

**TUGAS SARJANA**  
**KONSTRUKSI DAN MANUFAKTUR**  
**ANALISA FAKTOR KONSENTRASI TEGANGAN PADA**  
**PLAT KOMPOSIT BERLUBANG GANDA YANG DITARIK**  
**SECARA STATIK DENGAN SUSUNAN LUBANG SEARAH**  
**DENGAN BEBAN**

*Diajukan Sebagai Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik (S.T)  
Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*

**Disusun oleh :**

**ARI PRADANA**  
**1307230215**



**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**  
**MEDAN**  
**2018**

LEMBAR PENGESAHAN I

TUGAS SARJANA

KONSTRUKSI DAN MANUFAKTUR

ANALISA FAKTOR KONSENTRASI TEGANGAN PADA  
PLAT KOMPOSIT BERLUBANG GANDA YANG DITARIK  
SECARA STATIK DENGAN SUSUNAN LUBANG SEARAH  
TERHADAP BEBAN

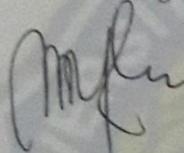
Disusun Oleh :

ARI PRADANA

1307230215

Disetujui Oleh :

Pembimbing – I



( M. Yani, S.T.,M.T )

Pembimbing – II



( Bekti Suroso, S.T.,M.Eng. )

Diketahui oleh :

Ka. Program Studi Teknik Mesin



( Affandi, S.T. )

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA  
MEDAN  
2018

**LEMBAR PENGESAHAN II**

**TUGAS SARJANA**

**KONSTRUKSI DAN MANUFAKTUR**

**ANALISA FAKTOR KONSENTRASI TEGANGAN PADA  
PLAT KOMPOSIT BERLUBANG GANDA YANG DITARIK  
SECARA STATIK DENGAN SUSUNAN LUBANG SEARAH  
TERHADAP BEBAN**

Disusun Oleh :

**ARI PRADANA**

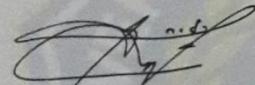
1307230215

Telah Diperiksa Dan Diperbaiki  
Pada Seminar Tanggal 19 juli 2018

Disetujui Oleh:

**Pembanding – I**

**Pembanding – II**



( Ir.H Batu Mahadi Siregar, M.T. )



( H. Muharnif M, S.T., M.Sc. )

Diketahui oleh :

**Ka. Program Studi Teknik Mesin**



( Affandi, S.T. )

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA  
MEDAN  
2018**



MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI MUHAMMADIYAH  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA  
**FAKULTAS TEKNIK**  
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

Pusat Administrasi: Jalan Kapten Mukhtar Basri No.3 Telp. (061) 6611233 – 6624567 –  
6622400 – 6610450 – 6619056 Fax. (061) 6625474 Medan 20238  
Website : <http://www.umsu.ac.id>

Bila mempunyai surat or agar disetujui  
tanggal dan tanggalnya

**DAFTAR SPESIFIKASI**  
**TUGAS SARJANA**

Nama Mahasiswa : ARI PRADANA  
NPM : 1307230215  
Semester : IX (Sembilan)  
SPESIFIKASI :

ANALISA FAKTOR KONSENTRASI TEGANGAN PADA PLAT  
KOMPOSIT BERLUBANG GANDA YANG DITARIK SECARA  
STATIK DENGAN SUSUNAN LUBANG SEARAH DENGAN  
BEBAN

Diberikan Tanggal : 6 Juni 2018  
Selesai Tanggal : 6 Juni 2018  
Asistensi : PRODI. T. MESIN  
Tempat Asistensi : Fakultas Teknik UMSU

Diketahui oleh :  
Ka. Program Studi Teknik Mesin

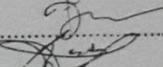
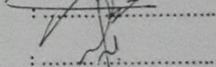
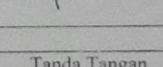
( Alfaudi, S.T )

Medan, 26 September 2017  
Dosen Pembimbing – I

( M. Yani, S.T., M.T )

**DAFTAR HADIR SEMINAR  
TUGAS AKHIR TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK - UMSU  
TAHUN AKADEMIK 2017 - 2018**

Peserta Seminar  
 Nama : Ari Pradana  
 NPM : 1307230215  
 Judul Tugas Akhir : Analisa Faktor Konsentrasi Tegangan Pada Plat Komposit Berlubang Ganda Yang Ditarik Secara Statik Dengan Susunan Lubang Searah Dengan Beban.

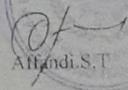
| DAFTAR HADIR    |                            | TANDA TANGAN  |  |
|-----------------|----------------------------|---|--|
| Pembimbing - I  | : M.Yani.S.T.M.T           | :    |  |
| Pembimbing - II | : Bekti Suroso.S.T.M.Eng   | :    |  |
| Pemandiag - I   | : Ir.H.Batu Mahadi Srg.M.T | :    |  |
| Pemandiag - II  | : H.Muharnif.S.T.M.Sc      | :  |  |

| No | NPM        | Nama Mahasiswa      | Tanda Tangan  |
|----|------------|---------------------|---|
| 1  | 1307230126 | RIZKI ANUGA PRATAMA |  |
| 2  | 1307230070 | EDI GUSTAWAN        |  |
| 3  | 1307230223 | MHD JAMILIIL CHOIR  |  |
| 4  | 1307230887 | ROY CHADWIN SAMSAR  |  |
| 5  | 1307230217 | HELIN CAHYA KUSUMA  |  |
| 6  | 1307230004 | Suharyadi           |  |
| 7  | 1307230177 | WAN MUKRIM          |  |
| 8  | 1307230111 | ANGWARI EFENDI      |  |
| 9  | 1307230035 | Ahmad Pmagalbean    |  |
| 10 | 1307230003 | Klaud S. Nasibuan   |  |

Medan, 06 Dzulkaedah 1439 H  
 19 Juli 2018 M

Ketua Prodi. T Mesin

  
 Ari Pradana, S.T

**DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**

---

NAMA : Ari Pradana  
NPM : 1307230215  
Judul T.Akhir : Analisa Faktor Konsentrasi Tegangan Pada Plat Komposit Ber -  
Lubang Genda Yang Ditarik Secara Statik Dengan Susunan Lu-  
Bang Searah Dengan Beban.

Dosen Pembimbing - I : M.Yani.S.T.M.T  
Dosen Pembimbing - II : Bekti Suroso.T.M.Eng  
Dosen Pembanding - I : Ir.H.Batu Mahadi Srg.M.T  
Dosen Pembanding - II : H.Muharnif.S.T.M.Sc

**KEPUTUSAN**

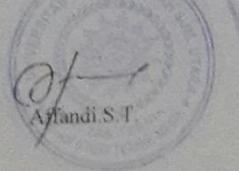
1. Baik dapat diterima ke sidang sarjana ( collogium)  
2. Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan antara lain :

*perbaikan dibuat pada laporan skripsi*

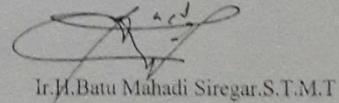
3. Harus mengikuti seminar kembali  
Perbaikan :

Medan 06 Dzulkaedah 1439H  
19 Juli 2018 M

Diketahui :  
Ketua Prodi T. Mesin

  
Afandi S.T.

Dosen Pembanding- I

  
Ir.H.Batu Mahadi Siregar.S.T.M.T

**DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**

---

NAMA : Ari Pradana  
NPM : 1307230215  
Judul T. Akhir : Analisa Faktor Konsentrasi Tegangan Pada Plat Komposit Ber -  
Lubang Ganda Yang Ditarik Secara Statik Dengan Susunan Lu-  
Bang Searah Dengan Beban.

Dosen Pembimbing - I : M. Yani. S.T.M.T  
Dosen Pembimbing - II : Bekti Suroso. T.M.Eng  
Dosen Pembanding - I : Ir. H. Batu Mahadi Srg. M.T  
Dosen Pembanding - II : H. Muharnif. S.T.M.Sc

**KEPUTUSAN**

1. Baik dapat diterima ke sidang sarjana ( collogium)
2. Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan antara lain :

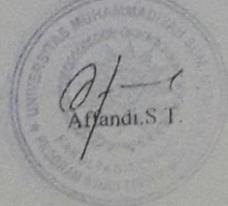
.....  
Lihat buku Skripsi.....  
.....

3. Harus mengikuti seminar kembali
- Perbaikan :

.....  
.....  
.....

Medan 06 Dzulkaedah 1439H  
19 Juli 2018 M

Diketahui :  
Ketua Prodi. T.Mesin



Dosen Pembanding- II

H. Muharnif. S.T.M.Sc

**SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS SARJANA**

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Ari Pradana  
Tempat/Tgl Lahir : Polonia, 15 Januari 1995  
NPM : 1307230215  
Bidang Keahlian : Konstruksi Dan Manufaktur  
Program Studi : Teknik Mesin  
Fakultas : Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara  
(UMSU)

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa laporan tugas sarjana (skripsi) saya ini yang berjudul :

**ANALISA FAKTOR KONSENTRASI TEGANGAN PADA PLAT KOMPOSIT BERLUBANG GANDA YANG DITARIK SECARA STATIK DENGAN SUSUNAN LUBANG SEARAH DENGAN BEBAN.**

Bukan merupakan plagiarisme, pencuri hasil karya milik orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karna hubungan material maupun non material, ataupun segala kemungkinan yang lain, yang pada hakekatnya bukan merupakan karya tulis tugas akhir saya secara originil dan otentik.

Bila kemudian hari diduga kuat ada ketidak sesuaian antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia diproses oleh tim Fakultas yang dibentuk untuk verifikasi, dengan sanksi terberat berupa pembatalan kelulusan/kesarjanaan saya.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan kesadaran sendiri dan tidak atas tekanan ataupun paksaan dari pihak manapun demi mengatakan integritas akademik di Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, .....2018

Saya yang menyatakan.

  
ARI PRADANA

## ABSTRAK

Komposit berpenguat serata alam, dapat mengurangi pemakaian serat sintetis dan resin. Seratin memiliki nilai ekonomis yang cukup tinggi, mudah didapat, murah, tidak membahayakan kesehatan, dapat terdegradasi secara alamiah sehingga dengan pemanfaatannya sebagai serat penguat komposit mampu mengatasi permasalahan lingkungan.

Dalam hal ini pengujian bertujuan untuk mengetahui factor konsentrasi tegangan yang terjadi pada daerah – daerah benda yang dimensinya berubah elastis, misalnya di sekitar lubang ( discontinuity, defect ).

Besarnya konsentrasi tegangan dapat diketahui dengan menghitung factor konsentrasi tegangan (stress concentration factor).

Adapun analisis teknis berupa kuat tarik pada bahan komposit menggunakan tiga specimen komposit dengan lubang ganda dan variasi geometri diameter lubang. Dari hasil pengujian specimen dilakukan analisis pengujian tarik dengan mesin uji universal maka diperoleh hasil yang

pertama pengujian komposit tegangan maksimum komposit dari serat pelepah batang pisang berdiameter lubang 12 mm yaitu tegangan maksimum 19644,47 kgf/m<sup>2</sup> dengan modulus elastisitas 27,134 MPa.

Untuk pengujian komposit kedua tegangan maksimum komposit dari serat batang pelepah pisang berdiameter lubang 14 mm yaitu tegangan 15827,27 kgf/m<sup>2</sup> dengan modulus elastisitas 65,183 MPa. Dan

pengujian komposit ketiga tegangan maksimum komposit dari serat batang pelepah pisang berdiameter lubang 16 mm yaitu tegangan 11369,4 kgf/m<sup>2</sup> dengan modulus elastisitas 17,698 MPa.

### KATA KUNCI.

Faktor konsentrasi, Berlubang ganda serah, Serat pelepah batang pisang.

## KATA PENGANTAR



### Assalamu'alaikum Warahatullahi Wabarakatuh

Puji syukur kehadirat Allah SWT Yang Maha Mendengar lagi Maha Melihat dan atas segala limpahan rahmat, taufik, serta hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan karya tulis yang berbentuk skripsi ini sesuai dengan waktu yang telah direncanakan. Shalawat serta salam semoga senantiasa tercurahkan kepada baginda Nabi Besar Muhammad SAW beserta seluruh keluarga dan sahabatnya yang selalu eksis membantu perjuangan beliau dalam menegakkan Dinullah di muka bumi ini. Sehingga tugas akhir yang berjudul “**Analisa Faktor Konsentrasi Tegangan Pada Plat Komposit Berlubang Ganda Yang Ditarik secara Statik Dengan Susunan Lubang Searah Dengan Beban**” dapat diselesaikan. Tugas akhir ini merupakan syarat terakhir yang harus ditempuh untuk menyelesaikan pendidikan pada jenjang Setara Satu (S1), pada Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Dalam penulisan skripsi ini, tentunya banyak pihak yang telah memberikan bantuan baik moril maupun materil. Oleh karena itu penulis ingin menyampaikan ucapan terimakasih yang tiada hingganya kepada :

1. Kedua Orang Tua, Ayahanda Agus Salim dan ibu Sri Laila Murni yang selalu memberikan kasih sayang dan dukungan baik moril maupun materil.
2. Bapak Muhammad Yani, S.T.,M.T, selaku Dosen Pembimbing I atas kritik, saran, motivasi dan bimbingan yang diberikan kepada penulis.
3. Bapak Bekti Suroso, S.T.,M.Eng, selaku Dosen Pembimbing II atas kritik, saran, motivasi dan bimbingan yang diberikan kepada penulis.
4. Bapak Munawar Alfansuri Siregar, S.T.,M.T selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Bapak Dr. Ade Faisal, S.T.,M.Sc selaku Wakil Dekan I Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
6. Bapak Affandi, S.T selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
7. Seluruh Dosen Program Studi Teknik Mesin dan staf Biro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara atas keramahan, dukungan dan bantuan yang diberikan kepada penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
8. Kepada Teman-Teman satu perjuangan tugas akhir khususnya kelas I-C pagi stambuk 13 yang selalu senantiasa memberikan dukungan dan semangat dalam tugas akhir ini.
9. Terimakasih kepada Sahabatku Mhd Jamillul Choir, Dino Bryansyah, S.T, Herlin Cahya Kusuma atas pengertian, support dan kebersamaannya dalam mengerjakan skripsi ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.
10. Dan semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini yang tidak bisa disebutkan satu persatu. Terima kasih banyak.

