dan rasio. Data ordinal adalah data yang berjenjang atau berbentuk peringkat. Oleh karena itu jarak satu data dengan lainnya mungkin tidak sama contohnya : juara I, II, III. Biasanya data ordinal makin kecil angkanya makin tinggi nilainya. Data interval adalah data yang jaraknya sama, tetapi tidak mempunyai nilai nol mutlak (*absolut*) contoh nol derajat celcius masih ada nilainya. Data ratio adalah data yang jaraknya sama dan mempunyai nilai nol *absolute*, jadi kalau data nol berarti tidak ada apa-apanya contohnya ukuran panjang, berat.

### 2.13.1 Populasi

Populasi adalah wilayah generalisasi yang terdiri atas obyek / subyek yang mempunyai kuantitas dan karakteristik tertentu yang diterapkan oleh peneliti untuk dipelajari dan kemudian ditarik kesimpulannya. Jadi populasi bukan hanya orang, tetapi juga benda-benda alam yang lain. Populasi juga bukan sekedar jumlah yang ada pada obyek / subyek yang dipelajari, tetapi meliputi seluruh karakteristik / sifat yang dimiliki oleh obyek / subyek itu.

### 2.13.2 Sampel

Sampel adalah sebagian dari jumlah dan karakteristik yang dimiliki oleh populasi tersebut. Untuk itu sampel yang diambil dari populasi harus representatif (mewakili), jika tidak representatif maka akan menarik kesimpulan yang salah.

- Menentukan Jumlah Sampel

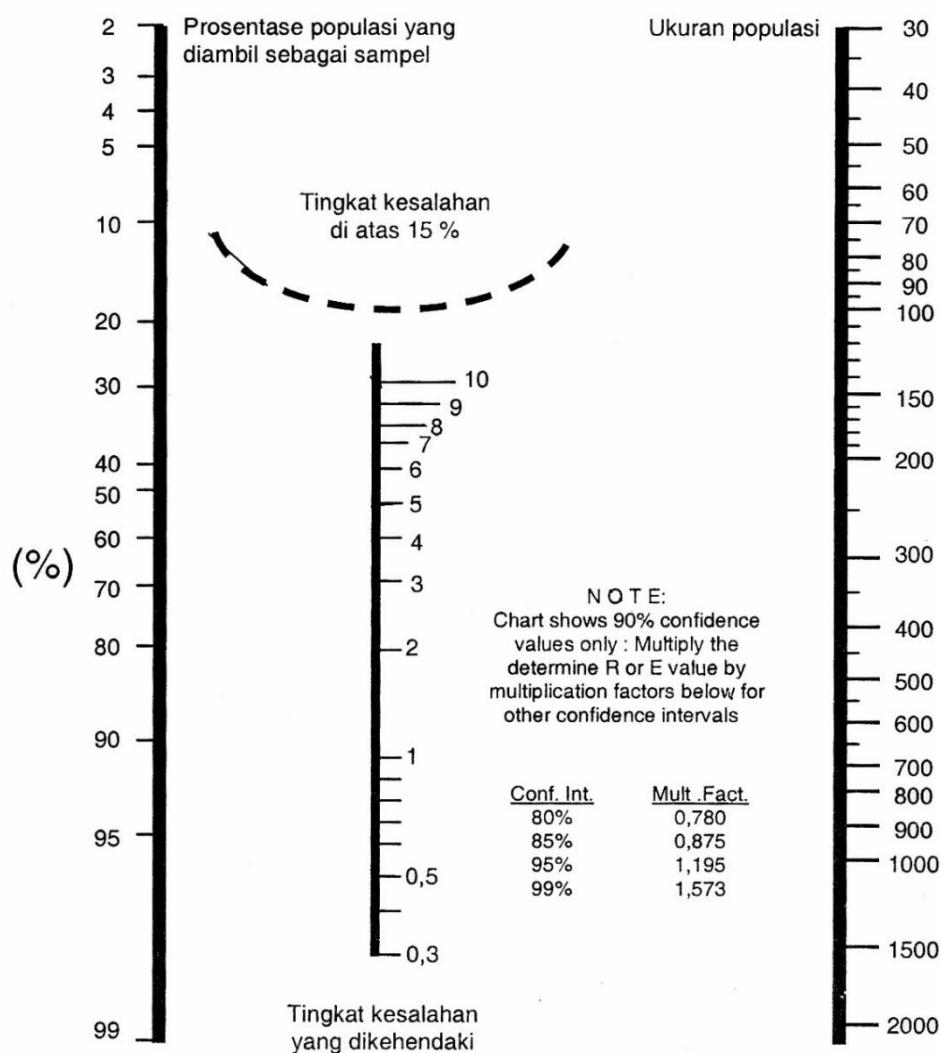
Jumlah anggota sampel yang dinyatakan dengan ukuran sampel. Jumlah sampel yang 100% mewakili populasi adalah sama dengan populasi. Jadi bila jumlah populasi 1000 orang dan hasil penelitian itu akan diberlakukan untuk 1000 orang tersebut tanpa ada kesalahan maka jumlah yang diambil sama dengan jumlah populasi tersebut yaitu 1000 orang. Makin besar jumlah sampel mendekati populasi maka peluang kesalahan generalisasi semakin kecil dan sebaliknya makin kecil jumlah sampel menjauhi populasi, maka makin besar kesalahan generalisasi.

Ada 2 rumus yang dapat digunakan untuk mnghitung besarnya sampel yang diperlukan dalam penelitian. Cara menentukan ukuran sampel yang sangat praktis yaitu dengan tabel dan nomogram. Tabel yang digunakan adalah tabel *Krijcie* dan nomogram *Harry King*. Dengan kedua cara tersebut tidak perlu dilakukan perhitungan yang rumit. *Krejcie* dalam melakukan perhitungan ukuran sampel didasarkan atas kesalahan 5% jadi sampel yang diperoleh mempunyai kepercayaan 95% terhadap populasi.

**Tabel 2. 8 Krijcie for Determining Sample Size**

Table 3.1									
Table for Determining Sample Size of a Known Population									
N	S	N	S	N	S	N	S	N	S
10	10	100	80	280	162	800	260	2800	338
15	14	110	86	290	165	850	265	3000	341
20	19	120	92	300	169	900	269	3500	346
25	24	130	97	320	175	950	274	4000	351
30	28	140	103	340	181	1000	278	4500	354
35	32	150	108	360	186	1100	285	5000	357
40	36	160	113	380	191	1200	291	6000	361
45	40	170	118	400	196	1300	297	7000	364
50	44	180	123	420	201	1400	302	8000	367
55	48	190	127	440	205	1500	306	9000	368
60	52	200	132	460	210	1600	310	10000	370
65	56	210	136	480	214	1700	313	15000	375
70	59	220	140	500	217	1800	317	20000	377
75	63	230	144	550	226	1900	320	30000	379
80	66	240	148	600	234	2000	322	40000	380
85	70	250	152	650	242	2200	327	50000	381
90	73	260	155	700	248	2400	331	75000	382
95	76	270	159	750	254	2600	335	1000000	384

Harry King menghitung sampel tidak hanya didasarkan atas kesalahan 5% saja, tetapi bervariasi sampai dengan 15%, tetapi jumlah populasi tertinggi hanya 2000.



**Gambar 2. 17 Nomogram Harry King**

Bila ukuran sampel lebih dari 100.000 maka peneliti tidak dapat melihat tabel. Oleh karena itu terdapat 2 rumus yaitu yang diketahui simpangan bakunya dan yang tidak diketahui simpangan bakunya.

a. Tanpa Simpangan Baku

$$n \geq \frac{p q}{\sigma^2 p^2}$$

Keterangan :

n = Ukuran sampel yang diperlukan

p = Persentase hipotesis ( $H_0$ ) dinyatakan dalam peluang yang besarnya 0,50

q =  $1 - 0,50$

$\sigma_p^2$  = Perbedaan antara yang ditaksir pada hipotesis kerja (Ha) dengan hipotesis nol (Ho) dibagi dengan z pada tingkat kepercayaan tertentu.

Nilai z untuk tingkat kepercayaan 68% = 1; 95% z = 1,96; 99% z = 2,58.

b. Dengan Simpangan Baku

$$n \geq \left\{ \frac{\sigma z}{b} \right\}^2$$

Keterangan :

n = Ukuran sampel yang diperlukan

b = Perbedaan antara yang ditaksir dengan tolok ukur penafsiran

z = konstanta untuk tingkat kepercayaan tertentu. 68% z = 1;

95% z = 1,96; 99% z = 2,58

$\sigma$  = Simpangan baku

### 2.13.3 Uji Kecukupan Data

Uji kecukupan data berfungsi untuk mengetahui apakah data yang diperoleh sudah mencukupi untuk diolah. Sebelum dilakukan uji kecukupan data terlebih dahulu menentukan derajat kebebasan  $s = 0.05$  yang menunjukkan penyimpangan maksimum hasil program. Selain itu juga ditentukan tingkat kepercayaan 95% dengan  $k = 2$  yang menunjukkan besarnya keyakinan pengukur akan ketelitian data Antropometri, artinya bahwa rata-rata data hasil pengukuran diperbolehkan menyimpang sebesar 5% dari rata-rata sebenarnya.

Dengan rumus sebagai berikut :

$$N' = \left[ \frac{k/s \sqrt{N \sum x^2 - (\sum x)^2}}{\sum x} \right]^2$$

Keterangan :

$k$  = Tingkat kepercayaan  $N'$  = Jumlah data teoritis

$s$  = Derajat ketelitian

$X_i$  = Data ke i

$N$  = Jumlah data pengamatan

Data dianggap telah mencukupi jika memenuhi persyaratan  $N' < N$  dengan kata lain jumlah data teoritis lebih kecil dari jumlah data pengamatan, namun jika  $N' > N$  maka data tidak cukup (kurang) dan perlu dilakukan penambahan data.

#### 2.13.4 Uji Keseragaman Data

Untuk memastikan bahwa data yang terkumpul berasal dari sistem yang sama, maka dilakukan pengujian terhadap keseragaman data atau uji keseragaman data merupakan suatu uji untuk mengetahui bahwa tidak ada data yang terlalu besar atau terlalu kecil dan jauh menyimpang dari rata-rata. Berikut rumus untuk uji keseragaman data.

$$BKA = \bar{x} + k\sigma$$

$$BKB = \bar{x} - k\sigma$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum(x - \bar{x})^2}{N - 1}}$$

Keterangan :

BKA = Batas Kontrol Atas                    k = Tingkat Keyakinan

BKB = Batas Kontrol Bawah                    x = Nilai Data Rata-rata

$\sigma$  = Standar Deviasi

#### 2.13.5 Regresi

Regresi merupakan teknik statistika yang digunakan untuk mempelajari hubungan fungsional dari satu atau beberapa peubah bebas (peubah yang mempengaruhi) terhadap satu peubah tak bebas (peubah yang dipengaruhi). Analisis regresi lebih akurat dlm analisis korelasi karena tingkat perubahan suatu variabel terhadap variabel lainnya dapat ditentukan. Jadi pada regresi, peramalan atau perkiraan nilai variabel terikat pada nilai variabel bebas lebih akurat pula.

Dalam suatu persamaan regresi terdapat 2 variabel yaitu variabel dependen dan variabel independen. *Variabel dependen* (variabel tak bebas) adalah variabel yang nilainya bergantung dari variabel lain. Biasanya dinyatakan dengan Y. *Variabel independen* (variabel bebas)

adalah variabel yang nilainya tidak bergantung dari variabel lain. Biasanya dinyatakan dengan X.

Berikut adalah model persamaan regresi :

$$Y = a + bX$$

### Keterangan :

Y = variabel terikat

X = variabel bebas

$$a = \text{intersep} / \text{konstanta}$$

**b** = koefisien regresi / slop

Untuk nilai a dan b dapat dicari dengan menggunakan rumus berikut ini :

a. Rumus 1

$$a = \frac{(\Sigma Y)(\Sigma X^2) - (\Sigma X)(\Sigma XY)}{(\Sigma n)(\Sigma X^2) - (\Sigma X)^2}$$

$$b = \frac{(n)(\Sigma XY) - (\Sigma X)(\Sigma Y)}{(n)(\Sigma X^2) - (\Sigma X)^2}$$

## 2.13.6 t-Test (Uji t)

Dalam uji T ini, terdapat 2 macam uji yaitu uji dua pihak (*two tail test*) dan uji satu pihak (*one tail test*). Jenis uji mana yang digunakan tergantung pada bunyi kalimat hipotesisnya. Berikut adalah rumus dari uji t.

$$t = \frac{\sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r^2}} \text{ dengan } r_{xy} = \frac{\Sigma xy}{\sqrt{\Sigma x^2 y^2}}$$

### Keterangan :

$t$  =Nilai  $t$  yang dihitung       $n$  = Jumlah anggota sampel

r = Kefisien korelasi x = Variabel bebas

y = Variabel terikat

#### **2.13.6.1 Uji Dua Pihak (*Two Tail Test*)**

Uji dua pihak digunakan bila hipotesis nol ( $H_0$ ) berbunyi “sama dengan” dan hipotesis alternatifnya ( $H_a$ ) berbunyi “tidak sama dengan” yang dinotasikan sebagai berikut :  $H_0 = ; H_a \neq$

Dalam pengujian hipotesis yang menggunakan uji dua pihak ini berlaku ketentuan bahwa bila harga  $t$  hitung lebih kecil atau sama dengan dari harga tabel maka hipotesis nol ( $H_0$ ) diterima,  $H_a$  ditolak. Harga  $t$  hitung adalah harga mutlak, jadi tidak dilihat (+) maupun (-). Hal ini dapat dinotasikan sebagai berikut :  $t \leq t$  tabel

#### **2.13.6.2 Uji Satu Pihak (*One Tail Test*)**

##### **a. Uji Pihak Kiri**

Uji pihak kiri digunakan apabila hipotesis nol ( $H_0$ ) berbunyi “lebih besar atau sama dengan ( $\geq$ )” dan hipotesis alternatifnya ( $H_a$ ) berbunyi “lebih kecil ( $<$ )” atau dapat juga dikatakan paling sedikit atau paling kecil. Dalam pengujian hipotesis yang menggunakan uji satu pihak kategori uji pihak kiri ini berlaku ketentuan bahwa bila harga  $t$  hitung lebih kecil atau sama dengan dari harga tabel maka hipotesis nol ( $H_0$ ) diterima,  $H_a$  ditolak ( $t \leq t$  tabel).

##### **b. Uji Pihak Kanan**

Uji pihak kanan digunakan apabila hipotesis nol ( $H_0$ ) berbunyi “lebih kecil atau sama dengan ( $\leq$ )” dan hipotesis alternatifnya ( $H_a$ ) berbunyi “lebih besar ( $>$ )”. Dalam uji pihak kanan ini berlaku ketentuan bahwa, bila harga  $t$  hitung lebih besar atau sama dengan ( $\geq$ ) maka hipotesis nol ( $H_0$ ) diterima dan hipotesis alternatif ( $H_a$ ) ditolak.

