

PENGARUH PANJANG SERAT RAMI TERHADAP KEKUATAN TARIK KOMPOSIT SEBAGAI MATERIAL PENYUSUN KAKI PALSU

Ramadhan Fido Andretta

S1 Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
E-mail : ramadhanandretta16050754047@mhs.unesa.ac.id

Mochammad Arif Irfai

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
E-mail : arifirfai@unesa.ac.id

Abstrak

Secara umum, material kaki palsu harus memiliki spesifikasi seperti materialnya ringan, kuat dalam menerima beban baik statis maupun dinamis, lentur atau ulet, dan tidak mengganggu kesehatan. Salah satu sumber bahan baku yang cocok untuk menjadi reinforce untuk pembuatan kaki palsu adalah serat rami. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui kekuatan optimal komposit rami sebagai material penyusun kaki palsu dengan pengaruh panjang serat 5mm, 10mm dan 15mm, dan pengaruh adanya perendaman dan tidak. Proses pembuatan komposit serat rami epoxy dilakukan dengan metode vacuum bag. Metode ini memanfaatkan udara vacuum yang bertujuan mengeluarkan udara yang terjebak dalam komposit pada saat proses matrik mengalir melewati reinforce sehingga matrik akan tersebar merata dan menghindari void yang tidak diharapkan. Penelitian ini menggunakan pengujian tarik. Hasil penelitian ini didapatkan Kekuatan pada komposit rami epoxy dengan hasil uji tarik kekuatan terendah pada panjang 15mm dan tanpa perendaman sebesar 9,49 Mpa, dan kekuatan tarik tertinggi pada panjang serat 5mm dengan perendaman sebesar 36,83 Mpa. material komposit serat rami memiliki kekuatan Tarik lebih tinggi dibandingkan fiberglass, lebih murah dan ramah lingkungan dibandingkan carbon fiber, dan komposit serat rami memiliki kekuatan bending lebih tinggi dari yang dibutuhkan untuk menjadi material penyusun kaki palsu

Kata Kunci: kaki palsu, komposit, serat rami, panjang serat, pengujian tarik.

Abstract

In general, prosthetic leg material must have specifications such as lightweight material, strong in receiving load both static and dynamic, flexible or tenacious, and does not interfere with health. One source of raw materials suitable to be reinforced for the manufacture of prosthetic legs is hemp fibers. The purpose of this study was to find out the optimal strength of hemp composite as a prosthetic leg building material with the influence of fiber length of 5mm, 10mm and 15mm, and the influence of immersion and not. The process of making composites of epoxy hemp fibers is carried out by the vacuum bag method. This method utilizes vacuum air that aims to release the air trapped in composites when the matrix process flows through the reinforce so that the matrices will spread evenly and avoid unexpected voids. This study uses tensile testing. The results of this study obtained strength in epoxy hemp composite with the results of the lowest tensile strength test at a length of 15mm and without immersion of 9.49 Mpa, and the highest tensile strength at the length of fiber 5mm with the immersion of 36.83 Mpa. Hemp fiber composite material has higher tensile strength than fiberglass, cheaper and environmentally friendly than carbon fiber, and hemp fiber composite has higher bending strength than needed to become a prosthetic leg building material.

Keywords: prosthetic leg, composite, hemp fiber, fiber length, testing tensile.

PENDAHULUAN

Kaki palsu atau biasa dikenal dengan istilah prothesa atau bagian tubuh buatan yang biasa digunakan guna mengganti bagian tubuh yang hilang akibat dari kecelakaan atau memang bawaan sejak lahir. Secara umum, material kaki palsu harus memiliki spesifikasi seperti materialnya ringan, kuat dalam menerima beban baik statis maupun dinamis, lentur atau ulet, dan tidak mengganggu kesehatan. Material dipilih berdasarkan dari kebutuhan fungsional, harga, proses manufaktur yang

mudah, bahan baku material yang mudah didapat dan, perawatan serta proses untuk perbaikan yang mudah. (Campbell, 2002). Pada serat sintesis memiliki kekurangan yaitu serat sintesis lebih kaku ketika kering sehingga dapat mengakibatkan serat tersebut menjadi tajam dan pada kebanyakan serat sintesis seperti fiberglass memiliki sifat lebih getas dibandingkan serat alami. Kekuatan serat alam seperti pada serat rami mengacu dari hasil lab dari pengujian kekuatan mekanik yang menunjukkan hasil bahwa serat rami mempunyai sifat

yang sangat cocok sebagai reinforce sebuah komposit untuk material soket prosthesis (Soemardi, dkk., 2009).