Tentunya sebagai manusia tidak pernah luput dari kesalahan, penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, Oleh karena itu saran dan kritik yang konstruktif dari semua pihak sangat diharapkan demi penyempurnaan selanjutnya. Akhirnya hanya kepada Allah SWT kita kembalikan semua urusan dan semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak, khususnya bagi penulis dan para pembaca pada umumnya. Semoga Allah SWT meridhoi dan dicatat sebagai ibadah disisi-Nya, amin.

**Wassalamu'alaikum Warahatullahi Wabarakatuh**

Medan, Mei 2018

Penulis

**ARI PRADANA**

**1307230215**

## DAFTAR ISI

|   |      |
|---|------|
| <b>LEMBAR PENGESAHAN I</b>                                |      |
| <b>LEMBAR PENGESAHAN II</b>                               |      |
| <b>LEMBAR SPESIFIKASI</b>                                 |      |
| <b>ABSTRAK</b>  | i    |
| <b>KATA PENGANTAR</b>                                     | ii   |
| <b>DAFTAR ISI</b>   | iv   |
| <b>DAFTAR GAMBAR</b>                                      | vi   |
| <b>DAFTAR TABEL</b>                                       | vii  |
| <b>DAFTAR GRAFIK</b>                                      | viii |
| <b>DAFTAR SIMBOL</b>                                      | ix   |
| <br>  |      |
| <b>BAB 1. PENDAHULUAN</b>                                 |      |
| 1.1 Latar Belakang  | 1    |
| 1.2 Rumusan Masalah                                       | 2    |
| 1.3 Batasan Masalah                                       | 2    |
| 1.4 Tujuan Penelitian                                     | 3    |
| 1.5 Manfaat Penelitian                                    | 3    |
| 1.6 Sistematika Penulisan                                 | 4    |
| <br>  |      |
| <b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA</b>                            |      |
| 2.1 Landasan Teori  | 5    |
| 2.2 Bahan Komposit  | 5    |
| 2.2.1 Faktor Konsentrasi Tegangan                         | 7    |
| 2.2.2 Statik  | 7    |
| 2.2.3 Komposit Serat ( <i>fiber komposite</i> )           | 8    |
| 2.2.4 Komposit Partikel ( <i>partikulated komposite</i> ) | 9    |
| 2.2.5 Komposit Lapis ( <i>Laminates Composites</i> )      | 11   |
| 2.3 Unsur-unsur Utama Pembentuk komposit                  | 11   |
| 2.3.1 Serat   | 11   |
| 2.3.2 Macam – macam Serat                                 | 12   |
| 2.3.3 Serat Rami  | 12   |
| 2.3.4 Serat Pelepah Pisang                                | 14   |
| 2.4 Matriks   | 15   |
| 2.4.1 Jenis – jenis Matriks                               | 16   |
| 2.4.2 Polimer   | 16   |
| 2.4.3 Poliester   | 17   |
| 2.4.4 Hardener  | 18   |
| 2.5 Curing  | 18   |
| 2.6 Karakteristik Patahan                                 | 19   |
| 2.6.1 Karakteristik Patahan Pada Material Komposit        | 19   |

|   |    |
|---|----|
| 2.6.2 Patah Banyak  | 20 |
| 2.6.3 Patah Tunggal   | 20 |
| 2.6.4 Debonding   | 21 |
| 2.6.5 Fiber Pull Out  | 21 |
| 2.7 Uji Tarik   | 21 |
| 2.7.1 Faktor Lubang Terhadap Spesimen                         | 22 |
| 2.7.2 Pengujian Kekuatan Tarik Komposit                       | 22 |
| <b>BAB 3. METODE PENELITIAN</b>                               |    |
| 3.1 Tempat dan Waktu  | 25 |
| 3.2 Bahan dan Alat  | 26 |
| 3.2.1 Bahan Penelitian  | 26 |
| 3.3 Alat Peneliti   | 30 |
| 3.4 Metode Pembuatan Komposit                                 | 33 |
| 3.5 Pertambahan Panjang Sepesimen Setelah Di Uji              | 39 |
| 3.6 Proses Pengujian Uji Tarik                                | 40 |
| 3.7 Diagram Alir Proses Pembuatan                             | 41 |
| <b>BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN</b>                            |    |
| 4.1 Data Hasil Uji Tarik Komposit Berlubang Ganda Berdiagonal | 42 |
| 4.2 Analisa Data Pengujian Tarik                              | 42 |
| <b>BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN</b>                            |    |
| 5.1 Kesimpulan  | 52 |
| 5.2 Saran   | 53 |
| <b>DAFTAR PUSTAKA</b>   |    |
| <b>LAMPIRA</b>  |    |

## DAFTAR GAMBAR

|   |    |
|---|----|
| Gambar 2.1. Continous Fiber Composite                             | 8  |
| Gambar 2.2. Woven Fiber Composite                                 | 8  |
| Gambar 2.3. Chopped Fiber   | 9  |
| Gambar 2.4. Hybrid Composite                                      | 9  |
| Gambar 2.5. Skema Proses Uji Tarik                                | 22 |
| Gambar 3.1. Pelat Cetakan Baja                                    | 26 |
| Gambar 3.2. Batang Pisang   | 27 |
| Gambar 3.3. Resin   | 27 |
| Gambar 3.4. Katalis   | 28 |
| Gambar 3.5. Aquades   | 28 |
| Gambar 3.6. Mold Release Wax                                      | 29 |
| Gambar 3.7. Larutan NaOH  | 29 |
| Gambar 3.8. Mesin Uji Tarik                                       | 30 |
| Gambar 3.9. Komputer  | 31 |
| Gambar 3.10. Cekam  | 31 |
| Gambar 3.11. Timbangan Digital                                    | 32 |
| Gambar 3.12. Pipet Ukur   | 32 |
| Gambar 3.13. Spesimen Uji Tarik                                   | 33 |
| Gambar 3.14. Pengelupasan Batang Pisang                           | 34 |
| Gambar 3.15. Perendaman Pelepah Batang Pisang                     | 34 |
| Gambar 3.16. Penjemuran Pelepah Batang Pisang                     | 35 |
| Gambar 3.17. Penguraian Serat                                     | 35 |
| Gambar 3.18. Penuangan Resin                                      | 36 |
| Gambar 3.19. Penyusunan Serat                                     | 36 |
| Gambar 3.20. Proses Pencetakan                                    | 37 |
| Gambar 3.21. Proses Pengeluaran Spesimen Dari Cetakan             | 37 |
| Gambar 3.22. Proses Penjemuran Spesimen                           | 38 |
| Gambar 3.23. Pengikiran Spesimen                                  | 38 |
| Gambar 3.24. Diagram Alir Penelitian                              | 41 |
| Gambar 4.1. Spesimen Komposit Sebelum Diuji Dengan Diameter 12 mm | 42 |
| Gambar 4.2. Spesimen Komposit Sesudah Diuji Dengan Diameter 12 mm | 43 |
| Gambar 4.3. Spesimen Komposit Sebelum Diuji Dengan Diameter 14 mm | 45 |
| Gambar 4.4. Spesimen Komposit Sesudah Diuji Dengan Diameter 14 mm | 46 |
| Gambar 4.5. Spesimen Komposit Sesudah Diuji Dengan Diameter 16 mm | 48 |
| Gambar 4.6. Spesimen Komposit Sesudah Diuji Dengan Diameter 16 mm | 49 |

## DAFTAR TABEL

|   |    |
|---|----|
| Tabel 2.1. Komposisi Unsur Kimia Serat Alam           | 12 |
| Tabel 3.1. Jadwal Waktu Pembuatan Dan Pengolahan Data | 25 |
| Tabel 4.1. Diameter Lubang Dan Tegangan               | 51 |

## DAFTAR GRAFIK

|  |    |
|--|----|
| Grafik 4.1. Tegangan $\sigma$ (kgf/m <sup>2</sup> ) vs Regagan ( $\epsilon$ ) dengan lubang diameter 12 mm | 43 |
| Grafik 4.2. Tegangan $\sigma$ (kgf/m <sup>2</sup> ) vs Regagan ( $\epsilon$ ) dengan lubang diameter 14 mm | 46 |
| Grafik 4.3. Tegangan $\sigma$ (kgf/m <sup>2</sup> ) vs Regagan ( $\epsilon$ ) dengan lubang diameter 16 mm | 49 |
| Grafik 4.4. Grafik perbandingan $\sigma$ (kgf/m <sup>2</sup> ) dan $\emptyset$ (mm)                        | 52 |

## DAFTAR SIMBOL

|               |                            |                         |
|---------------|----------------------------|-------------------------|
| $\sigma$      | Tegangan Lentur            | ( kg/cm <sup>2</sup> )  |
| W             | Beban Lentur               | ( kg )                  |
| D             | Diameter benda uji         | ( mm )                  |
| L             | Panjang benda uji          | ( mm )                  |
| T             | Waktu                      | ( menit )               |
| $\sigma$      | Tegangan Tarik             | ( kgf/cm <sup>2</sup> ) |
| $\varepsilon$ | Regangan                   | ( % )                   |
| $l_0$         | Panjang mula-mula          | ( mm )                  |
| $l_1$         | Panjang setelah pembebanan | ( mm )                  |
| E             | Modulus Elastisitas        | ( N/mm )                |

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Manusia sejak dari dulu telah berusaha untuk menciptakan berbagai produk yang terdiri dari gabungan lebih dari satu bahan yang lebih kuat, contohnya penggunaan material komposit. Khususnya komposit dari serat alam, salah satunya serat batang pisang merupakan salah satu bahan natural fiber alternatif. Dalam pembuatan komposit secara ilmiah pemanfaatannya terus dikembangkan dalam dunia otomotif dan tekstil. Serat batang pisang merupakan salah satu bahan alternatif yang dapat digunakan sebagai penguat pada pembuatan komposit.

Serat batang pisang ini mulai dikembangkan penggunaannya, karena selain mudah didapat juga dapat mengurangi limbah lingkungan sehingga komposit ini mampu mengurangi permasalahan lingkungan, memiliki sifat yang kuat, ringan, tahan korosi, kemampuan mudah dibentuk dan tidak membahayakan kesehatan, pengembangannya serat batang pohon pisang sebagai material komposit ini sangat dimaklumi mengingat dari segi ketersediaan bahan baku serat alam, indonesia memiliki bahan baku yang cukup melimpah.

Berdasarkan pertimbangan-pertimbangan ini pohon pisang dikombinasikan dengan resin bisa dimanfaatkan dalam bentuk aplikasi plat komposit. Berdasarkan dari pertimbangan-pertimbangan yang telah dikemukakan pada latar belakang diatas yang menjadi pengujian ini adalah resin sebagai matriks dan serat batang pohon pisang sebagai penguat. Bisa dimanfaatkan dalam bentuk aplikasi plat komposit dan bagaimana pengaruh susunan serat pada sifat

mekanik yaitu terhadap faktor konsentrasi tegangan pada plat komposit berlubang ganda yang ditarik secara statik dengan susunan lubang searah dengan beban.

### **1.2. Perumusan Masalah**

Perumusan masalah yang akan di bahas pada tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana faktor konsentrasi tegangan pada plat komposit berlubang ganda yang ditarik secara statik dengan susunan lubang searah dengan beban.

### **1.3. Batasan Masalah**

Dengan melakukan pengujian Analisa faktor konsentrasi tegangan pada plat komposit berlubang ganda yang ditarik secara statik dengan susunan lubang searah terhadap beban dapat di kemukakan rumusan masalah sebagai berikut:

1. Alat pengujian yang digunakan pada alat yang ada di lab alat uji tarik.
2. Ukuran diameter yang bervariasi antara 12 mm, 14 mm, 16 mm.
3. Jenis serat yang digunakan pelepah pisang.
4. Banyak serat yang digunakan pada setiap spesimen sebesar 3 gram.

### **1.4. Tujuan Penelitian**

1. Untuk mengetahui faktor konsentrasi tegangan pada plat komposit berlubang ganda yang ditarik secara statik dengan susunan lubang searah dengan beban.

### **1.5. Manfaat**

Manfaat yang diharapkan dari penulisan tugas akhir ini adalah;

1. Sebagai bahan perbandingan dan pembelajaran antara teori yang diperoleh dibangku kuliah dengan yang ada dilapangan.
2. Manfaat bagi mahasiswa adalah sebagai referensi tambahan untuk penelitian uji tarik.

### **1.6. Sistematika Penulisan**

#### **BAB 1            PENDAHULUAN**

Dalam bab ini berisi tentang latar belakang, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat, dan sistematika penulisan.

#### **BAB 2            TINJAUAN PUSTAKA**

Bab ini menjelaskan tentang dasar teori bahan komposit dan pengertian dan prinsip kerja uji tarik.

#### **BAB 3            METODE PENELITIAN**

Bab ini menjelaskan tentang mesin dan alat yang digunakan, langkah kerja dalam perakitan dan pengambilan data.

## **BAB 4 HASIL PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN**

Bab ini memaparkan secara rinci proses pengujian dan data yang diperoleh pada saat pengujian.

## **BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN**

Kesimpulan dan saran dari seluruh pembahasan.

## **DAFTAR PUSTAKA**

## **BAB 2**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1. Landasan teori**

Pada umumnya material komposit bersifat anisotropik yang artinya mempunyai sifat yang tergantung pada arah gaya atau beban yang diterapkan. Ini berbeda dengan material konvensional yang bersifat isotropik (sifat tidak tergantung arah gaya yang diterapkan). Oleh karena itu material komposit mempunyai sifat yang berbeda dari material konvensional lain, dan mengetahui hal-hal yang akan berkaitan dengan analisa uji tarik serta beberapa alat pendukung yang akan digunakan antara lain seperti:

#### **2.2. Bahan Komposit**

Komposit adalah material hasil kombinasi dari dua atau lebih komponen yang berbeda, dengan tujuan untuk mendapatkan sifat-sifat fisik dan mekanik tertentu yang lebih baik dari pada sifat masing-masing komponen penyusunannya. Bahan tersebut mempertahankan sifatnya dalam komposit yaitu, saling tidak larut atau menggabungkan sepenuhnya satu sama lain. Biasanya komponen dapat di definisikan secara fisik dan menunjukkan sebuah antarmuka antara satu sama lain. Jadi definisi komposit dalam lingkup ilmu material adalah gabungan dua buah material atau lebih bahan yang berbeda yang digabungkan pada skala makroskopis untuk membentuk material baru yang lebih bermanfaat.

Komponen penyusun dari komposit, yaitu berupa penguat (reinforcement) dan pengikat (matrik). Kekuatan dan sifat dari komposit merupakan fungsi dari fase penyusunnya, komposisinya serta geometrinya dari fase penguat. Geometri fase

penguat disini adalah bentuk dan ukuran partikel, distribusi dan orientasinya. Oleh karena itu ini berbeda dengan alloy atau paduan yang digabungkan secara mikroskopis, pada material komposit sifat unsur pendukungnya masih terlihat dengan jelas, sedangkan pada alloy atau paduan sudah tidak kelihatan lagi unsur-unsur pendukungnya.

