

**PEMBUATAN DAN PENGUJIAN PIPA KOMPOSIT  
BERBAHAN SERAT KACA ANYAM BERLAPIS KAIN MORI**

**TUGAS AKHIR**

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat  
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Mesin**



**Disusun Oleh :**

**Nama : Rizky Ramsah Putra**

**No. Mahasiswa : 18525009**

**NIRM :**

**JURUSAN TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
YOGYAKARTA**

**2022**

**LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING**

**PEMBUATAN DAN PENGUJIAN PIPA KOMPOSIT  
BERBAHAN SERAT KACA ANYAM BERLAPIS KAIN MORI**

**TUGAS AKHIR**

**Disusun Oleh :**

**Nama : Rizky Ramsah Putra**

**No. Mahasiswa : 18525009**

**NIRM : -**

Yogyakarta, - Desember 2022

Pembimbing I,

Ir. Santo Ajie Dhewanto, S.T.,M.M.IPP

**LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI**

**PEMBUATAN DAN PENGUJIAN PIPA KOMPOSIT  
BERBAHAN SERAT KACA ANYAM BERLAPIS KAIN MORI**

**TUGAS AKHIR**

**Disusun Oleh :**

**Nama : Rizky Ramsah Putra**

**No. Mahasiswa : 18525009**

**NIRM : -**

Tim Penguji

---

Ketua

---

Tanggal :

---

Anggota I

---

Tanggal :

---

Anggota II

---

Tanggal :

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Mesin

Dr. Ir. Muhammad Khafidh, S.T., M.T., IPP

## HALAMAN PERSEMBAHAN

Dengan rasa syukur yang sangat mendalam, Laporan Tugas Akhir ini penulis persembahkan dan mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Kedua Orang Tua dan keluarga penulis yang berada di Palembang, dimana senantiasa memberikan dukungan moral dan materi kepada penulis dari awal kuliah sampai saat ini menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini.
2. Bapak dan Ibu dosen yang telah senantiasa memberikan ilmu serta selalu membimbing penulis sehingga dapat menjadi seorang sarjana.
3. No Bopan yang berisikan sahabat – sahabat tersayang saya. Reza, Anang, Andika. Dimana selalu memberikan saya motivasi dan menemani dikala suka maupun duka.
4. Teman saya, Septia, Dimas, dan Geo yang selalu menjadi guru saya ketika saya tidak memahami suatu pelajaran.
5. Kelompok Tugas Akhir, teman saya Andika dan Ulfa.
6. Teman mahasiswa Teknik Mesin angkatan 2018.

## HALAMAN MOTTO

Kesuksesan itu bukan ditunggu, tetapi diwujudkan.

Bersakit sakit dahulu hura hura kemudian



## KATA PENGANTAR

Assalamulaikum Warahmatullahi wa Barokatuh.

Pertama, marilah kita panjatkan puji syukur atas kehadiran Allah Subhanahu Wa Ta'ala maha segalanya, maha pemurah, maha pemberi rezeki, maha memudahkan segalanya. Tuhan kita, semesta alam dimana telah melimpahkan rahmat-Nya, taufiq, serta hidayah-Nya sehingga kita selalu diberi nikmat iman dan nikmat islam.

Dengan Ridho dari Allah SWT pelaksanaan dan penyusunan tugas akhir ini bisa diselesaikan, dengan melewati banyak rintangan yang ada, selama melaksanakan perancangan dan penelitian pada tugas akhir. Perancangan yang disusun oleh penulis bertujuan untuk menyelesaikan strata satu (S-1) di Program Studi Teknik Mesin Universitas Islam Indonesia.

Tidak lupa saya mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dan menyemangati saya dalam pelaksanaan tugas akhir ini. Oleh karena itu saya sebagai penulis mengucapkan terimakasih yang tidak ada henti – hentinya. Diantaranya kepada :

1. Allah SWT yang telah melimpahkan semuanya kepada penulis sebagai hamba-Nya.
2. Keluarga saya yang berada di Palembang yang telah memberikan dukungan sepenuh hati kepada saya hingga tugas akhir ini bisa selesai.
3. Bapak Dr. Ir. Muhammad Khafidh, S.T., M.T., IPP. Selaku ketua prodi Teknik Mesin UII.
4. Bapak Ir. Santo Ajie Dhewanto, S.T., M.M. IPP. Selaku dosen pembimbing saya, yang sudah membimbing saya dengan baik dan penuh kesabaran.
5. Seluruh staf pengajar, staf adminitrasi, dan karyawan di Program Studi Teknik Mesin Universitas Islam Indonesia.
6. Semua pihak yang sudah membantu dan mendukung penulis yang tidak bisa disebutkan semuanya dalam kata pengantar dan penulis ucapkan terimakasih.

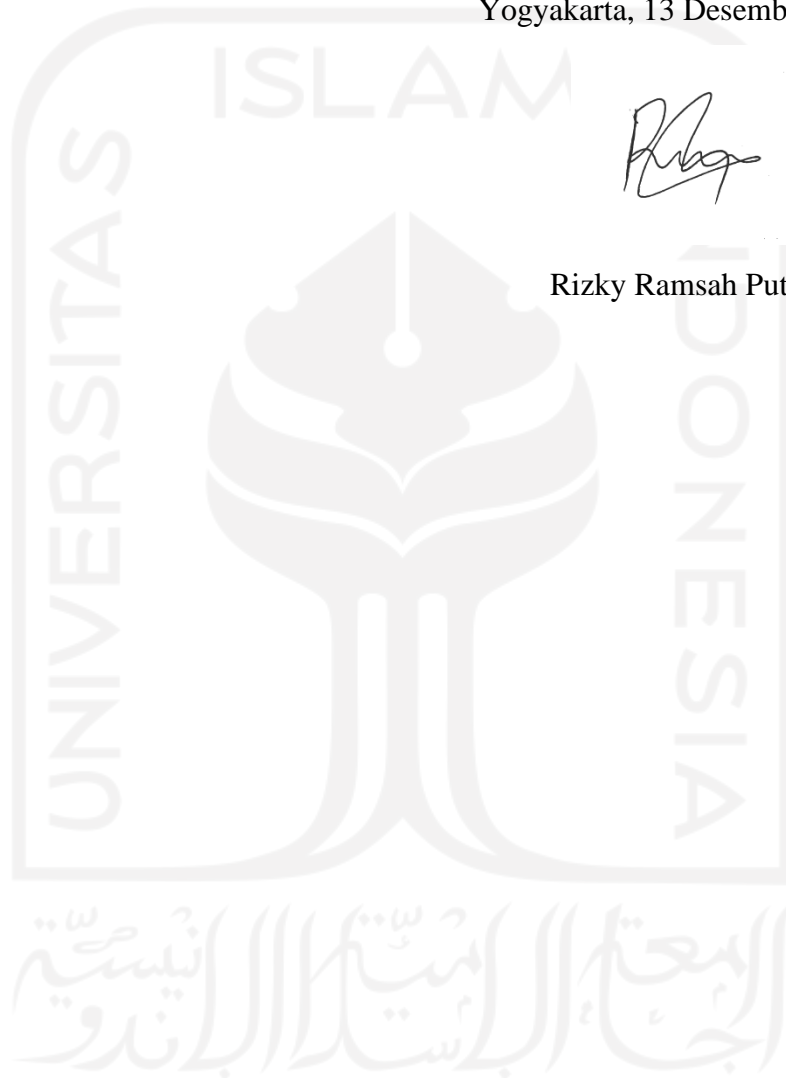
Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan pada pembuatan ataupun karya yang dibuat, oleh karena itu penulis mengharapkan saran serta masukan agar laporan ini menjadi lebih baik bagi pembaca dan penulis selanjutnya.

Akhir kata, penulis berharap laporan ini dapat bermanfaat bagi mahasiswa dan pembaca yang akan melakukan penelitian dimasa yang akan datang.

Yogyakarta, 13 Desember 2022



Rizky Ramsah Putra



## ABSTRAK

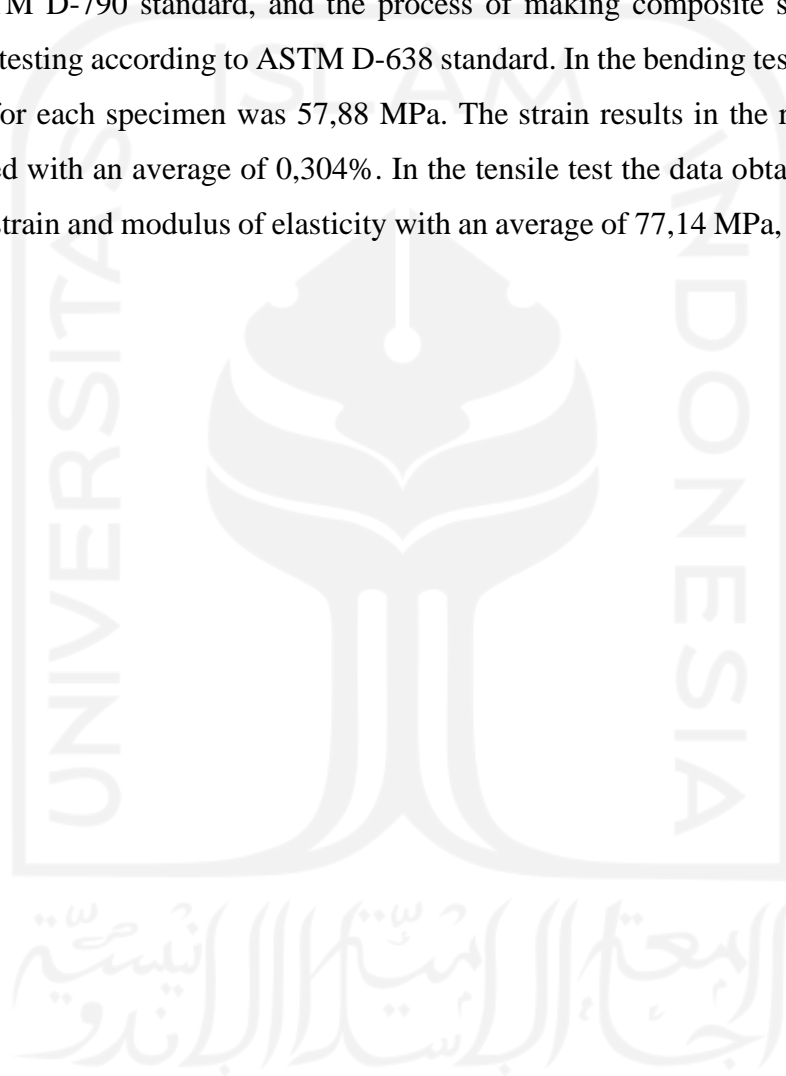
Pada penelitian ini berisi tentang pembuatan dan pengujian komposit serat kaca anyam yang dilapisi dengan kain mori. Dalam penelitian akan dilakukan proses pembuatan komposit dengan menggunakan metode *hand lay-up*. Proses yang dibutuhkan berupa proses pembuatan spesimen pipa komposit untuk dilakukan pengujian *bending* dengan standar ASTM D-790, dan proses pembuatan spesimen komposit untuk dilakukan pengujian tarik dengan standar ASTM D-638. Pada pengujian *bending* didapatkan hasil tegangan rata rata pada setiap spesimen sebesar 57,88 MPa. Hasil regangan pada penelitian yang didapatkan dengan rata rata 0,304%. Pada pengujian tarik data yang didapatkan meliputi tegangan regangan dan modulus elastisitas dengan rata rata 77,14 MPa, 9,24 %, 840,7 MPa.