Berikut adalah  $t$  tabel untuk uji  $t$  (*t-Test*) baik untuk uji dua pihak maupun uji satu pihak.

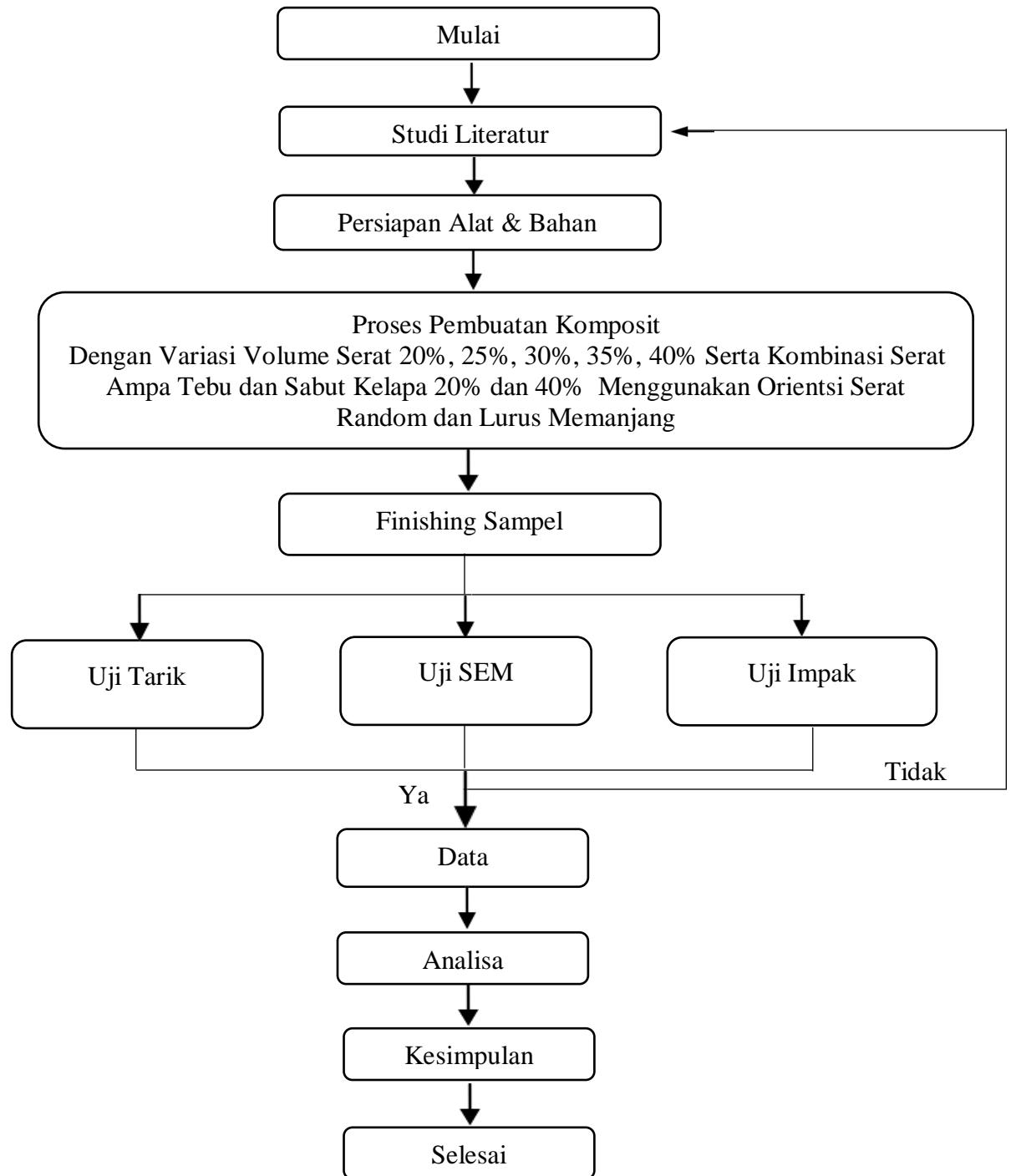
**Tabel 2. 9 Nilai-nilai dalam Distribusi t**

dk	$\alpha$ untuk uji dua tailed (two tail test)					
	0,50	0,20	0,30	0,05	0,02	0,01
1	1,000	3,078	6,314	12,706	31,821	63,657
2	0,186	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	3,012
13	0,692	1,350	1,771	2,160	2,650	3,012
14	0,691	1,345	1,781	2,145	2,624	2,977
15	0,690	1,341	1,753	2,131	2,602	2,947
16	0,689	1,337	1,740	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	1,584	2,021	2,423	2,704
60	0,679	1,296	1,621	2,000	2,390	2,660
120	0,677	1,289	1,658	1,980	2,358	2,617
$\infty$	0,674	1,282	1,645	1,960	2,326	2,576

## BAB III

### METODE PENELITIAN

#### 3.1 Diagram Alir



Gambar 3. 1 Diagram Alir

### **3.2 Persiapan Alat dan Bahan**

#### **3.2.1 Bahan Penelitian**

Bahan-bahan yang dipakai dalam penelitian ini adalah :

- a. Serat ampas tebu



**Gambar 3. 2 Serat Ampas Tebu**

Digunakan sebagai penguat pada material komposit, ukuran serat antara lain 80 mm untuk orientasi serat memanjang dan 10 mm untuk orientasi serat random.

- b. Serat sabut kelapa



**Gambar 3. 3 Serat Sabut Kelapa**

Digunakan sebagai penguat pada material komposit, ukuran serat antara lain 80 mm untuk orientasi serat memanjang dan 10 mm untuk orientasi serat random.

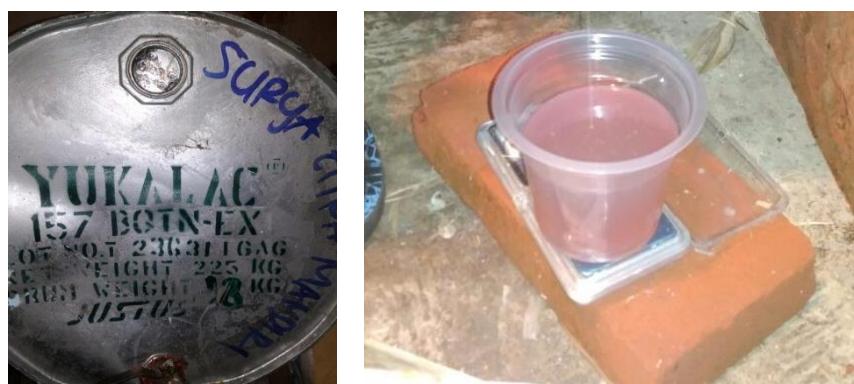
c. Sikat Baja



**Gambar 3. 4 Sikat Baja**

Sikat baja digunakan untuk menghilangkan gabus dari serat ampas tebu dan sabut kelapa.

d. Resin



**Gambar 3. 5 Resin**

Resin yang digunakan merupakan resin polyester dengan merek YUKALAC 157 BTQN-EX. Dalam resin ini, mengandung komposisi campuran resin polyester tak jenuh murni dan bahan pelarut sterin dengan perbandingan 1:3.

e. Kaltalis



**Gambar 3. 6 Kaltalis**

Kaltalis yang digunakan jenis MEKPO (Metil Etil Keton Peroksida) yang berfungsi untuk mempercepat proses pengeringan (*curring*) pada bahan resin suatu komposit.

f. Maximum mold release wax



**Gambar 3. 7 Wax**

Wax berfungsi sebagai pelapis cetakan agar material komposit yang sudah jadi akan mudah untuk dilepaskan dari cetakan.

### 3.2.2 Alat Penelitian

- Timbangan digital



**Gambar 3. 8 Timbangan Digital**

Berfungsi untuk menimbang resin polyester dan serat sabut kelapa dan ampas tebu.

- Gelas ukur



**Gambar 3. 9 Gelas Ukur**

Sebagai takaran resin polyester dan katalis pada saat proses pembuatan komposit.

c. Cetakan



**Gambar 3. 10 Cetakan**

Cetakan terdiri dari dua buah cetakan yaitu cetakan untuk spesimen uji tarik dan uji impak dengan menggunakan bahan akrilik. Untuk spesimen uji tarik memiliki ukuran panjang 246 mm dan lebar 29 mm dengan ketebalan 10 mm dan untuk spesimen uji impak memiliki ukuran panjang 5,5 mm dan lebar 12,70 mm dengan tebal 10 mm.

d. Alas kaca



**Gambar 3. 11 Alas Kaca**

Alas kaca digunakan agar hasil permukaan komposit yang didapatkan halus serta memudahkan pelepasan cetakan.

e. Batu bata



**Gambar 3. 12 Batu Bata**

Digunakan sebagai alat untuk pengepres/penekan cetakan pada saat pembuatan material komposit.

f. Kikir



**Gambar 3. 13 Kikir**

Kikir digunakan untuk pembuatan takik pada spesimen uji impak serta merapikan spesimen komposit.

g. Kuas



**Gambar 3. 14 Kuas**

Mengoleskan resin pada cetakan yang sudah diisi serat.

h. Alat bantu lain



**Gambar 3. 15 Alat Bantu Lain**

Alat bantu lain berupa gunting, penggaris, cutter, spidol, bulpoin, solatip, jangka sorong.

### 3.2.3 Proses Pengolahan Serat Komposit

- Pengolahan serat ampas tebu
  - a. Serat ampas tebu dari sisa limbah penjual es sari tebu direndam 1 hari lalu dicuci bersih untuk menghilangkan rasa manis dari serat, kemudian disisir dengan sikat baja untuk menghilangkan gabus yang menempel dengan serat.
  - b. Setelah itu dikeringkan dengan diangin-anginkan selama 3 hari.
  - c. Serat ampas tebu yang telah dikering dilakukan penyisiran lagi untuk menghilangkan gabus yang masih melekat pada serat.
  - d. Serat siap digunakan.
- Pengolahan serat sabut kelapa
  - a. Serat sabut kelapa dari sisa limbah penjual kelapa tua di pasar karang ploso Serat yang sudah terkumpul serat di sortir berdasarkan ukurun yang dibutuhkan.
  - b. Serat dikeringkan di bawah sinar matahari selama 3 hari untuk menghilangkan kadar air yang tersisa.
  - c. Setelah kering sabut kelapa disisir menggunakan sikat baja untuk menghilangkan gabus yang melekat.
  - d. Serat yang sudah terkumpul serat di sortir berdasarkan ukurun yang dibutuhkan, kemudian serat siap digunakan.

### 3.2.4 Proses Pembuatan Komposit

Pada proses pembuatan pertama mempersiapkan cetakan untuk pengujian tarik menggunakan ASTM D638 dan untuk pengujian impak ASTM D256 serta alas kaca. Kemudian melapisi cetakan dan alas kaca dengan wax hal ini bertujuan untuk mempermudah proses pengambilan sampel dari cetakan. Setelah itu menimbang berat masing-masing serat sesuai variasi fraksi volume serat yang sudah ditentukan. Kemudian, menyiapkan resin yang sudah dicampur 1% kaltalis dari berat resin yang sudah ditentukan masing-masing variasi. Menuangkan resin ke dalam cetakan sampai setengah cetakan, kemudian serat yang sudah ditimbang dimasukkan ke dalam cetakan dan selanjutnya dioleskan resin di atas serat menggunakan kuas sampai cetakan terisi penuh.



**Gambar 3. 16 Pengolesan Resin pada Serat dengan Kuas**

Setelah cetakan terisi penuh, cetakan ditutup menggunakan kaca yang kemudian dilakukan pengepresan dengan meletakan batu bata di atas kaca.



**Gambar 3. 17 Pengepresan Komposit**

Setelah menunggu 30 menit, batu bata diangkat dan penutup kaca dilepaskan dari cetakan, kemudian sampel dikeluarkan dari cetakan. Dalam hal ini proses pelepasan sampel pada cetakan dilakukan pada saat sampel masih setengah kering hal ini bertujuan agar pelepasan sampel dari cetakan mudah, jika menunggu sampai benar-benar kering sampel susah dilepaskan dari cetakan. Kemudian sampel didiamkan selama 24 jam sampai benar-benar mengering dan padat, untuk proses *finishing* sisa resin yang masih menempel pada sampel dibersihkan dengan kapi atau cutter agar lebih rapi. Setelah *finishing*, pengujian tarik dan impak pada sampel dapat dilakukan



**Gambar 3. 18 Sampel Komposit Polyester Serat Ampas Tebu dan Sabut Kelapa**



**Gambar 3. 19 Sampel Setelah Finishing**

### **3.2.5 Uji Tarik**



**Gambar 3. 20 Mesin Uji Tarik**

Pengujian kekuatan tarik dilakukan di laboratorium material ITN Malang. Uji kekuatan tarik digunakan untuk menguji kekuatan bahan komposit dengan cara memberikan beban gaya yang sesumbu. Proses pengujian dengan cara ujung-ujung sampel dikaitkan pada alat uji dan beban penarik dipasang pada satuan beban kgf. Sampel ditarik dengan kecepatan tertentu hingga putus. Besar beban penarik maksimum ( $F_{max}$ ) dan perubahan panjang sampel saat putus sudah otomatis terbaca di komputer karena mesin uji tarik sudah menggunakan komouterise.

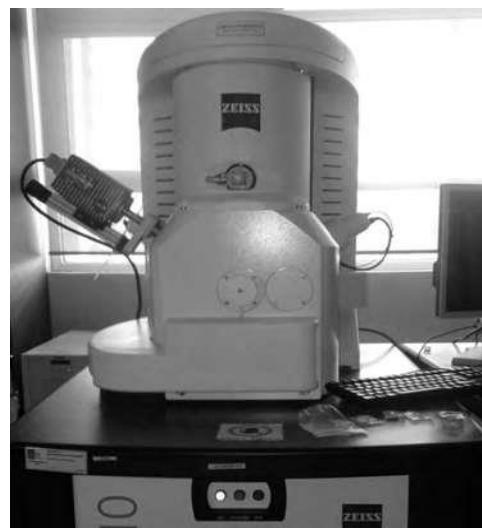
### 3.2.6 Uji Impak



**Gambar 3. 21 Alat Uji Impak**

Pengujian impak dilakukan di laboratorium material ITN Malang. Uji impak digunakan untuk menguji kekuatan komposit ketika menerima beban kejut dengan cara bandul membentuk sudut  $\alpha$  dimana sudut  $\alpha$  menggunakan sudut  $45^\circ$  dengan sumbu tegak dan setelah memutuskan spesimen mengayun sampai maksimum membuat sudut  $\beta$  dengan sumbu tegak. Setelah sudut  $\beta$  telah diketahui kita dapat menghitung harga impak.