Ada tiga faktor yang sangat menentukan sifat-sifat komposit, yaitu ( Gibson, 1994 )

1. Material pembentuk sifat-sifat yang dimiliki oleh material pembentuk memegang peran yang sangat penting karena sangat besar pengaruhnya dalam menentukan sifat kompositnya. Sifat dari komposit itu merupakan gabungan dari sifat-sifat komponennya.
2. Bentuk dan susunan komponen karakteristik struktur dan geometri komponen juga memberikan pengaruh yang besar bagi sifat komponen. Bentuk dan ukuran tiap komponen dan distribusi serta jumlah relatif masing-masing merupakan faktor yang sangat penting yang memberikan kontribusi dalam penampilan komposit serta secara keseluruhan.
3. Hubungan antar komponen komposit merupakan campuran atau kombinasi bahan-bahan yang berbeda baik dalam hal sifat bahan maupun bentuk bahan, maka sifat kombinasi yang diperoleh pasti. Akan berbeda prinsip yang mendasari perancangan, pengembangan dan penggunaan dari komposit adalah pemakaian komponen yang sesuai dengan aplikasinya.

Secara umum material komposit tersusun dari dua komponen utama yaitu *matrik* (bahan pengikat) dan *filler* (bahan pengisi). *Filler* adalah bahan pengisi

yang digunakan dalam pembuatan komposit, biasanya berupa serat atau serbuk. Gibson (1984) mengatakan bahwa matrik dalam struktur komposit bisa berasal dari bahan polimer, logam, maupun keramik. Matrik secara umum berfungsi untuk mengikat serat menjadi satu struktur komposit. Material struktur dapat dikelompokkan menjadi empat dasar diantaranya: logam, polimer, keramik, dan komposit. Komposit yaitu kombinasi antara dua atau lebih dari tiga komponen yang berbeda yang tidak larut satu satu dengan yang lain dan memiliki sejumlah sifat yang tidak mungkin di miliki oleh masing-masing komponennya.

### **2.2.1. Faktor Konsentrasi Tegangan**

Konsentrasi tegangan ialah terjadi pada daerah–daerah benda yang dimensinya berubah drastis , misalnya di sekitar lubang, *discontinuity*, *defect*, dll. Pemicu lain dari konsentrasi tegangan diantaranya adalah *fillet*, *notch*, *inclusion*, dll. Konsentrasi tegangan akan menurunkan umur fatik ( *fatigue life* ). Besarnya konsentrasi tegangan dapat di ketahui dengan menghitung faktor konsentrasi tegangan ( *strees concentration factor* ) dimana SCF merupakan perbandingan antara tegangan tertinggi yang berada di sekitar discontinuty (  $\sigma_{max}$  ) dengan tegangan terjadi pada kondisi mulus ( $\sigma_{nom}$  ).

### **2.2.2. Statik**

Statik ialah istilah yang dapat diterapkan pada segala yang berkaitan dengan keadaan diam dan tidak berubah untuk sementara. Setatik dapat di gunakan untuk menyatak kesimpulan data berbentuk bilangan yang di susun dalam bentuk table atau diagram menggambarkan karakteristik data.

### 2.2.3. Komposit Serat (Fibrous Composites)

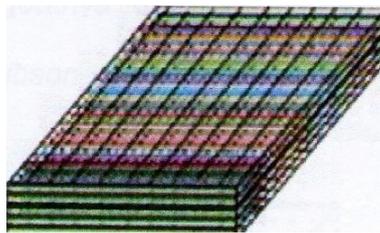
Komposit serat adalah komposit yang terdiri dari fiber dalam matriks. Secara alami serat yang panjang mempunyai kekuatan yang lebih dibanding serat yang berbentuk curah (bulk). Serat panjang mempunyai struktur kristal tersusun panjang sumbu serat dan cacat internal pada serat lebih sedikit dari pada material dalam bentuk curah. Kebutuhan akan penampatan serat dan arah serat yang berbeda menjadikan komposit diperkuat dan dibedakan lagi menjadi beberapa bagian diantaranya:

- a) *Continous fiber composite* (komposit diperkuat dengan serat sontinyu)



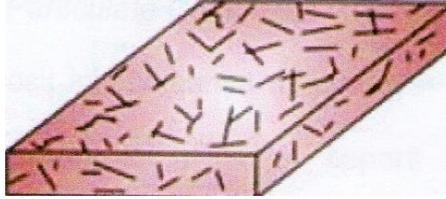
**Gambar 2.1.** *Continous fiber composite*

- b) *Woven fiber composite* (komposit diperkuat serat anyaman)



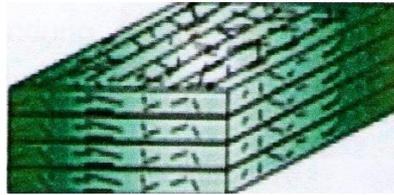
**Gambar 2.2.** *Woven fiber composite*

- c) *Chopped fiber composite* (komposit diperkuat serat pendek/acak)



**Gambar 2.3.** *Chopped fiber composite*

d) *Hybrid composite* (komposit diperkuat serat kontinyu dan acak)



**Gambar 2.4.** *Hybrid composite*

#### **2.2.4. Komposit Partikel (*Partikulate composite*)**

##### **Komposit Partikel (*Particulate Composite*)**

Merupakan composite yang menggunakan partikel serbuk sebagai penguatnya dan terdistribusi secara merata dalam matriknya (Gibson, 1994).

Komposit ini biasanya mempunyai bahan penguat yang dimensinya kurang lebih sama, seperti bulat serpih, balok, serta bentuk-bentuk lainnya yang memiliki sumbu hampir sama, yang kerap disebut partikel. Dan bisa terbuat dari satu atau lebih material yang ditanamkan dalam suatu matrik dengan material yang berbeda. Partikelnya bisa logam atau non logam, seperti halnya matrik. Selain itu ada pula polimer yang mengandung partikel yang hanya dimaksudkan untuk memperbesar volume material dan bukan untuk kepentingan sebagai bahan penguat.

### 2.2.5. Komposit Lapis (*Laminates Composites*)

Merupakan jenis komposit terdiri dari dua lapis atau lebih yang digabung menjadi satu dan setiap lapisnya memiliki karakteristik sifat sendiri (Gibson, 1994). Merupakan komposit yang tersusun atas dua (atau lebih) lamina. Komposit serat dalam bentuk lamina ini yang paling banyak digunakan dalam lingkup teknologi ataupun otomotif maupun industry. Dalam bentuk nyata dari komposit lamina adalah.

#### a) Bimetal

Bimetal adalah lapis dari dua buah logam yang mempunyai *koefisien ekspansi thermal* yang berbeda. Bimetal akan melengkung seiring dengan berubahnya suhu sesuai dengan perancangan, sehingga jenis ini sangat cocok untuk alat ukur suhu (Gibson, 1994).

#### b) Pelapisan Logam

Pelapisan logam yang satu dengan yang lain dilakukan untuk mendapatkan sifat terbaik dari keduanya (Gibson, 1994).

#### c) Kaca yang dilapisi

Konsep ini sama dengan pelapisan logam. Kaca yang dilapisi akan lebih tahan terhadap cuaca (Gibson, 1994).

#### d) Komposit lapis serat

Dalam hal ini lapisan dibentuk dari komposit serat dan disusun dalam berbagai orientasi serat. Komposit jenis ini biasa digunakan untuk panel sayap pesawat dan badan pesawat (Gibson, 1994).

## 2.3. Unsur-unsur Utama Pembentuk Komposit

### **2.3.1. Serat**

Serat atau fiber dalam bahan komposit berperan sebagai bagian utama yang menahan beban, sehingga besar kecilnya kekuatan bahan komposit sangat tergantung dari kekuatan serat pembentuknya. Serat yang dipakai bisa berupa serat glass fibers, carbon fibers, aramid fibers ( poly aramide ). Serat ini bisa disusun secara acak, lurus maupun anyaman, perbandingan antara panjang dengan diameter serat disebut sebagai rasio aspek. Semakin baik rasio aspeknya maka kekuatannya dan kekakuan komposit akan semakin besar dan baik.

Selain itu serat ( fiber ) juga merupakan unsur yang penting, karena seratlh nantinya yang akan menentukan sifat mekanik komposit tersebut seperti kekuatan, keuletan, kekakuan dan sebagainya. Fungsi utama dari serat adalah:

1. Sebagai pembawa beban dalam struktur komposit 70% – 90% beban dibawa oleh serat.
2. Memberikan sifat kekakuan, kekuatan, stabilitas panas dan sifat-sifat lain pada komposit.
3. Memberikan insulasi kelistrikan ( konduktivitas ) komposit tetapi ini tergantung dari serat yang digunakan.

### **2.3.2. Macam-macam Serat**

Serat secara umum terdiri dari dua jenis, diantaranya: serat sintetis dan serat alami. Serat sintetis yaitu serat yang terbuat dari bahan-bahan organik dengan komposisi kimia tertentu. Serat sintetis memiliki beberapa kelebihan yaitu: sifat

dan ukuran yang relative sama, kekuatan serat dapat diupayakan sama disepanjang serat. Serat sentetis yang sering banyak digunakan antara lain: serat gelas, serat karbon, serat optik, serat nylon dan lain-lainnya.

Serat alami merupakan serat yang dapat langsung didapat dari alam, biasanya berupa serat organik yang berasal dari tumbuh-tumbuhan dan binatang. Serat ini telah banyak digunakan, diantaranya yaitu aren, rami, ijuk, serat pelepah pisang dan lain-lainnya. Serat alami memiliki kelemahan yaitu ukuran serat tidak seragam, kekuatan serat sangat dipengaruhi oleh usia.

**Tabel 2.1.** Sifat mekanik dari beberapa jenis serat.( Dieter H. Mueller ).

|                         |                   | <b>Cotton</b> | <b>Flax</b> | <b>Jute</b> | <b>Kenaf</b> | <b>E-Glass</b> | <b>Ramie</b> | <b>Sisal</b> |
|-------------------------|-------------------|---------------|-------------|-------------|--------------|----------------|--------------|--------------|
| Diameter                | mm                | -             | 11–33       | 200         | 200          | 5–25           | 40–80        | 50–200       |
| Panjang                 | mm                | 10–60         | 10–40       | 1–5         | 2–6          | -              | 60–260       | 1–5          |
| Kekuatan tarik          | MPa               | 330–585       | 345–1035    | 393–773     | 930          | 1800           | 400–1050     | 511–635      |
| Modulus elastisitas     | GPa               | 4.5–12.6      | 27.6–45.0   | 26.5        | 53.0         | 69.0–73.0      | 61.5         | 9.4–15.8     |
| Massa jenis             | g/cm <sup>3</sup> | 1.5–1.54      | 1.43–1.52   | 1.44–1.50   | 1.5          | 2.5            | 1.5–1.6      | 1.16–1.5     |
| Regangan maksimum       | %                 | 7.0–8.0       | 2.7–3.2     | 1.5–1.8     | 1.6          | 2.5–3.0        | 3.6–3.8      | 2.0–2.5      |
| Spesifik kekuatan tarik | km                | 39.2          | 73.8        | 52.5        | 63.2         | 73.4           | 71.4         | 43.2         |
| Spesifik kekakuan       | km                | 0.85          | 3.21        | 1.80        | 3.60         | 2.98           | 4.18         | 1.07         |

### 2.3.3. Serat Rami

Tanaman rami (*Boehmeria nivea*) merupakan tanaman tahunan yang mudah tumbuh dan berkembang baik di daerah tropis. Rami merupakan tanaman yang

serba guna. Daunnya merupakan bahan kompos dan pakan ternak bergisi tinggi, pohonnya baik untuk bahan bakar, tetapi yang paling bernilai ekonomi tinggi adalah serat dari kulit kayunya

Serat rami ini merupakan bahan yang dapat diolah untuk kain fashion berkualitas tinggi dan bahan pembuatan selulosa berkualitas tinggi (*selulose*). Selulosa  $\alpha$  berkualitas tinggi merupakan salah satu unsur pokok pembuatan bahan peledak dan atau propelan (*propellant*) yaitu isian dorong untuk meledakkan peluru. Kayu dan serat rami dapat diolah menjadi *pulp* berkualitas tinggi sebagai bahan baku pembuatan kertas. Tanaman rami juga sangat baik ditanam di lahan gundul atau di lereng ketinggian yang memiliki kemiringan besar. Karena rami tumbuh dari tunas akar sehingga dapat tumbuh dan berkembang biak berumpun dengan cepat seperti halnya bambu. Oleh karena itu tanaman rami sangat efektif untuk menahan erosi.

Bentuk Serat Rami. Serat rami panjangnya sangat bervariasi dari 2,5 cm sampai dengan 50 cm dengan panjang rata-rata 12,5 cm sampai dengan 15 cm. diameternya berkisar antara 25  $\mu$  sampai dengan 75  $\mu$  dengan rata-rata 30 – 50  $\mu$ . Bentuk memanjang serat rami seperti silinder dengan permukaan bergaris-garis dan berkerut-kerut membentuk benjolan-benjolan kecil. Sedangkan irisan lintang berbentuk lonjong memanjang dengan dinding sel yang tebal dan lumen yang pipih.

Sifat fisika serat rami dalam keadaan standar adalah sebagai berikut :

- Kekuatan : 33 – 99 gr/tex rata-rata 67 – 78 gr/tex
- Mulur : 2 – 10 % rata-rata 3 – 4 %

- Kehalusan : 0,5 – 1, 16 tex rata-rata 0,66 – 0,77 tex
- Moisture regain : 12 %
- Berat jenis : 1,50 – 1,55 rata-rata 1,51

#### **2.3.4. Serat Pelepah Pisang**

Pelepah pisang ini sering kali diremehkan oleh sebagian orang dan dianggap sebagai limbah dari pohon pisang dan keberadaan pelepah pisang yang melimpah dan cenderung menimbulkan polusi lingkungan seperti merusak pemandangan ataupun sebagai sarang larva serangga. Namun hal ini dapat ditangani dengan mengolahnya menjadi barang-barang yang bermanfaat. Iklim tropis yang sesuai serta kondisi tanah yang banyak mengandung humus memungkinkan tanaman pisang tersebut di Indonesia. Pelepah pisang dapat didaur ulang menjadi berbagai barang yang bermanfaat yaitu seperti pulp, media tanam, kerajinan tangan, hiasan bahan kerajinan lainnya, sebagai ganti cat untuk melukis, dan lain-lain.

