

PENGARUH PERKUATAN CFRP (*CARBON FIBER REINFORCED POLYMER*) TERHADAP KARAKTERISTIK STRUKTURAL BALOK KAYU MERANTI

FATHIYA LAILA TSABITA



**DEPARTEMEN HASIL HUTAN
FAKULTAS KEHUTANAN DAN LINGKUNGAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**



@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.



PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Pengaruh Perkuatan CFRP (*Carbon Fiber Reinforced Polymer*) terhadap Karakteristik Struktural Balok Kayu Meranti” adalah benar merupakan hasil karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum pernah diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber data dan 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 skripsi ini.

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

Bogor, Juli 2026

Fathia Laila Tsabita
E2401221026



@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.



@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.



ABSTRAK

FATHIYA LAILA TSABITA. Pengaruh Perkuatan CFRP (*Carbon Fiber Reinforced Polymer*) terhadap Karakteristik Struktural Balok Kayu Meranti. Dibimbing oleh FENGKY SATRIA YORESTA.

Kayu meranti memiliki keterbatasan kekuatan dibandingkan material konvensional seperti beton dan baja, sehingga penggunaannya sebagai elemen struktural sering memerlukan perkuatan tambahan, salah satunya dengan CFRP yang terbukti efektif pada kayu subtropis, tetapi masih terbatas diterapkan pada kayu tropis lokal Indonesia. Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh variasi konfigurasi (*u-wrap* dan *bottom*), panjang, lebar, dan jumlah lapisan CFRP terhadap karakteristik lentur balok kayu meranti. Delapan balok kayu meranti berukuran 50x50x1000 mm diperkuat CFRP *unidirectional* dengan teknik *externally bonded reinforcement* dan dibandingkan dengan balok kontrol, lalu diuji *four-point loading* mengacu standar BS EN 408:1995. Hasil menunjukkan perkuatan CFRP meningkatkan kapasitas beban maksimum 8,7-71%, kekakuan lentur 47-76,9%, energi absorpsi 59,3-219,7%, dan daktilitas 10-58,8% dibandingkan balok kontrol. Lebar CFRP 40 mm menghasilkan kekakuan dan daktilitas tertinggi, sedangkan penambahan jumlah lapisan CFRP tidak selalu meningkatkan performa karena berisiko memicu kegagalan lepas ikatan (*debonding*). Konfigurasi *u-wrap* dengan panjang 720 mm, lebar 40 mm, dan satu lapis CFRP menghasilkan peningkatan performa lentur tertinggi. Balok perkuatan CFRP juga menunjukkan mekanisme kegagalan lebih bertahap dibandingkan balok kontrol. Penelitian ini menunjukkan CFRP merupakan metode perkuatan efektif untuk meningkatkan performa struktural kayu meranti dan berpotensi mengurangi kebutuhan kayu berdimensi besar.

Kata kunci: CFRP, karakteristik lentur, kayu meranti, perkuatan



ABSTRACT

FATHIYA LAILA TSABITA. Effect of CFRP (*Carbon Fiber Reinforced Polymer*) Reinforcement on the Structural Characteristics of Meranti Wood Beams. Supervised by FENGKY SATRIA YORESTA.

Meranti wood has limited strength compared to concrete and steel, so its structural use often requires reinforcement, one option being CFRP, proven effective for subtropical wood but still limited for Indonesian tropical wood. This study analyzed how CFRP configuration (u-wrap and bottom), length, width, and layer number affect the flexural characteristics of meranti wood beams. Eight meranti beams (50x50x1000 mm) were reinforced with unidirectional CFRP via externally bonded reinforcement, compared with a control beam, then tested under four-point loading following BS EN 408:1995. Results showed CFRP reinforcement increased maximum load capacity by 8,7-71%, flexural stiffness by 47-76,9%, absorbed energy by 59,3-219,7%, and ductility by 10-58,8% relative to the control beam. A 40 mm CFRP width produced the highest stiffness and ductility, while additional layers did not always improve performance, as this raised debonding risk. The u-wrap configuration with 720 mm length, 40 mm width, and a single layer yielded the highest flexural performance. CFRP-reinforced beams also showed a more gradual failure mechanism than the control beam. This study indicate CFRP is an effective method for improving the structural performance of meranti wood and may reduce the need for large-dimension timber.

Keywords: CFRP, flexural characteristics, meranti wood, reinforcement



@Hak cipta milik IPB University

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.

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2026
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.



@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.

PENGARUH PERKUATAN CFRP (*CARBON FIBER REINFORCED POLYMER*) TERHADAP KARAKTERISTIK STRUKTURAL BALOK KAYU MERANTI

FATHIYA LAILA TSABITA

Skripsi
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana pada
Program Studi Teknologi Hasil Hutan

**DEPARTEMEN HASIL HUTAN
FAKULTAS KEHUTANAN DAN LINGKUNGAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**



@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.

Tim Penguji pada Ujian Skripsi:

1. Dr. Ujang Suwarna, S.Hut., M.Sc.F.Trop.
2. Dr. Ir. Trisna Priadi, M.Eng.Sc.

Judul Skripsi : Pengaruh Perkuatan CFRP (*Carbon Fiber Reinforced Polymer*)
terhadap Karakteristik Struktural Balok Kayu Meranti
Nama : Fathiya Laila Tsabita
NIM : E2401221026

Disetujui oleh

Dosen Pembimbing:
Dr. Eng. Fengky Satria Yoresta, S.T., M.T.



Diketahui oleh

Ketua Departemen:
Dr. Istie Sekartining Rahayu, S.Hut., M.Si.
NIP 197404222005012001



Tanggal Ujian:
3 Agustus 2026

Tanggal Lulus: 17 0 AUG 2026



PRAKATA

Alhamdulillah, puji syukur Penulis panjatkan kepada Allah SWT, karena berkat rahmat dan karunia-Nya, sehingga skripsi yang berjudul “Pengaruh Perkuatan CFRP (*Carbon Fiber Reinforced Polymer*) terhadap Karakteristik Struktural Balok Kayu Meranti” dapat diselesaikan dengan baik. Skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Kehutanan di Departemen Hasil Hutan, Fakultas Kehutanan dan Lingkungan, Institut Pertanian Bogor.

Keberhasilan penulis dalam menyelesaikan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, terima kasih Penulis sampaikan kepada:

1. Dr. Eng. Fengky Satria Yoresta, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan banyak arahan, bimbingan, ilmu, kritik dan saran dalam penulisan karya ilmiah ini;
2. Ummi, Abi, Mas Umar, Mas Fauzan, Adik Azzam, Kak Fathiyyah, serta Aruna tercinta. Terima kasih atas segala doa yang tiada henti dipanjatkan, dukungan moral maupun material, kasih sayang, pengorbanan, serta kepercayaan yang senantiasa diberikan kepada Penulis. Terima kasih karena selalu menjadi sumber kekuatan dan semangat sehingga Penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi ini.
3. Leon S. Kennedy, yang telah menjadi bagian dari perjalanan Penulis dengan memberikan hiburan dan semangat selama menempuh perkuliahan hingga terselesaikannya skripsi ini;
4. Teman-teman terdekat Penulis (Nadia, Sanaya, Rahma, Vera, Pinat, Sandra, Ratna, Cici, Rami, dan Ribka), serta teman-teman seperbimbingan yang telah menjadi tempat berbagi, bertumbuh, saling menguatkan, dan menemani setiap proses hingga skripsi ini dapat diselesaikan;
5. Mas Usep dan Mas Irfan selaku laboran yang telah membantu Penulis selama proses pembuatan sampel, pengujian, dan memberikan arahan selama penelitian berlangsung.

Penulis memohon maaf kepada para pihak yang telah membantu apabila terdapat perbuatan, perkataan, atau sikap yang kurang berkenan selama proses penulisan karya ilmiah ini. Semoga karya ilmiah ini bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, Juli 2026

Fathiya Laila Tsabita



@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.



DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiii
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Manfaat	2
II TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Meranti (<i>Shorea leprosula</i>)	3
2.2 <i>Carbon Fiber Reinforced Polymer</i> (CFRP)	3
III METODE	5
3.1 Waktu dan Tempat	5
3.2 Alat dan Bahan	5
3.3 Prosedur Kerja	5
3.4 Analisis Data	9
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	11
4.1 Karakteristik Material Kayu	11
4.2 Hubungan Beban-Defleksi	11
4.3 Kapasitas Tahanan Beban	13
4.4 Kekakuan Lentur	15
4.5 Energi Absorpsi	15
4.6 Daktilitas	16
4.7 Model Kegagalan	17
V SIMPULAN DAN SARAN	21
5.1 Simpulan	21
5.2 Saran	21
DAFTAR PUSTAKA	22
RIWAYAT HIDUP	24



DAFTAR TABEL

1	Spesifikasi mekanis serat karbon	5
2	Spesifikasi resin epoksi dan <i>hardener</i> (Djafar <i>et al.</i> 2024)	6
3	Detail konfigurasi balok uji	8
4	Sifat mekanik kayu meranti	11
5	Ringkasan hasil pengujian balok	13
6	Energi absorpsi balok	16
7	Daktilitas balok	17
8	Deskripsi model kegagalan balok	20

DAFTAR GAMBAR

1.	Pengujian balok <i>u-wrap</i> . (a) Skema uji; (b) Penampang I-I pada balok	8
2.	Pengujian balok perkuatan bawah. (a) Skema uji; (b) Penampang I-I pada balok	9
3.	Perbandingan kurva beban-defleksi konfigurasi perkuatan	12
4.	Perbandingan kurva beban-defleksi efek panjang CFRP	12
5.	Perbandingan kurva beban-defleksi efek lebar CFRP	12
6.	Perbandingan kurva beban-defleksi efek jumlah lapisan CFRP	13
7.	Model kegagalan balok	19