### 3.2.7 Uji SEM



**Gambar 3. 22 Alat Uji SEM**

Pengujian Foto SEM di lakukan di lab. Pengujian bahan Universitas

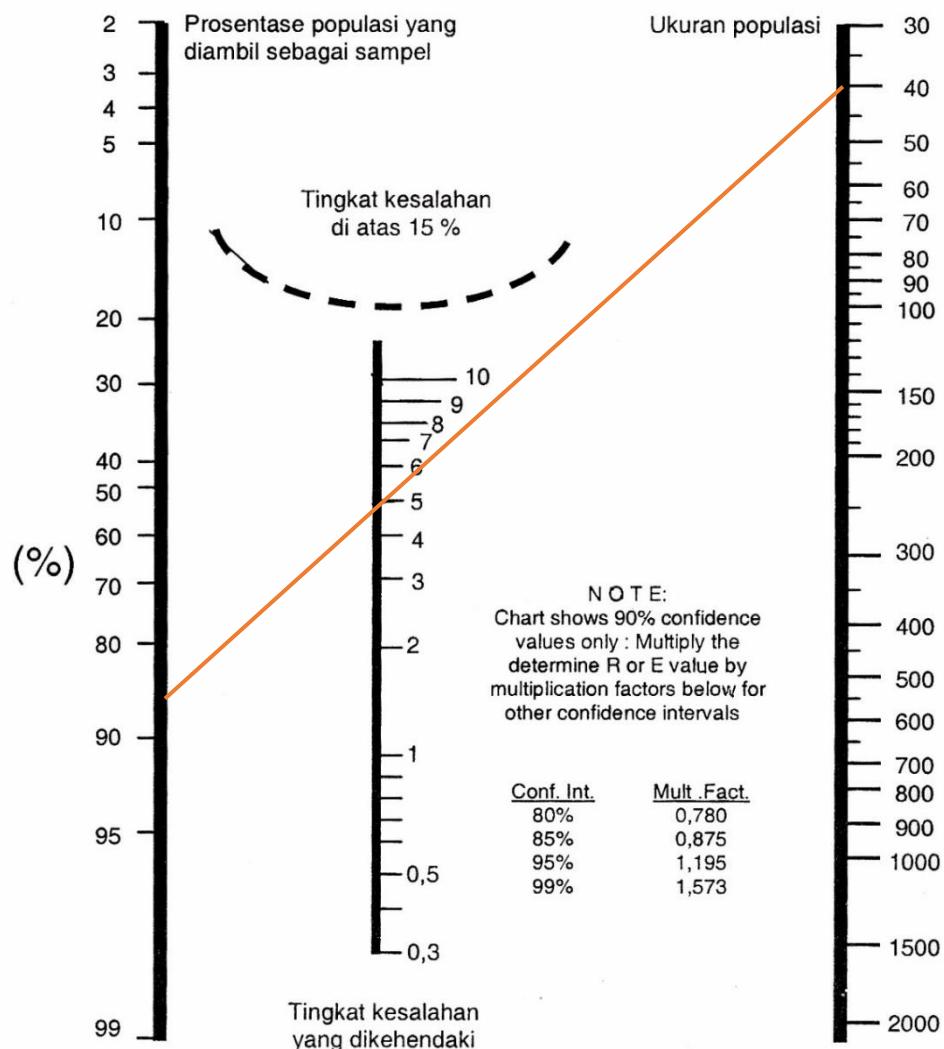
Brawijaya digunakan untuk mengetahui struktur mikro permukaan spesimen pada komposit *polyester* serat ampas tebu dan serat sabut kelapa. Cara analisis SEM tidak merusak bahan karena menggunakan elektron sebagai sumber radiasinya. Berkas elektron menyapu permukaan spesimen titik demi titik dengan sapuan membentuk baris demi baris. Elektron yang ditembakkan pada permukaan bahan akan berinteraksi sehingga menghasilkan sinyal yang berisi informasi meliputi topografi, morfologi, komposisi serta informasi kristalografi permukaan bahan.

## BAB IV

### HASIL PENELITIAN DAN PENGOLAHAN DATA

#### 4.1 Data Hasil Pengujian Tarik Dan Impak Serat Ampas Tebu

##### 4.1.1 Uji Kecukupan Data



**Gambar 4. 1 Nomogram Harry King**

Untuk menentukan jumlah sampel/data minimum yaitu sebagai berikut:

Tingkat kepercayaan 95% maka tingkat kesalahannya ialah 5%. Jumlah populasi atau data total adalah 40. Maka didapat jumlah sampel atau data minimum yaitu sebesar  $85\% \times 40 = 34$ . Maka dapat disimpulkan jumlah data sudah mencukupi untuk penelitian yang dilakukan.

Selain menggunakan nomogram Harry King, penentuan jumlah data dapat juga dengan menggunakan tabel krejcie sebagai berikut :

**Tabel 4. 1 Krijcie for Determining Sample Size**

Table for Determining Sample Size of a Known Population										
N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	
10	10	100	80	280	162	800	260	2800	338	
15	14	110	86	290	165	850	265	3000	341	
20	19	120	92	300	169	900	269	3500	346	
25	24	130	97	320	175	950	274	4000	351	
30	28	140	103	340	181	1000	278	4500	354	
35	32	150	108	360	186	1100	285	5000	357	
40	36	160	113	380	191	1200	291	6000	361	
45	40	170	118	400	196	1300	297	7000	364	
50	44	180	123	420	201	1400	302	8000	367	
55	48	190	127	440	205	1500	306	9000	368	
60	52	200	132	460	210	1600	310	10000	370	
65	56	210	136	480	214	1700	313	15000	375	
70	59	220	140	500	217	1800	317	20000	377	
75	63	230	144	550	226	1900	320	30000	379	
80	66	240	148	600	234	2000	322	40000	380	
85	70	250	152	650	242	2200	327	50000	381	
90	73	260	155	700	248	2400	331	75000	382	
95	76	270	159	750	254	2600	335	100000	384	

*Note: N is Population Size; S is Sample Size*

*Source: Krejcie & Morgan, 1970*

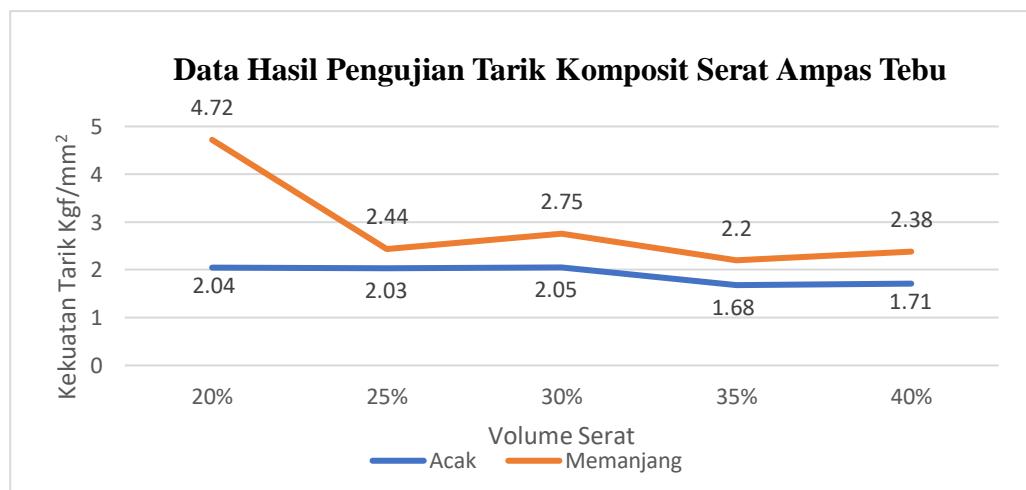
Jumlah total data adalah 40, jika dilihat pada tabel krijcie kolom N, maka S (jumlah data minimum) adalah 36. Maka, dapat disimpulkan jumlah data sudah mencukupi untuk penelitian yang dilakukan

#### 4.1.2 Data Hasil Uji Tarik

**Tabel 4. 2 Data Hasil Pengujian Tarik**

No.	Volume Serat	Kekuatan Tarik Kgf/mm <sup>2</sup>
1	20 % Serat Tebu (Acak)	2,04
2	25% Serat Tebu (Acak)	2,03
3	30% Serat Tebu (Acak)	2,05
4	35% Serat Tebu (Acak)	1,68
5	40% Serat Tebu (Acak)	1,71
6	20% Serat Tebu (Memanjang)	4,72
7	25% Serat Tebu (Memanjang)	2,44
8	30% Serat Tebu (Memanjang)	2,75
9	35% Serat Tebu (Memanjang)	2,2
10	40% Serat Tebu (Memanjang)	2,38

Data di atas merupakan data hasil pengujian tarik komposit serat ampas tebu. Dari data hasil pengujian tarik dapat digambarkan grafik pengujian tarik komposit serat ampas tebu dengan variasi 20%, 25%, 30%, 35%, dan 40% dengan orientasi serat acak dan memanjang.



**Grafik 4. 1 Data Hasil Pengujian Tarik Komposit Serat Ampas Tebu**

#### 4.1.3 Analisa dan Pengolahan Data Uji Tarik

Data nilai pengujian tarik pada komposit serat ampas tebu dapat diolah untuk keperluan data statistik, dan berikut adalah kalkulasi dan tabel dari perhitungan statistik.

**Tabel 4. 3 Analisa Data dan Statistik Komposit Serat Ampas Tebu**

Sampel	X	Y	X <sup>2</sup>	Y <sup>2</sup>	X.Y	(Xi-Xr) <sup>2</sup>	(yi-yr) <sup>2</sup>
1	20	2,04	400	4,1616	40,8	100	0,129
2	25	2,03	625	4,1209	50,75	25	0,136
3	30	2,05	900	4,2025	61,5	0	0,122
4	35	1,68	1225	2,8224	58,8	25	0,518
5	40	1,71	1600	2,9241	68,4	100	0,476
6	20	4,72	400	22,278	94,4	100	5,38
7	25	2,44	625	5,9536	61	25	0,0016
8	30	2,75	900	7,5625	82,5	0	0,122
9	35	2,2	1225	4,84	77	25	0,04
10	40	2,38	1600	5,6644	95,2	100	0,0004
$\Sigma$	300	24	9500	64,5304	690,35	500	4,41

#### 4.1.4 Uji Keseragaman Data Uji Tarik Serat Ampas Tebu

Berikut merupakan rumus uji keseragaman data

$$BKA = \bar{x} + k \cdot \sigma$$

$$BKB = \bar{x} - k \cdot \sigma$$

Dengan  $\sigma$  sebagai berikut :

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum(x-\bar{x})^2}{N-1}}$$

Uji Keseragaman Data untuk Data Uji Tarik

Diketahui :

$$N = 10 \quad k = 2$$

$$x = 2,4$$

$$\text{Maka, } \sigma = \sqrt{\frac{(2,04-2,4)^2 + (2,03-2,4)^2 + \dots + (2,05-2,4)^2}{10-1}}$$

$$\sigma = 0,49$$

Oleh karena  $\sigma$  sudah diketahui maka selanjutnya batas kontrol atas (BKA) dan batas kontrol bawah (BKB) dapat dihitung sebagai berikut :

a. BKA

$$BKA = \bar{x} + k \cdot \sigma$$

$$BKA = 2,4 + (2) \cdot (0,49)$$

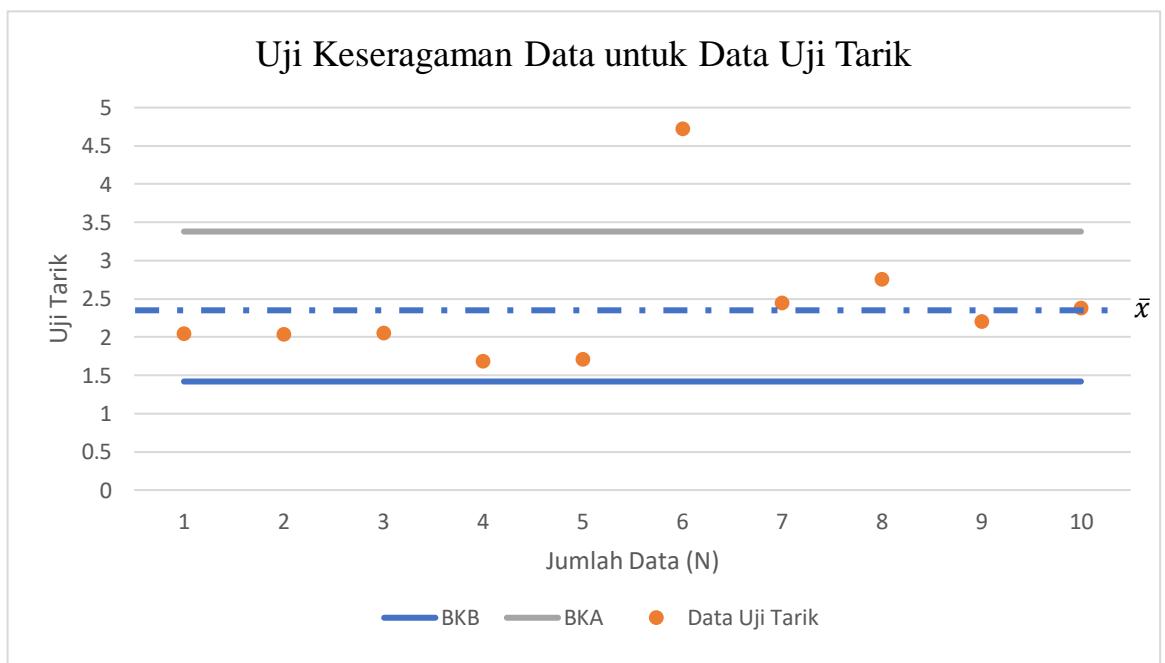
$$BKA = 3,38$$

b. BKB

$$BKB = \bar{x} - k \cdot \sigma$$

$$BKB = 2,4 - (2) \cdot (0,49)$$

$$BKB = 1,42$$



**Grafik 4. 2 Uji Keseragaman Data untuk Uji Tarik**

#### 4.1.5 Regresi Uji Tarik

Berikut merupakan rumus untuk mencari nilai a dan b pada persamaan regresi  $y = a \pm bx$ .

Keterangan :

Y = Subyek dalam variabel dependen yang diprediksikan.

X = Subyek dalam variabel independen yang mempunyai nilai tertentu.

a = harga konstanta

$b$  = angka arah atau koefisien regresi, yang menunjukkan angka peningkatan ataupun penurunan variabel dependen yang didasarkan pada variabel independen.

