

## Analisa Kekuatan Tarik Serat Pelepah Aren

Edy Yusuf<sup>1</sup>

Jurusan Teknik Mesin :Edy.yusuf@unimal.ac.id,+62 085373631974

**Abstrak** - Tujuan penelitian ini adalah mengetahui pengaruh kadar air terhadap kekuatan tarik interfacial serat Pelepah Aren yang diberi perlakuan alkali dengan 5%NaOH. Penelitian dilakukan dengan menggunakan satu jenis serat alam yaitu serat Pelepah Aren. Pengujian kekuatan mekanik dari komposit yang dilakukan dengan menggunakan pengujian tarik (tensile test) yang dilakukan dengan mesin uji tarik pearson panke Equipment Ltd, bentuk dan ukuran sesuai dengan ukuran standar ASTM D 3379-75. Menganalisa dan membandingkan komposit serat Pelepah Aren dengan NaOH, yaitu 5% kadar NaOH. Menurut analisa nilai yang terbaik dari kekuatan tarik pada serat Pelepah Aren yaitu dengan perlakuan alkali 5% NaOH. Kekuatan tarik serat Pelepah Aren lebih tinggi daripada kekuatan tarik serat Lontar.

**Kata kunci** : NaOH, serat Pelepah Aren, kekuatan tarik, alkali, Standar ASTM.

### 1 Pendahuluan

Serat sebagai elemen penguat sangat menentukan sifat mekanik dari komposit karena meneruskan beban yang didistribusikan oleh matrik. Orientasi arah serat, fraksi *volume*, ukuran, dan bentuk serta material serat adalah faktor-faktor yang mempengaruhi properti mekanik dari laminat. Serat rami kontinyu yang dikombinasikan dengan resin *polyester* sebagai matrik akan dapat menghasilkan komposit alternatif untuk aplikasi teknik. Dengan memvariasikan orientasi arah serat dan fraksi *volume* dari rami kontinyu diharapkan akan didapatkan hasil properti mekanik komposit yang maksimal untuk dapat mendukung pemanfaatan komposit alternatif [5].

Keunggulan komposit serat rami dibandingkan dengan *fiber glass* adalah komposit serat rami lebih ramah lingkungan karena mampu terbiodegrasi secara alami dan harganya pun lebih murah dibandingkan *fiber glass*. Sedangkan *fiber glass* sukar terbiodegrasi secara alami. Selain itu *fiber glass* juga menghasilkan gas CO dan debu yang berbahaya bagi kesehatan jika *fiber glass* didaur ulang, sehingga perlu adanya bahan alternatif pengganti *fiber glass* tersebut [4].

Serat merupakan unsur penguat yang sangat menentukan sifat mekanik dari bahan, karena serat inilah yang menerima dan meneruskan Tegangan. Keunggulan serat alam dibandingkan dengan serat sintetis adalah serat alam lebih ramah terhadap lingkungan karena mampu terdegradasi secara alami dan harganya pun lebih murah, mudah di dapat

mengingat ketersediaan bahan bakunya yang melimpah di Indonesia dan dapat diperbaharui (renewable), sedangkan serat sintetis sukar terdegradasi secara alami, sebab serat sintetis merupakan bahan yang tidak dapat terdekomposisi oleh mikro organisme pengurai (non biodegradable), sehingga penumpukannya di alam dikhawatirkan akan menimbulkan masalah lingkungan bagi kesehatan manusia. Serat alam memiliki sifat hidrophilik (senang air) sedangkan polimer bersifat hidrophobik (takut air). Sifat hidrophilik harus direduksi agar serat alam dan polimer mampu menyatu (bonding).Palma Aren (Arenga Pinnata) sering disebut aren, enau atau nira merupakan tanaman yang banyak tumbuh diseluruh wilayah Indonesia, dan tinggi dapat mencapai 25 m dan diameter 65 cm, batang pokoknya kokoh dan pada bagian atas diselimuti oleh serabut. Pada masa dulu Pelepah Aren dan tangkai daunnya setelah diolah dapat menghasilkan benang, tali pancing dan senar gitar batak. Sekarang pun juga masih bisa kita jumpai, di daerah Aceh Pidie yaitu Daerah Beureunun, Menasah Dayah Adan. Disana juga masih banyak masyarakat yang mengolah pelepah aren menjadi benang dan dibuat menjadi sebuah Peci Aceh (Kupiah riman). Serat Pelepah Aren di kombinasikan dengan resin sebagai matrik dapat menghasilkan material alternatif, maka dalam industri *manufaktur* sudah dapat di aplikasikan untuk menggantikan material logam dalam memenuhi kebutuhan material yang memiliki perbandingan kekuatan terhadap berat yang tinggi, kekakuan dan ketahanan terhadap korosi.