## ABSTRACT

This study contains the manufacture and testing of woven fiberglass composites coated with mori cloth. In this research, the process of making composites will be carried out using the hand lay-up method. The required process is the process of making composite pipe specimens for bending testing according to ASTM D-790 standard, and the process of making composite specimens for tensile testing according to ASTM D-638 standard. In the bending test, the average stress for each specimen was 57,88 MPa. The strain results in the research were obtained with an average of 0,304%. In the tensile test the data obtained includes stress-strain and modulus of elasticity with an average of 77,14 MPa, 9,24%, 840,7 MPa.



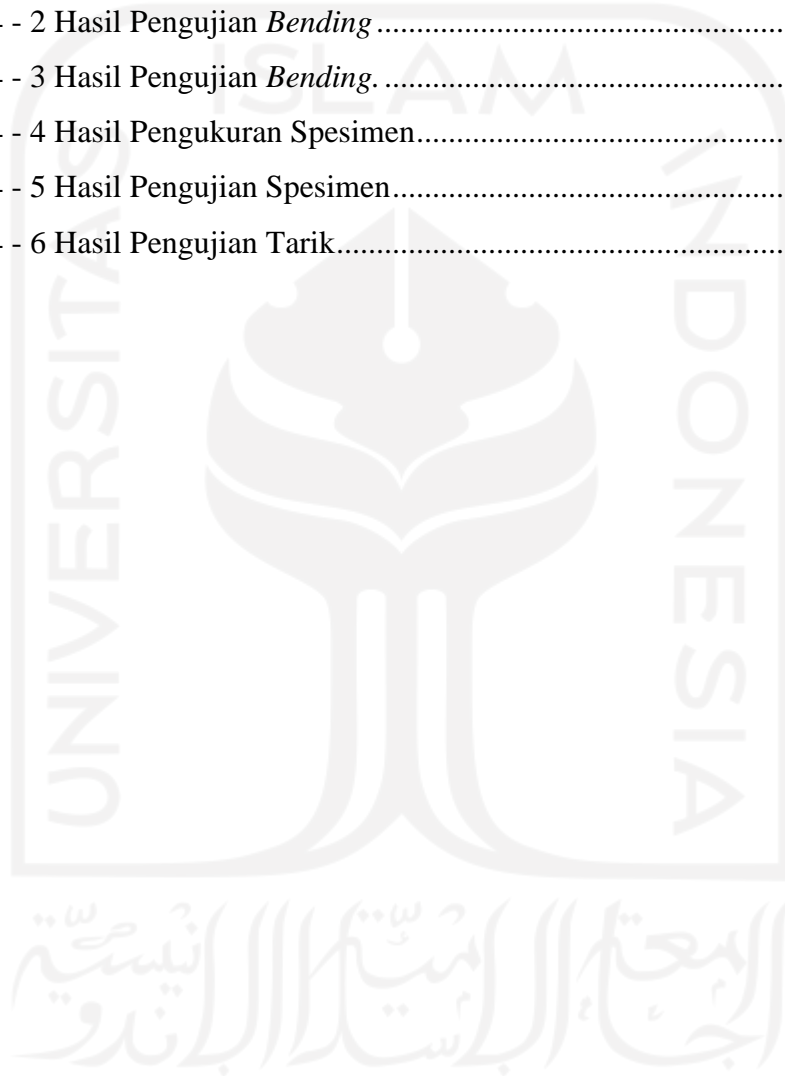
## DAFTAR ISI

Halaman Judul .....	i
Lembar Pengesahan Dosen Pembimbing .....	ii
Lembar Pengesahan Dosen Penguji .....	iii
Halaman Persembahan .....	iv
Halaman Motto .....	v
Kata Pengantar.....	vi
Abstrak .....	viii
Daftar Isi .....	x
Daftar Tabel.....	xii
Daftar Gambar .....	xiii
Daftar Notasi.....	xv
Bab 1 Pendahuluan .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah .....	2
1.4 Tujuan Penelitian .....	2
1.5 Manfaat Penelitian .....	3
1.6 Sistematika Penulisan .....	3
Bab 1 Pendahuluan .....	3
Bab 2 Dasar Teori .....	3
Bab 3 Metode Penelitian .....	3
Bab 4 Hasil dan pembahasan .....	3
Bab 5 Penutup .....	3
Bab 2 Tinjauan Pustaka .....	4
2.1 Tinjauan Pustaka.....	4
2.2 Dasar Teori .....	5
2.2.1 Komposit .....	5
2.2.2 Klasifikasi Komposit Menurut Jenis Penguatnya.....	6
2.2.3 Bahan - Bahan Pembentukan Komposit.....	8
2.2.4 Metode Hand Lay-Up.....	11

2.2.5	Pengujian <i>Bending</i> .....	12
2.2.6	Pengujian Tarik .....	14
Bab 3	Metode Penelitian .....	16
3.1	Alur Penelitian .....	16
3.2	Peralatan dan Bahan.....	17
3.2.1	Alat .....	17
3.2.2	Bahan .....	19
3.3	Pembuatan Spesimen .....	20
3.3.1	Proses Persiapan .....	20
3.3.2	Proses Pembuatan Spesimen Uji Bending ASTM D790.....	21
3.3.3	Proses Pembuatan Spesimen Uji Tarik ASTM D638.....	21
3.3.4	Pengujian Yang Dilakukan.....	21
3.3.5	Pengujian Bending.....	22
3.3.6	Pengujian Tarik .....	22
Bab 4	Hasil dan Pembahasan .....	23
4.1	Proses Pembuatan Spesimen Uji Bending ASTM D-790.....	23
4.2	Proses Pembuatan Spesimen Uji Tarik ASTM D-638.....	27
4.3	Hasil Pengujian .....	32
4.3.1	Hasil Pengujian <i>Bending</i> .....	32
4.3.2	Hasil Pengujian Tarik .....	36
4.4	Permasalahan Dalam Pembuatan.....	39
4.4.1	Permasalahan Dalam Pembuatan Spesimen Uji Bending .....	39
4.4.2	Permasalahan Dalam Pembuatan Spesimen Uji Tarik .....	40
Bab 5	Penutup.....	41
5.1	Kesimpulan .....	41
5.2	Saran Penelitian Selanjutnya.....	41
Daftar Pustaka	.....	43
LAMPIRAN	.....	45

## DAFTAR TABEL

Tabel 2 - 1 Tabel Dimensi pengujian tarik ASTM D-638.....	14
Tabel 3 - 1 Alat Bantu .....	17
Tabel 3 - 2 Bahan Dasar .....	19
Tabel 4 - 1 Pengukuran Spesimen <i>Bending</i> .....	32
Tabel 4 - 2 Hasil Pengujian <i>Bending</i> .....	33
Tabel 4 - 3 Hasil Pengujian <i>Bending</i> .....	34
Tabel 4 - 4 Hasil Pengukuran Spesimen.....	36
Tabel 4 - 5 Hasil Pengujian Spesimen.....	36
Tabel 4 - 6 Hasil Pengujian Tarik.....	38



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2 - 1 Ilustrasi Komposit Partikel.....	6
Gambar 2 - 2 Macam-Macam Serat Penguat Komposit.....	7
Gambar 2 - 3 Komposit laminasi.....	7
Gambar 2 - 4 Struktur Komposit <i>Sandwich</i> .....	7
Gambar 2 - 5 Resin.....	8
Gambar 2 - 6 Katalis.....	8
Gambar 2 - 7 <i>Fiberglass</i> Serat Kaca Acak.....	9
Gambar 2 - 8 <i>Fiberglass</i> Serat Kaca Anyam.....	9
Gambar 2 - 9 <i>Mirror Glaze</i> .....	11
Gambar 2 - 10 Metode <i>Hand Lay-Up</i> .....	11
Gambar 2 - 11 <i>Three Point Bending</i> .....	12
Gambar 2 - 12 Keterangan Spesimen Uji Tarik ASTM D-638.....	14
Gambar 3 - 1 Alur Penelitian.....	16
Gambar 4 - 1 Pemotongan Pipa 3/4 Inch.....	23
Gambar 4 - 2 Proses Pemotongan <i>Fiberglass</i> Serat Anyam.....	24
Gambar 4 - 3 Proses Pemotongan Kain Mori.....	24
Gambar 4 - 4 Proses Pelapisan Dengan <i>Wax Release</i> .....	25
Gambar 4 - 5 Pencampuran Resin dan Katalis.....	25
Gambar 4 - 6 Pemasangan <i>Fiberglass</i> Serat Anyam.....	26
Gambar 4 - 7 Hasil Pemasangan Kain Mori.....	26
Gambar 4 - 8 Pelepasan Spesimen.....	27
Gambar 4 - 9 Desain Spesimen Pengujian Tarik.....	27
Gambar 4 - 10 Desain 2D Spesimen Uji Tarik.....	28
Gambar 4 - 11 Proses Pemotongan Serat Anyam.....	28
Gambar 4 - 12 Pemotongan Kain Mori.....	29
Gambar 4 - 13 Pemasangan <i>Wax Release</i> .....	29
Gambar 4 - 14 Pencampuran Resin dan Katalis.....	30
Gambar 4 - 15 Proses Pemasangan <i>Fiberglass</i> Serat Anyam.....	30
Gambar 4 - 16 Proses Pemasangan Kain Mori.....	31
Gambar 4 - 17 Pelepasan Spesimen Dari Cetakan.....	31

Gambar 4 - 18 Proses pemotongan Spesimen Uji .....	32
Gambar 4 - 19 Spesimen Hasil Pengujian <i>Bending</i> .....	35
Gambar 4 - 20 Patahan Spesimen <i>Bending</i> 1 .....	35
Gambar 4 - 21 Hasil Spesimen Pengujian Tarik .....	38
Gambar 4 - 22 Spesimen Patah Getas .....	39
Gambar 4 - 23 Spesimen Gagal .....	39
Gambar 4 - 24 Permasalahan Pada Pengujian <i>Bending</i> .....	40
Gambar 4 - 25 Spesimen Kurang Merata.....	40



## DAFTAR NOTASI

$M$	= Momen <i>Bending</i> (N.mm)
$\sigma$	= Tegangan (MPa)
$\varepsilon$	= Regangan (%)
$E$	= Modulus elastisitas (MPa)
$L$	= Jarak Tumpuan (mm)
$T$	= Tebal Spesimen (mm)
$D_i$	= Diameter Dalam (mm)
$D_o$	= Diameter Luar (mm)
$\Delta L$	= Perubahan panjang (mm)
$L_0$	= Panjang mula mula (mm)



# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Material logam sebagai bahan utama dalam industri manufaktur saat ini mulai di kurangi penggunaannya, dan diganti dengan material lain yang memiliki sejumlah keunggulan di banding logam. Alternatif pilihan material pengganti logam tersebut salah satunya adalah material komposit. Komposit merupakan material yang terdiri dari dua atau lebih kombinasi material yang memiliki sifat material yang berbeda. Satu material sebagai pengisi (*matrix*) dan sifat lainnya adalah fasa penguat (*reinforcement*). Perbedaan sifat bahan tersebut bila digabungkan akan mendapatkan sifat yang baru yang dinamakan komposit yang memiliki perbedaan sifat partikel penyusunnya (Gibson, 1994).

Material komposit memiliki banyak keunggulan di antaranya tahan korosi, kuat, ringan dan juga proses pembentukan yang relatif sederhana dan mudah. Sebagai contoh beberapa industri manufaktur yang sudah beralih menggunakan material komposit adalah industri karoseri bus yang dahulu untuk pembuatan *cowl* bus menggunakan plat besi dan saat ini telah beralih menggunakan komposit *fiberglass*.