Panjang serat berpengaruh dalam menentukan kekuatan mekanik dari komposit dengan penguat serat alam, kekuatan tarik dipengaruhi oleh kerapatan yang cukup tinggi pada komposit kerapatan tinggi bisa diciptakan dengan serat yang pendek, dengan susunan serat yang pendek pada komposit serat alam akan memiliki distribusi kekuatan yang merata serta ikatan antar serat dan matrik lebih tinggi sehingga beban yang diterima dapat terbagi lebih merata dan dapat meningkatkan kekuatan tarik material. Kekuatan tarik tertinggi dari penelitian pengaruh panjang serat dan alkalisasi pada serat sabut kelapa dengan Panjang serat 10 mm, 20 mm, dan 30 mm diperoleh hasil kekuatan tarik pada panjang serat 10 mm memiliki kekuatan tarik sebesar 18,05 Mpa, dan menurut ANSI A135.4 2004 bahwa kekuatan tarik tersebut telah memenuhi standar minimal kekuatan tarik papan serat kerapatan tinggi (hardboard) (Pratama, dkk., 2014).

Hasil kekuatan bending tertinggi pada penelitian tentang pengaruh alkalisasi KOH dan NaOH pada komposit dengan matrik poliester memiliki kekuatan bending tertinggi 18,89 Mpa yang terdapat pada spesimen dengan alkalisasi KOH dengan konsentrasi 5% dan pada NaOH memiliki kekuatan bending tertinggi 17,28 MPa dengan konsentrasi alkalisasi NaOH 5%. (Hasyim, dkk., 2018).

Permasalahan pada penelitian ini yaitu, Bagaimana perbedaan kekuatan Tarik komposit rami dengan direndaman larutan KOH dan tidak. Dan Bagaimana pengaruh panjang serat rami terhadap kekuatan tarik komposit serat rami.

Tujuan adanya penelitian ini guna mengetahui perbedaan dari serat yang direndaman larutan KOH dan tidak terhadap kekuatan tarik dan bending komposit serat rami, dan mengetahui pengaruh panjang serat yang memiliki kekuatan tarik tertinggi pada komposit serat rami.

jenis material baru yang terbentuk akibat dari penggabungan material satu dengan material lain yang memiliki spesifikasi berbeda dan menghasilkan material yang memiliki kekuatan lebih baik dibandingkan material sebelumnya biasa disebut sebagai komposit. Material serat yang di gabungkan dengan resin, dengan serat sebagai reinforce dan resin sebagai matrik dengan penggabungan secara manual maupun vacuum biasa disebut sebagai komposit serat.

Serat rami atau *Boehmeria Nivea* adalah salah satu serat alam yang dapat digunakan sebagai reinforce suatu komposit. tanaman ini sangat cocok digunakan sebagai reinforce komposit dikarenakan tanaman ini bisa tumbuh kapan saja, dan proses pemanenan tanaman ini bisa

dilakukan berkali-kali, iklim yang cocok untuk tanaman ini pada daerah dengan cuaca hangat dan lembab seperti daerah tropik maupun subtropik. Serat ini juga memiliki kandungan yang sangat cocok jika digunakan sebagai reinforce komposit dikarenakan kandungan lignin sangat sedikit dibandingkan serat lain dengan nilai persentase 0,7%.

Larutan KOH digunakan untuk menghilangkan lapisan yang menghambat proses pengikatan matrik dan serat antara lain lapisan lignin dan pektin sehingga dapat menjadikan ikatan antara matrik dan serat lebih efisien sehingga dapat meningkatkan kekuatan mekanik komposit dengan reinforce serat alam.

serat pendek mempunyai ikatan serat yang rapat dengan begitu maka densitas atau kerapatannya juga meningkat dan meningkatnya kerapat berpengaruh terhadap kekuatan tarik karena semakin tinggi kerapatan maka proses pendistribusian beban dari pengujian dapat tersalurkan dengan merata.