- Menghitung rumus a

$$a = \frac{(\sum y)(\sum x^2) - (\sum x)(\sum xy)}{(n)(\sum x^2) - (\sum x)^2}$$

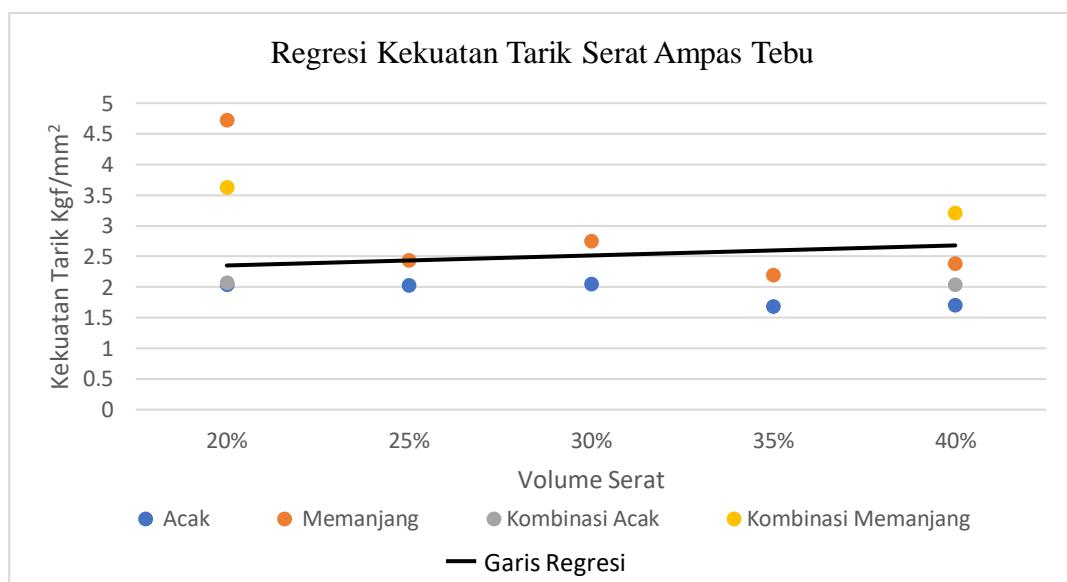
$$a = \frac{(24)(9500) - (300)(690,35)}{(10)(9500) - (300)^2} = 2,27$$

- Menghitung rumus b

$$b = \frac{(n)(\sum XY) - (\sum X)(\sum Y)}{(n)(\sum X^2) - (\sum X)^2}$$

$$b = \frac{(10)(690,35) - (300)(24)}{(10)(9500) - (300)^2} = 0,0660$$

Jadi persamaan regresinya  $y = 2,27 + 0,0660x$ .



**Grafik 4. 3 Regresi Kekuatan Tarik Ampas Tebu**

#### 4.1.6 Analisa Korelasi Uji Tarik

Analisa korelasi dimaksudkan untuk mencari pengaruh antara volume serat (x) terhadap kekuatan tarik (y) pada material komposit.

$$r_{xy} = \frac{\sum xy}{\sqrt{(\sum x^2) \cdot (\sum y^2)}}$$

$$r_{xy} = \frac{690,35}{\sqrt{(9500) \cdot (64,53)}} = 0,8817$$

#### 4.1.7 Uji T

$$t = \frac{r\sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r^2}}$$

$$t = \frac{0,8817\sqrt{10-2}}{\sqrt{1-0,8817^2}} = 22,412$$

Harga t hitung tersebut selanjutnya dibandingkan dengan harga t tabel. Untuk kesalahan 5% uji dua pihak dk = n-2 = 8, maka diperoleh t tabel = 2,306. Kemudian harga t hitung didapat sebesar 22,412 lebih besar dari t tabel sehingga  $H_0$  ditolak. Hal ini berarti terdapat pengaruh antara volume serat ampas tebu terhadap kekuatan tarik sebesar 0,8817 untuk dapat memberikan koefisien korelasi yang sangat kuat, maka dapat dilihat pada ketentuan yang tertera pada tabel 4.4.

**Tabel 4.4 Interpretasi Koefisien Korelasi Nilai r**

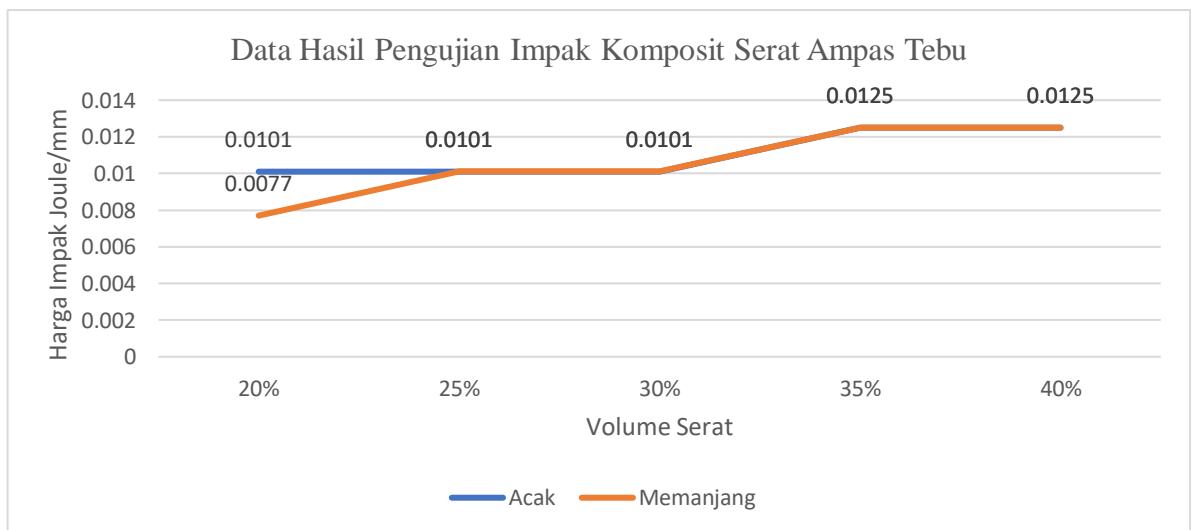
Interval Koefisien	Tingkat Hubungan
0.80 – 1.000	Sangat Kuat
0.60 – 0.799	Kuat
0.40 -0.599	Cukup Kuat
0.20 – 0.399	Rendah
0.00 – 0.199	Sangat Rendah

#### 4.1.8 Data Hasil Pengujian Impak

**Tabel 4.5 Data Hasil Pengujian Impak**

No.	Volume Serat	Harga Impak Joule/mm
1	20 % Serat Tebu (Acak)	0,0101
2	25% Serat Tebu (Acak)	0,0101
3	30% Serat Tebu (Acak)	0,0101
4	35% Serat Tebu (Acak)	0,0125
5	40% Serat Tebu (Acak)	0,0125
6	20% Serat Tebu (Memanjang)	0,0077
7	25% Serat Tebu (Memanjang)	0,0101
8	30% Serat Tebu (Memanjang)	0,0101
9	35% Serat Tebu (Memanjang)	0,0125
10	40% Serat Tebu (Memanjang)	0,0125

Data di atas merupakan data hasil pengujian impak komposit serat ampas tebu. Dari data hasil pengujian impak dapat digambarkan grafik pengujian impak komposit serat ampas tebu dengan variasi 20%, 25%, 30%, 35%, dan 40% dengan orientasi serat acak dan memanjang sebagai berikut.



**Grafik 4. 4 Data Hasil Pengujian Impak Serat Ampas Tebu**

#### 4.1.9 Analisa dan Pengolahan Data Uji Impak

Data nilai pengujian impak pada komposit serat ampas tebu dapat diolah untuk keperluan data statistik, dan berikut adalah kalkulasi dan tabel dari perhitungan statistik.

**Tabel 4. 6 Analisa Data dan Statistik Uji Impak**

Sampel	X	Y	X <sup>2</sup>	Y <sup>2</sup>	X.Y	(Xi-Xr) <sup>2</sup>	(yi-yr) <sup>2</sup>
1	20	0,0101	400	0,000102	0,202	100	0,000000518
2	25	0,0101	625	0,000102	0,2525	25	0,000000518
3	30	0,0101	900	0,000102	0,303	0	0,000000518
4	35	0,0125	1225	0,000156	0,4375	25	0,00000282
5	40	0,0125	1600	0,000156	0,5	100	0,00000282
6	20	0,0077	400	5,93E-05	0,154	100	0,00000973
7	25	0,0101	625	0,000102	0,2525	25	0,000000518
8	30	0,0101	900	0,000102	0,303	0	0,000000518
9	35	0,0125	1225	0,000156	0,4375	25	0,00000282
10	40	0,0125	1600	0,000156	0,5	100	0,00000282
$\Sigma$	300	0,1082	9500	0,001194	3,342	500	0,0000236

#### 4.1.10 Uji Keseragaman Uji Impak

Berikut merupakan rumus uji keseragaman data :

$$BKA = \bar{x} + k \cdot \sigma$$

$$BKB = \bar{x} - k \cdot \sigma$$

Dengan  $\sigma$  sebagai berikut :

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum(x - \bar{x})^2}{N-1}}$$

Uji Keseragaman Data untuk Data Uji Impak

Diketahui :

$$N = 10 \quad k = 2$$

$$\bar{x} = 0,010$$

$$\text{Maka, } \sigma = \sqrt{\frac{(0,0101 - 0,010)^2 + (0,0101 - 0,010)^2 + \dots + (0,0125 - 0,010)^2}{10-1}}$$

$$\sigma = 0,0019$$

Oleh karena  $\sigma$  sudah diketahui maka selanjutnya batas kontrol atas (BKA) dan batas kontrol bawah (BKB) dapat dihitung sebagai berikut :

a. BKA

$$BKA = \bar{x} + k \cdot \sigma$$

$$BKA = 0,010 + (2) \cdot (0,0019)$$

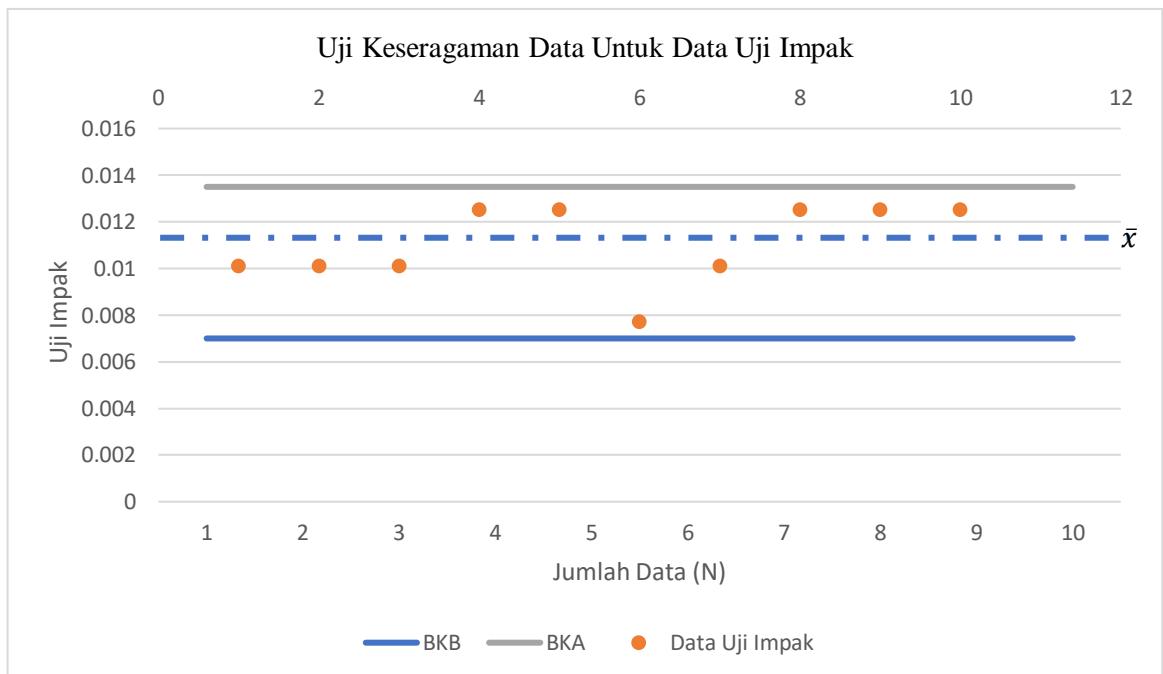
$$BKA = 0,0138$$

b. BKB

$$BKB = \bar{x} - k \cdot \sigma$$

$$BKB = 0,010 - (2) \cdot (0,0019)$$

$$BKB = 0,0062$$



**Grafik 4. 5 Uji Keseragaman Data Uji Impak**

#### 4.1.11 Regresi Uji Impak

Berikut merupakan rumus untuk mencari nilai a dan b pada persamaan regresi  $y = a \pm bx$ .

Keterangan :

Y = Subjek dalam variabel dependen yang diprediksikan.

X = Subjek dalam variabel independen yang mempunyai nilai tertentu.

a = harga konstanta

$b$  = angka arah atau koefisien regresi, yang menunjukkan angka peningkatan ataupun penurunan variabel dependen yang didasarkan pada variabel independen.