Meningkatnya penggunaan komposit disebabkan oleh keunggulan dari massa material yang ringan kemudian memiliki ketahanan korosi yang baik serta rendahnya biaya yang dikeluarkan untuk biaya pemeliharaan suatu produk. Komposit *fiberglass* adalah contoh komposit struktural yang akan dikembangkan. Dengan membuat pipa struktural berbahan komposit *fiberglass*, diharapkan dapat menggantikan logam.

Untuk alasan tersebut, penelitian pipa komposit yang terbuat dari bahan serat kaca anyam yang dilapisi dengan kain mori diharapkan dapat menjadi komposit yang berkualitas dan dapat bersaing di industri.



## **1.2 Rumusan Masalah**

Dari latar belakang di atas, dapat kita rumuskan beberapa masalah pada penelitian ini. Berikut rumusan masalah pada penelitian ini :

1. Bagaimana proses pembuatan dan pengujian *bending* pipa komposit serat kaca anyam berlapis kain mori serta pengujian tarik komposit serat kaca anyam berlapis kain mori?
2. Bagaimana hasil dari pengujian *bending* pipa komposit serat kaca anyam berlapis kain mori?
3. Bagaimana hasil dari pengujian tarik komposit berbahan serat kaca anyam berlapis kain mori?

## **1.3 Batasan Masalah**

Agar pembahasan tidak keluar dari topik dan tetap fokus pada permasalahan yang akan dihadapi maka pada laporan ditentukan batasan masalah sebagai berikut:

1. Komposit ini menggunakan serat kaca anyam dan kain mori
2. Tidak melakukan perhitungan secara teoritis
3. Membahas kekuatan dari spesimen atas pengujian yang dilakukan
4. Pengujian yang dilakukan yaitu pengujian tarik dan pengujian *bending*.
5. Uji *bending* berbentuk pipa diameter 1 inch menggunakan ASTM D-790.
6. Uji tarik berbentuk lapisan menggunakan ASTM D-638 Tipe 1.

## **1.4 Tujuan Penelitian**

1. Mengetahui proses pembuatan dan melakukan pengujian pipa komposit berbahan serat kaca anyam berlapis kain mori serta mengetahui proses pembuatan dan pengujian komposit serat kaca anyam berlapis kain mori.
2. Mengetahui hasil dari pengujian *bending* pada pipa komposit serat kaca anyam berlapis kain mori.
3. Mengetahui hasil dari pengujian tarik pada komposit serat kaca anyam yang dilapisi kain mori

## **1.5 Manfaat Penelitian**

1. Mengetahui cara pembuatan dan hasil pengujian *bending* pipa komposit berbahan serat kaca anyam berlapis kain mori serta cara pembuatan dan pengujian tarik komposit serat kaca anyam berlapis kain mori.
2. Mengetahui kekuatan *bending* pada pipa komposit berbahan serat kaca anyam berlapis kain mori
3. Mengetahui kekuatan tarik pada komposit berbahan serat kaca anyam berlapis kain mori.

## **1.6 Sistematika Penulisan**

Pada bagian ini dituliskan urutan dan sistematika penulisan yang dilakukan. Berikan ringkasan mengenai isi masing-masing bab.

### **Bab 1 Pendahuluan**

Pendahuluan adalah bagian yang berisi latar belakang, rumusan masalah, tujuan, batasan masalah, yang membahas isi dari laporan ini.

### **Bab 2 Dasar Teori**

Pada Bab 2 berisi teori teori atau penjelasan dasar yang berhubungan dengan penelitian yang akan dilakukan pada laporan tugas akhir.

### **Bab 3 Metode Penelitian**

Metode penelitian adalah suatu bagian dari laporan tugas akhir yang membahas metode atau cara pembuatan, serta alat dan bahan, pada laporan tugas akhir.

### **Bab 4 Hasil dan pembahasan**

Pada bagian ini, adalah bagian dari hasil perancangan yang kita buat, dan terdapat pembahasan analisis pengujian didalamnya.

### **Bab 5 Penutup**

Pada bab ini membahas kesimpulan serta hal-hal yang akan dilakukan pada penelitian selanjutnya.

## BAB 2

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Tinjauan Pustaka

Komposit merupakan gabungan antara 2 bahan atau senyawa atau lebih yang berbeda yang sengaja disusun untuk menciptakan bahan atau senyawa baru gabungan (Triyono dan Diharjo, 1999). Serat merupakan komponen utama dalam pembuatan komposit. Sebagai bahan pengisi serat digunakan untuk menahan sebagian besar gaya yang bekerja pada bahan komposit. Adapun matrik yang mempunyai fungsi untuk melindungi dan mengikat serat untuk bekerja lebih baik terhadap gaya-gaya yang terjadi. Maka dari itu, bahan serat dari bahan yang kuat, kaku dan getas, sedangkan bahan matrik dipilih dari bahan-bahan yang liat, lunak dan tahan terhadap perlakuan kimia.

Sedangkan berdasarkan unsur penguatnya dapat dibedakan menjadi tiga (Courtney 1983) :

1. *Fiber composites* (komposit serat) adalah gabungan serat dengan matrik.
2. *Flake composites* adalah gabungan serpih rata dengan matrik.
3. *Particulate composites* adalah gabungan partikel dengan matrik.

Kain mori adalah kain tenun yang terbuat dari kapan yang memiliki anyaman rapat dan polos, sudah diputihkan, serta telah diberikan ataupun tidak oleh penyempurnaan kanji, sebagai bahan batik (SNI 08-0281-2004). Kain mori mempunyai struktur kerapatan benang yang bagus dan memiliki daya serap yang tinggi (Syabana, 2006). Kain mori merupakan jenis kain yang memiliki daya serap paling tinggi dibandingkan dengan jenis kain lainnya seperti kain sutera dan kain belacu (Megawati, 2014).

Penggabungan antara kedua bahan antara serat dan matrik mendapatkan keunggulan seperti memiliki bobot yang ringan, memiliki sifat yang tahan terhadap korosi, biaya produksi murah (Schwartz, 1997). Pemilihan material komposit sebagai bahan ganti logam sudah mulai digunakan di industri hal tersebut menciptakan banyak produk komposit yang dapat bersaing dengan produk logam.

Pembuatan dan pengujian pipa komposit dengan serat jute ber matriks *epoxy* merupakan perkembangan dibidang komposit yang bertujuan untuk mengetahui kekuatan *bending* pipa komposit ketika diberikan perlakuan panas. Hasil dari pengujian tersebut menunjukkan bahwa regangan meningkat sebesar 0,007 MPa ketika diberikan perlakuan panas. (Wirama, I dkk, 2021).

Penelitian analisis jumlah lapisan terhadap kekuatan tarik komposit berpenguat *fiberglass* WR 200 merupakan jenis penelitian yang mencari hasil dari pengujian tarik. Penelitian ini melibatkan 3 variasi lapisan di setiap pembuatan komposit. Komposit dengan variasi 2 lapisan serat kaca anyam memiliki rata rata kekuatan tarik sebesar 119 MPa dan regangan sebesar 2,49%, kemudian untuk spesimen uji variasi 4 lapis memiliki rata rata kekuatan tarik sebesar 127,4 MPa dan nilai regangan 2,27 %, dan spesimen uji dengan variasi 6 lapisan serat memiliki rata rata kekuatan tarik sebesar 162,5 MPa dan regangan 1,93 %. (Jhon Evangelical, 2019).

## **2.2 Dasar Teori**

### **2.2.1 Komposit**

Material komposit merupakan material yang terdiri dari material yang dicampur secara *makroskopis* menjadi suatu material baru (Jones, 1975). Komposit merupakan suatu material gabungan makro, maka material komposit adalah suatu material yang tergabung dari kombinasi dua atau lebih unsur utama, secara komposisinya material yang tidak bisa dipisahkan (Schwartz, 1984).

Kata komposit merupakan kata sifat yang berarti susunan atau gabungan. Komposit berasal dari kata kerja (*to compose*) yang berarti menyusun atau menggabung (Triyono, Diharjo, 1999). Jadi secara sederhana bahan komposit berarti bahan gabungan dari dua atau lebih bahan yang berlainan. Bahan komposit pada umumnya terdiri dari dua unsur, yaitu serat kaca (*fiberglass*) sebagai bahan pengisi dan bahan pengikat serat-serat tersebut yang disebut matrik. Didalam komposit unsur utamanya adalah serat, sedangkan bahan pengikatnya menggunakan bahan matrik yang mudah dibentuk dan mempunyai daya pengikat yang tinggi.

Sifat serat sebagai salah satu penyusun utama komposit menjadikan serat sebagai pengaruh penting bagi komposit itu sendiri, dengan menggunakan kandungan serat yang tinggi maka komposit yang dihasilkan akan mendapatkan kekuatan tarik yang semakin tinggi pula, namun untuk alasan tersebut belum tentu sifat sifat lain yang ada pada komposit juga semakin lebih baik. Oleh karena itu perbandingan resin dan serat menjadi faktor yang sangat penting dalam menentukan sifat yang akan didapat pada material komposit itu sendiri (Lukkassen D. dan Meidell A, 2007)

Tujuan pembuatan material komposit yaitu sebagai berikut:

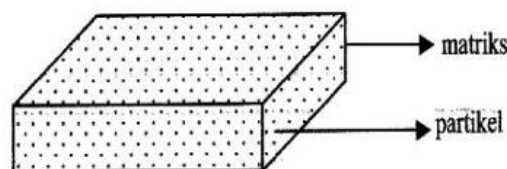
1. Memperbaiki sifat mekanik suatu bahan.
2. Membuat bahan menjadi lebih ringan.
3. Mudah dibuat dalam bentuk apapun.

### 2.2.2 Klasifikasi Komposit Menurut Jenis Penguatnya

Secara umum komposit digolongkan menjadi 3 jenis yaitu komposit partikel (*Particulate Composites*) komposit serat (*Fibrous Composites*), komposit lapis (*Laminates Composites*) (Hartanto, 2009)

#### 1. *Particulate composites*

*Particulate Composite* adalah komposit yang diisi oleh penguat berupa serbuk atau partikel. Jenis komposit ini mempunyai keunggulan seperti kemampuan yang dapat meningkatkan kekerasan dan kekuatan material, kekuatan jenis komposit ini merata dari berbagai arah. Ilustrasi komposit partikel dapat dilihat dari gambar 2-1.

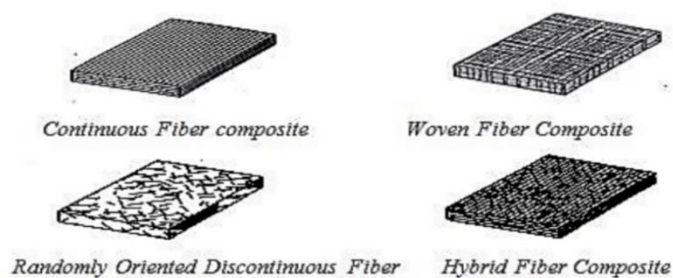


Gambar 2 - 1 Ilustrasi Komposit Partikel

Sumber: (Gibson, 1994)

## 2. *Fibrous composites*

*Fiber Composite* adalah jenis komposit yang zat penyusunnya berupa serat. Serat pada komposit jenis ini berperan sebagai penopang kekuatan jenis komposit ini, sehingga kuat dan lemahnya jenis komposit ini tergantung pada jenis serat yang digunakan. Serat yang digunakan dalam jenis komposit ini harus memenuhi persyaratan yakni, diameter serat harus lebih kecil dari massa matrik yang digunakan namun serat tersebut harus lebih kuat dan memiliki kekuatan tarik tinggi. Macam macam serat penguat komposit dapat dilihat dari gambar 2-2

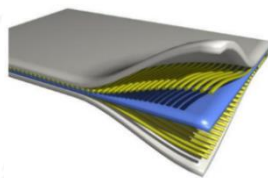


Gambar 2 - 2 Macam-Macam Serat Penguat Komposit

Sumber: (Junus, 2011)

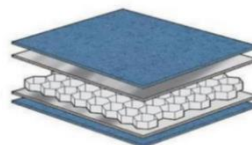
## 3. *Laminates composites*

*Laminates Composite* adalah jenis komposit yang berbentuk lembaran. Berdasarkan strukturnya jenis material komposit ini dapat dibedakan menjadi dua yaitu, struktur *laminasi* dan struktur *sandwich*. Komposit *laminasi* dan komposit *sandwich* dapat dilihat pada gambar 2-3 dan 2-4.