Serat batang pisang merupakan jenis serat yang berkualitas tinggi, dan memiliki bahan potensial alternatif yang dapat digunakan sebagai filler pada pembuatan komposit polivinil klorida atau biasa disingkat PVC. Batang pisang sebagai limbah dapat digunakan menjadi sumber serat supaya mempunyai nilai ekonomis, perbandingan bobot segar antara batang, daun, dan buah pisang berturut-turut 63, 14, dan 23%. Batang pisang memiliki bobot jenis 0,293 g/cm dengan ukuran panjang 4,20 – 5,46 mm serta kandungan lignin 33,51% (Syafrudin, 2004). Pada pemanfaatan serat batang pisang perlu ada perlakuan sebelum serat batang pisang dicampur dengan bahan lain. Dengan menggunakan

alkali (NaOH) diharapkan dapat berpengaruh terhadap komposit yang dihasilkan, karena fungsi alkali dapat menghilangkan lignin yang ada. Ketersediaan bahan baku kayu di alam mulai berkurang, maka tidak menutup kemungkinan dikembangkan menjadi produk papan komposit dari limbah pertanian (*agrobased – composite*) dengan kualitas yang sama dengan bahan baku kayu. Limbah batang pisang salah satu alternatif bahan baku yang murah dan mudah diperoleh.

#### **2.4. Matrik**

Matrik biasanya bersifat lebih ulet, kurang keras dan berkarakter kontinyu. Matrik sebagai pengikat serat dan menyalurkan beban pada serat. Serat ditambahkan ke matriks dalam bentuk tertentu. Serat biasanya memiliki sifat lebih kuat dari pada matriks.

Pada bahan komposit matriks mempunyai kegunaan sebagai berikut:

1. Matriks memegang dan mempertahankan serat pada posisinya.
2. Pada saat pembebanan, merubah bentuk dan mendistribusikan tegangan ke unsur utama yaitu serat.
3. Melindungi serat dari gesekan mekanik.
4. Mentransfer tegangan keserat secara merata.
5. Tetap stabil setelah proses manufaktur.

Sifat-sifat matriks:

1. Sifat mekanik yang baik.
2. Kekuatan ikatan yang baik.
3. Ketangguhan yang baik.

4. Tahan terhadap temperatur.

#### **2.4.1. Jenis-jenis matriks**

Berdasarkan matrik, komposit dapat diklasifikasikan kedalam tiga kelompok besar yaitu:

- a) Komposit matrik polimer (KMP) polimer sebagai matrik.
- b) Komposit matrik logam (KML) logam sebagai matrik.
- c) Komposit matrik keramik (KMK) keramik sebagai matrik.

#### **2.4.2. Polimer**

Polimer adalah suatu molekul raksasa (makro molekul) yang terbentuk dari satuan-satuan sederhana monomernya. Pada awalnya polimer berasal dari polimer alam, dan seiring dengan perkembangan teknologi, dalam hal ini teknologi polimer memungkinkan pembuatan berbagai polimer sintetis seperti nilon, polycarbonat, epoxy, dan lain-lain. Dalam pembuatan matrial komposit, proses polimerisasi yakni proses pembentukan polimer dari monumer-monomernya terjadi selama proses curing.

Polimer alam akan mempunyai kelenturan yang berbeda dengan polimer sintetis. Umumnya polimer alam agak sukar untuk dicetak sesuai keinginan, sedangkan polimer sintetis lebih mudah dicetak untuk menghasilkan bentuk tertentu. Karet akan lebih mudah mengembang dan kehilangan kekenyalannya setelah terlalu lama terkena bensin atau minyak.

Polimer lebih banyak digunakan karena memiliki beberapa kelebihan, yaitu:

- a) Mudah diproses.
- b) Memiliki sifat mekanik dan elektronik yang baik.
- c) Memiliki berat jenis yang rendah.
- d) Memiliki suhu pemrosesan yang lebih rendah dibandingkan suhu pemrosesan logam.

### **2.4.3. Poliester**

Poliester merupakan polimer yang digolongkan menjadi dua macam, yaitu polimer thermoset dan polimer thermoplastic. Polister telah dipergunakan secara umum oleh masyarakat pada bidang otomotif dan industri. Harga poliester lebih murah dengan daya adhesi yang menjadi alasan bagi masyarakat untuk menggunakannya sebagai penguat serat (*fiber rein forment*) pada fiber glass atau sebagai bagian dari komposit.

#### a) Thermoset

Polimer thermosetting adalah polimer yang akan menjadi keras secara permanen selama pembentukannya (dengan aplikasi panas atau kimiawi perubahan dari bentuk cair menjadi padatan keras) dan tidak menolak ketika dipanaskan

#### b) Thermoplastic

Polimer thermoplastic adalah polimer yang memiliki sifat tahan terhadap panas, jika polimer ini dipanaskan, maka akan menjadi lunak dan di dinginkan akan mengeras. Proses tersebut dapat terjadi berulang kali, sehingga dapat

dibentuk ulang dalam berbagai bentuk melalui cetakan yang berbeda untuk mendapatkan produk polimer yang baru.

Selain resin epoxy, resin yang sering digunakan sebagai matrik komposit adalah resin polyester. Resin polyester biasanya dipadukan dengan serat fiber glass ataupun carbon. Keunggulan resin polyester antara lain yaitu harganya yang relatif murah dan mudah di proses, modulus elastisitas dan kekuatan tarik yang relatif kecil.

#### **2.4.4. Hardener**

Hardener digunakan sebagai katalis atau bahan tambahan agar terjadi reaksi dan proses pengeringan, penggunaan hardener yang dianjurkan adalah sekitar 0,5-2% dari jumlah resin, supaya tidak mempengaruhi sifat material komposit. Untuk jenis resin epoxy, penggunaan hardener tergantung pada mark dan jenis epoxy itu sendiri.

Komposit dengan matrik polyester biasanya menggunakan matrik ethyl ketone proxied (MEPOXE), sedangkan untuk komposit dengan matrik epoxy biasanya menggunakan hardener anhidrida asam. Jumlah hardener atau katalis juga berpengaruh terhadap sifat atau katalis juga berpengaruh terhadap sifat mekanik komposit yang dihasilkan.

#### **2.5. Curing**

Curing adalah proses antara resin dan hardener atau pun katalis dimana resin akan mengental hingga mencapai keadaan ketika resin tidak lagi cair dan telah kehilangan kemampuannya untuk mengalir (*gel point*), setelah resin pun akan

mengeras dan memperoleh kekerasan menjadi sifat mekanik yang seutuhnya. Reaksi ini berlangsung secara eksoterm yang juga mempercepat reaksi. Curing dengan temperatur yang tepat akan meningkatkan sifat mekanik dari komposit itu sendiri ini terjadi karena dengan melakukan curing yang tepat terjadi juga penambahan jumlah ikatan *cross-link* pada komposit sehingga meningkatkan sifat mekaniknya. Curing yang tepat adalah curing hingga material komposit mencapai nilai *glass transition* temperatur ( $T_g$ ), namun tidak melebihi  $T_g$  tersebut. Jika ini terjadi komposit akan mengalami penurunan nilai mekanik karena material penyusun komposit telah rusak.

Pada umumnya curing dilakukan dengan dua tahap penahan temperatur (*dwelling-time*) penahanan pertama dimasukkan untuk meratakan temperatur pada komposit, baik dipermukaan maupun dibagian dalam komposit. Pada tahap ini temperatur yang digunakan tidak boleh terlalu ekstrim berbeda dengan temperatur kamar. Biasanya temperatur yang digunakan sekitar  $40^{\circ}\text{C}$ - $50^{\circ}\text{C}$ . Penahanan ke dua dimaksudkan untuk membuat molekul-molekul komposit berikatan saling-silang (*cross-linking*). Penggunaan temperatur yang tepat dapat menambah ikatan saling-silang dan akhirnya memperkuat sifat mekanik dari komposit tersebut.

## **2.6. Karakteristik Patahan**

### **2.6.1. Karakteristik Patahan Pada Material Komposit**

Patahnya material komposit sering disebabkan oleh *deformasi gand*, antara lain disebabkan oleh kondisi pembebanan serta struktur mikro komponen pembentuk komposit. Berbagai macam *mode deformasi* dapat menyebabkan terjadinya kegagalan komposit. Mode gagal operatifnya diantaranya tergantung

pada kondisi pembebanan dan struktur mikro sistem komposit tertentu. Yang dimaksud dengan struktur mikro yaitu diameter serat, fraksi volume serat, distribusi serat, dan kerusakan akibat tegangan termal yang dapat terjadi selama fabrikasi atau dalam pemakaiannya. Kenyataan bahwa banyak faktor yang dapat menyebabkan proses retak pada komposit, maka tidaklah mengherankan jika mode gagal yang beragam dapat ditemui pada suatu system komposit tertentu.

### **2.6.2. Patah Banyak**

Pada umumnya serat dan matrik memiliki besar regangan yang berbeda saat retak. Ketika komponen dengan regangan patah yang lebih kecil retak, misalnya serat atau matrik keramik yang rapuh, maka beban yang semula didistribusikan oleh komponen tersebut akan dialihkan ke komponen lainnya. Bila komponen dengan regangan retak yang lebih tinggi dapat memikul beban tambahan tersebut maka komposit akan menunjukkan retak banyak pada komponen yang rapuh. Wujud fenomena ini adalah bridging serat pada matrik keramik akhirnya: penampang lintang tertentu dari komposit menjadi sedemikian lemah sehingga komposit tidak mampu lagi memikul bebannya dan terjadilah kegagalan.

### **2.6.3. Patah Tunggal**

Patah yang disebabkan ketika serat putus akibat beban tarik, matrik mampu lagi menahan beban tambahan patahan terjadi pada suatu bidang. Semua serat putus hampir pada satu bidang, maka komposit juga akan patah pada bidang tersebut. Maka serat-seratnya akan putus menjadi potongan-potongan pendek sampai regangan retak matrik tercapai.

#### **2.6.4. Debonding**

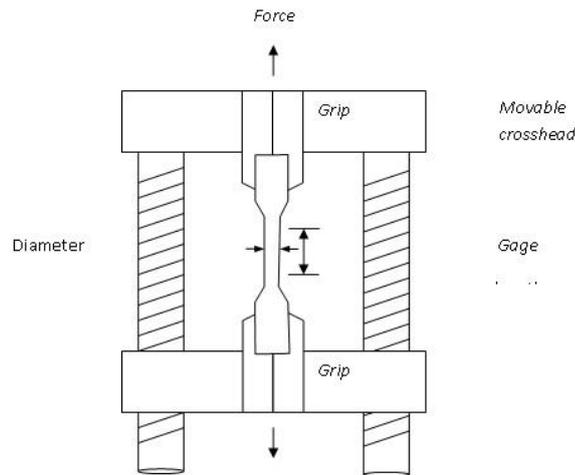
Debonding merupakan lepasnya ikatan pada bidang kontak dengan serat, serat yang terlepas dari ikatan tidak lagi terbungkus oleh resin. Hal ini disebabkan gaya geser pada *interface* atau gaya tarik antara dua elemen yang saling kontak yang tidak mampu ditahan oleh resin.

#### **2.6.5. Fiber Pull Out**

Fiber Pull Out yaitu tercabutnya dari matrik yang disebabkan ketika matrik retak akibat beban tarik, kemampuan untuk menahan beban yang mampu ditahan menurun. Seiring bertambahnya deformasi, serat akan tercabut dari matrik akibat debonding dan patahnya serat.

#### **2.7. Uji Tarik**

Pengujian tarik yaitu pengujian yang bertujuan untuk mendapatkan gambaran tentang sifat-sifat dan keadaan dari suatu logam atau material lain. Pengujian tarik dilakukan untuk mengukur ketahanan suatu material dengan penambahan beban secara perlahan-lahan, kemudian akan terjadi pertambahan yang sebanding dengan gaya yang bekerja. Banyak hal yang dapat kita pelajari dari hasil uji tarik, bila kita terus menarik suatu bahan (dalam hal ini suatu logam) sampai putus.



**Gambar 2.5. Skema Proses uji tarik**

Regangan yang digunakan untuk kurva tegangan-regangan teknik adalah regangan linier rata-rata, yang diperoleh dengan cara membagi perpanjangan yang dihasilkan setelah pengujian dilakukan dengan panjang awal. Dituliskan seperti dalam persamaan berikut :

$$e = \frac{L - L_0}{L_0}$$

Dimana : e : besar regangan

L : panjang benda uji setelah pengujian (mm)

L<sub>0</sub> : panjang awal benda uji (mm)

### 2.7.1. Faktor Lubang Terhadap Spesimen

Kehadiran lubang ditengah spesimen menurunkan kekuatan tarik komposit, karena menyebabkan efek takik atau sebagai konsentrator tegangan. Pada komposit dengan lubang berdiameter 12, 14 dan 16 mm, pembuatan lubang

dicetak lebih baik dari pada dibor. Hal ini disebabkan oleh tidak adanya kerusakan delaminasi seperti yang terjadi pada saat pembuatan lubang dibor dan pada daerah sekitar lubang dicetak tidak terjadi daerah miskin serat ( rich matrix).

### **2.7.2. Pengujian Kekuatan Tarik Komposit**

Pengujian tarik dilakukan untuk mengetahui hasil tegangan, regangan, modulus elastisitas bahan dengan cara menarik spesimen sampai putus. Pengujian tarik dilakukan dengan mesin uji tarik. Hal-hal yang mempengaruhi kekuatan tarik komposit antara lain:

- a. Temperatur apabila temperatur naik, maka kekuatan tariknya akan turun.
- b. Kelembaban pengaruh kelembaban ini dapat mengakibatkan bertambahnya absorbs air, akibatnya akan menaikkan regangan patah, sedangkan tegangan patah dan modulus elastisitasnya menurun.
- c. Laju Tegangan apabila laju tegangan kecil, maka perpanjangan bertambah dan mengakibatkan kurva tegangan-regangan menjadi landai, modulus elastisitasnya rendah. Sedangkan kalau laju tegangan tinggi, maka beban patah dan modulus elastisitasnya meningkat tetap regangannya mengecil.