Penelitian ini dilakukan agar bisa memberikan manfaat kepada masyarakat banyak dan pengrajin komposit, dengan adanya komposit dari serat alam akan meringankan biaya, karena serat alam mudah di dapatkan. Material komposit yang diperkuat oleh Serat Pelelah Aren aplikasinya untuk membuat atap dari *fiber*, kap honda, dan bisa juga sebagai pembuatan helm. Pengujian ini umumnya diperuntukkan bagi pengujian beban-beban statik. Beban tarik dimulai dari nol hingga berhenti pada beban atau Tegangan patah tarik (Ultimate Strength) dari suatu material. Beban uji yang telah dinormalisasikan ukurannya dipasang pada mesin tarik, kemudian diberi beban (gaya tarik) secara perlahan-lahan dimulai dari nol hingga beban maksimum. Perubahan (pertambahan) panjang dan gaya yang diberikan dicatat dan hasil catatan tersebut digambarkan dalam sebuah diagram Regangan-Tegangan, yang dirumuskan : Tegangan sama dengan besarnya beban dibagi dengan luas penampang.

$$\sigma = \frac{P}{A} \quad (1)$$

$$A = \pi r^2 \quad (2)$$

Dimana :

$\sigma$  = Tegangan yang terjadi (MPa)

P = gaya yang bekerja (N)

A = luas penampang potongan ( $\text{mm}^2$ )

$\pi$  = konstanta (3,14)

r = jari-jari lingkaran

Pada pengujian tarik, benda uji mendapat Tegangan uniaksial yang naik terus menerus, dan perpanjangan benda uji diukur setiap penambahan beban. Bila material logam ditarik sampai putus, maka akan didapatkan profil tarikan yang lengkap yang berupa kurva. Kurva ini menunjukkan hubungan antara gaya tarikan dengan perubahan panjang. Pada dasarnya pengujian tarik dilakukan untuk menentukan respon material pada saat dikenakan beban atau deformasi dari luar (gaya-gaya yang diberikan dari luar, yang dapat menyebabkan suatu material mengalami perubahan struktur). Tegangan yang dipergunakan pada kurva adalah Tegangan membujur rata-rata pengujian tarik.

Pada spesimen panjang tengahnya biasanya lebih kecil luas penampangnya dibandingkan kedua ujungnya, agar patahan terjadi pada bagian tengah. Kekuatan patah (breaking strength) ditentukan dengan membagi beban pada saat benda uji putus. Pada dasarnya kekuatan sambungan las tumpul sama dengan kekuatan logam induk asal pemilihan bahan las dan cara pengelasannya betul. Dalam pelaksanaannya manik las dalam las tumpul mempunyai ketebalan yang lebih dari pada pelat yang dilas disebut penguatan las.

## 2 Landasan Teori

### Regangan ( $\varepsilon$ )

Bila sebuah batang lurus diberi beban tarik, batang itu akan bertambah panjang. Jumlah pertambahan panjang

atau pemuai disebut Regangan. Pertambahan panjang per satuan panjang dari batang tersebut disebut satuan Regangan. Keuletan logam ditentukan sebagai Regangan tertinggi dalam logam yang dapat dihitung dengan rumusan Regangan.

$$\varepsilon = \frac{L - L_0}{L_0} \times 100\% \quad (3)$$

Dimana ;

$L_0$  = Panjang mula-mula

L = Panjang akhir.

Untuk mengukur luas penampang serat diperlukan mikrometer agar dapat mengukurnya, Elastisitas adalah sifat bahan yang memungkinkan bahan tersebut kembali ke bentuk dan ukuran semula bila beban dilepas. Hukum *Hooke* menyatakan bahwa dalam batas-batas tertentu, Tegangan pada suatu bahan adalah berbanding lurus dengan Regangan yang terjadi.

Untuk kondisi Tegangan berbanding lurus dengan Regangan, maka dapat dilihat persamaan

$$\sigma = E\varepsilon \quad (4)$$

$$\tau = G\gamma \quad (5)$$

Dimana E dan G adalah konstanta perbandingan. Karena perpanjangan adalah bilangan tanpa dimensi, maka satuan E dan G adalah sama dengan satuan Tegangan. Konstanta E disebut *Modulus Elastisitas*. Konstanta G disebut *Modulus elastisitas geser* (modulus kekakuan).

