

# SIFAT MEKANIS, KUAT TUMPU BAUT, DAN DAKTILITAS KOMPOSIT SCRIMBER BAMBU

SARAH PUTRI SYLVAYANTI



PROGRAM STUDI ILMU DAN TEKNOLOGI HASIL HUTAN  
FAKULTAS KEHUTANAN DAN LINGKUNGAN  
INSTITUT PERTANIAN BOGOR  
BOGOR  
2024

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
    - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
    - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
  2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



## PERNYATAAN MENGENAI TESIS DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa tesis dengan judul “Sifat Mekanis, Kuat Tumpu Baut, dan Daktilitas Komposit *Scrimber* Bambu” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir tesis ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Juli 2024

Sarah Putri Sylvayanti  
E2501202008

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
    - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
    - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
  2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



## RINGKASAN

SARAH PUTRI SYLVAYANTI. Sifat Mekanis, Kuat Tumpu Baut, dan Daktilitas Komposit *Scrimber* Bambu. Dibimbing oleh NARESWORO NUGROHO dan LINA KARLINASARI.

Ketersediaan bambu yang melimpah diharapkan dapat memenuhi permintaan bahan baku material dalam skala global. Bambu sebagai material konstruksi umum digunakan secara tradisional karena kekuatannya setara dengan material lain. Kemajuan teknologi mendorong berkembangnya material rekayasa berkelanjutan, salah satunya produk komposit *scrimber* bambu. *Scrimber* bambu diproduksi dengan menggabungkan pelupuh bambu yang dibentuk menjadi balok bambu melalui proses perekatan dan pengempaan, sehingga diperoleh produk dengan kerapatan yang tinggi.

Pertimbangan dasar dalam menggunakan material struktural adalah kekuatan, kekakuan, dan daktilitas. Pertimbangan lain dalam penggunaan produk biomaterial adalah keterbatasan dalam hal ukuran berupa panjang, luasan, serta kekuatan material yang menyebabkan keberadaan sambungan mutlak diperlukan. Salah satu parameter yang mempengaruhi desain sambungan kayu berdasarkan EYM adalah kuat tumpu. Penelitian terkait daktilitas serta sambungan pada *scrimber* bambu sangat terbatas. Oleh karena itu penelitian ini bertujuan untuk menganalisis sifat mekanis, termasuk kuat tumpu, dan daktilitas *scrimber* bambu dengan kayu.

Hasil penelitian menunjukkan *scrimber* bambu memiliki kerapatan ( $0,98 \text{ g cm}^{-3}$ ) dan karakteristik sifat mekanis yang lebih unggul dibandingkan kayu, terutama dalam menerima beban tekan. Sama halnya dengan kekuatan tumpu baut *scrimber* bambu yang memiliki nilai paling tinggi dibandingkan kayu yaitu sebesar 55,98 MPa. Hal ini disebabkan karena berat jenis memiliki hubungan yang erat dengan kekuatan tumpu baut dengan koefisien determinasi yang tinggi yaitu 1,00. Selain berat jenis, kekuatan tumpu baut juga memiliki keterkaitan dengan beberapa sifat mekanis yang diuji, diantaranya kekuatan tekan tegak lurus, tekan sejajar serat, dan geser sejajar serat secara signifikan berkorelasi dengan kekuatan tumpu baut.

Pada penelitian ini, enam metode berbeda digunakan dalam penentuan titik luluh sehingga menghasilkan nilai daktilitas yang bervariasi untuk masing-masing pengujian. Hasil menunjukkan bahwa titik luluh menggunakan metode K&C, CSIRO, CEN, dan Y&K dapat ditentukan pada pengujian lentur dan tekan tegak lurus serat. Akan tetapi, titik luluh yang ditentukan menggunakan metode CEN dan Y&K tidak dapat ditentukan pada pengujian tarik, geser, dan tekan sejajar serat. Hal ini dikarenakan pengujian pada penelitian ini dilakukan pada struktur statis yang tidak mengalami deformasi yang besar. *Scrimber* bambu dapat dikategorikan menjadi daktilitas sedang ( $4 < \mu \leq 6$ ) hingga tinggi ( $\mu > 6$ ) pada pengujian tekan. Sedangkan pada pengujian selain tekan, daktilitas *scrimber* bambu bernilai lebih rendah dibandingkan kayu. Keterkaitan antara rasio kekuatan dan kekakuan dengan rasio daktilitas diidentifikasi menggunakan regresi linier sederhana pada masing-masing pengujian. Hasil analisis menunjukkan bahwa rasio antara modulus geser dengan kekuatan geser ( $G/F_s$ ) dan rasio antara modulus Young dengan kekuatan tekan sejajar serat ( $E_{cl}/F_{cl}$ ) secara signifikan berkorelasi dengan rasio daktilitasnya.