Hubungan antara tegangan dan regangan pada beban tarik ditentukan dengan rumus sebagai berikut:

$$\sigma = \frac{P}{A_0}$$

Dimana :  $\sigma$  = tegangan tarik (N/mm<sup>2</sup>)

$A_0$  = luas penampang (mm<sup>2</sup>)

P = beban tarik maksimum (N)

Besarnya regangan adalah jumlah pertambahan panjang karena pembebanan dibandingkan dengan panjang daerah ukur (*gaur length*). Nilai regangan ini adalah regangan proporsional yang didapat dari garis proporsional pada grafik tegangan-tegangan hasil uji tarik komposit:

$$\epsilon = \frac{\Delta L}{l_0} = \left( \frac{L - l_0}{l_0} \right)$$

Dimana :  $\epsilon$  = Regangan (mm)

$\Delta l$  = Deformasi atau pemanjangan (mm<sup>2</sup>)

L = panjang daerah ukur (mm)  $l_0$  = Panjang mula-mula (mm)

Pada daerah proporsional yaitu daerah tegangan regangan yang terjadi masih sebanding, defleksi yang terjadi masih bersifat elastis dan masih berlaku hukum hooke. Besarnya nilai modulus elastisitas komposit yang juga merupakan perbandingan antara tagangan dan regangan pada daerah proporsional dapat dihitung dengan persamaan:

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon}$$

Dimana :  $E$  = modulus elastisitas (N/mm<sup>2</sup>)       $\epsilon$  = regangan (mm)

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



## BAB 3

### METODE PENELITIAN

#### 3.1. Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilakukan dilaboratorium pengujian uji tarik Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Waktu pembuatan dan pencetakan spesimen komposit pelepah pisang, dimulai dari tanggal 11 September 2017 s/d 9 februari 2018 yang meliputi:

Tabel 3.1 Jadwal waktu pembuatan dan pengolahan data

| NO | KEGIATAN           | SEPTEMBER | OKTOBER | NOVEMBER | DESEMBER | JANUARI | FEBRUARI |
|----|--------------------|-----------|---------|----------|----------|---------|----------|
| 1  | STUDI LITERATUR    |           |         |          |          |         |          |
| 2  | DESAIN RANCANGAN   |           |         |          |          |         |          |
| 3  | PENYEDIAN MATERIAL |           |         |          |          |         |          |
| 4  | PEMBUATAN CETAKAN  |           |         |          |          |         |          |
| 5  | PEMBUATAN SPESIMEN |           |         |          |          |         |          |
| 6  | PEMBUATAN CEKAM    |           |         |          |          |         |          |
| 7  | PENGUJIAN SPESIMEN |           |         |          |          |         |          |

#### 3.2. Bahan dan Alat

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian komposit dengan serat pelepah batang pisang, merupakan faktor yang utama yang harus diperhatikan dalam melakukan pembuatan cetakan bahan komposit, dimana bahan dan alat harus sesuai standar yang sudah ditentukan.

### 3.2.1. Bahan Penelitian

1. Plat cetakan baja berfungsi untuk mencetak spesimen komposit dengan, untuk lebih jelasnya mengenai plat cetakan dapat dilihat pada gambar 3.1.



**Gambar 3.1 Plat Cetakan Baja**

Dengan ukuran cetakan:

- Panjang: 225 mm
  - Lebar: 40 mm
  - Tebal: 5 mm
2. Batang pisang, berfungsi sebagai bahan utama dalam pembuatan komposit dan sebagai serat penguat campuran pada komposit.



**Gambar 3.2. Batang Pisang**

3. Resin Polyester, berfungsi sebagai zat pengikat campuran komposit serat pelepah pisang sehingga memiliki daya tarik antara molekul yang kuat.



**Gambar 3.3 Resin**

4. Katalis, berfungsi sebagai zat yang mempercepat reaksi pembuatan komposit saat di dalam cetakan.



**Gambar 3.4 Katalis**

5. Aquades, berfungsi sebagai pelarut serat pencampuran perendaman NaOH dan batang pelepah pisang.



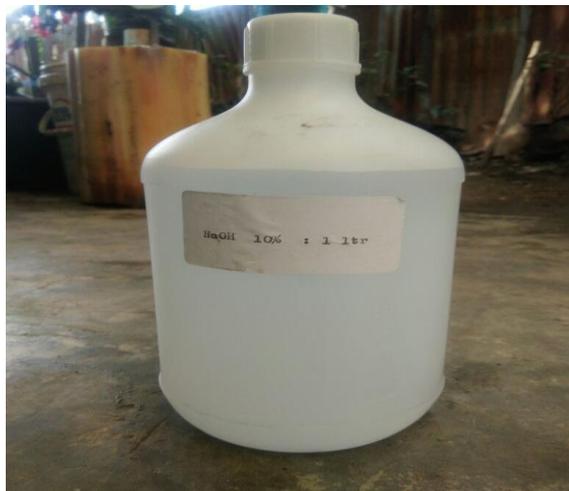
**Gambar 3.5 Aquades**

6. Mold realease wax, berfungsi sebagai krim pengoles agar bahan komposit tidak lengket di cetakan saat proses pencetakan maupun saat membuka cetakan.



**Gambar 3.6 Mold Release Wax**

7. NaOH (Natrium hidroksida), berfungsi sebagai larutan bilas dan digunakan untuk menghilangkan lignin pada serat.



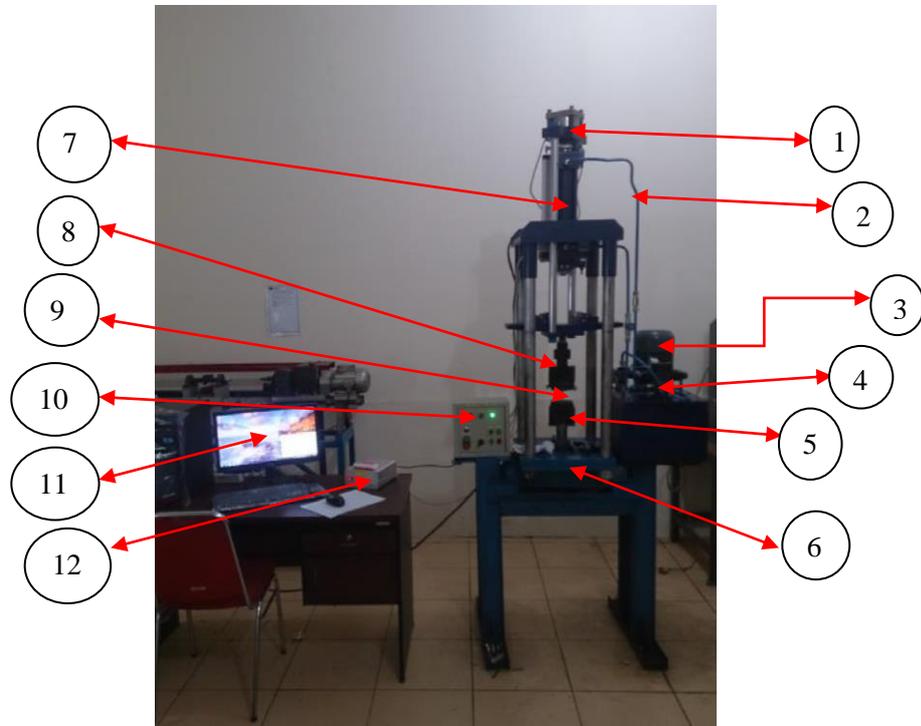
**Gambar 3.7 Larutan NaOH**

### **3.3. Alat Penelitian**

Dalam penelitian komposit serat batang pisang, alat-alat yang digunakan saat proses dan pengujian di antaranya:

1. Mesin Uji Tarik

Mesin uji tarik berfungsi untuk mengetahui sejauh mana kekuatan yang dimiliki benda mulai dari kelenturan, kepadatan, ketahanan.



**Gambar 3.8 Mesin Uji Tarik**

Keterangan :

- |  |                            |
|--|----------------------------|
| 1. <i>Load cell</i> (pencatat beban tarik) | 7. Tabung <i>hidraulic</i> |
| 2. <i>Selang hidraulic</i>                 | 8. Cekam atas              |
| 3. Motor dan pompa                         | 9. Spesimen                |
| 4. Alat ukur tekan <i>hidraulic</i>        | 10. Control panel          |
| 5. Cekam bawah                             | 11. Pc (personal komputer) |
| 6. Meja                                    | 12. <i>Lab jack</i>        |

## 2. Komputer

Komputer berfungsi untuk menjalankan software uji tarik dengan data yang dihasilkan di komputer.



**Gambar 3.9 Komputer**

3. Cekam

Cekam berfungsi untuk mengikat benda kerja sebelum di uji tarik.



**Gambar 3.10 Cekam**

4. Timbangan Digital

Timbangan digital berfungsi untuk membantu mengukur berat yang lebih efektif dan akurat.



**Gambar 3.11 Timbangan Digital**

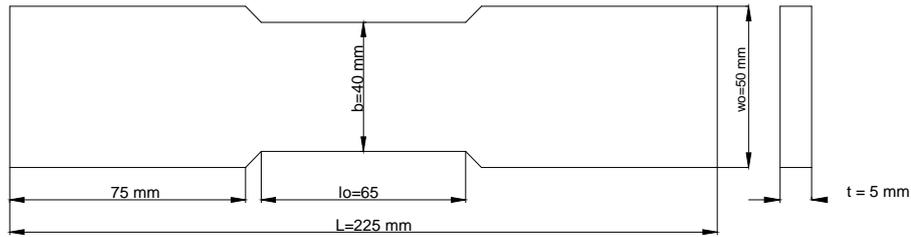
#### 5. Pipet Ukur

Pipet ukur berfungsi untuk memindahkan larutan atau cairan ke dalam suatu wadah dengan berbagai ukuran volume.



**Gambar 3.12 Pipet Ukur**

### **3.4. Metode Pembuatan Komposit**



**Gambar : 3.13 Spesimen uji tarik**

Untuk melakukan pembuatan spesimen bahan komposit dari pelepah batang pisang dilakukam dengan beberapa tahapan. Mulai dari perencanaan pembuatan cetakan dan beberapa perlengkapan bahan yang mencakup bahan komposit seperti resin, katalis dan lain-lain, setelah itu pembuatan komposit mempunyai tahapan-tahapan sebagai berikut:

1. Perencanaan awal serta membuat skema gambar, lengkap dengan ukuran-ukuran serta tanda-tanda pengerjaannya. Dalam perencanaan awal, rancangan dibuat dalam bentuk skema dalam bentuk ukuran yang telah ditentukan sebelumnya. Ukuran pada proses pembuatan untuk mempermudah proses pemotongan dengan proses perakitan.
2. Batang pisang, resin *polyester*, katalis MEKPO, zat kimia NaOH, Aquades, peralatan uji dan mempersiapkan alat bantu yang dibutuhkan selama penelitian. Proses pengelupasan batang pisang sebanyak 3 sampai 4 lapis dari luar. Pemotongan kulit dengan panjang bervariasi antara 50 cm sampai 100 cm. Dilanjutkan dengan cara dipres untuk mengurangi kadar air dan mengancurkan daging dari kulit batang pisang sampai serat mulai terlihat



**Gambar 3.14 Pengelupasan Batang Pisang**

3. Proses perendaman di tong cat selama 24 jam dengan perbandingan campuran 10 liter aquades dan 1 liter NaOH dengan kadar 10% agar mudah memisahkan serat dengan daging dari kulit batang pohon pisang.