- Menghitung rumus a

$$a = \frac{(\sum y)(\sum x^2) - (\sum x)(\sum xy)}{(n)(\sum x^2) - (\sum x)^2}$$

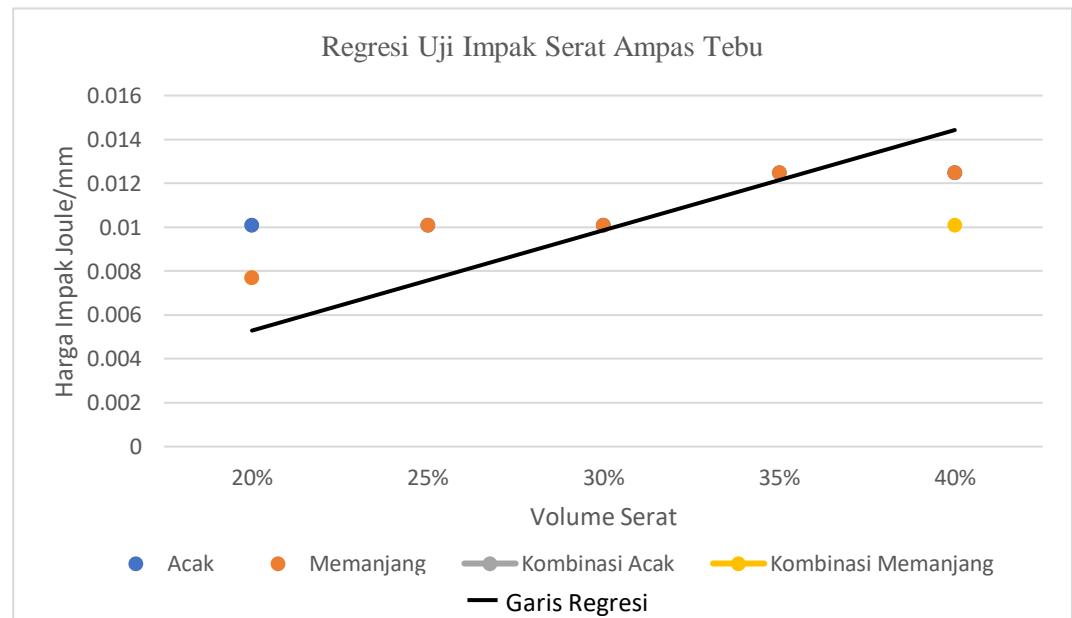
$$a = \frac{(0,1082)(9500) - (300)(3,342)}{(10)(9500) - (300)^2} = 0.00506$$

- Menghitung rumus b

$$b = \frac{(n)(\sum XY) - (\sum X)(\sum Y)}{(n)(\sum X^2) - (\sum X)^2}$$

$$b = \frac{(10)(3,342) - (300)(0,1082)}{(10)(9500) - (300)^2} = 0,000186$$

Jadi Persamaan Regresinya  $y = 0,00506 + 0,000186x$



**Grafik 4. 6 Regresi Uji Impak Serat Ampas Tebu**

#### 4.1.12 Analisa Korelasi Uji Impak

Analisa korelasi dimaksudkan untuk mencari pengaruh volume serat (x) terhadap harga impak (y) pada material komposit.

$$r_{xy} = \frac{\sum xy}{\sqrt{(\sum x^2) \cdot (\sum y^2)}}$$

$$r_{xy} = \frac{3,342}{\sqrt{(9500) \cdot (0,001194)}} = 0.9925$$

#### 4.1.13 Uji T Harga Impak

$$t = \frac{\sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r^2}}$$

$$t = \frac{0.9925 \sqrt{10-2}}{\sqrt{1-0.9925^2}} = 66,479$$

Harga t hitung tersebut selanjutnya dibandingkan dengan harga t tabel. Untuk kesalahan 5% uji dua pihak  $dk = n-2 = 8$ , maka diperoleh t tabel = 2,306. Kemudian harga t hitung didapat sebesar 66,479 lebih besar dari t tabel sehingga  $H_0$  ditolak. Hal ini berarti terdapat pengaruh antara volume serat ampas tebu terhadap harga impak sebesar 0,9925 untuk dapat memberikan koefisien korelasi sangat kuat, maka dapat dilihat pada ketentuan yang tertera pada tabel 4.7.

**Tabel 4. 7 Interpretasi Koefisien Korelasi Nilai r**

Interval Koefisien	Tingkat Hubungan
0.80 – 1.000	Sangat Kuat
0.60 – 0.799	Kuat
0.40 -0.599	Cukup Kuat
0.20 – 0.399	Rendah
0.00 – 0.199	Sangat Rendah

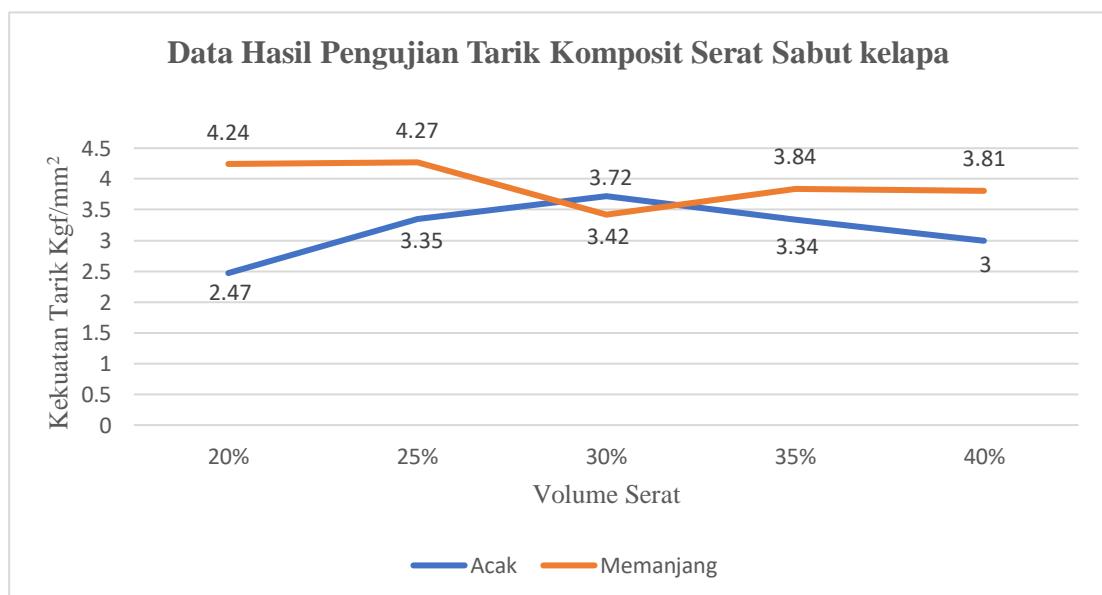
## 4.2 Hasil Data Pengujian Tarik dan Impak Serat Sabut Kelapa

### 4.2.1 Data Hasil Uji Tarik

**Tabel 4. 8 Data Hasil Pengujian Tarik Komposit Serat Sabut Kelapa**

No.	Volume Serat	Kekuatan Tarik Kgf/mm <sup>2</sup>
1	20 % Serat Sabut Kelapa (Acak)	3
2	25% Serat Sabut Kelapa (Acak)	3,35
3	30% Serat Sabut Kelapa (Acak)	3,72
4	35% Serat Sabut Kelapa (Acak)	3,34
5	40% Serat Sabut Kelapa (Acak)	2,47
6	20% Serat Sabut Kelapa (Memanjang)	4,24
7	25% Serat Sabut Kelapa (Memanjang)	4,27
8	30% Serat Sabut Kelapa (Memanjang)	3,84
9	35% Serat Sabut Kelapa (Memanjang)	3,81
10	40% Serat Sabut Kelapa (Memanjang)	3,42

Data di atas merupakan data hasil pengujian tarik komposit serat sabut kelapa. Dari data hasil pengujian tarik dapat digambarkan grafik pengujian tarik komposit serat sabut kelapa dengan variasi 20%, 25%, 30%, 35%, dan 40% dengan orientasi serat acak dan memanjang sebagai berikut.



**Grafik 4. 7 Data Hasil Pengujian Tarik Komposit Serat Sabut Kelapa**

#### 4.2.2 Analisa dan Pengolahan Data

Data nilai pengujian tarik pada komposit serat sabut kelapa dapat diolah untuk keperluan data statistik, dan berikut adalah kalkulasi dan tabel dari perhitungan statistik.

**Tabel 4. 9 Analisa Data dan Statistik Komposit Serat Sabut Kelapa**

Sampel	X	Y	X <sup>2</sup>	Y <sup>2</sup>	X.Y	(Xi-Xr) <sup>2</sup>	(Yi-Yr) <sup>2</sup>
1	20	2,47	400	6,1009	49,4	100	1,15
2	25	3,35	625	11,2225	83,75	25	0,038
3	30	3,72	900	13,8384	111,6	0	0,03
4	35	3,34	1225	11,1556	116,9	25	0,042
5	40	3	1600	9	120	100	0,298
6	20	4,24	400	17,9776	84,8	100	0,481
7	25	4,27	625	18,2329	106,75	25	0,524
8	30	3,42	900	11,6964	102,6	0	0,015
9	35	3,84	1225	14,7456	134,4	25	0,086
10	40	3,81	1600	14,5161	152,4	100	0,069
$\Sigma$	300	35,46	9500	128,486	1062,6	500	2,733

#### 4.2.3 Uji Keseragaman Data

Berikut merupakan rumus uji keseragaman data :

$$BKA = \bar{x} + k \cdot \sigma$$

$$BKB = \bar{x} - k \cdot \sigma$$

Dengan  $\sigma$  sebagai berikut :

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (x - \bar{x})^2}{N-1}}$$

Uji Keseragaman Data untuk Data Uji Tarik

Diketahui :

$$N = 10 \quad k = 2$$

$$\bar{x} = 3,54$$

$$\text{Maka, } \sigma = \sqrt{\frac{(2,04-3,54)^2 + (2,03-3,54)^2 + \dots + (2,05-3,54)^2}{10-1}}$$

$$\sigma = 0,5$$

Oleh karena  $\sigma$  sudah diketahui maka selanjutnya batas kontrol atas (BKA) dan batas kontrol bawah (BKB) dapat dihitung sebagai berikut :

a. BKA

$$BKA = \bar{x} + k \cdot \sigma$$

$$BKA = 3,54 + (2) \cdot (0,50)$$

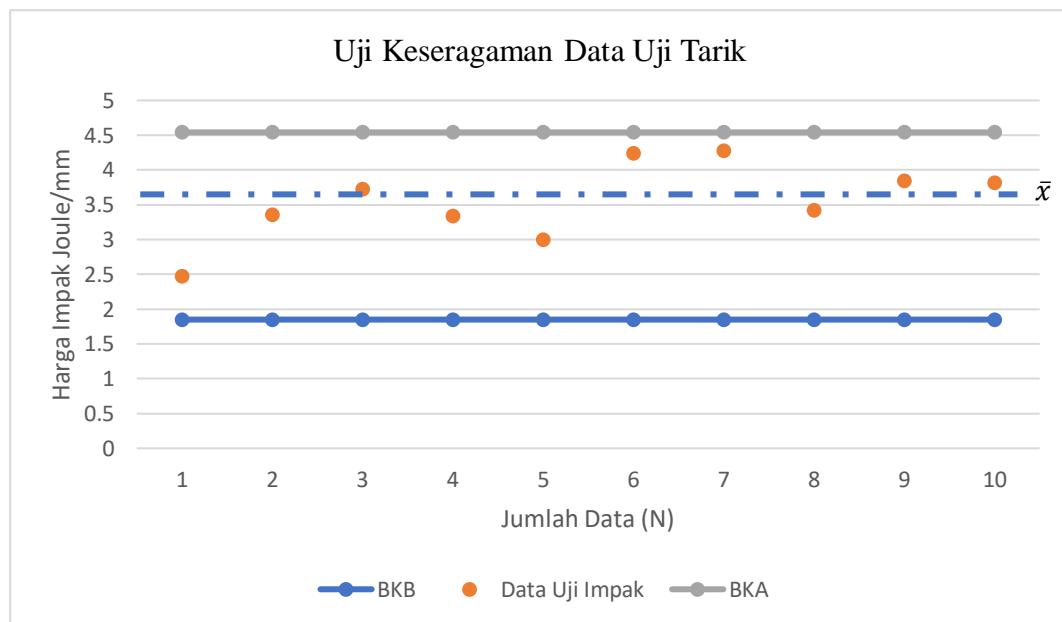
$$BKA = 4,54$$

b. BKB

$$BKB = \bar{x} - k \cdot \sigma$$

$$BKB = 3,54 - (2) \cdot (0,50)$$

$$BKB = 1,85$$



Grafik 4. 8 Uji Keseragaman Data untuk Uji Tarik

#### 4.2.4 Regresi Komposit Serat Sabut Kelapa

Berikut merupakan rumus untuk mencari nilai a dan b pada persamaan regresi  $y = a \pm bx$ .

Keterangan :

Y = Subjek dalam variabel dependen yang diprediksikan.

X = Subjek dalam variabel independen yang mempunyai nilai tertentu.

a = harga konstanta

b = angka arah atau koefisien regresi, yang menunjukkan angka peningkatan ataupun penurunan variabel dependen yang didasarkan pada variabel independen.

- Menghitung rumus a

$$a = \frac{(\sum y)(\sum x^2) - (\sum x)(\sum xy)}{(n)(\sum x^2) - (\sum x)^2}$$

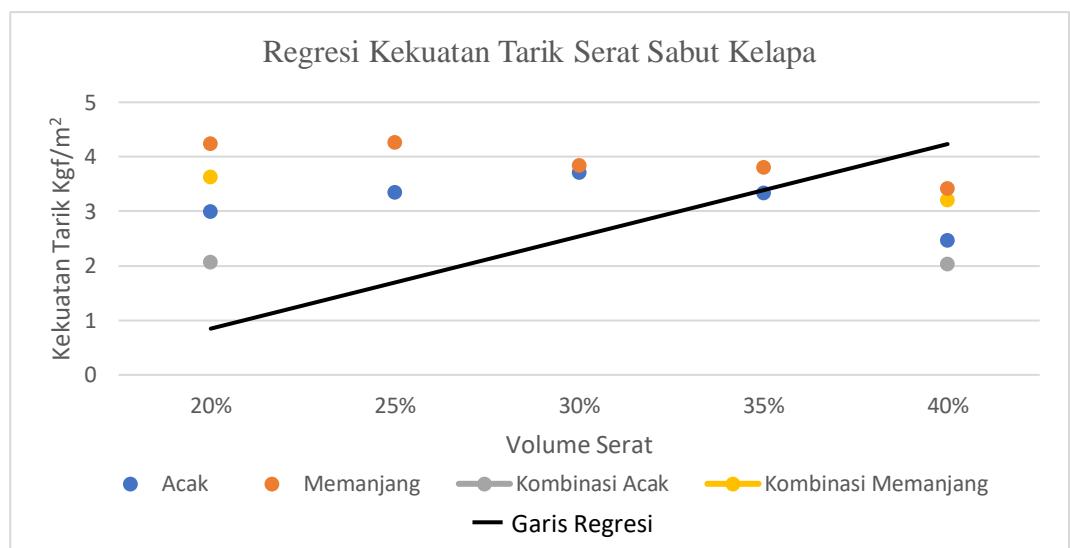
$$a = \frac{(35,46)(9500) - (300)(1062,6)}{(10)(9500) - (300)^2} = 0,1809$$

- Menghitung rumus b

$$b = \frac{(n)(\sum XY) - (\sum X)(\sum Y)}{(n)(\sum X^2) - (\sum X)^2}$$

$$b = \frac{(10)(1062,6) - (300)(35,46)}{(10)(9500) - (300)^2} = 0,1061$$

Jadi Persamaan Regresinya  $y = 0,1809 + 0,1061x$ .



**Grafik 4. 9 Regresi Kekuatan Tarik Serat Sabut Kelapa**

#### 4.2.5 Analisa Korelasi Uji Tarik

Analisa korelasi dimaksudkan untuk mencari pengaruh antara volume serat (x) terhadap kekuatan tarik (y) pada material komposit.

$$r_{xy} = \frac{\sum xy}{\sqrt{(\sum x^2) \cdot (\sum y^2)}}$$

$$r_{xy} = \frac{1062,6}{\sqrt{(9500) \cdot (128,486)}} = 0,9617$$

#### 4.2.6 Uji T

$$t = \frac{\sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r^2}}$$

$$t = \frac{0.9617\sqrt{10-2}}{\sqrt{1-0.9617^2}} = 31,705$$

Harga t hitung tersebut selanjutnya dibandingkan dengan harga t tabel.