Gambar 2 - 3 Komposit laminasi

Sumber: (Jumarsi, 2005)



Gambar 2 - 4 Struktur Komposit *Sandwich*

Sumber: (Jumarsi, 2005)

### 2.2.3 Bahan - Bahan Pembentukan Komposit

#### 1. Resin

Bahan ini berupa cairan yang kental menyerupai lem namun memiliki bau yang khas dan berwarna bening. Bahan ini biasanya dijual per liter atau bisa juga dalam bentuk kalengan. Resin dapat dilihat pada gambar 2-5.



Gambar 2 - 5 Resin

#### 2. Katalis (*Hardener*)

Katalis berfungsi sebagai zat yang berguna untuk mempercepat proses pengeringan. Katalis umumnya dijual bersamaan dengan resin. Katalis dapat dilihat pada gambar 2-6.



Gambar 2 - 6 Katalis

### 3. *Fiberglass* serat acak

*Fiberglass* ini merupakan jenis *fiberglass* yang menyerupai anyaman yang berbentuk tidak beraturan (acak). *Fiberglass* serat kaca acak dapat dilihat pada gambar 2-7.



Gambar 2 - 7 *Fiberglass* Serat Kaca Acak

Sumber: (Sudarman, 2014)

### 4. *Fiberglass* serat anyam

Bahan ini merupakan bahan utama pembuatan komposit, pasalnya *fiberglass* inilah yang akan menjadi pelapis utama dalam pembuatan komposit. Bila digabungkan dengan bahan resin dan katalis maka *fiberglass* ini akan mengeras menyerupai bentuk yang ingin dibuat. *Fiberglass* serat anyam dapat dilihat pada gambar 2-8.



Gambar 2 - 8 *Fiberglass* Serat Kaca Anyam



## 5. Kain Mori

Kain mori merupakan kain berwarna putih yang terbuat dari serat tanaman kapas dan kain mori ini sering dijadikan bahan untuk pembuatan batik (Anzani dkk, 2016:132). Kain mori memiliki daya serap yang tinggi dan hal inilah yang menjadikan kain mori sebagai bahan yang sering digunakan dalam pembuatan batik. Terdapat 4 kategori yang dapat membedakan kain mori dari kehalusannya diantaranya :

### a. Kain Mori Primissima

Kain mori jenis ini merupakan kain yang terbuat dari serat selulosa atau serat tumbuh tumbuhan (Hartanato, 1980). Kain mori jenis ini bagus bila digunakan untuk metode pencelupan karena tidak terdapat cacat tenun dan memiliki kualitas yang baik.

### b. Kain Mori Prima

Jenis kain mori prima merupakan jenis mori kedua yang memiliki tingkat kehalusa setelah jenis kain mori primissima. Kain mori ini bagus digunakan untuk metode batik cap dan batik halus.

### c. Kain Mori Biru

Kain mori biru merupakan golongan ketiga setelah kain mori primissima dan mori prima. Mori jenis ini lebih cocok untuk membuat batik sedang dan kasar.

### d. Kain Mori Blaco

Jenis mori ini merupakan jenis terendah dari ketiga jenis mori sebelumnya. Mori jenis blaco biasanya masih dalam keadaan *grey* dan belum dilakukan proses pemutihan.

## 6. *Mirror glaze*

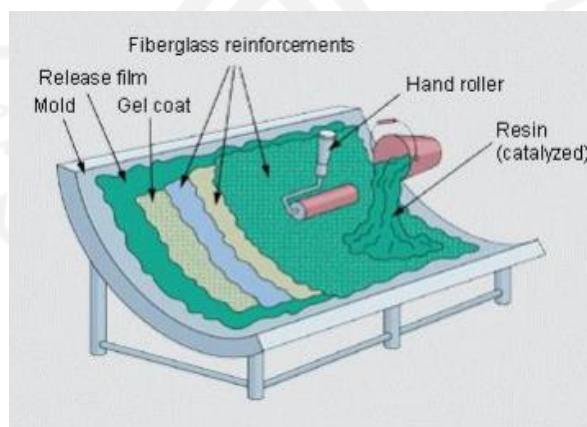
*Mirror glaze* merupakan bahan yang berfungsi untuk menimbulkan efek licin. *Mirror glaze* juga dapat berfungsi agar komposit mudah dilepas dari cetakan dan tidak merusak hasil pada komposit yang sudah dibuat. *Mirror Glaze* dapat dilihat pada gambar 2-9.



Gambar 2 - 9 *Mirror Glaze*

#### 2.2.4 Metode Hand Lay-Up

Proses pembuatan dengan metode *hand lay-up* merupakan salah satu contoh metode pembuatan komposit. Metode *hand lay-up* merupakan kategori pencetakan yang dilakukan secara terbuka (*open mold process*). Metode pembuatan komposit ini merupakan contoh metode yang sederhana baik dalam pengaplikasian dan perlengkapan yang digunakan (Cahyono 2015), yaitu resin yang dicampur dengan katalis dituangkan ke dalam cetakan dan dioleskan secara merata dengan kuas atau *roller*. Dalam proses ini resin akan berkontak langsung dengan udara dan biasanya dilakukan dalam keadaan suhu ruangan. Proses penuangan resin kedalam cetakan dilakukan berulang ulang agar mendapatkan ketebalan yang diinginkan (Nayiroh, 2013). Metode *hand lay-up* dapat dilihat pada gambar 2-10.



Gambar 2 - 10 Metode *Hand Lay-Up*

Sumber: (Nayiroh, 2013)

Keunggulan *Hand Lay-Up*:

1. Kemudahan dalam bentuk dan desain produk.
2. Mudah dalam pengaplikasiannya.
3. Mudah divariasikan komposisi serat yang akan diberikan
4. Minimnya alat yang dibutuhkan
5. Harga lebih terjangkau.

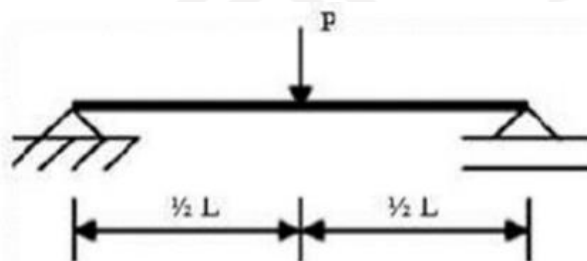
Kelemahan *Hand Lay-Up*:

1. Memerlukan resin yang cukup banyak (boros).
2. Ketebalan yang tidak merata di berbagai sisi.
3. Pemberian resin yang tidak merata.

### 2.2.5 Pengujian *Bending*

Pengujian *bending* merupakan jenis pengujian yang bertujuan untuk mengetahui karakteristik mekanik material yang di uji. Untuk mengetahui besar dan kecilnya kekuatan *bending* sebuah material tergantung dengan jenis material yang dipakai dan pembebanan yang diberikan.

Pada proses penelitian ini digunakan pengujian *three point bending* yang bertujuan untuk mengetahui kekuatan lentur pipa komposit. Pengujian *three point bending* adalah tipe pengujian yang menggunakan 2 tumpuan dan 1 penekan. Gambar *three point bending* dapat dilihat pada gambar 2-11.



Gambar 2 - 11 *Three Point Bending*

Sumber: (Khamid, 2011)

Untuk menentukan kekuatan *bending* pada pengujian *theree point bending* dapat menggunakan persamaan berikut (Wirama, 2021)

1. Untuk mencari momen *bending*

$$M = \frac{(F \cdot L)}{4} \quad (2.1)$$

Keterangan :

M = Momen *bending* (N.mm)

L = Jarak tumpuan (mm)

F = Besar beban (N)

2. Untuk mencari tegangan *bending* (*bending stress*)

$$Bending\ stress = \frac{(8 \cdot F \cdot L \cdot Do)}{\pi (Do^4 - Di^4)} \quad (2.2)$$

Keterangan :

L = Jarak tumpuan (mm)

F = Besar beban (N)

Do = Diameter luar spesimen (mm)

Di = Diameter dalam spesimen (mm)

3. Untuk mencari regangan (*strain*)

$$Strain = \frac{(6 \cdot (Do - Di) \cdot DL)}{(L^2)} \quad (2.3)$$

Keterangan:

Do = Diameter luar spesimen (mm)

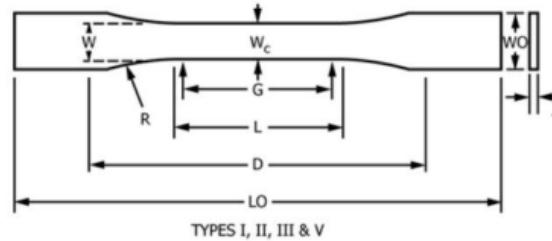
Di = Diameter dalam spesimen (mm)

DL = *Deflection in bending*

## 2.2.6 Pengujian Tarik

Uji tarik merupakan cara pengujian yang fungsinya untuk melihat perilaku material atau benda yang akan diberi beban tarik (Yusril, 2017). Uji tarik digunakan untuk mengukur ketahanan suatu material terhadap gaya yang diberikan secara lambat terhadap spesimen yang diuji.

Pada penelitian ini digunakan standar ASTM D-638. Standar ASTM D-638 digunakan untuk material plastik yang diperkuat dengan serat maupun tidak. Didalam standar ASTM D-638 ini digunakan untuk material plastik dengan ketebalan 14 mm. Untuk mengetahui keterangan mengenai spesimen uji tarik sesuai dengan standar ASTM D-638 dapat di lihat pada gambar 2 - 12 keterangan spesimen uji tarik ASTM D-638 berikut dan tabel 2 - 1 dimensi pengujian tarik ASTM D-638 sebagai berikut.



Gambar 2 - 12 Keterangan Spesimen Uji Tarik ASTM D-638

Sumber : (Materials et al., 2006)

Tabel 2 - 1 Tabel Dimensi pengujian tarik ASTM D-638

Sumber : (Materials et al., 2006)

Dimensi (lihat gambar)	Dimensi Spesimen untuk Ketebalan, T, mm (in.)A				Toleransi
	7 (0,28) atau di bawah		Lebih dari 7 hingga 14 (0,28 hingga 0,55), termasuk		
	Tipe I	Tipe II	Tipe III	Tipe IVB Tipe VC,D	
W—Lebar bagian sempitE,F	13 (0,50)	6 (0,25)	19 (0,75)	6 (0,25) 3,18 (0,125) 33 (1,30)	
L—Panjang bagian sempit	57 (2,25)	57 (2,25)	57 (2,25)	9,53 (0,375) 19 (0,75)	
WO—Lebar keseluruhan, minG	19 (0,75)	19 (0,75)	29 (1,13)	...	
WO—Lebar keseluruhan, minH	...	...	...	9,53 (0,375)	+ 3,18 (+ 0,125)
LO—Panjang keseluruhan, minH	165 (6,5)	183 (7,2)	246 (9,7)	115 (4,5)	63,5 (2,5)
G—Panjang pengukurI	50 (2,00)	50 (2,00)	50 (2,00)	...	7,62 (0,300)
G—Panjang pengukurII	...	...	...	25 (1,00)	...
D—Jarak antar genggamannya	115 (4,5)	135 (5,3)	115 (4,5)	65 (2,5)U	25,4 (1,0)
R—Radius fillet	76 (3,00)	76 (3,00)	76 (3,00)	14 (0,56)	12,7 (0,5)
RO—Radius luar (Tipe IV)	...	...	...	25 (1,00)	...