**Gambar 3.15 Perendaman Pelepah Batang Pisang**

4. Proses penjemuran pada pelepah batang pisang yang sudah di rendam dengan campuran aquades dan NaOH.



**Gambar 3.16 Penjemuran Pelepah Batang Pisang**

5. Proses penguraian serat menjadi bagian-bagian kecil.



**Gambar 3.17 Penguraian Serat**

6. Proses penuangan bahan komposit ke cetakan.



**Gambar 3.18 Penuangan Resin**

7. Proses penyusunan serat kedalam cetakan.



**Gambar 3.19 Penyusunan Serat**

8. Proses pencetakan komposit dengan berat resin 60 gram dengan perbandingan serat 5% dan katalis 0,5 ml.



**Gambar 3.20 Proses Pencetakan**

9. Proses pengeluaran spesimen komposit dari cetakan.



**Gambar 3.21 Proses pengeluaran spesimen dari cetakan**

10. Proses penjemuran spesimen komposit selama 24 jam agar kering sempurna.



**Gambar 3.22 Proses Penjemuran Spesimen**

11. Proses pengikiran spesimen dari kerak sisa-sisa hasil cetakan.



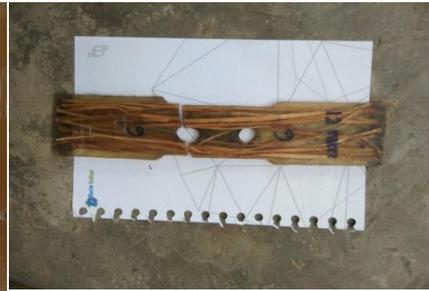
**Gambar 3.23 Pengikiran Spesimen**

### **3.5. Pertambahan Panjang Spesimen Setelah Di Uji**

**Diameter 4 mm**



panjang awal :225 mm

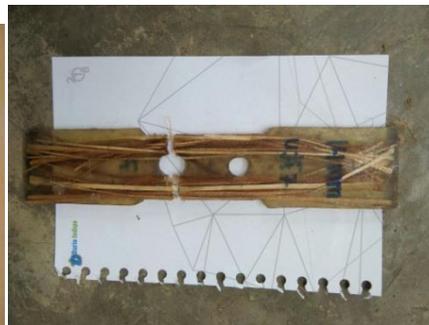


panjang akhir : 226,6 mm

**Diameter 10 mm**



Panjang awal : 225 mm

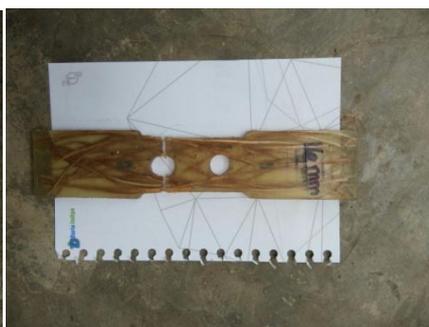


panjang akhir : 225,7 mm

**Diameter 16 mm**



Panjang awal : 225 mm



panjang akhir : 225,2 mm

**3.6. Proses pengujian uji tarik pada bahan komposit adalah sebagai berikut :**

1. Pemberian data pada setiap spesimen untuk menghindari kesalahan dalam pembacaan data.

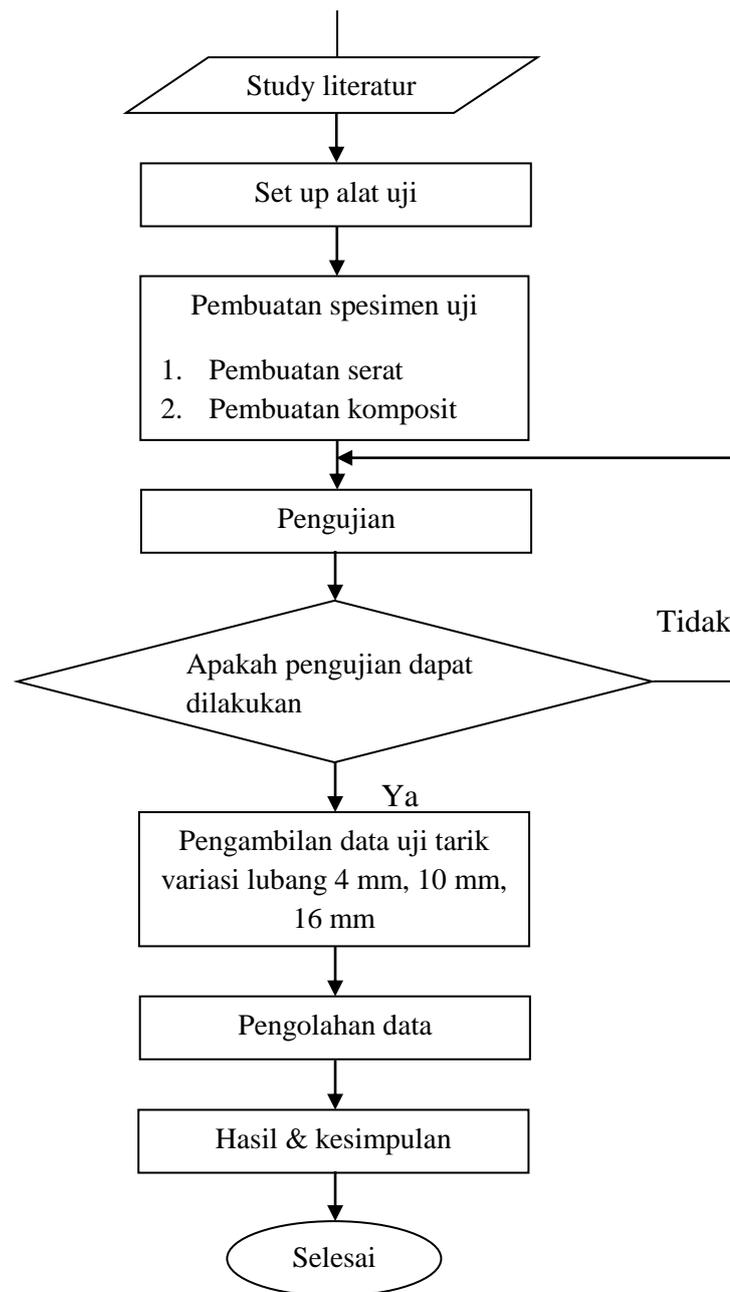
2. Mensetting mesin uji tarik pada kedua pencekam (*grid*) mesin uji tarik.
3. Memasang spesimen uji tarik pada kedua *grid* mesin uji tarik.
4. Pencekam (*grip*) berfungsi untuk menahan spesimen uji tarik dan pastikan terjepit dengan rapat agar tidak terlepas dan terjadi kesalahan pada proses pengujian.
5. Menjalankan mesin uji tarik.
6. Setelah patah, hentikan proses penarikan secepatnya.
7. Mencatat gaya tarik maksimum dan pertambahan panjang pada monitor.
8. Melepaskan spesimen tarik dari jepitan pencengkram (*grip*).
9. Setelah selesai matikan mesin uji tarik.

Mesin uji tarik ini berjalan secara manual, sehingga meskipun spesimen uji tarik mencapai batas optimal hingga patah alat ini akan terus berjalan. Karena itu diperlukan operator yang selalu berada disisi mesin untuk mengontrol proses pengujian tarik.

### **3.7. Diagram Alir Proses Pembuatan**

Adapun hasil penelitian diatas dapat disimpulkan dalam diagram alir sebagai berikut:





**Gambar 3.24 Diagram AlirPeneltian**

## **BAB 4**

### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

#### **4.1. Data Hasil Uji Tarik Komposit Berlubang Ganda Yang Searah**

Pada BAB ini menjelaskan tentang data hasil pengujian tarik komposit berlubang ganda dengan diameter berbeda yang ditarik secara statik menggunakan *stress ratio*. Dari pengujian ini diketahui faktor konsentrasi pada komposit ini terletak pada lubang. Lubang yang pertama berdiameter 12 mm, 14 mm, 16 mm. Dalam pengujian ini terjadi dua patahan, yaitu: di atas dan pada lubang komposit.

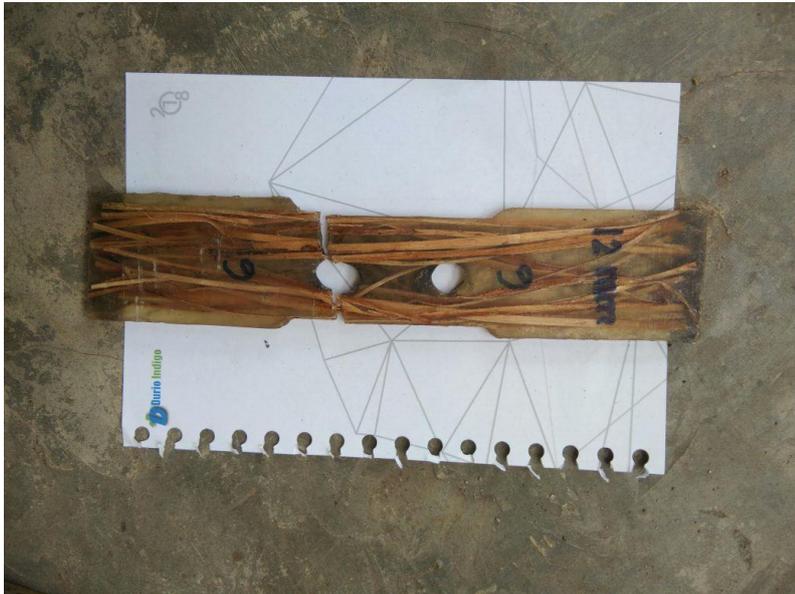
#### **4.2. Analisa Data Pengujian Tarik**

Pengujian tarik yang dilakukan sebanyak enam spesimen komposit ini bertujuan untuk menentukan variasi beban dalam pengujian tarik. Komposisi perbandingan rasio, resin dan serat = 1 : 2 dan Katalis 0,5 ml. Dari hasil ini akan diambil nilai rata-ratanya. Adapun analisa data pengujian tarik sebagai berikut :

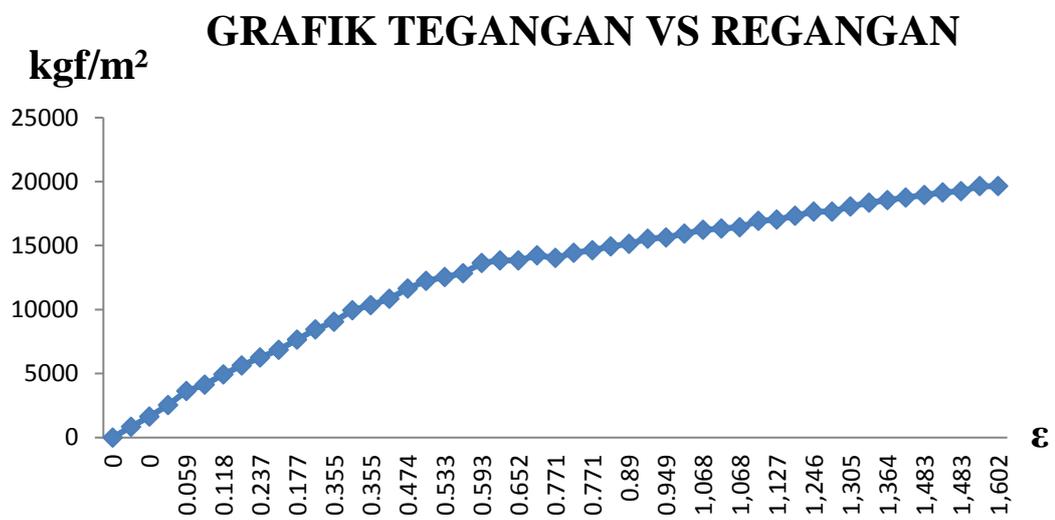
##### **a. Analisa Data Uji Tarik Spesimen Komposit 1**



Gambar : 4.1 spesimen komposit sebelum diuji dengan diameter 12 mm.



Gambar : 4.2 spesimen komposit sesudah diuji dengan diameter 12 mm.



Grafik : 4.1 tegangan  $\sigma$  (kgf/m<sup>2</sup>) vs regangan ( $\epsilon$ ) pada komposit dengan lubang diameter kecil 12 mm.

Analisa data spesimen komposit berlubang ganda dengan diameter berbeda dengan diameter lubang 12 mm;

$$F \text{ maks} = 260,59 \text{ kgf}$$

$$L = 225 \text{ mm}$$

$$\Delta l = 1,602 \text{ mm ( data dari hasil pengujian )}$$

$$1 \text{ kgf} = 9,8 \text{ N}$$

$$d = 12 \text{ mm}$$

$$t = 5 \text{ mm}$$

$$p \text{ bidang} = \text{panjang area} - \text{diameter}$$

$$= (40 \text{ mm} - 14 \text{ mm})$$

$$= 26 \text{ mm}$$

Karena lubang ganda berdiagonal, maka panjang bidang menjadi, yaitu panjang

$$(p) = 26 \text{ mm},$$

Maka luas penampang spesimen menjadi :

$$A = p \times t$$

$$A = (26 \times 5) \text{ mm}^2$$

$$A = 130 \text{ mm}^2 (0,13 \text{ m}^2)$$

$$\text{Tegangan } \sigma = \frac{F}{A}$$

$$\sigma = \frac{260,59 \text{ kgf} \times 9,8 \text{ m/s}^2}{0,13 \text{ m}^2}$$

$$= 19644,47 \text{ kgf/m}^2$$

$$\text{Regangan } \varepsilon = \frac{\Delta L}{L}$$

$$= \frac{1,602 \text{ mm}}{225 \text{ mm}}$$

$$= 0,0071$$

Jadi, Modulus Elastisitas

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon}$$

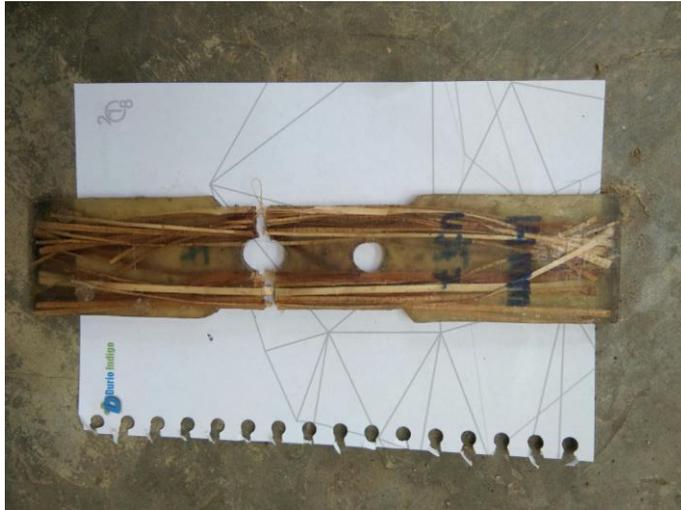
$$= \frac{19644,47 \text{ Kgf/m}^2}{0,0071} = 2766826,761 \text{ kgf/m}^2$$

$$= 27,134 \text{ MPa}$$

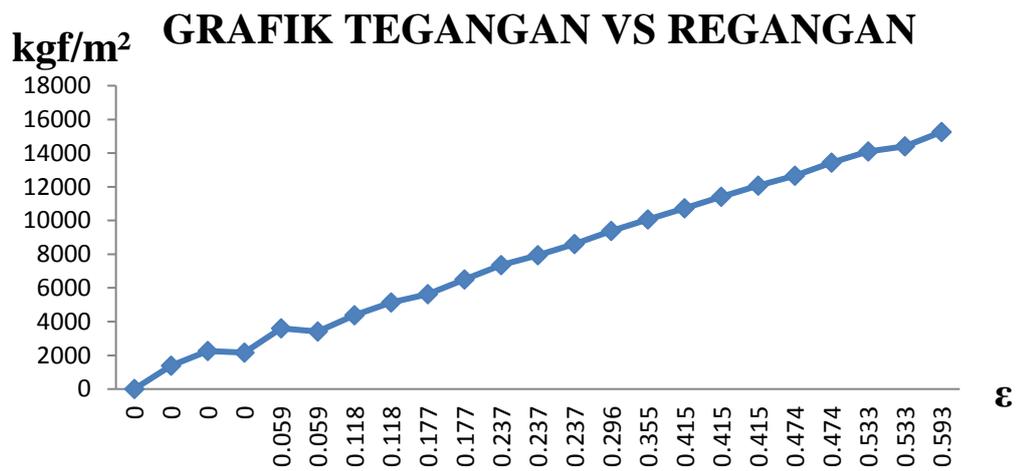
**b. Analisa Data Uji Tarik Spesimen Komposit 2**



Gambar : 4.3 spesimen komposit sebelum diuji dengan diameter 14 mm.



Gambar : 4.4 spesimen komposit setelah diuji dengan diameter 14 mm.



Grafik : 4.2 tegangan  $\sigma$  (kgf/m<sup>2</sup>) vs regangan ( $\epsilon$ ) pada komposit dengan lubang diameter kecil 14 mm.