Pengujian tarik bertujuan untuk mengetahui tegangan, regangan, modulus elastisitas bahan dengan cara menarik spesimen sampai putus. Pengujian tarik dilakukan dengan mesin uji tarik atau dengan universal testing standar (Standar ASTM D 638-02). Informasi yang didapat dari pengujian Tarik ini berfungsi untuk mengetahui nilai kelenturan dan ketahanan dari material sehingga bisa menentukan apakah material cocok atau tidak untuk bahan dasar pembuatan prosthesis.

$$P = \sigma \cdot A \text{ atau } \sigma = \frac{P}{A}$$

Catatan:

P = beban (N)

A = luas penampang (mm²)

σ = tegangan (MPa).

METODE

Metode Penelitian

Penelitian eksperimen (experimental research) digunakan untuk mengetahui pengaruh panjang serat dan perlakuan perendaman pada komposit rami melalui proses vacuum bag terhadap kekuatan tarik dan bending. Sehingga diharapkan dapat diketahui dan diperkirakan kekuatan socket prosthesis utuh yang diwakilkan dengan komposit serat rami dengan ukuran spesimen uji.

Tempat dan Waktu Penelitian

• Tempat

Adapun tempat pelaksanaan penelitian, yaitu: Pembuatan spesimen akan dilaksanakan di basecamp Garuda Unesa Racing Team (GARNESA) Universitas Negeri Surabaya. Dan Pengujian tarik dilakukan di Laboratorium Teknik Mesin Politeknik Negeri Malang.

• Waktu

Penelitian dilakukan 4 bulan terhitung dari bulan – Desember 2020 untuk waktu pelaksanaannya.

• Variabel Penelitian

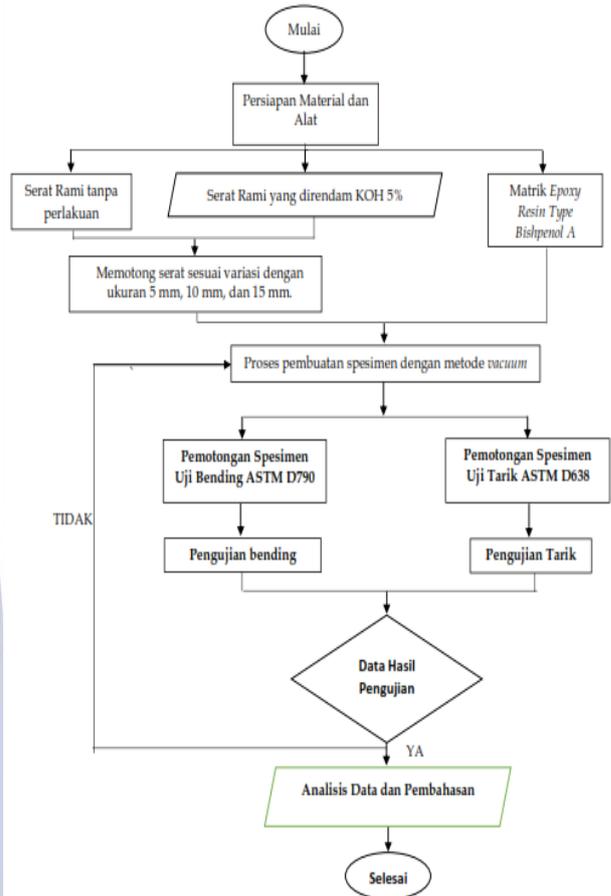
- ❖ Variabel Bebas (Independent Variable)
 - Perlakuan perendaman dan tanpa perendaman larutan KOH,
 - Panjang serat 5 mm, 10 mm, 15 mm.
- ❖ Variabel Terikat (Dependent Variable)
 - nilai kekuatan tarik
- ❖ Variabel Kontrol (Control Variable)
 - jenis resin
 - jenis hardener
 - jenis serat.

Bahan, Instrumen dan Peralatan Penelitian

- ❖ Bahan Penelitian
 - serat rami
 - resin epoksi
 - kalium hidroksida padat.
- ❖ Instrumen Penelitian
 - Mesin uji Tarik
 - penggaris siku
 - timbangan digital
 - gelas ukur
 - jangka sorong.
- ❖ Peralatan Penelitian
 - Mesin pompa *vacuum*
 - *peel ply*
 - mesin gerinda
 - *vacuum bag*
 - cetakan *stainless steel*
 - sarung tangan karet
 - ember
 - *infusion mesh*.

Rancangan penelitian

penelitian dilakukan seperti pada gambar 1 berikut.



Gambar 1. Rancangan Penelitian

Prosedur

- Pembuatan specimen
 - Menyiapkan serat rami
 - Membuat larutan KOH 5% dengan cara menghitung dengan rumus konsentrasi = volume KOH/Volume campuran. Dan didapatkan volume KOH. Setelah itu mencari massa KOH yang harus dilarutkan dengan cara menghitung densitas x volume KOH dan didapatkan nilai.
 - Melarutkan 106 gram KOH hasil perhitungan kedalam 950 ml aquades dan diaduk hingga tercampur.
 - Serat terbagi menjadi 2 yaitu direndam dan direndam KOH 5%.
 - Perendaman serat rami dengan konsentrasi KOH 5% diletakkan pada ember dengan lama perendaman selama 2 jam.
 - Memotong serat rami sesuai dengan ukuran panjang sesuai dengan tujuan penelitian yaitu 5 mm, 10 mm, 15 mm.
 - Menyiapkan alas cetakan atau molding.
 - Alas cetak dan penutup dibersihkan dari kotoran.
 - Selanjutnya cetakan harus diberi wax pada semua permukaan bagian dalam yang akan digunakan

pada proses pengecoran resin dengan metode *vacuum*. Dengan tujuan supaya proses pelepasan hasil pengecoran dapat dengan mudah dilepas dari cetaknya.

- Proses pengukuran massa serat dengan menggunakan bantuan alat yaitu timbangan digital sehingga dapat akurat dan sesuai dengan perhitungan fraksi volume.
- Proses pengukuran massa dari resin maupun hardener dengan perbandingan yang sesuai perhitungan panduan atau ketetapan dengan menggunakan bantuan alat yaitu timbangan digital sehingga dapat akurat dan sesuai dengan perhitungan fraksi volume
- Mencampurkan resin dengan hardener sesuai perhitungan dengan bantuan alat aduk sehingga dapat tercampur merata.
- Menyusun molding dengan susunan peel ply, infusion mesh, dan vacuum film sebelum dilakukannya proses pengecoran dengan metode *vacuum*.
- Merakit alat bantu penyaluran resin yang berada di antara *vacuum* dan tabung *reservoir* yaitu selang.
- Pompa vacuum dinyalakan dengan kondisi tekanan 1 atm dikarenakan tekanan berpengaruh pada aliran resin, semakin tinggi tekanan semakin cepat aliran resin dan semakin padat hasil spesimen.
- Setelah itu menunggu spesimen kering terlebih dahulu dan setelah spesimen sudah kering maka spesimen dapat diangkat dari cetaknya
- Setelah spesimen diangkat dari cetakan spesimen harus dipotong – potong dengan bantuan mesin gerinda sampai membentuk sesuai standar uji Tarik ASTM D638-02.
- Setelah dipotong maka spesimen bisa di proses untuk dilakukan pengujian tarik.

Teknik Analisis Data

Dalam penelitian ini, peneliti menggunakan teknik analisis data kuantitatif, yaitu data yang dapat diwujudkan dengan angka yang diperoleh dari lapangan. Dalam penelitian kuantitatif yang dilandasi pada suatu asumsi bahwa suatu gejala itu dapat diklasifikasikan, dan hubungan gejala bersifat kausal (sebab akibat), maka peneliti dapat melakukan penelitian dengan memfokuskan kepada beberapa variabel saja. Paradigma penelitian ini terdiri atas satu variabel independen dan dependen. Adapun data kuantitatif ini dianalisis oleh penulis dengan menggunakan statistik.