Dalam menentukan tegangan tarik, regangan, modulus elastisitas dapat menggunakan persamaan rumus sebagai berikut :

1. Mencari Tegangan Tarik

$$\sigma = \frac{F}{A} \quad (2.4)$$

Keterangan:

$\sigma$  = Tegangan (MPa)

F = Gaya yang bekerja (N)

A = luas penampang ( $mm^2$ )

2. Mencari Regangan

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L_0} \quad (2.5)$$

Keterangan:

$\varepsilon$  = Regangan (%)

$\Delta L$  = Perubahan panjang (mm)

$L_0$  = Panjang mula mula (mm)

3. Modulus Elastisitas

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} \quad (2.6)$$

Keterangan:

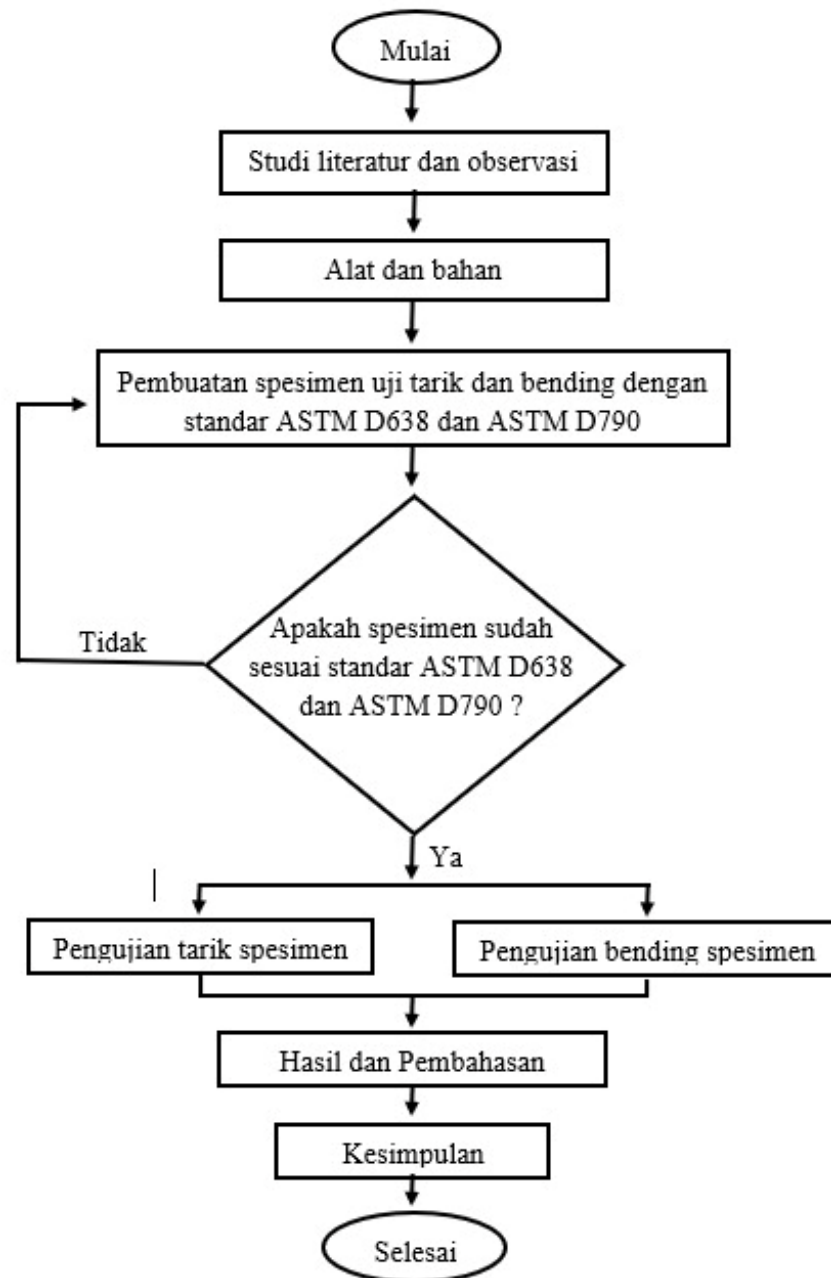
$\sigma$  = Tegangan (MPa)

$\varepsilon$  = Regangan (%)

E = Modulus elastisitas (MPa)

## BAB 3 METODE PENELITIAN

### 3.1 Alur Penelitian




Gambar 3 - 1 Alur Penelitian

## 3.2 Peralatan dan Bahan


### 3.2.1 Alat

Pada pembuatan spesimen komposit serat kaca anyam berlapis kain mori diperlukan alat untuk membuat spesimen. Peralatan yang digunakan dalam pembuatan komposit ini dapat dilihat pada tabel 3 – 1.

Tabel 3 - 1 Alat

No	Deskripsi	Alat	Fungsi
1	Pipa PVC 3/4 inch		Sebagai cetakan spesimen untuk pengujian pipa komposit standar ASTM D 790
2	Suntikan		Sebagai alat bantu untuk menakar volume katalis
3	Gelas Ukur		Untuk menakar volume resin



4	Kuas		<p>Berfungsi untuk meratakan resin dan katalis pembuatan komposit</p>
5	Gelas Plastik		<p>Berfungsi untuk wadah penampung campuran resin dan katalis</p>
6	Alat Putar		<p>Berfungsi sebagai alat bantu untuk memudahkan memutar pipa komposit dengan standar ASTM D-790</p>
7	Cetakan Kaca		<p>Berfungsi sebagai alat bantu pembuatan komposit dengan standar ASTM D-638</p>

### 3.2.2 Bahan

Untuk perancangan yang dilakukan memerlukan beberapa bahan dasar, bahan dasar dapat dilihat pada gambar 3 – 2.

Tabel 3 - 2 Bahan Dasar

No	Deskripsi	Bahan	Fungsi
1	<i>Fiberglass</i> Serat Anyam		Sebagai bahan utama untuk melapisi pipa komposit
2	Katalis		Berfungsi untuk mempercepat laju pengeringan resin
3	Resin		Sebagai matrik dalam pembuatan komposit

4	Mirror glaze		Befungsi sebagai pelapis pipa agar cetakan dan hasil komposit mudah dilepas
5	Kain Mori		Sebagai bahan utama dalam pembuatan pipa komposit

### 3.3 Pembuatan Spesimen

#### 3.3.1 Proses Persiapan

Proses awal yang dilakukan dalam pengerjaan komposit ini adalah dengan mempersiapkan alat dan bahan serta hal-hal penunjang untuk memudahkan pengerjaan komposit. Pada proses persiapan, yang harus dilakukan yaitu menentukan tempat yang kering dan tidak berdebu, karena dengan pemilihan tempat yang baik akan membuat proses pembuatan komposit dapat dilakukan dengan cepat. Selain itu proses yang harus dilakukan adalah pemotongan serat kaca dan kain mori sebagai bahan utama pembuatan komposit. Serat kaca anyam dan kain mori harus dipotong sesuai dengan ukuran yang mengacu pada standar yang digunakan untuk pengujian tarik dan *bending*. Adapun hal harus diperhatikan sebelum melakukan pekerjaan yakni :

1. Menggunakan masker untuk melindungi indra penciuman dari aroma yang menyengat yang berasal dari campuran resin dan katalis.
2. Menggunakan sarung tangan untuk menghindari iritasi kulit yang terjadi akibat reaksi kimia hasil dari campuran resin dan katalis.

### 3.3.2 Proses Pembuatan Spesimen Uji Bending ASTM D790

Langkah langkah yang harus diperhatikan dalam pembuatan spesimen uji ini meliputi :

1. Proses pemotongan pipa  $\frac{3}{4}$  inch untuk cetakan komposit.
2. Proses pemotongan *fiberglass* serat anyam.
3. Proses pemotongan kain mori.
4. Pelapisan cetakan dengan *wax release*.
5. Proses pencampuran resin dan katalis.
6. Proses pemasangan *fiberglass* serat anyam.
7. Proses pemasangan kain mori.
8. Pelepasan spesimen.

### 3.3.3 Proses Pembuatan Spesimen Uji Tarik ASTM D638

Langkah langkah yang harus diperhatikan dalam pembuatan spesimen uji ini meliputi :

1. Pembuatan desain menggunakan *solidowork 2016*
2. Pemotongan *fiberglass* serat anyam
3. Pemotongan kain mori
4. Pelapisan cetakan menggunakan *wax release*
5. Pencampuran katalis dan resin
6. Proses pemasangan *fiberglass* serat anyam
7. Proses pemasangan kain mori
8. Proses pelepasan produk dari cetakan
9. Pemotongan spesimen uji sesuai standar ASTM D638

### 3.3.4 Pengujian Yang Dilakukan

Dalam upaya pembuatan komposit *fiberglass* serat anyam berlapis kain mori ini, upaya yang akan dilakukan meliputi pembuatan komponen pendukung komposit, dan melakukan dua pengujian. Spesimen komposit yang sudah dibuat nantinya akan dilakukan pengujian tarik dan dan pengujian *bending*. Pengujian *bending* menggunakan standar ASTM D-790 dan pengujian tarik menggunakan standar ASTM D-638.

### 3.3.5 Pengujian Bending

Langkah langkah yang dilakukan pada proses pengujian bending meliputi:

1. Mengukur dimensi spesimen
2. Lakukan pengaturan lebar tumpuan dengan spesimen benda yang akan di ujikan
3. Atur tumpuan pada tengah indentor
4. Pasang spesimen benda yang di ujikan pada tumpuan
5. Perhatikan indentor sampai menempel pada spesimen benda yang ingin diujikan serta atur skala beban dan *dial indicator* pada pasisi 0
6. Berikan pembebanan bending dengan kecepatan yang konstan
7. Catat besar penambahan beban yang terjadi pada setiap kali penambahan defleksi sampai terjadi kegagalan
8. Lakukan pengulangan ke spesimen lainnya

### 3.3.6 Pengujian Tarik

Langkah langkah yang dilakukan pada proses pengujian tarik meliputi :

1. Ukur dimensi spesimen benda uji
2. Membuat *gauge length* dengan membuat dua titik pada spesimen uji dengan jarak 60 mm menggunakan spidol
3. Pasang kertas milimeter pada tempat yang sudah disediakan
4. Pasang spesimen yang akan diujikan dan pastikan terjepit dengan benar
5. Jalankan mesin uji tarik
6. Hentikan proses bila terjadi patah pada benda uji dan segera catat gaya tarik maksimum dan pertambahan panjang yang terjadi
7. Lepaskan spesimen benda uji pada *grip* benda uji tarik
8. Lakukan pengulangan ke spesimen lainnya

## BAB 4

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Proses Pembuatan Spesimen Uji Bending ASTM D-790

Langkah langkah yang harus diperhatikan dalam pembuatan spesimen uji ini meliputi :

1. Proses Pemotongan Pipa 3/4 inch untuk cetakan

Pemotongan pipa 3/4 inch berguna sebagai cetakan dalam pembuatan pipa komposit untuk pengujian *bending* yang sesuai dengan ASTM D-790. Dengan pengambilan pipa 3/4 inch maka diameter luar yang akan dihasilkan untuk spesimen uji adalah 1 inch. Proses pemotongan pipa 3/4 inch dapat dilihat pada gambar 4 - 1.



Gambar 4 - 1 Pemotongan Pipa 3/4 Inch.

2. Proses Pemotongan *Fiberglass* Serat Anyam

Pemotongan *fiberglass* serat anyam disesuaikan dengan ukuran keliling lingkaran serat kaca anyam yaitu 33cm x 13cm. Penambahan ukuran untuk panjang 3 cm dan lebar 3 cm bertujuan untuk mengantisipasi hal yang tidak diinginkan. Pemotongan serat kaca anyam ini dilakukan sebanyak dua kali karena pembuatan komposit ini memerlukan 2 lapisan *fiberglass* serat anyam. Hasil potongan *fiberglass* dapat dilihat pada gambar 4 - 2.



Gambar 4 - 2 Proses Pemotongan *Fiberglass* Serat Anyam

### 3. Proses Pemotongan Kain Mori

Pemotongan Kain mori disamakan dengan ukuran *fiberglass* serat anyam. Memiliki dimensi 33 cm x 13 cm. Dimensi ini dlebihkan 3 cm agar dapat mengantisipasi kekurangan panjang maupun lebar. Proses pemotongan kain mori dapat dilihat pada gambar 4 - 3.



Gambar 4 - 3 Proses Pemotongan Kain Mori

### 4. Pelapisan Cetakan Dengan *Wax Release*

Pelapisan cetakan menggunakan *wax release* bertujuan untuk memudahkan proses pelepasan spesimen uji *bending* dengan cetakan pvc yang sudah dibuat. Penggunaan *wax release* ini dioleskan ke seluruh bagian pipa pvc yang dijadikan cetakan. Proses pelapisan cetakan dengan *wax release* dapat dilihat pada gambar 4

- 4



Gambar 4 - 4 Proses Pelapisan Dengan *Wax Release*

#### 5. Proses Pencampuran Resin dan Katalis

Penggunaan resin dan katalis sebagai zat pengeras dalam pembuatan komposit *fiberglass*. Pemilihan perbandingan dengan komposisi 100 ml resin dan 1 ml katalis merupakan perbandingan yang tepat karena pemberian katalis dibatasi berkisar 1 % sampai 2 % dari banyak resin (Aris, 2015). Pencampuran resin dan katalis dapat dilihat pada gambar 4 - 5.



Gambar 4 - 5 Pencampuran Resin dan Katalis

#### 6. Proses Pemasangan *Fiberglass* Serat Anyam

Pemasangan *fiberglass* pada cetakan menggunakan metode *hand lay-up*, proses ini dilakukan dengan cara melapisi cetakan dengan *fiberglass* lalu diberi resin dan katalis yang diratakan menggunakan kuas. Proses pemasangan dilakukan sebanyak dua kali dan masing masing waktu yang dibutuhkan sekitar lima menit pada setiap sesi pemasangan *fiberglass*. Pemasangan *fiberglass* dapat dilihat pada gambar 4 - 6.





Gambar 4 - 6 Pemasangan *Fiberglass* Serat Anyam

#### 7. Proses Pemasangan Kain Mori

Metode pemasangan kain mori sama seperti pemasangan *fiberglass* serat anyam, namun pada saat pemasangan kain mori hanya dilakukan satu kali pelapisan. Estimasi waktu yang dibutuhkan untuk membuat kain mori sedikit mengering adalah 7 menit. Hasil pemasangan kain mori dapat dilihat pada gambar 4 - 7.



Gambar 4 - 7 Hasil Pemasangan Kain Mori.

#### 8. Proses Pelepasan Spesimen

Spesimen uji yang sudah didiamkan sampai mengering atau kurang lebih memakan waktu selama 10 jam dapat dilepaskan dari cetakan pipa dengan menggunakan tang. Pelepasan spesimen dapat dilihat pada gambar 4 - 8



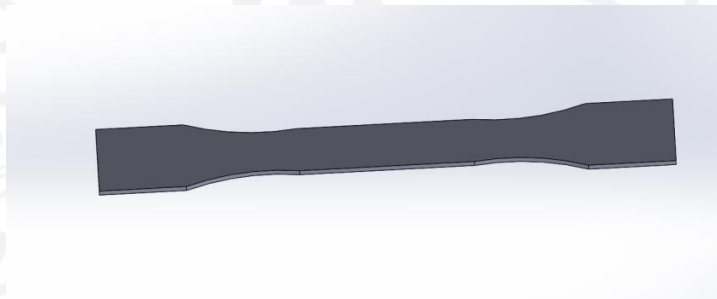
Gambar 4 - 8 Pelepasan Spesimen

#### 4.2 Proses Pembuatan Spesimen Uji Tarik ASTM D-638

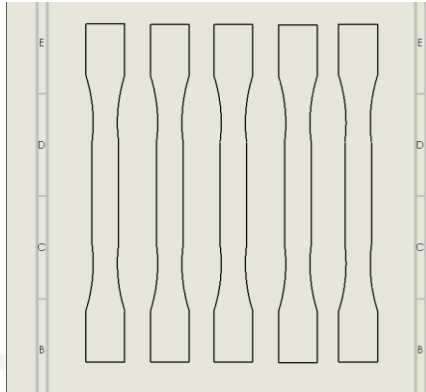
Langkah langkah yang harus diperhatikan dalam pembuatan spesimen uji ini meliputi :

1. Pembuatan Desain

Pembuatan desain dengan menggunakan *solidwork* 2016 yang bertujuan untuk membuat spesimen sesuai dengan standar yang sudah berlaku. Untuk memudahkan proses pengerjaan maka dibuatlah hasil *drawing solidwork* yang berguna untuk dijadikan pola pada proses pembuatan spesimen uji tarik. Pada gambar 4 – 9 merupakan desain 3D yang digunakan dan gambar 4 – 10 sebagai desain 2D spesimen uji tarik sebagai berikut.



Gambar 4 - 9 Desain Spesimen Pengujian Tarik



Gambar 4 - 10 Desain 2D Spesimen Uji Tarik

## 2. Pemotongan Serat Kaca Anyam

Pemotongan serat kaca anyam disesuaikan dengan panjang dan lebar cetakan kaca. *Fiberglass* dipotong dengan dimensi panjang 20 cm dan lebar 21 cm. Dibutuhkan dua lembar *fiberglass* serat anyam pada proses pembuatan spesimen komposit pengujian tarik. Proses pemotongan *fiberglass* pemotongan serat kaca anyam dapat dilihat pada gambar 4 - 10



Gambar 4 - 11 Proses Pemotongan Serat Anyam

## 3. Pemotongan Kain Mori.

Pemotongan kain mori disesuaikan dimensinya dengan cetakan kaca yang sudah dibuat. Dimensi cetakan kaca yang dibuat memiliki panjang 20 cm dan lebar 21 cm. Kain mori yang dibutuhkan dalam proses pembuatan spesimen uji tarik ini hanya satu lembar saja. Pemotongan kain mori dapat dilihat pada gambar 4 - 11.



Gambar 4 - 12 Pematangan Kain Mori.

#### 4. Pelapisan Cetakan Menggunakan *Wax Release*

Proses selanjutnya adalah pelapisan cetakan kaca dengan *wax release*, hal yang harus disiapkan adalah cetakan kaca, cetakan kaca harus dilapisi dengan *wax release* sampai mengering agar nantinya mudah dilakukan proses pengangkatan spesimen dari cetakan kaca. Proses pemasangan *wax release* dapat dilihat pada gambar 4 - 12.



Gambar 4 - 13 Pemasangan *Wax Release*

#### 5. Pencampuran Resin dan Katalis

Campuran resin dan katalis pada pembuatan pipa komposit ini memiliki perbandingan 100 ml resin dan 1 ml katalis. Pencampuran resin dan katalis dapat dilihat pada gambar 4 - 13.



Gambar 4 - 14 Pencampuran Resin dan Katalis.

#### 6. Proses Pemasangan *Fiberglass* Serat Anyam

Proses pemasangan *fiberglass* serat anyam dilakukan dengan metode *hand lay-up*, proses ini dilakukan dengan cara serat kaca anyam yang sudah dipotong diletakkan pada cetakan kemudian diberi resin dan katalis. Diamkan kedua campuran sampai setengah mengering dan lakukan proses yang sama sebanyak dua kali pengulangan. Proses pemasangan *fiberglass* dapat dilihat pada gambar 4 - 14.



Gambar 4 - 15 Proses Pemasangan *Fiberglass* Serat Anyam

#### 7. Proses Pemasangan Kain Mori

Proses pemasangan kain mori sama seperti dengan pemasangan *fiberglass* serat anyam namun pemasangan kain mori ini hanya dilakukan 1 lapisan saja. Kemudian lapisan kain mori dan campuran resin dan katalis didiamkan selama 24 jam sampai bagian ini mengering dengan sempurna. Proses pemasangan kain mori dapat dilihat pada gambar 4 - 15.



Gambar 4 - 16 Proses Pemasangan Kain Mori

8. Pelepasan Spesimen Dari Cetakan

Setelah spesimen uji mengering, maka langkah selanjutnya adalah melepaskan spesimen uji dari cetakan kaca. Pelepasan spesimen dari cetakan dapat dilihat pada gambar 4 - 16.



Gambar 4 - 17 Pelepasan Spesimen Dari Cetakan

9. Pemotongan Spesimen Uji Sesuai Standar ASTM D-638

Setelah komposit dilepaskan dari cetakan kaca, selanjutnya proses pemotongan spesimen uji yang disesuaikan dengan standar ASTM D-638. Proses pemotongan dapat dilihat pada gambar 4 - 17.



Gambar 4 - 18 Proses pemotongan Spesimen Uji

### 4.3 Hasil Pengujian

#### 4.3.1 Hasil Pengujian *Bending*

Dalam pembuatan pipa komposit ini dilakukan pengujian *three point bending*. Pengujian *bending* ini dilakukan di laboratorium bahan teknik sekolah vokasi Universitas Gadjah Mada. Dari pengujian *bending* ini didapatkan data yang nantinya akan diolah untuk dijadikan pembahasan pada pipa komposit serat kaca anyam yang dilapisi kain mori.

Dalam pengujian ini benda yang diuji sebanyak 5 spesimen. Langkah yang dilakukan diawal adalah dengan mengukur masing masing benda yang akan diujikan. Tabel 4 - 1 merupakan hasil pengukuran spesimen uji *bending*.

Tabel 4 - 1 Pengukuran Spesimen *Bending*

No Spesimen	L (mm)	Di (mm)	Do (mm)	T (mm)
1	300	25,9	31,93	3,0
2			31,87	3,0
3			31,5	2,8
4			31,63	2,9
5			31,68	2,9
Rata - Rata			31,72	2,92

Keterangan :

L = Jarak Tumpuan (mm)

T = Tebal Spesimen (mm)

Di = Diameter Dalam (mm)

Do = Diameter Luar (mm)

Setelah didapatkan hasil pengukuran langkah selanjutnya adalah melakukan proses pengujian *bending*. Hasil yang didapatkan dalam pengujian *bending* adalah tekanan maksimal dan *defleksi*, berikut merupakan tabel 4 – 2 hasil pengujian *bending*.

Tabel 4 - 2 Hasil Pengujian *Bending*

No	Pmax (N)	Defleksi (mm)
1	1.160	8,27
2	1.440	6,57
3	1.840	9,43
4	1.130	7,5
5	1.118	7,4

Dari data tersebut akan diolah lagi untuk mendapatkan momen *bending*, tegangan *bending* dan regangan dengan menggunakan persamaan berikut, berikut merupakan pemakaian rumus dengan menggunakan data spesimen 1:

1. Untuk Mencari Momen *Bending*

Dalam mencari momen *bending* digunakan persamaan (2.1).

$$M = \frac{F \cdot L}{4}$$

$$M = \frac{1.160 \times 300}{4}$$

$$M = 8.700 \text{ N.mm}$$



2. Untuk mencari tegangan *bending* (*bending stress*)

Mencari tegangan *bending* (*bending stress*) menggunakan persamaan (2.2):

$$Bending\ stress = \frac{(8 \cdot F \cdot L \cdot Do)}{\pi (Do^4 - Di^4)}$$

$$Bending\ stress = \frac{(8 \cdot 1.160 \cdot 300 \cdot 31,93)}{3,14 (31,93^4 - 25,9^4)}$$

$$Bending\ stress = 48,03\ MPa$$

3. Untuk Mencari Nilai Regangan (*strain*)

Dalam mencari nilai regangan (*strain*) menggunakan persamaan (2.3) :

$$Strain = \frac{(6 \cdot (Do - Di) \cdot DL)}{L^2}$$

$$Strain = \frac{(6 \cdot (31,93 - 25,9) \cdot 8,27)}{(300^2)}$$

$$Strain = 0,0033$$

$$Strain = 0,33\ \%$$

Setelah dilakukan perhitungan dengan rumus diatas didapatkan tabel data hasil pengujian yang telah dilakukan. Data tersebut berupa momen *bending*, tegangan *bending* (*bending stress*), dan regangan (*strain*). Tabel 4 - 3 merupakan hasil pengujian *bending* yang telah didapat.

Tabel 4 - 3 Hasil Pengujian *Bending*.

No	M (N.mm)	<i>Bending</i> Stress (N/mm <sup>2</sup> )	Regangan (%)
1	87.000	48,03	0,33
2	108.000	60,31	0,26
3	138.000	82,87	0,35
4	84.750	49,59	0,29
5	83.850	48,58	0,29
Rata - Rata	100.320	57,88	0,304

Setelah dilakukan proses pengujian dan perhitungan. Rata-rata momen *bending* sebesar 100.320 N.mm, kemudian *bending stress* didapatkan rata-rata sebesar 57,88 N/mm<sup>2</sup>, dan regangan (*strain*) didapat rata-rata sebesar 0,304 %. Hasil spesimen pengujian *bending* dapat dilihat pada gambar 4 - 19 yang merupakan gambar hasil spesimen pengujian *bending* yang telah dilakukan.



Gambar 4 - 19 Spesimen Hasil Pengujian *Bending*.

Dari gambar 4 - 19 menunjukkan bahwa spesimen uji mengalami patah getas karena bagian matriks dan bagian serat kaca anyam patah bersamaan. Untuk melihat jenis patahan secara jelas dapat dilihat pada gambar 4 - 20 patahan spesimen *bending*



Gambar 4 - 20 Patahan Spesimen *Bending* 1

### 4.3.2 Hasil Pengujian Tarik

Dalam proses pembuatan spesimen uji komposit berbahan *fiberglass* serat anyam yang dilapisi dengan kain mori ini pengujian yang dilakukan adalah pengujian tarik. Pengujian ini dilakukan di laboratorium bahan teknik sekolah vokasi Universitas Gadjah Mada.

Dalam pengujian tarik ini benda yang diuji sebanyak lima spesimen. Langkah yang dilakukan diawal adalah dengan mengukur masing masing benda yang akan diujikan dan mencari luas penampang untuk memudahkan proses pencarian data. Berikut merupakan dimensi yang didapatkan setelah dilakukan pengukuran spesimen. Tabel 4 - 4 merupakan hasil pengukuran spesimen uji tarik.

Tabel 4 - 4 Hasil Pengukuran Spesimen

No Spesimen	Tebal (mm)	Lebar (mm)	Lo (mm)	Luas Penampang (mm <sup>2</sup> )
1	4,55	12,92	50	58,78
2	5,29	13,67		72,31
3	4,65	14,10		65,56
4	5,29	13,14		69,51
5	4,80	12,60		60,48

Setelah didapatkan hasil pengukuran masing masing spesimen langkah selanjutnya adalah melakukan proses pengujian tarik. Hasil yang didapatkan pada pengujian tarik adalah tekanan maksimal dan pertambahan panjang. Berikut merupakan tabel 4 – 5 hasil pengujian tarik

Tabel 4 - 5 Hasil Pengujian Spesimen

No	Pmax (KN)	$\Delta L$ (mm)
1	3,81	5,41
2	4,52	4,03
3	5,57	4,29
4	5,16	4,37
5	6,00	5,01

Dari data tersebut akan diolah lagi untuk mendapatkan nilai tegangan, regangan dan modulus elastisitas dengan menggunakan persamaan berikut, berikut merupakan pemakaian rumus dengan menggunakan data spesimen 1:

1. Mencari Tegangan

Dalam mencari tegangan digunakan persamaan (2.4).

$$\sigma = \frac{F}{A}$$
$$\sigma = \frac{3810}{58,78}$$
$$\sigma = 64,81 \text{ MPa}$$

2. Mencari Regangan

Mencari regangan menggunakan persamaan (2.5).

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L_0}$$
$$\varepsilon = \frac{5,41}{50}$$
$$\varepsilon = 0,1082$$
$$\varepsilon = 10,82 \%$$

3. Mencari Modulus Elastisitas

Untuk mencari modulus elastisitas menggunakan persamaan (2.6).

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon}$$
$$E = \frac{64,81}{0,1082}$$
$$E = 599 \text{ MPa}$$

Setelah dilakukan perhitungan masing masing spesimen, maka didapatkan data hasil perhitungan pengujian tarik. Data yang didapat ialah data tegangan , regangan dan modulus elastisitas. Tabel 4 – 6 merupakan tabel perhitungan hasil pengujian yang telah dilakukan.

Tabel 4 - 6 Hasil Pengujian Tarik

No	Tegangan (MPa)	Regangan (%)	Modulus Elastisitas (MPa)
1	64,81	10,82	599
2	62,50	8,06	775,4
3	84,95	8,58	990,1
4	74,23	8,74	849,3
5	99,21	10,02	990,1
Rata - rata	77,14	9,24	840,7

Setelah dilakukan proses pengujian didapatkan data rata-rata besar tegangan pada pengujian tarik sebesar 77,14 MPa. Kemudian rata-rata besar regangan pada pengujian tarik sebesar 9,24 % dan rata-rata modulus elastisitasnya adalah 840,7 MPa. Dari hasil di atas bila dibandingkan dengan komposit *fiberglass* WR 200 hasil tegangan masih dibawah tegangan tarik yang dihasilkan oleh penelitian *fiberglass* WR 200 dan nilai regangan di atas *fiberglass* WR 200 sebesar 119 MPa dan nilai regangan sebesar 2,49 %.

Setelah dilakukan pengujian maka hasil spesimen pengujian tarik dapat dilihat pada gambar 4 - 21 yang merupakan gambar hasil spesimen pengujian tarik yang telah dilakukan



Gambar 4 - 21 Hasil Spesimen Pengujian Tarik

Gambar 4 - 21 merupakan gambar yang menunjukkan patah getas pada spesimen uji. Jenis patahan pada spesimen benda uji ini adalah *fiber pull out* yang menunjukkan elastisitasnya kurang baik. Untuk melihat patahan secara jelas dapat dilihat pada gambar 4 – 22 spesimen patah getas



Gambar 4 - 22 Spesimen Patah Getas

#### 4.4 Permasalahan Dalam Pembuatan

Dalam pembuatan spesimen benda uji didapat kesulitan atau permasalahan dalam proses pembuatannya

##### 4.4.1 Permasalahan Dalam Pembuatan Spesimen Uji Bending

Dalam pembuatan spesimen uji bending ditemukan beberapa kendala yang muncul ketika proses produksi berlangsung yakni :

1. Melekatnya spesimen uji pada cetakan pipa yang disebabkan oleh lamanya pelepasan pipa pada cetakan yang melebihi 24 jam. Hal ini menyebabkan cetakan dan spesimen uji melekat dan sulit untuk dilepaskan. Gambar 4 – 23 merupakan gambar spesimen gagal



Gambar 4 - 23 Spesimen Gagal

2. Pada saat proses pembuatan pipa komposit serat anyam yang dipakai tidak dapat melekat pada bagian ujung yang lainnya. Dengan kendala tersebut dilakukan pencampuran dengan serat acak dimensi 33 cm panjang dan 2 cm lebar. Gambar 4 – 24 merupakan permasalahan pada pengujian *bending*.



Gambar 4 - 24 Permasalahan Pada Pengujian *Bending*

#### 4.4.2 Permasalahan Dalam Pembuatan Spesimen Uji Tarik

Dalam pembuatan spesimen uji tarik ini ada kendala yang dihadapi yaitu, pada saat proses penuangan resin pada cetakan kaca harus dilakukan secara merata. Gambar 4 – 25 merupakan gambar spesimen kurang merata.



Gambar 4 - 25 Spesimen Kurang Merata.

## **BAB 5**

### **PENUTUP**

#### **5.1 Kesimpulan**

Hal yang harus diperhatikan dalam penulisan kesimpulan :

1. Setelah dilakukan penelitian, maka dapat diketahui bagaimana proses pembuatan dan pengujian spesimen uji *bending* pipa komposit berbahan serat kaca anyam berlapis kain mori dengan menggunakan standar ASTM D-790, dan proses pembuatan serta pengujian spesimen uji tarik komposit berbahan serat kaca anyam berlapis kain mori dengan standar ASTM D638.
2. Hasil pengujian *bending* pipa komposit berbahan serat kaca anyam berlapis kain mori dengan standar ASTM D-790 diperoleh rata - rata nilai momen *bending* 100.320 N.mm, tegangan sebesar 57,88 MPa dan regangan sebesar 0,304 %.
3. Hasil pengujian tarik komposit serat kaca anyam berlapis kain mori dengan standar ASTM D-638 di dapatkan rata-rata nilai tegangan sebesar 77,14 MPa, regangan sebesar 9,24 % dan modulus elastisitas sebesar 840,7 MPa.

#### **5.2 Saran Penelitian Selanjutnya**

1. Perlu dilakukan penelitian dengan menggunakan metode yang lain seperti *vacuum bag* agar tidak terdapat udara yang terjebak sehingga menyebabkan spesimen berlubang.
2. Perlunya dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai komposit yang digabungkan dengan kain mori





## DAFTAR PUSTAKA

- Anzani, S. D., Wignyanto, M. H. Pulungan., S. R. Lutfi. 2016. Pewarna Alami Daun Sirsak (*Annona muricata* L.) untuk Kain Mori Primiissima (Kajian dan Konsentrasi Fiksasi). *Jurnal Teknologi dan Manajemen Agroindustri* 5(3): 132-139.
- ASTM. (2006). D638 Standard Test Method for Tensile Properties of Plastics 1. *ASTM Standards*, 03(January 2004), 1–15.
- ASTM. (2015). D790-03-Standard Test Method for Flexural Properties of Unreinforced and Reinforced Plastics and Electrical Insulation Materials. *ASTM Standards*, 1–11.
- Cahyono, M Ardi. (2015). Analisis Pemilihan Desain Struktur dan Pembuatan Purwarupa Bilah Turbin Angin Komposit. *Jurnal Angkasa*. Sekolah Tinggi Teknologi Adisutjipto, Yogyakarta
- Diharjo, K., dan Triyono, T., 1999. Buku Pegangan Kuliah Material Teknik, Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- Gibson, Ronald. F. (1994). *Principles of Composite Materials*. CRC Press Taylor & Francis Group
- Jones, M.R. (1975). *Mechanics of Composite Material*. Mc Graww Hill Kogakusha, Ltd.
- Lukkassen D, dan Meidell A. (2007). *Advanced Material and Structures and Their Fabrication Processes*. Edisi III, HiN: Narvik University College, Norway
- Matheos, Jhon. (2019). Analisis Jumlah Lapisan Terhadap Kekuatan Tarik Komposit Berpenguat Fiberglass WR 200. Skripsi. Yogyakarta: Universitas Sanata Dharma
- Megawati, O.K. 2014. *Pengaruh Daya Serap Air Terhadap Kualitas Batik Wet On Wet* *Fashion Education Journal FFEJ* 3 (1) (2014). *Conservation University Journal Jurusan Teknik Jasa Industri*. Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.
- M. Schwartz, *Composite Materials*, United State: Prentice Hall PTR, 1997, p. 313
- Nayiroh, N. (2013). *Teknologi Material Komposit*.

Syabana, D. K. dkk (2006). Pengaruh Ketebalan Kain Terhadap Motif Batik Pada Kain Tenun. Laporan

Wirama, I. W dkk. (2021). Uji Kekuatan Bending Pipa Komposit Jute-Epoxy pada Perlakuan Rendaman Panas. *Jurnal Energi Dan Manufaktur*, 14(2), : 5.



# LAMPIRAN



**LABORATORIUM BAHAN TEKNIK**  
**DEPARTEMEN TEKNIK MESIN SEKOLAH VOKASI**  
**UNIVERSITAS GADJAH MADA**

### HASIL PENGUJIAN BENDING

No	Spesimen	Pmax (N)	Defleksi (mm)	Bending Stress (N/mm <sup>2</sup> )	Strain (%)
1	Serat Anyam	1160	11.9	48.03	0.48
2		1440	6.57	60.31	0.26
3		1840	9.43	82.87	0.35
4		1130	13.67	49.59	0.52
5		1118	7.4	48.58	0.29

Keterangan:

1. Pengujian dilakukan tanggal 17 Juli 2022
2. Pengujian menggunakan Universal Testing Machine (TNM 20 MD)

Yogyakarta, 17 Juli 2022

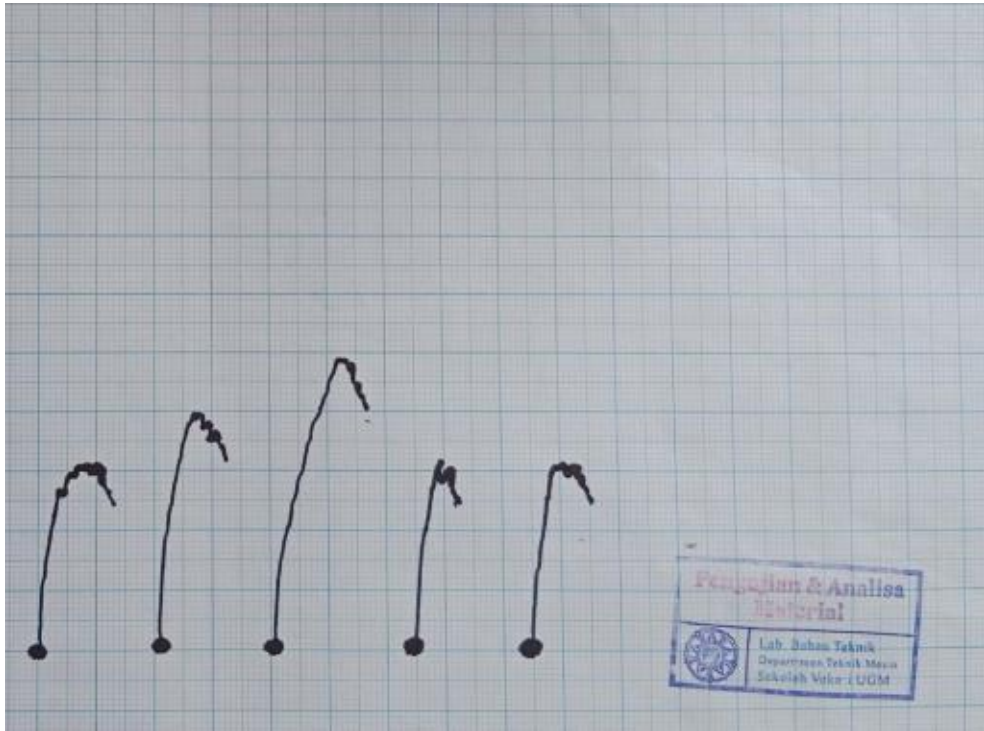
Staf Laboratorium Bahan Teknik

Pengujian & Analisa  
Mekanika

Lab. Bahan Teknik  
Departemen Teknik Mesin  
Sekolah Vokasi UGM  
Dr. Lilik Laili Setyana, S.T., M.T.

NIP. 197708312002121002

Lembar asli, tidak untuk digandakan





**LABORATORIUM BAHAN TEKNIK**  
**DEPARTEMEN TEKNIK MESIN SEKOLAH VOKASI**  
**UNIVERSITAS GADJAH MADA**

**HASIL PENGUJIAN TARIK**

No.	Variasi Serat	Tebal (mm)	Lebar (mm)	Pmax (KN)	$\Delta L$ (mm)	Tegangan (MPa)	Regangan (%)
1	Acak_1	5.36	12.35	1.55	3.09	23.42	6.18
2	Acak_2	5.05	14.50	1.83	2.87	24.99	5.74
3	Acak_3	5.18	13.18	1.41	2.43	20.65	4.86
4	Acak_4	5.10	13.98	1.68	2.62	23.56	5.24
5	Acak_5	5.28	13.48	1.42	2.52	19.95	5.04
6	Anyam_1	4.55	12.92	3.81	5.41	64.81	10.82
7	Anyam_2	5.29	13.67	4.52	4.03	62.50	8.06
8	Anyam_3	4.65	14.10	5.57	4.29	84.95	8.58
9	Anyam_4	5.29	13.14	5.16	4.37	74.23	8.74
10	Anyam_5	4.80	12.60	6.00	5.01	99.21	10.02
11	Acak-Anyam_1	5.01	13.69	3.07	4.50	44.76	9.00
12	Acak-Anyam_2	4.93	13.44	3.19	4.63	48.14	9.26
13	Acak-Anyam_3	4.87	13.38	3.28	5.09	50.34	10.18
14	Acak-Anyam_4	4.87	13.43	3.39	4.01	51.83	8.02
15	Acak-Anyam_5	4.85	13.65	3.16	3.86	47.73	7.72

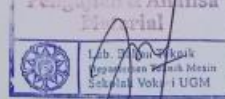
Lembar asli, tidak untuk digandakan

*Keterangan:*

1. Pengujian dilakukan tanggal 8 Agustus 2022
2. Pengujian menggunakan Universal Testing Machine
3. Standar spesimen menggunakan ASTM D 638

Yogyakarta, 8 Agustus 2022

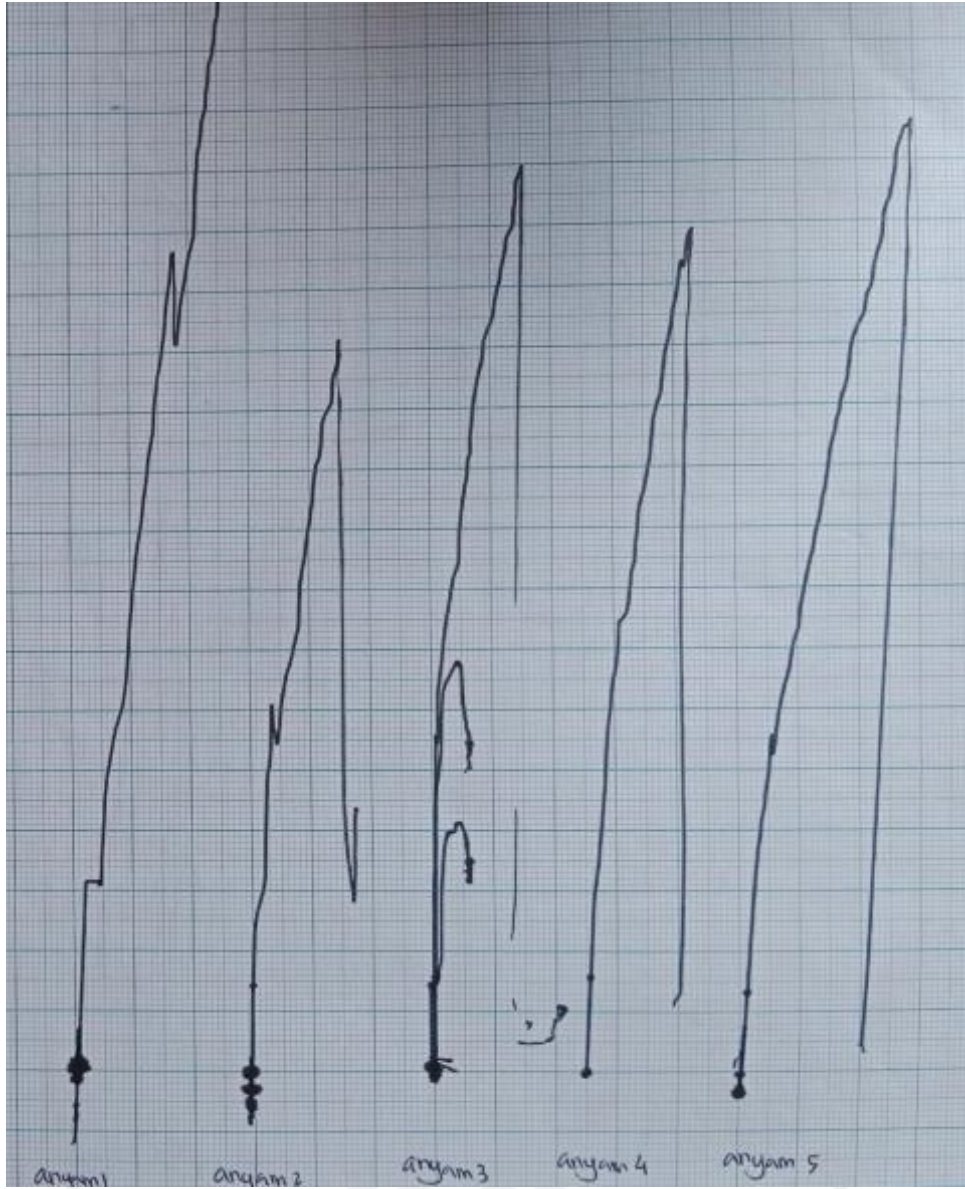
Staf Laboratorium Bahan Teknik



Dr. Lilik Dwi Setyana, S.T., M.T

NIP. 197703312002121002

Keterangan : Data ke-6 sampai ke-10 merupakan hasil pengujian tarik.



الجمعة الائمة الانيمة  
الاستدالاندو