Untuk kesalahan 5% uji dua pihak dk = n-2 = 8, maka diperoleh t tabel= 2,306. Kemudian harga t hitung didapat sebesar 31,705 lebih besar dari t tabel sehingga  $H_0$  ditolak. Hal ini berarti terdapat pengaruh antara volume serat sabut kelapa terhadap kekuatan tarik sebesar 0,9617 untuk dapat memberikan koefisien korelasi yang sangat kuat, maka dapat dilihat pada ketentuan yang tertera pada tabel 4.10.

**Tabel 4. 10 Interpretasi Koefisien Korelasi Nilai r**

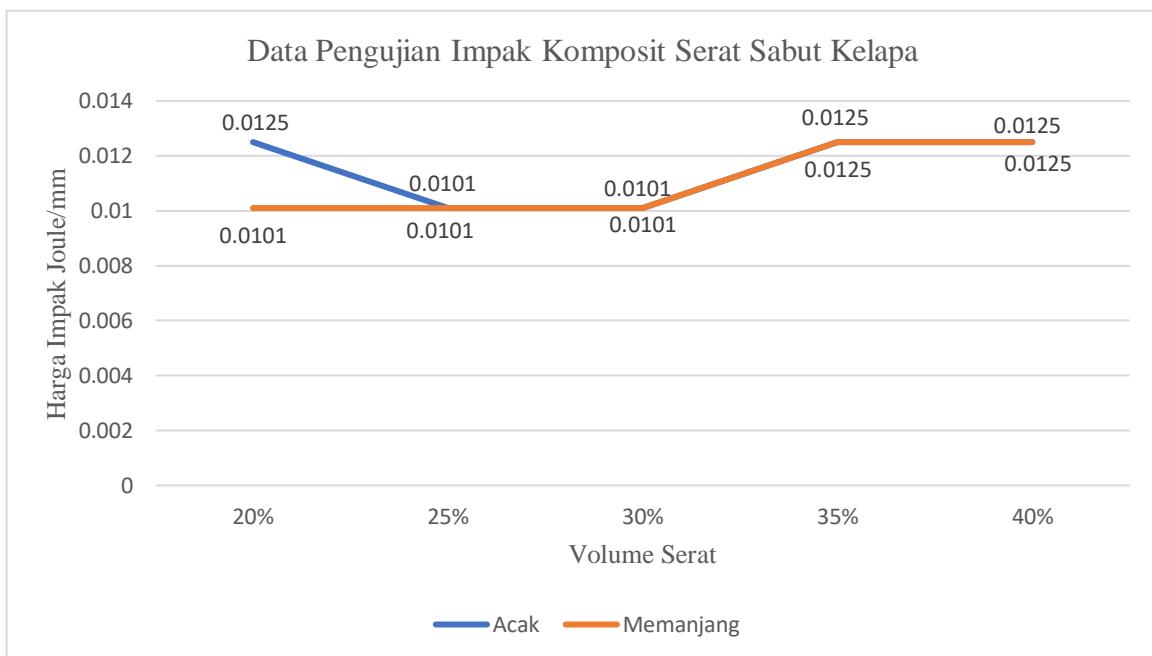
Interval Koefisien	Tingkat Hubungan
0.80 – 1.000	Sangat Kuat
0.60 – 0.799	Kuat
0.40 -0.599	Cukup Kuat
0.20 – 0.399	Rendah
0.00 – 0.199	Sangat Rendah

#### 4.2.7 Data Hasil Uji Impak

**Tabel 4. 11 Data Hasil Pengujian Impak**

No.	Volume Serat	Harga Impak Joule/mm
1	20 % Serat Sabut Kelapa (Acak)	0,0101
2	25% Serat Sabut Kelapa (Acak)	0,0101
3	30% Serat Sabut Kelapa (Acak)	0,0125
4	35% Serat Sabut Kelapa (Acak)	0,0125
5	40% Serat Sabut Kelapa (Acak)	0,0125
6	20% Serat Sabut Kelapa (Memanjang)	0,0101
7	25% Serat Sabut Kelapa (Memanjang)	0,0101
8	30% Serat Sabut Kelapa (Memanjang)	0,0101
9	35% Serat Sabut Kelapa (Memanjang)	0,0125
10	40% Serat Sabut Kelapa (Memanjang)	0,0125

Data di atas merupakan data hasil pengujian impak komposit serat sabut kelapa. Dari data hasil pengujian impak dapat digambarkan grafik pengujian impak komposit serat sabut kelapa dengan variasi 20%, 25%, 30%, 35%, dan 40% dengan orientasi serat acak dan memanjang sebagai berikut.



**Grafik 4. 10 Data Hasil Pengujian Impak Komposit Serat Sabut Kelapa**

#### 4.2.8 Analisa dan Pengolahan data Uji Impak

Data nilai pengujian impak pada komposit serat ampas tebu dapat diolah untuk keperluan data statistik, dan berikut adalah kalkulasi dan tabel dari perhitungan statistik.

**Tabel 4. 12 Analisa Data dan Statistik Komposit Serat Sabut Kelapa**

Sampel	X	Y	X <sup>2</sup>	Y <sup>2</sup>	X.Y	(Xi-Xr) <sup>2</sup>	(yi-yr) <sup>2</sup>
1	20	0,0125	400	0,00016	0,202	100	0,00000151
2	25	0,0101	625	0,0001	0,2525	25	0,00000151
3	30	0,0101	900	0,0001	0,375	0	0,00000144
4	35	0,0125	1225	0,00016	0,4375	25	0,00000144
5	40	0,0125	1600	0,00016	0,5	100	0,00000144
6	20	0,0101	400	0,0001	0,202	100	0,00000151
7	25	0,0101	625	0,0001	0,2525	25	0,00000151
8	30	0,0101	900	0,0001	0,303	0	0,00000151
9	35	0,0125	1225	0,00016	0,4375	25	0,00000144
10	40	0,0125	1600	0,00016	0,5	100	0,00000144
$\Sigma$	300	0,113	9500	0,00129	3,438	500	0,00001475

#### 4.2.9 Uji Keseragaman Data

Berikut merupakan rumus uji keseragaman data :

$$BKA = \bar{x} + k \cdot \sigma$$

$$BKB = \bar{x} - k \cdot \sigma$$

Dengan  $\sigma$  sebagai berikut :

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum(x - \bar{x})^2}{N-1}}$$

Uji Keseragaman Data untuk Data Uji Impak

Diketahui :

$$\begin{array}{ll} N = 10 & k = 2 \\ \bar{x} = 0,011 & \end{array}$$

$$\text{Maka, } \sigma = \sqrt{\frac{(0,0125 - 0,011)^2 + (0,0101 - 0,011)^2 + \dots + (0,0101 - 0,011)^2}{10-1}}$$

$$\sigma = 0,0012$$

Oleh karena  $\sigma$  sudah diketahui maka selanjutnya batas kontrol atas (BKA) dan batas kontrol bawah (BKB) dapat dihitung sebagai berikut :

a. BKA

$$BKA = \bar{x} + k \cdot \sigma$$

$$BKA = 0,011 + (2) \cdot (0,0012)$$

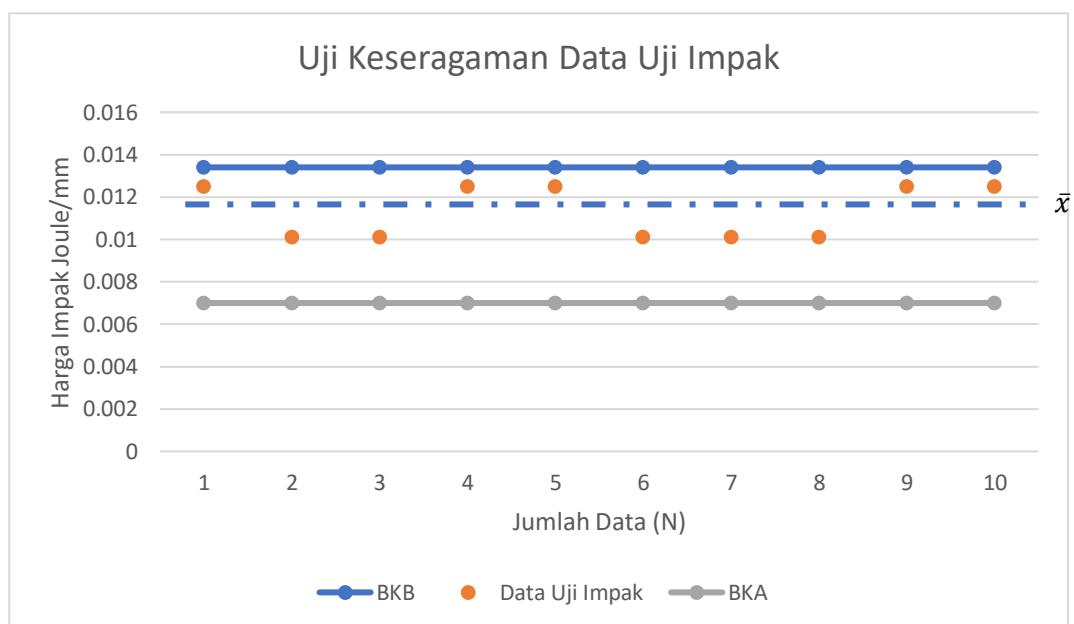
$$BKA = 0,0134$$

b. BKB

$$BKB = \bar{x} - k \cdot \sigma$$

$$BKB = 0,011 - (2) \cdot (0,0012)$$

$$BKB = 0,0070$$



**Grafik 4. 11 Uji Keseragaman Data untuk Data Uji Impak**

#### 4.2.10 Regresi Harga Impak Komposit Serat Sabut Kelapa

Berikut merupakan rumus untuk mencari nilai a dan b pada persamaan regresi  $y = a \pm bx$ .

Keterangan :

Y = Subjek dalam variabel dependen yang diprediksi.

X = Subjek dalam variabel independen yang mempunyai nilai tertentu.

a = harga konstanta

$b$  = angka arah atau koefisien regresi, yang menunjukkan angka peningkatan ataupun penurunan variabel dependen yang didasarkan pada variabel independen.

- Menghitung rumus a

$$a = \frac{(\sum y)(\sum x^2) - (\sum x)(\sum xy)}{(n)(\sum x^2) - (\sum x)^2}$$

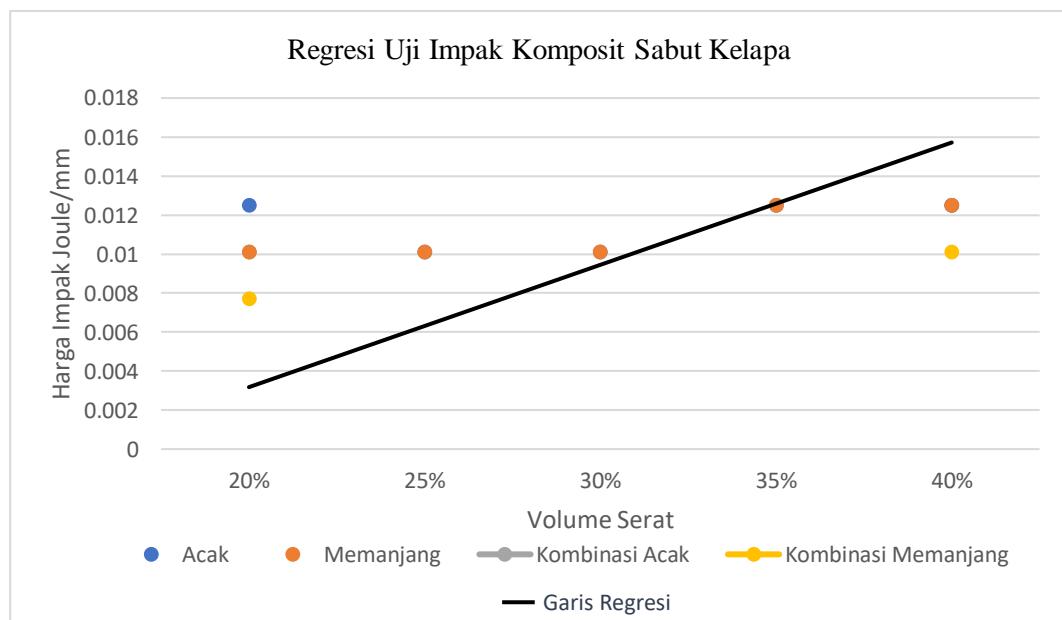
$$a = \frac{(0,113)(9500) - (300)(3,462)}{(10)(9500) - (300)^2} = 0.000349$$

- Menghitung rumus b

$$b = \frac{(n)(\sum XY) - (\sum X)(\sum Y)}{(n)(\sum X^2) - (\sum X)^2}$$

$$b = \frac{(10)(3,462) - (300)(0,113)}{(10)(9500) - (300)^2} = 0,000353$$

Jadi Persamaan Regresinya  $y = 0,000349 + 0,000353x$



**Grafik 4. 12 Regresi Harga Impak Komposit Serat Sabut Kelapa**

#### 4.2.11 Analisa Korelasi Harga Impak

Analisa korelasi dimaksudkan untuk mencari pengaruh volume serat (x) terhadap harga impak (y) pada material komposit.

$$r_{xy} = \frac{\sum xy}{\sqrt{(\sum x^2) \cdot (\sum y^2)}}$$

$$r_{xy} = \frac{3,438}{\sqrt{(9500) \cdot (0,00129)}} = 0.9822$$

#### 4.2.12 Uji T Harga Impak

$$t = \frac{\sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r^2}}$$

$$t = \frac{0.9822 \sqrt{20-2}}{\sqrt{1-0.9822^2}} = 44,225$$

Harga t hitung tersebut selanjutnya dibandingkan dengan harga t tabel.

Untuk kesalahan 5% uji dua pihak dk = n-2 = 8, maka diperoleh t tabel = 2,306. Kemudian harga t hitung didapat sebesar 44,225 lebih besar dari t tabel sehingga  $H_0$  ditolak. Hal ini berarti terdapat pengaruh antara volume serat sabut kelapa terhadap harga impak sebesar 0,9822 untuk dapat memberikan koefisien korelasi yang sangat kuat, maka dapat dilihat pada ketentuan yang tertera pada tabel 4.13.

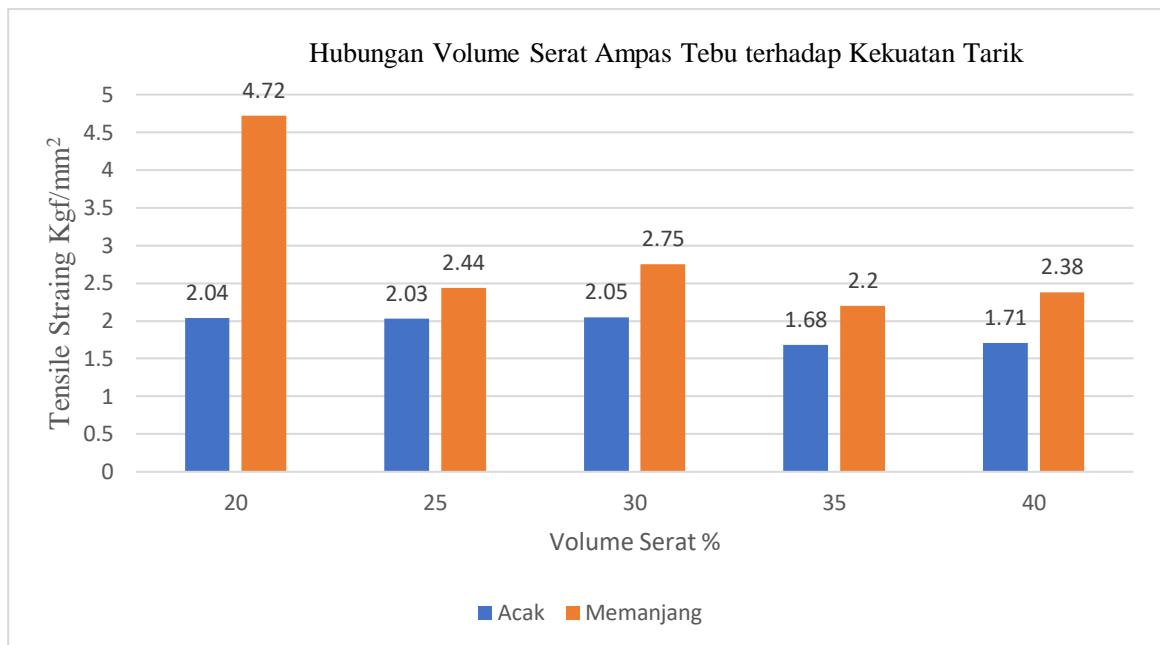
**Tabel 4. 13 Interpretasi Koefisien Korelasi Nilai r**

Interval Koefisien	Tingkat Hubungan
0.80 – 1.000	Sangat Kuat
0.60 – 0.799	Kuat
0.40 -0.599	Cukup Kuat
0.20 – 0.399	Rendah
0.00 – 0.199	Sangat Rendah

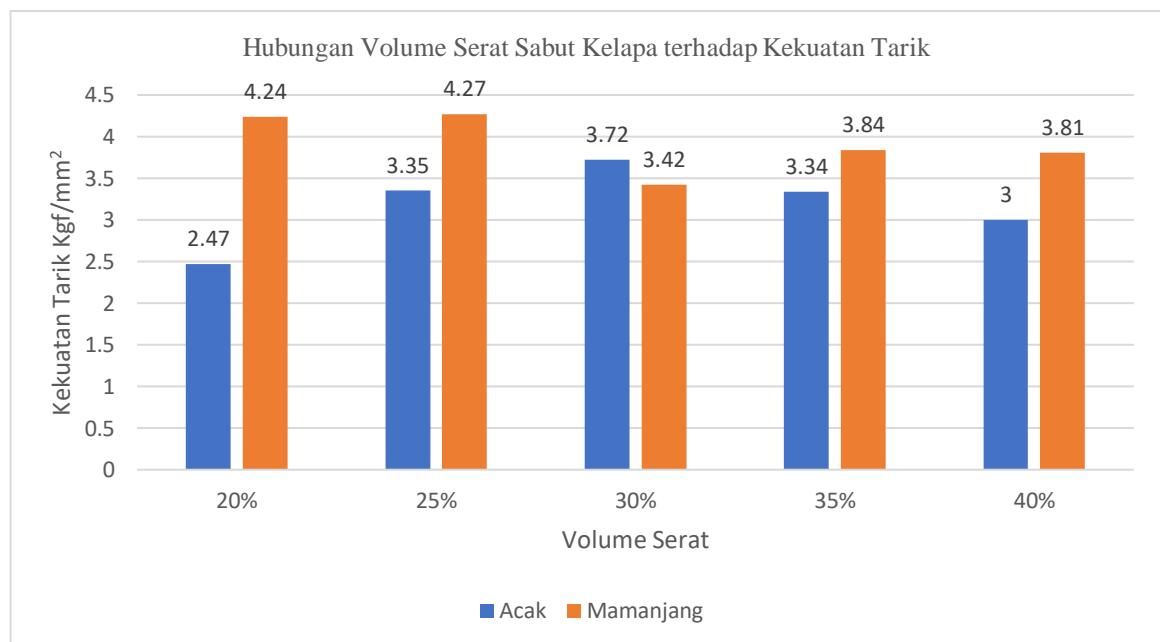
## BAB V

### ANALISA DAN PEMBAHASAN

#### 5.1 Uji Tarik



**Grafik 5. 1 Hubungan Volume Serat Ampas Tebu terhadap Kekuatan Tarik**



**Grafik 5. 2 Hubungan Volume Serat Sabut Kelapa terhadap Kekuatan Tarik**

## Pembahasan dan Analisa Uji Tarik

Serat merupakan faktor yang sangat penting dalam komposit terutama dalam hal sifat mekanis nya, karena serat berfungsi untuk menahan beban pada komposit.. Pada Grafik 5.1 pada volume serat 20% serat ampas tebu orientasi serat acak memiliki kekuatan tarik sebesar  $2,04 \text{ Kgf/mm}^2$  sedangkan orientasi memanjang sebesar  $4,72 \text{ Kgf/mm}^2$ . Pada volume serat 25% orientasi serat acak memiliki kekuatan tarik sebesar  $2,03 \text{ Kgf/mm}^2$  dan orientasi serat memanjang sebesar  $2,44 \text{ Kgf/mm}^2$ , untuk orintasi serat memanjang mengalami penurunan yang disebabkan *void* (rongga udara) dimana void terjadi akibat dari proses percetakan dan pengepresan spesimen yang kurang maksimal sehingga menurunkan kekuatan tariknya (Ojahan, 2015), hal ini dapat dibuktikan pada foto uji sem gambar 5.1. Pada volume serat 30% orientasi serat acak didapat kekuatan tarik sebesar  $2,05 \text{ Kgf/mm}^2$  sedangkan untuk orientasi serat memanjang sebesar  $2,75 \text{ Kgf/mm}^2$ . Untuk volume serat 35% orientasi serat acak mendapatkan kekuatan tarik sebesar  $1,68 \text{ Kgf/mm}^2$  dan untuk orientasi serat memanjang  $2,2 \text{ Kgf/mm}^2$ .Pada volume serat 40% orientasi serat acak didapat kekuatan tarik sebesar  $1,71 \text{ Kgf/mm}^2$  sedangkan untuk orientasi serat memanjang sebesar  $2,38 \text{ Kgf/mm}^2$ .

Pada Grafik 5.2 untuk orientasi serat acak pada volume serat 20% memiliki kekuatan tarik  $3 \text{ kgf/mm}^2$  untuk orientasi serat memanjang sebesar  $4,24 \text{ kgf/mm}^2$ . Pada volume serat 25% orientasi serat acak memiliki kekuatan tarik sebesar  $3,35 \text{ Kgf/mm}^2$  dan pada serat sabut kelapa sebesar  $4,27 \text{ Kgf/mm}^2$ . Untuk volume serat 30% orientasi serat acak mendapat kekuatan tarik sebesar  $3,72 \text{ Kgf/mm}^2$  dan orientasi serat memanjang mendapatkan kekuatan tarik sebesar  $3,42 \text{ Kgf/mm}^2$  untuk orintasi serat memanjang mengalami penurunan yang disebabkan *void* (rongga udara) dimana void terjadi akibat dari proses percetakan dan pengepresan spesimen yang kurang maksimal sehingga menurunkan kekuatan tariknya (Ojahan,2015) hal ini dapat dibuktikan pada foto uji sem gambar 5.2 serta pada pengamatan foto SEM pada penampang patahan komposit, kondisi patahan menunjukkan mekanisme *fibre pull out* dimana pada ujung patahan terlihat ada pemutusan serat bahkan kondisi serat tercabut dari matriknya. Mekanisme *fibre pull out* terjadi akibat ikatan antar muka pada

matrik polyester dan serat kurang maksimal sehingga mengakibatkan serat tercabut ketika komposit diberi beban Tarik (Abanat, J.D.J., A. Purnowidodo, dan Y. S. Irawan, 2012). Kemudian pada volume serat 35% untuk orientasi serat acak memiliki kekuatan tarik sebesar  $3,34 \text{ Kgf/mm}^2$  dan orientasi serat memanjang sebesar  $3,84 \text{ Kgf/mm}^2$  untuk serat ampas tebu mengalami penurunan seperti yang sudah dijelaskan sebelumnya. Pada volume serat 40% untuk orientasi serat acak  $2,47 \text{ Kgf/mm}^2$  untuk orientasi serat memanjang sebesar  $3,81 \text{ Kgf/mm}^2$ .

Kekuatan tarik paling optimum untuk serat ampas tebu terdapat pada volume serat 30% yaitu  $2,05 \text{ Kgf/mm}^2$  orientasi serat acak, untuk orientasi serat memanjang sebesar  $4,72 \text{ Kgf/mm}^2$  pada volume serat 20%. Untuk serat sabut kelapa terdapat pada volume serat 30% sebesar  $4,72 \text{ Kgf/mm}^2$  orientasi serat acak, untuk orientasi memanjang sebesar  $4,27 \text{ Kgf/mm}^2$  terdapat pada volume serat 25%.

Semakin banyak fraksi volume serat tidak selalu menghasilkan kekuatan yang tinggi. Hal ini dibuktikan pada Volume Serat 40 % merupakan variasi tertinggi dalam penelitian ini menghasilkan kekuatan tarik yang menurun menjadi  $1,71 \text{ Kgf/mm}^2$  untuk serat ampas tebu orientasi acak sedangkan untuk orientasi serat memanjang turun menjadi  $3,00 \text{ Kgf/mm}^2$ . Pada serat sabut kelapa orientasi serat acak didapat kekuatan tarik sebesar  $2,47 \text{ Kgf/mm}^2$  untuk orientasi serat memanjang  $3,42 \text{ Kgf/mm}^2$  untuk serat sabut kelapa pada volume serat 40% .

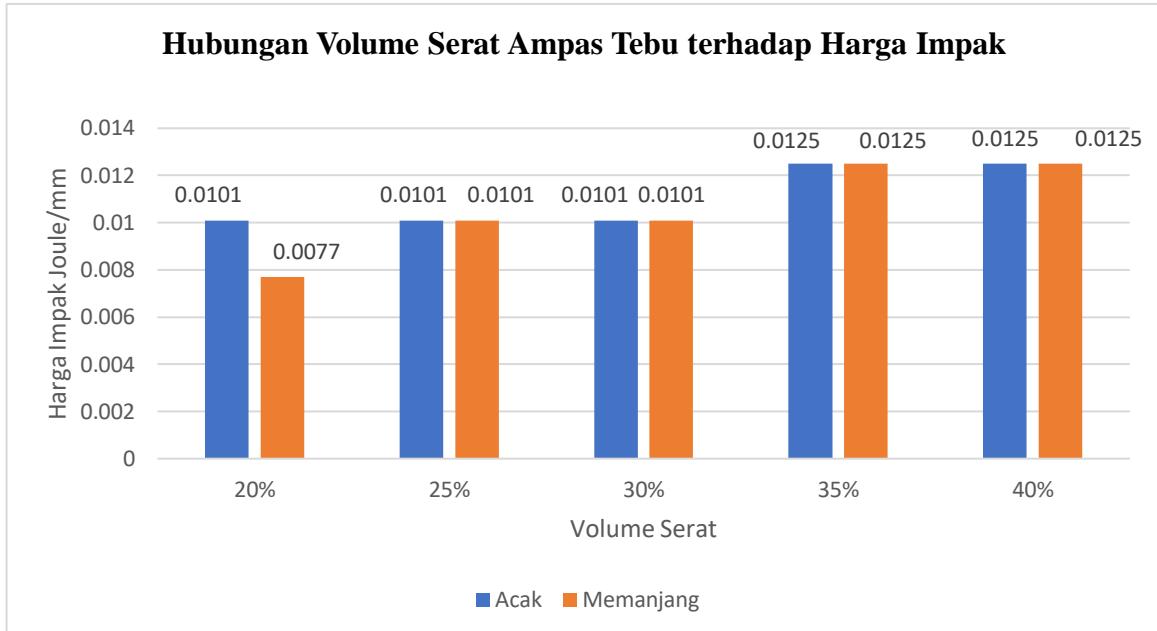


**Gambar 5. 1 Foto Uji SEM Serat Ampas Tebu**

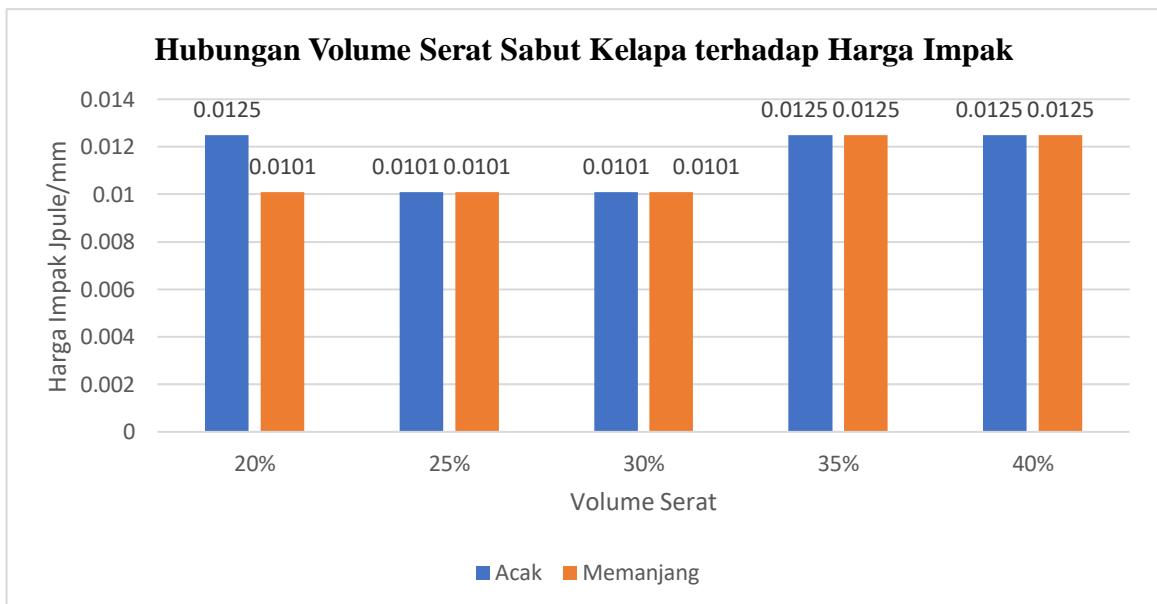


**Gambar 5. 2 Foto Uji SEM Sabut Kelapa**

## 5.2 Uji Impak



**Grafik 5. 3 Hubungan Volume Serat Ampas Tebu terhadap Harga Impak**



**Grafik 5. 4 Hubungan Volume Serat Sabut Kelapa terhadap Harga Impak**

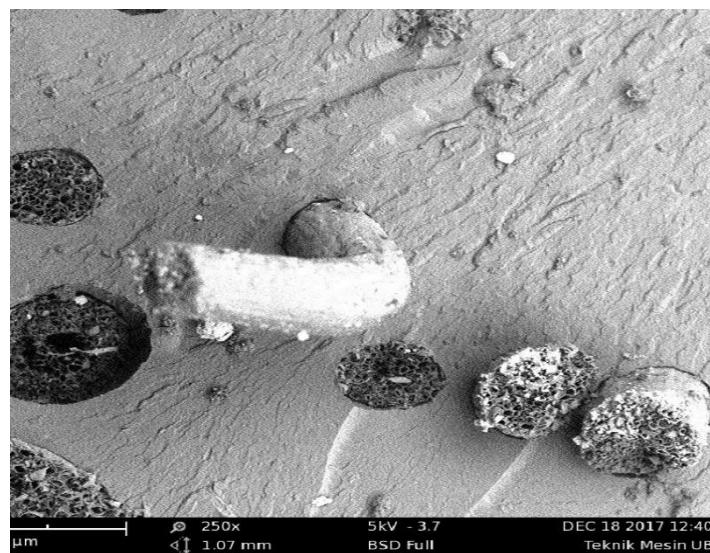
## Pembahasan dan Analisa Uji Impak

Dalam komposit serat memiliki peranan yang sangat penting terhadap ketangguhan suatu material karena serat berfungsi menahan retakan dan juga sebagai media penyerap energi Dengan menambahnya serat maka akan merubah sifat mekanisnya. Hal ini juga didukung ikatan antar matrik dan serat. Selain itu efektifitas energi yang diserap tergantung pada kekuatan antar muka serat dan matriks (Amuthakkannan, dkk, 2013). Pada grafik diatas menunjukkan pada volume serat 20% untuk orientasi serat acak harga impak pada serat ampas tebu sebesar 0,0077 joule/mm dan untuk orientasi serat memanjang 0,0101 joule/mm. Pada 25% pada orientasi serat acak sebesar 0,0101 joule/mm dan untuk orientasi serat memanjang sebesar 0,0101 joule/mm, Untuk volume serat 30% orientasi serat acak memiliki harga impak yang sama dengan orientasi serat memanjang yaitu sebesar 0,0101 joule/mm. Pada volume serat 35% dan 40% orientasi serat acak dan memanjang mengalami kenaikan harga impak yaitu sebesar 0,0125 joule/mm.

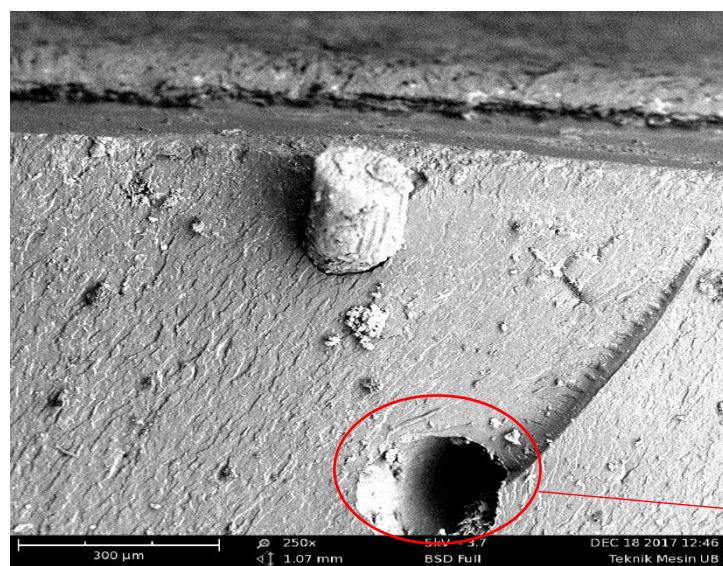
Untuk volume serat 20% orientasi serat acak sabut kelapa memiliki harga impak sebesar 0,0125 joule/mm dan orientasi serat memanjang sebesar 0,0101 joule/mm. Pada volume serat 25% orientasi serat acak harga impak sebesar 0,0101 joule/mm sedangkan orientasi serat memanjang masih sama dengan sebelumnya. Untuk orientasi serat acak mengalami penurunan disebabkan *void* (rongga udara) dimana void terjadi akibat dari proses percetakan dan pengepresan spesimen yang kurang maksimal sehingga menurunkan kekuatan impaknya (Ojahan,2015), hal ini dapat dibuktikan pada gambar 5.4. Untuk volume serat 30% orientasi serat acak memiliki harga impak sebesar 0,0101 joule/mm dan begitu juga untuk orientasi serat memanjang. Kemudian pada serat 35% dan 40% orientasi serat acak maupun memanjang mengalami kenaikan yaitu sebesar 0,0125 joule/mm.

Jadi semakin tinggi persentase komposisi serat maka semakin tinggi juga harga impaknya. Hal ini disebabkan daya rekat antara serat dan matrik sangat baik sehingga sampai pada komposit dengan fraksi volume serat tertinggi sekalipun, kekuatan impak tidak mengalami penurunan(Abanat, J.D.J., A.

Purnowidodo, dan Y. S. Irawan, 2012). Hal ini dibuktikan pada gambar 5.3 bahwa ikatan antara matrik dan penguat merekat dengan baik.



**Gambar 5. 3 Uji Foto SEM Serat Ampas Tebu**



**Gambar 5. 4 Foto uji SEM Sabut Kelapa**

### 5.3 Aplikasi Komposit

Jadi komposit serat ampas tebu dan sabut kelapa sudah memenuhi spesifikasi untuk dijadikan bahan alternatif pembuatan dashboard mobil. Untuk kekuatan tarik serat ampas tebu  $4,72 \text{ Kgf/mm}^2 = 46,28 \text{ MPa}$  dan serat sabut kelapa sebesar  $4,27 \text{ Kgf/mm}^2 = 41,87 \text{ MPa}$  untuk kekuatan impak serat ampas tebu dan kelapa memiliki kesamaan yaitu sebesar  $0,0125 \text{ joule/mm} = 12,54 \text{ KJ/m}^2$ . Dari hasil tersebut dan dibandingkan dengan tabel 5.1 spesifikasi interior mobil serat ampas tebu dan sabut kelapa sudah memenuhi dan bahkan melebihi spesifikasi untuk dijadikan bahan alternatif pembuatan dashboard mobil.

**Tabel 5. 1 Spesifikasi Interior Mobil**

TPO Compounds	Density [kg/m <sup>3</sup> ]	MFR 230 °C/ 2.16 kg [g/10 min]	Flexural modulus [MPa]	Tensile stress [MPa]	Impact, Charpy notched [kJ/m <sup>2</sup> ]	HDT B (0.45 MPa) [°C]	Typical applications
Daplen EE168AI	960	14	1,750	20	5	97	Dashboards, door claddings
Daplen EF098HP	960	20	1,800	22	4	95	Dashboards, door claddings
Daplen EE189HP	1,000	13	1,750	21	3.5	94	Dashboards, door claddings
Daplen EF198HP	1,020	17	2,000	22	4	95	Dashboards, door claddings
Daplen EG273HP	1,020	20	2,000	22	4	110	Dashboards, door claddings
Daplen EE250AI	1,040	13	2,000	22	3.5	94	Dashboards, door claddings
Daplen EF261AI	1,040	14	1,800	18	4.6	94	Dashboards, door claddings

Sumber : Borealis and Borouge

## **BAB VI**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **6.1 Kesimpulan**

Dari analisa data dan pembahasan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

Pada pengujian tarik fraksi volume serat ampas tebu berpengaruh sangat kuat terhadap kekuatan tarik hal ini dapat dibuktikan pada analisis statistik dari hubungan korelasi sebesar 0,08817 (sangat kuat) yang artinya terdapat pengaruh yang signifikan antara volume serat ampas tebu terhadap kekuatan tarik bahwa semakin banyak volume serat semakin tinggi pula kekuatan tariknya, tetapi semakin banyak banyak fraksi volume serat tidak selalu menghasilkan kekuatan tarik yang tinggi. Nilai pengujian tarik yang paling tinggi untuk serat ampas tebu terdapat pada variasi 20% orientasi serat memanjang sebesar  $4,72 \text{ Kgf/mm}^2$  dan terendah pada variasi 35% orientasi serat acak sebesar  $1,68 \text{ Kgf/mm}^2$ . Sedangkan untuk pengujian tarik serat sabut kelapa fraksi volume serat sabut kelapa juga berperngaruh sangat kuat terhadap kekuatan tarik hal ini dapat dibuktikan pada analisis statistik dari hubungan korelasi sebesar 0,09617 (sangat kuat) yang artinya terdapat pengaruh yang signifikan antara volume serat sabut kelapa terhadap kekuatan tarik. Nilai pengujian tarik paling tinggi untuk serat sabut kelapa terdapat pada variasi 25% orientasi serat memanjang sebesar  $4,27 \text{ Kgf/mm}^2$  dan terendah pada variasi 40% orientasi acak sebesar  $2,47 \text{ Kgf/mm}^2$ .

Pada pengujian impak bahwa semakin banyak serat semakin tinggi pula kekuatan impaknya jadi volume serat berbanding lurus dengan kekuatan impaknya. Jadi fraksi volume serat ampas tebu berperngaruh sangat kuat terhadap kekuatan impak hal ini dapat dibuktikan pada analisis statistik dari hubungan korelasi sebesar 0,09925 (sangat kuat) yang artinya terdapat pengaruh yang signifikan antara volume serat ampas tebu terhadap kekuatan impak. Nilai pengujian impak paling tinggi untuk serat ampas tebu terdapat pada variasi 35%,40% oerientasi serat acak dan memanjang sebesar  $0,0125 \text{ Joule/mm}$  dan terendah pada variasi 20% orientasi serat memanjang sebesar  $0,0077 \text{ joule/mm}$ . Sedangkan untuk serat sabut kelapa juga berperngaruh sangat kuat antara fraksi

volume serat dengan kekuatan impak hal ini dapat dibuktikan pada analisis statistik dari hubungan korelasi sebesar 0,09822 (sangat kuat) yang artinya terdapat pengaruh yang signifikan antara volume serat sabut kelapa terhadap kekuatan impak. Nilai pengujian impak paling tinggi untuk serat sabut kelapa terdapat pada variasi 20%, 35%, 40% orientasi serat acak dan memanjang sebesar 0,0125Joule/mm dan terendah pada variasi 20%, 25% orientasi serat acak dan memanjang sebesar 0,0077 joule/mm.

## 6.2 Saran

Dalam penelitian ini penulis merasa masih banyak kekurangan, sehingga untuk peneliti selanjutnya perlu mempertimbangkan hal berikut diantaranya :

1. Untuk pembuatan spesimen komposit masih dilakukan secara manual dengan metode hand lay up, maka disarankan untuk penelitian selanjutnya menggunakan metode lain seperti injection molding dan spray up agar mendapat hasil yang lebih maksimal
2. Untuk pembuatan spesimen maka disarankan seratnya harus homogen baik dari diameter, panjang serat agar hasil lebih baik.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abanat, J.D.J., A.Purnowidodo, dan Y.S.Irawan. 2012. Pengaruh Fraksi Volume Serat Pelepasan Gebang (*Corypha Utan Lamarck*) Terhadap Sifat Mekanik Pada Komposit Bermatrik Epoksi. Politeknik Negeri Kupang, Universitas Brawijaya Malang.
- Ananto, S., 2008, *Analisis Mikrostruktur Sifat Mekanik dan Sifat Kimia Logam SS-904L*, Fakultas Sains dan Teknologi, Surabaya: Universitas Airlangga,.
- Askeland., D. R., 1985, “*The Science and Engineering of Material*”, Alternate Edition, PWS Engineering, Boston, USA
- ASTM, D638-02 Standard Test Method for Tensile Properties of Thin Plastic Sheeting
- ASTM, D256 Standard Test Methods for Determining the Pendulum Impact Resistance of Plastics
- Bakri, 2010. Penentuan Sifat Mekanis Serat Sabut Kelapa. *Jurnal Mekanikal*, Vol. 1 No. 1 Januari 2010 : 23 – 29, 15 Mei 2006, ISSN 1412 7784. Universitas Hasanudin Makasar.
- Balaji, Karthikeyan, dan Raj Sundar. 2014. Bagasse Fiber – The Future Biocomposite Material: A Review. India : International Journal of ChemTech Research.
- Billmayer, F. 1984. *Text Book of Polymer Science*. New York: Shonwiley & Sons. Book Company.
- Gibson, R.F. 1994. *Principles of Composites Material Mechanics*. Singapore: Mc. Graw Hill.
- Hartono, Rifai.M, Subawi. H. 2016. Pengenalan Teknik Komposit. Yogyakarta: Deepublish
- Ojahan, T. Dan H. Aditia. 2015. Analisis Fraksi Volume Serat Pelepasan Batang Pisang Bermatriks *Unsaturated Resin Polyester* (UPR) Terhadap Kekuatan Tarik dan SEM. Bandar Lampung.
- P, Amuthakkannan, dkk. 2013. *Effect Of Fibre Length And Fibre Content On Mechanical Properties Of Short Basalt Fibre Reinforced Polymer Matrix Composites*. Department of Mechanical Engineering, Kalasalingam University, Krishnankoil, India.

- Schwartz, M.M. 1984. *Composite Material Handbook*. New York: Mc. Graw Hill.
- Shackelford, (1992). *Introduction to Materials Science for EngineerThird Edition*.  
New York: Mac Millan Publishing Company.
- Smith, W.F (1996) *Principles of Materials Science and Engineering*, 2nd ed.
- Sofyan, Bodan. T. 2010 Pengantar Material Teknik. Jakarta: Salemba Teknika
- Sugiarto, totok. 2017. Diktat Statistika dan Riset Terapan. Intitut Teknologi  
Nasional Malang
- Supriadi, A. 1992. *Rendemen Tebu : Liku-Liku Permasalahannya*. Jogjakarta.
- Surdia, Tata & Saito, Shinroku. 1999. *Pengetahuan Bahan Teknik. (edisi keempat)*.  
Jakarta: Pradnya Paramita.
- Syafrudin, H., 2011, *Analisis Mikrostruktur, Sifat Fisis dan Sifat Mekanik Keramik  
Jenis Refraktori*, Fakultas Sains dan Teknologi, Surabaya : Universitas  
Airlangga.
- Zainal, M. Dan F. Julius. (2005). Prospek Pengolahan Hasil Samping Buah Kelapa.  
Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan *Indonesian Center for  
Estate Crops and Development*. Bogor.

## **LAMPIRAN**