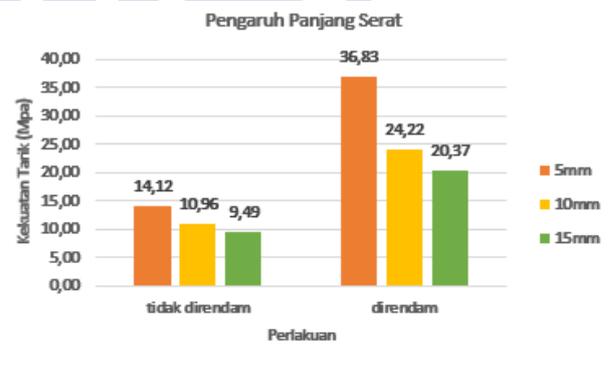
HASIL DAN PEMBAHASAN

- Hasil uji Tarik dan bending

Matrix	Variabel Bebas					
	tanpa perendaman			dengan perendaman		
Variabel Terikat	5mm	10mm	15mm	5mm	10mm	15mm
Kekuatan Tarik	14.55	10.78	8.62	35.04	25.76	21.24
(Mpa)	14.01	11.86	9.92	36.65	22.10	20.48
	13.80	10.24	9.92	38.81	24.79	19.40
Rata Rata	14.12	10.96	9.49	36.83	24.22	20.37



Gambar 2. Spesimen setelah uji tarik



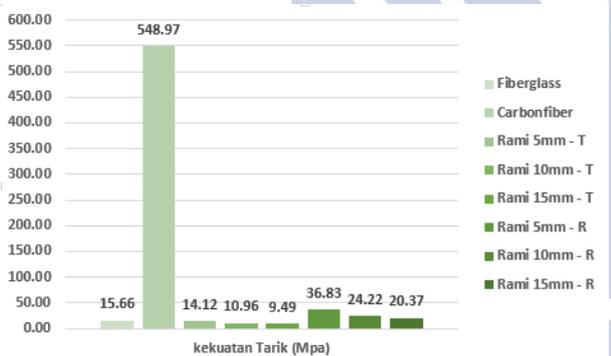
Gambar 3. Grafik Kekuatan Tarik (Mpa)

Pada gambar 3, diagram batang diatas menunjukkan kekuatan Tarik dan bending, pada kekuatan Tarik komposit serat rami dengan matriks epoksi tanpa perendaman KOH pada panjang 5mm memiliki kekuatan sebesar 14,12 Mpa, pada panjang 10 mm dan tanpa perendaman memiliki kekuatan sebesar 10,96 Mpa, dan pada panjang 15mm tanpa perendaman memiliki kekuatan Tarik sebesar 9,5 Mpa, Sedangkan pada serat yang diberi perlakuan perendaman larutan KOH dengan konsentrasi 5% pada panjang 5mm memiliki kekuatan sebesar 36,83 Mpa, selanjutnya pada panjang 10mm memiliki kekuatan sebesar 24,22 Mpa, pada panjang 15mm memiliki kekuatan Tarik sebesar 20,37.

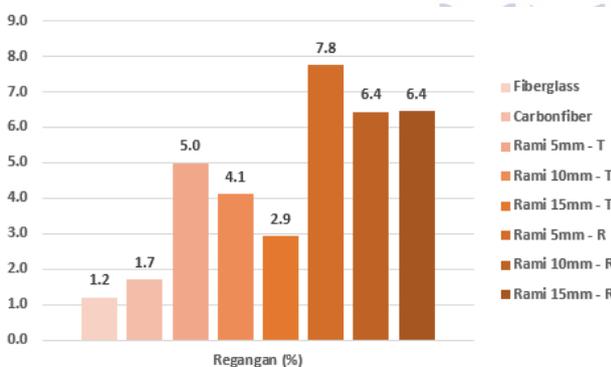


Gambar 4. Patahan Uji Tarik

Pada pengujian Tarik dan bending menunjukkan di beberapa specimen yang mengalami kegagalan berupa fiber pullout. Patahan ini diawali dengan retaknya matrik (*crack deflection*) kemudian ikatan matriks terlepas dari serat terjadi fiber pull out dan Debonding pada serat.