Kata kunci: daktilitas, kayu, kekuatan tumpu baut, *scrimber* bambu, sifat mekanis



## SUMMARY

SARAH PUTRI SYLVAYANTI. Mechanical Properties, Dowel Bearing Strength, and Ductility of Scrimber Bamboo. Supervised by NARESWORO NUGROHO and LINA KARLINASARI.

The availability of bamboo can meet the demand for raw materials on a global scale. Bamboo is traditionally used as a general construction material because its strength is equivalent to that of other materials. Technological advances have encouraged the development of sustainable engineering materials, including bamboo scrimber composite products. Bamboo scrimbers are produced by combining bamboo slivers formed into bamboo blocks through a glueing and pressing process to obtain a product with a high density.

When it comes to structural materials, strength, stiffness, and ductility are the key considerations. However, the use of biomaterial products introduces additional factors, such as size limitations and the necessity of connections. In this context, the scarcity of research on ductility and joints in bamboo scrimbers becomes a pressing issue. This research, therefore, aims to fill this gap by providing a comprehensive analysis of the mechanical properties, including dowel bearing strength, and ductility of scrimber bamboo and wood.

The research findings unequivocally demonstrate the superior mechanical properties of bamboo scrimber over wood, particularly in compressive loads. The bearing strength of bamboo scrimber bolts, for instance, surpasses that of wood, reaching a high of 55,98 MPa. This superiority can be attributed to the close relationship between specific gravity and bolt bearing strength, with a high coefficient of determination of 1,00. The mechanical properties testing, including perpendicular compressive strength, compression parallel to the grain, and shear parallel to the grain, also show significant correlations with bolt bearing strength, further underlining the superiority of bamboo scrimber.

This research used six different methods to determine the yield point, resulting in varying ductility values for each test. The results show that the yield point using the K&C, CSIRO, CEN, and Y&K methods can be determined in bending and compression tests perpendicular to the fiber. However, the yield point determined using the CEN and Y&K methods cannot be determined in tension, shear, and compression tests parallel to the grain. This is because the tests in this research were carried out on static structures that did not experience large deformations. Bambsu scrimbers can be categorized into medium ( $4 < \mu \leq 6$ ) to high ( $\mu > 6$ ) ductility in compression testing. Meanwhile, in tests other than compression, the ductility of the bamboo scrimber was lower than that of wood. The relationship between the strength and stiffness ratio and the ductility ratio was identified using simple linear regression in each test. The analysis results show that the ratio between shear modulus and shear strength ( $G/F_s$ ) and the ratio between Young's modulus and compressive strength parallel to the fiber ( $E_{c\parallel} / F_{c\parallel}$ ) are significantly correlated with the ductility ratio.

**Keywords:** dowel bearing strength, ductility, mechanical properties, scrimber bamboo





- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
    - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
    - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
  2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

## © Hak Cipta Milik IPB, Tahun 2024

### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

*Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah; dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB*

*Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB*



# **SIFAT MEKANIS, KUAT TUMPU BAUT, DAN DAKTILITAS KOMPOSIT SCRIMBER BAMBU**

**SARAH PUTRI SYLVAYANTI**

Tesis  
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar  
Magister pada  
Program Studi Ilmu dan Teknologi Hasil Hutan

**PROGRAM STUDI ILMU DAN TEKNOLOGI HASIL HUTAN  
FAKULTAS KEHUTANAN DAN LINGKUNGAN  
INSTITUT PERTANIAN BOGOR  
BOGOR  
2024**



## @Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

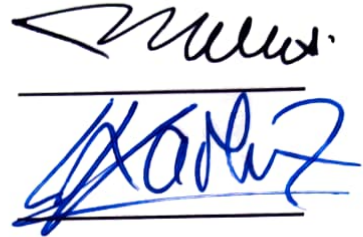
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Judul Tesis : Sifat Mekanis, Kuat Tumpu Baut, dan Daktilitas Komposit Scrimber Bambu  
Nama : Sarah Putri Sylvayanti  
NIM : E2501202008

Disetujui oleh

Pembimbing 1:  
Prof. Dr. Ir. Naresworo Nugroho, MS

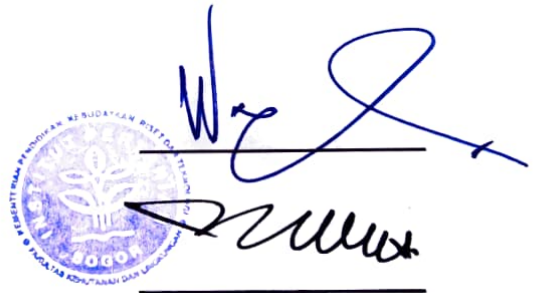
Pembimbing 2:  
Prof. Dr. Lina Karlinasari, S.Hut. M.Sc.F.Trop



Diketahui oleh

Ketua Program Studi:  
Prof. Dr. Ir. I Wayan Darmawan, M.Sc.  
NIP 196602121991031002

Dekan Fakultas Kehutanan dan Lingkungan:  
Prof. Dr. Ir. Naresworo Nugroho, MS  
NIP 196501221989031002



Tanggal Ujian:  
05 Juli 2024

Tanggal Lulus: 29 JUL 2024



## @Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

## PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah *subhanahu wa ta'ala* atas segala karunia-Nya sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Penelitian dengan judul “Sifat Mekanis, Kuat Tumpu Baut, dan Daktilitas Komposit *Scrimber* Bambu” ini dilaksanakan sejak Februari 2021. Penghargaan dan rasa terima kasih penulis sampaikan kepada semua pihak yang telah mendukung dalam penyelesaian tesis ini, antara lain:

1. Prof. Dr. Ir. Naresworo Nugroho, MS, Prof. Dr. Lina Karlinasari, S.Hut. M.Sc.F.Trop, dan Alm Prof. Dr. Effendi Tri Bahtiar, S.Hut, M.Si., selaku pembimbing yang telah memberikan arahan, kritik, dan saran yang membangun kemajuan penelitian Saya.
2. Bapak, Ibu, adik, serta keluarga besar yang telah memberikan dukungan mental dan materi selama penelitian.
3. Bapak Kadiman, Bapak Irfan, dan Alm Bapak Suhada yang telah membantu pengambilan data penelitian.
4. Teman-teman keluarga besar ITHH Sucia, Alifah, Ilmi, Evi, Rahmi, Bang Ompit, Teh Tyas, dan lainnya yang telah membantu penulis dalam proses pengambilan data dan penyusunan karya ilmiah.
5. Sahabat tercinta Suti, Sucia, Siti Ummi, Aji, Andi, Ben, Danarta, Firman, Arya, Gomes, Hafid, Oki, Revan, dan Zaki yang telah membantu dan memberikan semangat kepada penulis.
6. Semua pihak yang telah membantu penulis dalam penyelesaian karya ilmiah dan tidak dapat penulis sebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa masih terdapat banyak kekurangan dalam karya ilmiah ini. Penulis berharap semoga karya ilmiah ini bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, Juli 2024

*Sarah Putri Sylvayanti*



## DAFTAR ISI

|                           |    |
|---------------------------|----|
| DAFTAR TABEL              | vi |
| DAFTAR GAMBAR             | vi |
| I. PENDAHULUAN            | 1  |
| 1.1 Latar Belakang        | 1  |
| 1.2 Perumusan Masalah     | 3  |
| 1.3 Tujuan Penelitian     | 3  |
| 1.4 Manfaat Penelitian    | 3  |
| II. METODE                | 4  |
| 2.1 Waktu dan Tempat      | 4  |
| 2.2 Alat dan Bahan        | 4  |
| 2.3 Prosedur Penelitian   | 5  |
| 2.4 Analisis Data         | 10 |
| III. HASIL DAN PEMBAHASAN | 11 |
| 3.1 Sifat Fisis           | 11 |
| 3.2 Sifat Mekanis         | 12 |
| 3.3 Kuat Tumpu            | 16 |
| 3.4 Daktilitas            | 20 |
| IV. SIMPULAN DAN SARAN    | 25 |
| DAFTAR PUSTAKA            | 26 |
| LAMPIRAN                  | 31 |
| RIWAYAT HIDUP             | 32 |