## 2.1 Kajian Pustaka

Pengaruh perlakuan alkali terhadap sifat permukaan serat alam selulosa telah diteliti dimana kandungan optimum air mampu direduksi sehingga sifat alami *hydrophilic* serat dapat memberikan kekuatan ikatan *interfacial* dengan matrik polimer secara optimal[2].

Ikatan *interfacial* antara serat dan resin matrik merupakan unsur yang sangat penting dalam mencapai sifat mekanik komposit yang baik. Kekuatan *interface* sangat berpengaruh terhadap sifat-sifat mekanik komposit, dimana *interface* yang lemah menyebabkan komposit mudah rusak dan kekuatan geser komposit menjadi rendah[3].

Ikatan *interfacial* antara serat dan matrik dipengaruhi oleh *moisture absorption* dan *wettability*, dimana *debonding* dapat terjadi dengan mudah apabila serat memiliki *moisture absorption* dan matrik, *wettability* yang jelek dan daya ikat yang kurang antara serat polimer, Selanjutnya ditunjukkan pula bahwa perlakuan kimia pada serat dapat menghentikan proses *moisture absorption*, membersihkan dan mengubah topografi permukaan serat serta meningkatkan kekasaran permukaan sehingga dapat meningkatkan daya ikat *interfacial* antara serat dan matrik. Topografi permukaan serat kasar tersebut akan menghasilkan *mechanical interlocking* yang lebih baik dengan matrik[6].

Pengaruh perlakuan alkali NaOH pada serat alam selulosa menunjukkan peningkatan mutu permukaan serat dan sifat alami *hidrophilic*[7].

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. Semakin kecil bahan (diameter serat mendekati ukuran kristal) maka semakin kuat bahan tersebut, karena minimnya cacat pada material[8].

### 3 Metodologi Penelitian

#### Peralatan Dan Bahan

##### Peralatan

- Serat Pelelah aren
- Larutan NaOH
- Kertas Lakmus
- Aquades
- Oxygen Absorber
- Timbangan digital
- Gunting
- Oven listrik
- Gelas *stainless steel*
- Gelas ukur
- Termometer
- Jangka sorong
- Mikrometer
- Mesin uji tarik (Universal Machine), ditunjukkan pada Gambar 1



Gambar 1. Alat Uji Tarik Serat TENSOLAB

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

Mesin uji tarik (Universal Machine) dengan spesifikasi :

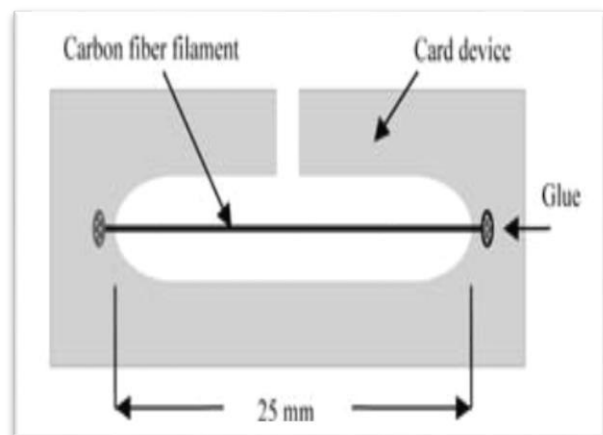
- Merk : TENSOLAB

- Nama : Alat uji tarik benang
- Type : Pearson Panke Equipment Ltd.

Penelitian ini dilakukan dengan beberapa tahapan. Secara singkat dapat diuraikan sebagai berikut :

- Menyiapkan serat yang akan digunakan.  
Serat Pelelah Aren diambil dari kebun, kemudian seratnya direndam dengan air selama beberapa hari agar seratnya menjadi lentur sehingga mudah dipukul-pukul dan seratnya dicabuti dari daging pelelahnya, lalu serat tersebut dibersihkan dan dikeringkan.
- Perlakuan Serat.
  - Ukur serat dengan timbangan digital
  - Campurkan larutan NaOH dengan Aquades menurut variasinya masing-masing, yaitu dengan variasi NaOH 5%.
  - Masukan serat ke larutan NaOH yang telah divariasikan kedalam gelas ukur.
  - Rebus serat di gelas ukur dengan kompor, rebus dengan temperatur  $\pm 98^{\circ}$  C (mendidih air)
  - Serat dicuci dengan air mengalir, cek dengan kertas lakmus sampai pH serat normal
  - Serat dikeringkan sampai benar-benar kering
  - Pisahkan serat, masing-masing diberi tanda serat yang telah divariasikan.
- Pengujian Tarik

Pengujian yang akan dilakukan dalam penelitian ini adalah pengujian tarik (tensile strength) yang dilakukan dengan mesin uji tarik *Pearson Panke Equipment Ltd.* dilaboratorium Teknik Mesin Universitas Gadjah Mada sehingga didapat data yang akurat. Bentuk dan ukuran sesuai dengan ukuran standar ASTM D 3379-75[1], yaitu standar pengujian spesimen uji tarik seperti Gambar 2:



Gambar 2. Spesimen uji tarik standar ASTM D 3379-75

### 4 Hasil dan Pembahasan

Setelah melalui tahapan uji tarik dengan mengetahui beban tarikan (N.f) sampai spesimen putus, maka nilai tersebut dapat dihitung menggunakan persamaan 1 untuk mendapatkan nilai Tegangan spesimen uji. Dari hasil penelitian ini, telah didapatkan nilai-nilai dari

perhitungan uji tarik yaitu NaOH 5%. Di penelitian ini meneliti 5 spesimen. Berikut adalah hasil perhitungan dari serat Pelelah Aren dengan variasi NaOH 5%.

Tabel 1. Hasil Perhitungan Tarik

s p e c	A(mm)	P maks (N)	Teg. (MPa)	Reg. (%)	E
1	0.091	18.24	200.9	10.2	19.70
2	0.096	21.77	226.6	12	18.88
3	0.071	18.73	263.6	12.2	21.61
4	0.096	19.31	201.1	8	25.14
5	0.091	27.06	297.2	3.2	92.88

Data-data dari tabel 1 adalah perhitungan serat Pelelah Aren variasi NaOH 5%, menunjukkan bahwa nilai Tegangan tarik yang tertinggi pada Serat Pelelah Aren yaitu pada perlakuan alkali 5% NaOH dengan nilai 297,2 MPa dan nilai terendah yaitu dengan nilai 200.9 MPa, dan regangan tertinggi 12,2% dan nilai regangan terendah 3.2%, untuk modulus elastisitas tertinggi sebesar 92.88 dan nilai terendah sebesar 18,88 jadi pada penelitian perlakuan NaOH 5% bila diberikan larutan alkali yang semakin tinggi akan menyebabkan berkurangnya kandungan semiselulosa, lignin atau pektin pada serat. Namun jika semiselulosa, lignin atau pektin hilang sama sekali maka kekuatan serat alam menurun, karena kumpulan mikrofibril penyusun serat yang disatukan oleh lignin atau pektin akan terpisah, serat hanya berupa serat-serat halus (diameter kecil) terpisah satu sama lain.

## 5 Kesimpulan

Beberapa kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah :

1. Nilai kekuatan tarik yang tertinggi dari Serat Pelelah Aren yaitu 297.2 MPa, nilai Tegangan yang terendah yaitu 200.9 MPa.
2. Nilai Regangan yang tertinggi dari serat Pelelah Aren yaitu 12.2%, nilai Regangan yang terendah yaitu 3.2%.
3. Nilai Modulus Elastisitas yang tertinggi dari serat Pelelah Aren yaitu 92.88, nilai Modulus Elastisitas yang terendah yaitu 18,88.
4. Nilai yang terbaik dari semua serat yang diuji adalah dengan beban maksimum 2.76 Kg

## Daftar Pustaka

- [1] ASTM, "Annual Book of ASTM Standard", West Conshohocken, 2003.
- [2] Bismarck, *Influence of alkali treatment on surface properties of fibers*, Mc Graw hill, New York, 2002.
- [3] Clyne dan Jones, *interfacial bonding between fibers and matrix*, Brisbane, 2001.
- [4] Hull, D, *An introduction to composite material*, Cambridge University Press, Cambridge, 1990.
- [5] Hadi, B.K, *Mekanika struktur komposit*, ITB Bandung, , 2000.
- [6] Hwang, *interfacial bonding between fibers and matrik is inflienced by moisture absorption and wettability*.vol 33, no. 26 september 2003.
- [7] Marsyahyo M, Soekrisno, Jamasri dan Rochardjo H.S.B., *Penelitian Awal Pengaruh Perlakuan Alkali Terhadap Kekuatan Tarik dan Model Perpatahan Serat tunggal Ramie*, Proseding Seminar Nasional, SNTTM-IV, UNUD, Bali, Indonesia, 2005.
- [8] Triyono dan Diharjo k, *Serat atau fiber dalam bahan komposit berperan sebagai bagian utama yang menahan beban*, ITB Bandung, 2000.