Analisa data spesimen komposit berlubang ganda dengan diameter berbeda dengan diameter lubang 14 mm:

$$F \text{ maks} = 210,18 \text{ kgf}$$

$$L = 225 \text{ mm}$$

$$\Delta l = 0,593 \text{ mm ( data dari hasil pengujian )}$$

$$1 \text{ kgf} = 9,8 \text{ N}$$

$$d = 14 \text{ mm}$$

$$t = 5 \text{ mm}$$

$$p \quad \text{bidang} = \text{panjang area} - \text{diameter}$$

$$= (40 \text{ mm} - 13 \text{ mm})$$

$$= 27 \text{ mm}$$

Karena lubang ganda berdiagonal, maka panjang bidang menjadi, yaitu panjang

$$(p) = 27 \text{ mm}$$

Maka luas penampang spesimen menjadi :

$$A = p \times t$$

$$A = (27 \times 5) \text{ mm}^2$$

$$A = 135 \text{ mm}^2 (0,135 \text{ m}^2)$$

$$\text{Tegangan} \quad \sigma = \frac{F}{A}$$

$$\sigma = \frac{210,18 \text{ kgf} \times 9,81 \text{ m/s}^2}{0,135 \text{ m}^2}$$

$$= 15257,51 \text{ kgf/m}^2$$

$$\text{Regangan} \quad \varepsilon = \frac{\Delta L}{L}$$

$$= \frac{0,593 \text{ mm}}{225 \text{ mm}}$$

$$= 0,0023$$

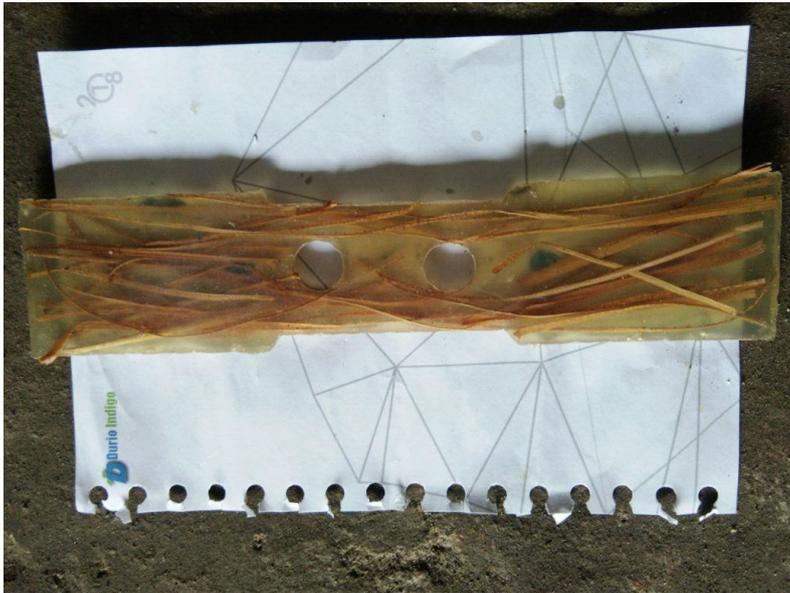
Jadi, Modulus Elastisitas

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon}$$

$$= \frac{15257,51 \text{ kgf/m}^2}{0,0023} = 6337700,48 \text{ kgf/m}^2$$

$$= 65,056 \text{ Mpa}$$

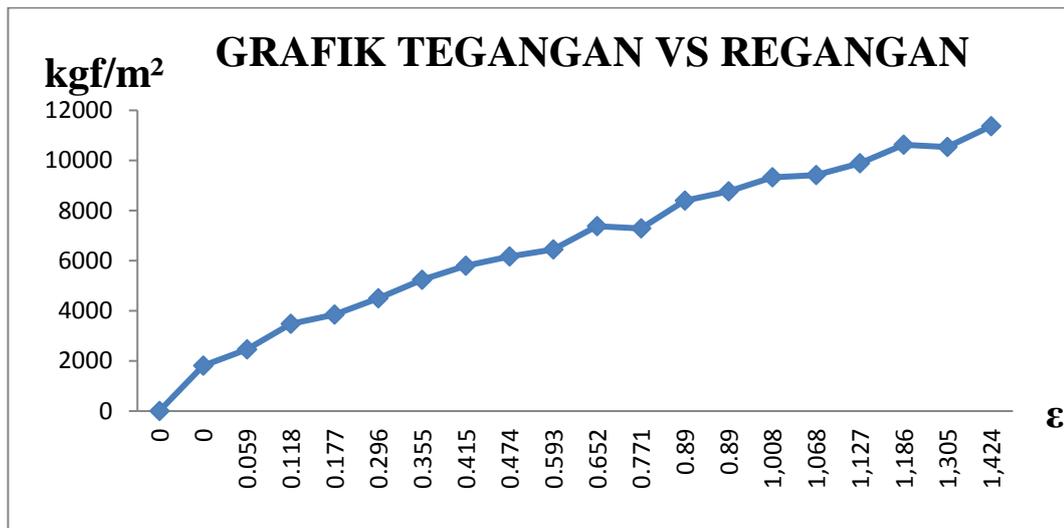
**c. Analisa Data Uji Tarik Spesimen Komposit 3**



Gambar : 4.5 spesimen komposit sebelum diuji dengan diameter 16 mm



Gambar : 4.6 hasil pengujian tarik spesimen komposit diameter 16 mm



Grafik : 4.3 tegangan  $\sigma$  (kgf/m<sup>2</sup>) vs regangan ( $\epsilon$ ) pada komposit dengan lubang diameter kecil 16 mm.

Analisa data spesimen komposit berlubang ganda dengan diameter berbeda dengan diameter lubang 16 mm :

$$F \text{ maks} = 162,42 \text{ kgf}$$

$$L = 225 \text{ mm}$$

$$\Delta l = 1,424 \text{ mm ( data dari hasil pengujian )}$$

$$1 \text{ kgf} = 9,81 \text{ N}$$

$$d = 16 \text{ mm}$$

$$t = 5 \text{ mm}$$

$$p \text{ bidang} = \text{panjang area} - \text{diameter}$$

$$= (40 \text{ mm} - 12 \text{ mm})$$

$$= 28 \text{ mm}$$

Karena lubang ganda berdiagonal, maka panjang bidang menjadi, yaitu panjang

$$(p) = 28 \text{ mm,}$$

Maka luas penampang spesimen menjadi :

$$A = p \times t$$

$$A = (28 \times 5) \text{ mm}^2$$

$$A = 140 \text{ mm}^2 (0,140 \text{ m}^2)$$

$$\text{Tegangan } \sigma = \frac{F}{A}$$

$$\sigma = \frac{162,42 \text{ kgf} \times 9,8 \text{ m/s}^2}{0,140 \text{ mm}^2}$$

$$= 11369,4 \text{ kgf/m}^2$$

Regangan

$$\epsilon = \frac{\Delta L}{l_0}$$

$$= \frac{1,424 \text{ mm}}{225 \text{ mm}}$$

$$= 0,0063$$

Jadi, Modulus Elastisitas



$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon}$$

$$= \frac{11369,4 \text{ kgf/m}^2}{0,0063} = 1804666,667 \text{ kgf/m}^2$$

$$= 17,698 \text{ MPa}$$

Dari hasil perhitungan yang diperoleh, selanjutnya dibuatkan dalam bentuk tabel seperti ditunjukkan pada tabel 4.1 berikut;

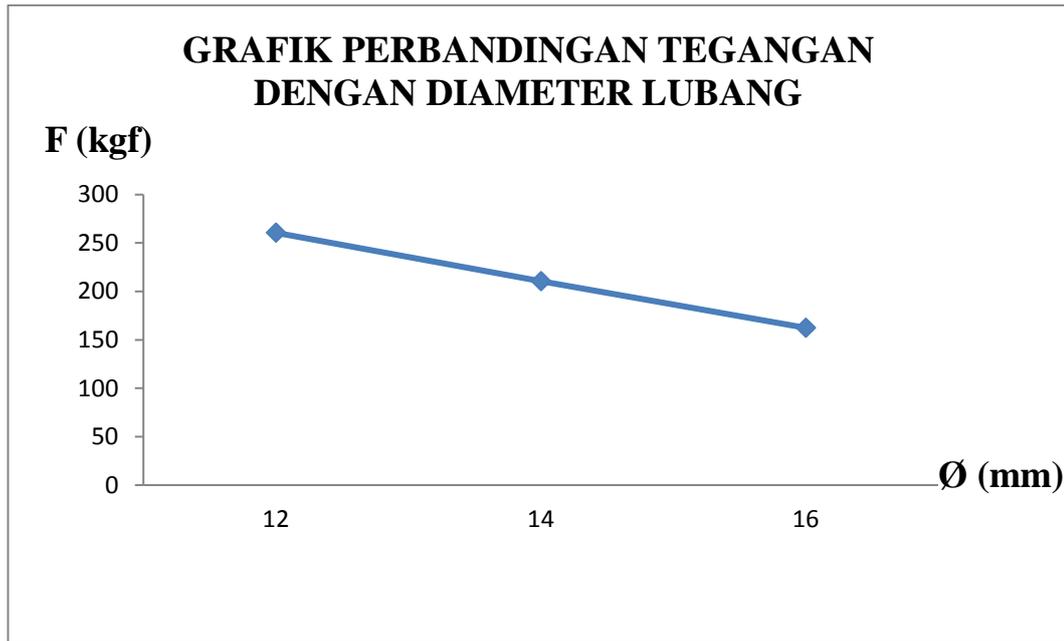
**Tabel 4.1. DIAMETER LUBANG DAN TEGANGAN**

| No | No Spesimen | ØLubang (mm) | Gaya (kgf) | $\sigma$ (MPa) |
|----|-------------|--------------|------------|----------------|
| 1  | 1           | 12           | 260,59     | 27,134         |
| 2  | 2           | 14           | 210,59     | 65,183         |
| 3  | 3           | 16           | 162,42     | 17,698         |

**Tabel 4.1. Diameter lubang dan tegangan**

Pada tabel 4.1. diatas dimana;

1. Pada spesimen no. 1 dengan diameter lubang 12 mm diperoleh gaya tarik maksimum 260,59 kgf dan tegangannya 27,134 MPa.
2. Pada spesimen no. 2 dengan diameter lubang 14 mm diperoleh gaya tarik maksimum 210,59 kgf dan tegangannya 65,183 MPa.
3. Pada spesimen no. 1 dengan diameter lubang 16 mm diperoleh gaya tarik maksimum 162,42 kgf dan tegangannya 17,698 MPa.



Grafik 4.4. Grafik perbandingan  $\sigma$  (kgf/m<sup>2</sup>) dan Ø (mm)

Dapat disimpulkan dari grafik di atas adalah semakin besar diameter lubang pada specimen pengujian maka semakin kecil tegangan yang diterima.

## BAB 5

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 KESIMPULAN

Adapun kesimpulan dari hasil penelitian uji tarik material komposit menggunakan mesin uji universal adalah sebagai berikut :

1. Pembuatan benda kerja adalah dengan cara menyediakan cetakan untuk mengontrol kandungan resin, menuangkan resin dengan tangan (hand lay-up) ke dalam serat pelepah batang pisang yang berbentuk anyaman. Kemudian memberi tekanan sekaligus meratakannya menggunakan rol/kuas, proses tersebut dilakukan berulang-ulang hingga ketebalan komposit yang diinginkan tercapai menjadi bentuk akhir dari komposit.
2. Pengujian variasi geometri diameter lubang terhadap beban uji tarik dan menggunakan mesin uji universal dengan memasang spesimen dibagian pencekam mesin uji universal, yang selanjutnya diberikan gaya tarik terhadap benda kerja.
3. Berdasarkan evaluasi faktor konsentrasi tegangan dengan pengujian mesin uji universal maka diperoleh hasil sebagai berikut :
  - a. Tegangan maksimum komposit dari serat batang pisang berdiameter lubang 12 mm yaitu pada tegangan  $19644,47 \text{ kgf/m}^2$  dengan Modulus Elastisitas  $27,13 \text{ MPa}$ .
  - b. Tegangan maksimum komposit dari serat batang pisang berdiameter lubang 14 mm yaitu pada tegangan  $15257,57 \text{ kgf/m}^2$  dengan Modulus Elastisitas  $65,05 \text{ MPa}$ .

- c. Tegangan maksimum komposit dari serat batang pisang berdiameter lubang 16 mm yaitu pada tegangan 11369 kgf/m<sup>2</sup> dengan Modulus Elastisitas 17,69 MPa.

## 5.2 SARAN

Peneliti menyadari bahwa hasil dari penelitian masih sangat jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, peneliti sangat mengharapkan kritik dan saran dari pembaca yang bersifat membangun demi kesempurnaan hasil penelitian ini.

Selain itu, penulis juga menyarankan beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam proses pembuatan komposit, antara lain:

1. Konsentrasi larutan NaOH yang digunakan untuk perlakuan serat komposit adalah soda api guna mendapatkan kondisi komposisi kimia serat yang lebih baik dari serat sebelumnya
2. Proses pengeringan awal serat perlu dilakukan untuk mengurangi kadar air serat sebagai bahan baku pembuatan komposit.
3. Penambahan analisa dan pengujian juga perlu dilakukan untuk memberikan informasi yang lebih rinci dan detail kepada pembaca tentang kualitas komposit yang dibuat.

## DAFTAR PUSTAKA

- Firman Yasa Utama 1,a) Hana Zakiyya 2,b), 2016. Pengaruh Variasi Arah Serat Komposit Berpenguat Hibrida Fiber Hibrid Terhadap Kekuatan Tarik Dan Bensitas Material Dalam Aplikasi Bodi Part Mobil.
- Gibson, R, F, 1994. *Principle Of Composite Material Mechanics*, McGraw-Hill, Inc, New York.
- Kuncoro Diharjo, 2006. Kajian Pengaruh Teknik Pembuatan Lubang Terhadap Kekuatan Tarik Komposit Hibrid Serat Gelas Dan Serat Karung Elastik.
- Kurniawan, K., 2012. Uji Karakteristik Sifat Fisis Dan Mekanis Serat *Agave Contula Raxb* (Nanas) Anyaman 2D Pada Vraksi Berat (40%, 50%, 60%). Tugas Akhir S-1 Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta.
- M. M. Schwartz., 1984. *Composite Material Handbook*, McGraw-Hill Book Company, New York.
- Noni Noprianti, Astuti, 2013. Pengaruh Ketebalan Serat Pelepah Pisang Kepok (Musa Paradisiaca) Terhadap Sifat Mekanik Material Komposit Serat Alam.
- Rendy, 2014. Sifat Fisis Dan Mekanis Akibat Perubahan Temperatur Pada Komposit Polyester Serat Batang Pisang Yang Di *Treatment* Menggunakan *KMnO4*.