Gambar 5. Grafik Kekuatan Material komposit Penyusun Kaki Palsu



Gambar 6. Grafik Regangan Material komposit Penyusun Kaki Palsu

Dari gambar 3, grafik diatas kekuatan dari serat rami pada perendaman 5% melebihi kekuatan fiberglass polyester yang berarti serat rami dengan perendaman KOH dengan konsentrasi 5% dapat digunakan sebagai material penyusun kaki palsu menggantikan material komposit

fiberglass – polyester, kelebihan dari serat rami tidak hanya kekuatannya lebih tinggi dari fiberglass – polyester dengan nilai 20,37 Mpa , 24,22 Mpa, dan 36,83 Mpa sedangkan pada fiberglass polyester hanya 15,66 Mpa. Tetapi nilai kekuatan Tarik dari komposit rami dengan perendaman larutan KOH dengan konsentrasi 5% masih jauh dibawah kekuatan Tarik dari carbon – polyester dengan nilai 548,97 Mpa, selanjutnya yaitu nilai kelenturan, nilai regangan yang menunjukkan keuletan material pada serat *fiberglass* dan *carbon fiber* tidak lebih dari 2% sedangkan nilai kelenturan pada komposit serat rami diatas 2% dengan nilai terendah pada panjang serat 15mm tanpa perendaman 2,9%.tetapi harga material dari komposit rami ini memiliki harga yang jauh lebih murah dan lebih ramah lingkungan dikarenakan rami berasal dari serat alam. Dengan demikian serat rami memiliki kekuatan Tarik yang mampu atau sesuai jika digunakan untuk material penyusun socket kaki palsu.

PENUTUP

Simpulan

- Kekuatan Tarik pada komposit rami epoxy mengalami peningkatan dikarenakan pengaruh perendaman larutan Kalium Hidroksida (KOH) dengan hasil uji tarik pada specimen dengan serat tanpa perendaman larutan KOH memiliki kekuatan tarik tertinggi 14,12 Mpa, pada konsentrasi 5% memiliki kekuatan tarik tertinggi 36,83 Mpa.
- Kekuatan Tarik pada komposit rami epoxy mengalami peningkatan dikarenakan perbedaan panjang serat pada uji tarik specimen dengan panjang serat 5mm kekuatan 36,83 dan 14,12 Mpa, pada 10mm memiliki kekuatan 24,22 Mpa dan 10,96 Mpa, sedangkan 15 mm memiliki kekuatan 20,37 Mpa dan 9,49 Mpa.

Saran

Disarankan untuk penelitian selanjutnya untuk menggunakan pengeringan dengan metode oven pada saat mengeringkan serat yang sudah di rendam dengan larutan basa, untuk dapat menghasilkan serat yang benar – benar kering sehingga tidak mengganggu proses pengikatan matriks terhadap reinforce.

DAFTAR PUSTAKA

- Hasyim, Ummul Habibah, dkk. 2018. Modifikasi Sifat Kimia Serbuk Tempurung Kelapa (Stk) Sebagai Matriks Komposit Serat Alam Dengan Perbandingan Alkalisasi Naoh Dan KOH. Hal. 1-7.
- J.A. Campbell, Material Selection in an above Knee Prosthetic Leg. Engineering Materials, Department of Engineering, Australian National University. 2002.

Pratama, Yudha Yoga, dkk. 2014. Pengaruh Perlakuan Alkali, Fraksi Volume Serat, Dan Panjang Serat Terhadap Kekuatan Tarik Komposit Serat Sabut Kelapa – Polyester. 13(1). Hal. 8-15.

Soemardi, Tresna P., dkk. 2009. Karakteristik Mekanik Komposit Lamina Serat Rami Epoksi Sebagai Bahan Alternatif Soket Protesis. 13(2). Hal. 96-101.

Tim Penyusun. 2004. *Buku Pedoman Penulisan Skripsi Unesa*, Surabaya: Unesa.

UNESA. 2000. *Pedoman Penulisan Artikel Jurnal*, Surabaya: Lembaga Penelitian Universitas Negeri Surabaya.