## DAFTAR TABEL

|    |                                                         |    |
|----|---------------------------------------------------------|----|
| 1. | Dimensi contoh uji pada pengujian sifat mekanis         | 5  |
| 2. | Persamaan yang digunakan untuk memperoleh sifat mekanis | 6  |
| 3. | Dimensi contoh uji pengujian kuat tumpu                 | 6  |
| 4. | Hasil uji sifat mekanis kayu dan <i>scrimber</i> bambu  | 12 |
| 5. | Klasifikasi rasio daktilitas                            | 21 |
| 6. | Deksripsi statistik rasio daktilitas                    | 23 |

## DAFTAR GAMBAR

|     |                                                                                                                                                                                                                                      |    |
|-----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1.  | Contoh sampel pengujian kuat tumpu baut (a) pada berbagai ketebalan (b): 60 mm (1), 50 mm (2), 40 mm (3), dan 30 mm (4).                                                                                                             | 7  |
| 2.  | Metode penentuan titik luluh Karacabeyli dan Ceccoti (a), CSIRO (b), CEN (c), Yasumura dan Kawai (d), NDS (e), dan EEEP (f)                                                                                                          | 9  |
| 3.  | Nilai rata-rata kadar air (%) pada <i>scrimber</i> bambu dan berbagai jenis kayu                                                                                                                                                     | 11 |
| 4.  | Nilai kerapatan ( $\rho$ ) dan berat jenis ( $G_b$ ) pada <i>scrimber</i> bambu dan berbagai jenis kayu                                                                                                                              | 12 |
| 5.  | Grafik beban-perpindahan sifat mekanis lentur (a) dan kerusakan spesimen pada <i>scrimber</i> bambu (b) berupa 'simple tension'                                                                                                      | 13 |
| 6.  | Grafik hasil uji tekan sejajar serat (a)                                                                                                                                                                                             | 14 |
| 7.  | Grafik hasil uji tekan tegak lurus serat (a) dan kerusakan specimen <i>scrimber</i> bambu (b).                                                                                                                                       | 15 |
| 8.  | Grafik hasil uji geser (a) dan kerusakan specimen (b) <i>scrimber</i> bambu                                                                                                                                                          | 15 |
| 9.  | Kurva beban - perpindahan pengujian kuat tumpu baut kayu <i>scrimber</i> bambu (a), <i>agathis</i> (b), <i>mahoni</i> (c), <i>meranti merah</i> (d), dan <i>pinus</i> (e) pada berbagai ketebalan                                    | 17 |
| 10. | Kekuatan tumpu baut kayu dan <i>scrimber</i> bambu pada berbagai ketebalan                                                                                                                                                           | 17 |
| 11. | Regresi linear antara kekuatan tumpu baut dengan berat jenis                                                                                                                                                                         | 18 |
| 12. | Grafik beban dan perpindahan pengujian kekuatan tumpu baut pada berbagai jenis kayu dan <i>scrimber</i> bambu                                                                                                                        | 18 |
| 13. | Regresi linear antara kekuatan tumpu baut dengan berbagai sifat mekanis pada kekuatan tekan sejajar serat (a), kekuatan geser sejajar serat (b), kekuatan tekan tegak lurus pada batas proporsi (c), dan kekuatan sejajar serat (d). | 20 |
| 14. | Contoh kegagalan pada garis K10-40 yang berada diluar kurva beban-perpindahan pada pengujian tarik (a) dan tekan sejajar serat (b)                                                                                                   | 20 |
| 15. | Kurva beban perpindahan pengujian sifat mekanis pada <i>scrimber</i> bambu (a), kayu <i>agathis</i> (b), <i>mahoni</i> (c), <i>meranti merah</i> (d), dan <i>pinus</i> (e) beserta klasifikasi daktilitasnya                         | 22 |
| 16. | Perbandingan kurva beban-perpindahan pengujian bending antara kayu ( <i>pinus</i> ) dengan <i>scrimber</i> bambu                                                                                                                     | 22 |
| 17. | Regresi linear antara $E_b/SR$ (a), $G/F_s$ (b), $E_{c\perp}/F_{cp\perp}$ (c), $E_{c\perp}/F_{c0.04\perp}$ (d), $E_{c\parallel}/F_{c\parallel}$ (e) dengan rasio daktilitas                                                          | 24 |