# LAMPIRAN



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA  
FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

Kampus: Jl. Kapten Mochtar Basri, BA. No. 3, Email: proditmesin\_fatek@umsu.ac.id

**TEST REPORT**

|             |                           |                    |                             |
|-------------|---------------------------|--------------------|-----------------------------|
| Test No. :  | 1                         | Max. Force :       | 210.18 (kgf)                |
| Test Type : | Tensile                   | Break Force :      | 210.18 (kgf)                |
| Date Test : | 21-2-2018 ; 17:14:57      | Yield Strength :   | 0.07 (kgf/mm <sup>2</sup> ) |
| Specimens : | Others                    | Tensile Strength : | 1.05 (kgf/mm <sup>2</sup> ) |
| Area :      | 200.00 (mm <sup>2</sup> ) | Elongation :       | 6.67 (%)                    |



Kaprodi Teknik Mesin

Kalab. Pengujian Material

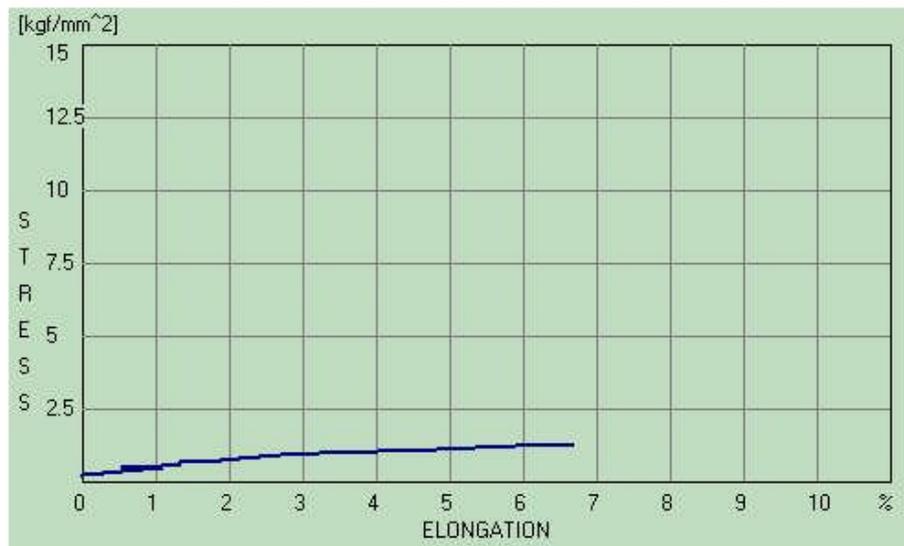


UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA  
FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

Kampus: Jl. Kapten Mochtar Basri, BA. No. 3, Email: proditmesin\_fatek@umsu.ac.id

**TEST REPORT**

|             |                           |                    |                             |
|-------------|---------------------------|--------------------|-----------------------------|
| Test No. :  | 2                         | Max. Force :       | 260.59 (kgf)                |
| Test Type : | Tensile                   | Break Force :      | 260.59 (kgf)                |
| Date Test : | 21-2-2018 ; 17:16:51      | Yield Strength :   | 0.07 (kgf/mm <sup>2</sup> ) |
| Specimens : | Others                    | Tensile Strength : | 1.30 (kgf/mm <sup>2</sup> ) |
| Area :      | 200.00 (mm <sup>2</sup> ) | Elongation :       | 6.67 (%)                    |



Kaprodi Teknik Mesin

Kalab. Pengujian Material

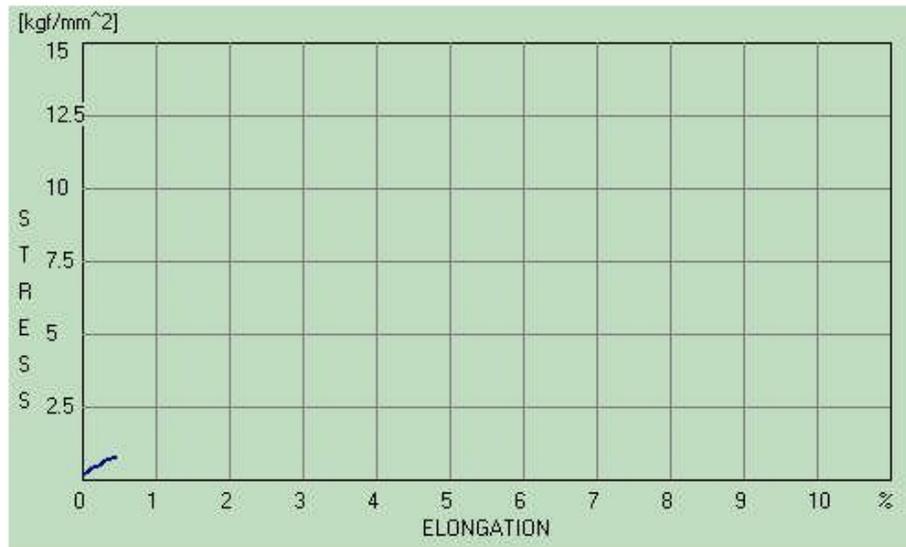


UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA  
FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

Kampus: Jl. Kapten Mochtar Basri, BA. No. 3, Email: proditmesin\_fatek@umsu.ac.id

**TEST REPORT**

|             |                           |                    |                             |
|-------------|---------------------------|--------------------|-----------------------------|
| Test No. :  | 1                         | Max. Force :       | 162.42 (kgf)                |
| Test Type : | Tensile                   | Break Force :      | 162.42 (kgf)                |
| Date Test : | 13-2-2018 ; 15:13:27      | Yield Strength :   | 0.01 (kgf/mm <sup>2</sup> ) |
| Specimens : | Others                    | Tensile Strength : | 0.81 (kgf/mm <sup>2</sup> ) |
| Area :      | 200.00 (mm <sup>2</sup> ) | Elongation :       | 0.44 (%)                    |



Kaprodi Teknik Mesin

Kalab. Pengujian Material

| <b>NO</b> | <b>GAYA (kgf)</b> | <b>REGANGAN (<math>\epsilon</math>)</b> | <b>FREKUENSI (Hz)</b> | <b>TEGANGAN (<math>\sigma</math>)</b> |
|-----------|-------------------|---|-----------------------|---------------------------------------|
| 1         | 0                 | 0                                       | 0                     | 0                                     |
| 2         | 11,19             | 0                                       | 0,01                  | 843,553846                            |
| 3         | 21,8              | 0                                       | 0,01                  | 1643,38462                            |
| 4         | 33,74             | 0,059                                   | 0,02                  | 2543,47692                            |
| 5         | 48,33             | 0,059                                   | 0,02                  | 3643,33846                            |
| 6         | 54,97             | 0,059                                   | 0,03                  | 4143,89231                            |
| 7         | 65,58             | 0,118                                   | 0,04                  | 4943,72308                            |
| 8         | 74,86             | 0,177                                   | 0,04                  | 5643,29231                            |
| 9         | 82,82             | 0,237                                   | 0,05                  | 6243,35385                            |
| 10        | 90,78             | 0,296                                   | 0,05                  | 6843,41538                            |
| 11        | 101,4             | 0,177                                   | 0,06                  | 7644                                  |
| 12        | 112,01            | 0,296                                   | 0,06                  | 8443,83077                            |
| 13        | 119,97            | 0,355                                   | 0,07                  | 9043,89231                            |
| 14        | 131,91            | 0,355                                   | 0,07                  | 9943,98462                            |
| 15        | 137,22            | 0,355                                   | 0,08                  | 10344,2769                            |
| 16        | 143,85            | 0,474                                   | 0,08                  | 10844,0769                            |
| 17        | 154,46            | 0,474                                   | 0,09                  | 11643,9077                            |
| 18        | 162,42            | 0,533                                   | 0,09                  | 12243,9692                            |
| 19        | 166,4             | 0,533                                   | 0,1                   | 12544                                 |
| 20        | 170,38            | 0,593                                   | 0,1                   | 12844,0308                            |
| 21        | 180,99            | 0,593                                   | 0,11                  | 13643,8615                            |
| 22        | 183,65            | 0,652                                   | 0,11                  | 13844,3846                            |
| 23        | 183,65            | 0,652                                   | 0,12                  | 13844,3846                            |
| 24        | 188,95            | 0,712                                   | 0,12                  | 14243,9231                            |
| 25        | 186,3             | 0,771                                   | 0,13                  | 14044,1538                            |
| 26        | 191,61            | 0,771                                   | 0,13                  | 14444,4462                            |
| 27        | 194,26            | 0,771                                   | 0,14                  | 14644,2154                            |
| 28        | 198,24            | 0,83                                    | 0,14                  | 14944,2462                            |
| 29        | 200,89            | 0,89                                    | 0,15                  | 15144,0154                            |
| 30        | 206,2             | 0,949                                   | 0,15                  | 15544,3077                            |
| 31        | 207,53            | 0,949                                   | 0,16                  | 15644,5692                            |
| 32        | 211,51            | 0,949                                   | 0,17                  | 15944,6                               |
| 33        | 215,49            | 1.068                                   | 0,17                  | 16244,6308                            |
| 34        | 216,81            | 1.068                                   | 0,18                  | 16344,1385                            |
| 35        | 218,14            | 1.068                                   | 0,18                  | 16444,4                               |
| 36        | 224,77            | 1.127                                   | 0,19                  | 16944,2                               |
| 37        | 226,1             | 1.127                                   | 0,19                  | 17044,4615                            |
| 38        | 230,08            | 1.246                                   | 0,2                   | 17344,4923                            |
| 39        | 234,06            | 1.246                                   | 0,2                   | 17644,5231                            |
| 40        | 234,06            | 1.246                                   | 0,21                  | 17644,5231                            |
| 41        | 239,36            | 1.305                                   | 0,21                  | 18044,0615                            |
| 42        | 243,34            | 1.364                                   | 0,22                  | 18344,0923                            |
| 43        | 246               | 1.364                                   | 0,22                  | 18544,6154                            |
| 44        | 248,65            | 1.424                                   | 0,23                  | 18744,3846                            |
| 45        | 251,3             | 1.483                                   | 0,23                  | 18944,1538                            |

|    |        |       |      |            |
|----|--------|-------|------|------------|
| 46 | 253,96 | 1.483 | 0,24 | 19144,6769 |
| 47 | 255,28 | 1.483 | 0,24 | 19244,1846 |
| 48 | 260,59 | 1.542 | 0,25 | 19644,4769 |
| 49 | 260,59 | 1.602 | 0,25 | 19644,4769 |

| <b>NO</b> | <b>GAYA (kgf)</b> | <b>REGANGAN (<math>\epsilon</math>)</b> | <b>FREKUENSI (Hz)</b> | <b>TEGANGAN (<math>\sigma</math>)</b> |
|-----------|-------------------|---|-----------------------|---------------------------------------|
| 1         | 0                 | 0                                       | 0                     | 0                                     |
| 2         | 19,15             | 0                                       | 0,01                  | 1390,14815                            |
| 3         | 31,09             | 0                                       | 0,01                  | 2256,9037                             |
| 4         | 29,76             | 0                                       | 0,02                  | 2160,35556                            |
| 5         | 49,66             | 0,059                                   | 0,03                  | 3604,94815                            |
| 6         | 47,01             | 0,059                                   | 0,03                  | 3412,57778                            |
| 7         | 60,27             | 0,118                                   | 0,04                  | 4375,15556                            |
| 8         | 70,88             | 0,118                                   | 0,04                  | 5145,36296                            |
| 9         | 77,52             | 0,177                                   | 0,05                  | 5627,37778                            |
| 10        | 89,46             | 0,177                                   | 0,05                  | 6494,13333                            |
| 11        | 101,4             | 0,237                                   | 0,06                  | 7360,88889                            |
| 12        | 109,36            | 0,237                                   | 0,06                  | 7938,72593                            |
| 13        | 118,64            | 0,237                                   | 0,07                  | 8612,38519                            |
| 14        | 129,26            | 0,296                                   | 0,07                  | 9383,31852                            |
| 15        | 138,54            | 0,355                                   | 0,08                  | 10056,9778                            |
| 16        | 147,83            | 0,415                                   | 0,08                  | 10731,363                             |
| 17        | 157,11            | 0,415                                   | 0,09                  | 11405,0222                            |
| 18        | 166,4             | 0,415                                   | 0,09                  | 12079,4074                            |
| 19        | 174,36            | 0,474                                   | 0,1                   | 12657,2444                            |
| 20        | 184,97            | 0,474                                   | 0,1                   | 13427,4519                            |
| 21        | 194,26            | 0,533                                   | 0,11                  | 14101,837                             |
| 22        | 198,24            | 0,533                                   | 0,11                  | 14390,7556                            |
| 23        | 210,18            | 0,593                                   | 0,12                  | 15257,5111                            |

| <b>NO</b> | <b>GAYA (kgf)</b> | <b>REGANGAN (<math>\epsilon</math>)</b> | <b>FREKUENSI (Hz)</b> | <b>TEGANGAN (<math>\sigma</math>)</b> |
|-----------|-------------------|---|-----------------------|---------------------------------------|
| 1         | 0                 | 0                                       | 0                     | 0                                     |
| 2         | 25,78             | 0                                       | 0,01                  | 1804,6                                |
| 3         | 35,07             | 0,059                                   | 0,01                  | 2454,9                                |
| 4         | 49,66             | 0,118                                   | 0,02                  | 3476,2                                |
| 5         | 54,97             | 0,177                                   | 0,03                  | 3847,9                                |
| 6         | 64,25             | 0,296                                   | 0,03                  | 4497,5                                |
| 7         | 74,86             | 0,355                                   | 0,04                  | 5240,2                                |
| 8         | 82,82             | 0,415                                   | 0,04                  | 5797,4                                |
| 9         | 88,13             | 0,474                                   | 0,05                  | 6169,1                                |
| 10        | 92,11             | 0,593                                   | 0,05                  | 6447,7                                |
| 11        | 105,38            | 0,652                                   | 0,06                  | 7376,6                                |
| 12        | 104,05            | 0,771                                   | 0,06                  | 7283,5                                |
| 13        | 119,97            | 0,89                                    | 0,07                  | 8397,9                                |
| 14        | 125,28            | 0,89                                    | 0,07                  | 8769,6                                |
| 15        | 133,24            | 1,008                                   | 0,08                  | 9326,8                                |
| 16        | 134,56            | 1,068                                   | 0,08                  | 9419,2                                |
| 17        | 141,2             | 1,127                                   | 0,09                  | 9884                                  |
| 18        | 151,81            | 1,186                                   | 0,09                  | 10626,7                               |
| 19        | 150,48            | 1,305                                   | 0,1                   | 10533,6                               |
| 20        | 162,42            | 1,424                                   | 0,1                   | 11369,4                               |

## DAFTAR RIWAYAT HIDUP



Nama : Ari Pradana  
NPM : 1307230215  
Tempat/Tanggal Lahir : Polonia, 15 Januari 1995  
Jenis Kelamin : Laki-laki  
Agama : Islam  
Status : Belum Kawin  
Alamat : Dusun Mawar  
    Kel/Desa : Mancang  
    Kecamatan : Selesai  
    Kabupaten : Langkat  
    Provinsi : Sumatera Utara  
Nomor HP : 082276499815  
Nama Orang Tua  
    Ayah : Agus Salim  
    Ibu : Sri Laila Murni

### PENDIDIKAN FORMAL

2002-2007 : SD Negeri 053969 Mancang  
2007-2010 : SMP Negeri 1 Binjai Kabupaten Langkat  
2010-2013 : SMK Swasta Tunas Pelita Binjai  
2013-2018 : Mengikuti Pendidikan S1 Program Studi Teknik Mesin Fakultas  
Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara