



- 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 *CARBON FIBER REINFORCED POLYMER* TERHADAP PERILAKU STRUKTURAL BALOK KAYU SENGON DENGAN BUKAAN LINGKARAN

RETNO DEWI WAHYU WULANDARI



**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 *Carbon Fiber Reinforced Polymer* Terhadap Perilaku Struktural Balok Kayu Sengon Dengan Bukaan Lingkaran” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apapun 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 skripsi ini.

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

Bogor, Juli 2026

Retno Dewi Wahyu Wulandari
E2401210042



ABSTRAK

RETNO DEWI WAHYU WULANDARI. Pengaruh Perkuatan *Carbon Fiber Reinforced Polymer* Terhadap Perilaku Struktural Balok Kayu Sengon Dengan Buka-an Lingkaran. Dibimbing oleh FENGKY SATRIA YORESTA.

Kayu sengon merupakan jenis kayu cepat tumbuh yang banyak digunakan pada konstruksi ringan. Namun, kayu sengon memiliki kekuatan dan kekakuan lentur yang relatif rendah, terutama ketika digunakan sebagai balok dengan buka-an. Salah satu metode yang dapat diterapkan untuk meningkatkan kinerja balok adalah penggunaan *Carbon Fiber Reinforced Polymer* (CFRP) sebagai material perkuatan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh perkuatan CFRP terhadap perilaku lentur balok kayu sengon dengan variasi jumlah buka-an berbentuk lingkaran. Pengujian dilakukan menggunakan metode four-point loading terhadap balok kontrol, balok berlubang tanpa perkuatan CFRP, serta balok berlubang dengan variasi jumlah lapisan CFRP. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan CFRP mampu meningkatkan kapasitas beban maksimum dan kekakuan balok. Spesimen A3 menghasilkan nilai kekakuan tertinggi dengan peningkatan sebesar 36,2% dibandingkan dengan balok kontrol. Sementara itu, spesimen A2 menunjukkan konfigurasi perkuatan yang paling optimal karena memiliki kapasitas penyerapan energi tertinggi serta kemampuan deformasi yang lebih baik sebelum mengalami keruntuhan.

Kata kunci: Buka-an lingkaran, *Carbon Fiber Reinforced Polymer* (CFRP), Kapasitas penyerapan energi, Kayu sengon, Kekakuan

ABSTRACT

RETNO DEWI WAHYU WULANDARI. Effect of *Carbon Fiber Reinforced Polymer* Strengthening on the Structural Behavior of Sengon Wood Beams with Circular Openings. Supervised by FENGKY SATRIA YORESTA .

Sengon wood is a fast-growing timber species that is widely used in lightweight construction. However, sengon wood has relatively low flexural strength and stiffness, particularly when used as beams with openings. One method that can be applied to improve beam performance is the use of Carbon Fiber Reinforced Polymer (CFRP) as a strengthening material. This study aims to analyze the effect of CFRP strengthening on the flexural behavior of sengon wood beams with variations in the number of circular openings. The testing was conducted using the four-point loading method on control beams, unstrengthened beams with openings, and beams with openings strengthened using different CFRP layers. The results showed that the application of CFRP was able to improve the maximum load capacity and stiffness of the beams. Specimen A3 exhibited the highest stiffness, with an increase of 36.2% compared to the control beam. Meanwhile, specimen A2 demonstrated the most optimal strengthening configuration due to its highest energy absorption capacity and better deformation capability before failure.

Keywords: *Carbon Fiber Reinforced Polymer (CFRP), Circular openings, Energy absorption capacity, Sengon wood, Stiffness.*



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.



**PENGARUH PERKUATAN *CARBON FIBER REINFORCED*
POLYMER TERHADAP PERILAKU STRUKTURAL BALOK
KAYU SENGON DENGAN BUKAAN LINGKARAN**

RETNO DEWI WAHYU WULANDARI

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. Prof. Dr. Ir. Ahmad Budiaman, M.Sc.F.Trop.
2. Dr. Mahdi Mubarak, S.Si., M. Si.

Judul Skripsi : Pengaruh Perkuatan *Carbon Fiber Reinforced Polymer* Terhadap Perilaku Struktural Balok Kayu Sengon Dengan Bukaan Lingkaran

Nama : Retno Dewi Wahyu Wulandari

NIM : E2401211042

Disetujui oleh

Pembimbing 1:

Dr. Eng. Fengky Satria Yoresta, S.T, M.T



Diketahui oleh

Ketua Departemen Hasil Hutan :

Dr. Istie Sekartining Rahayu, S.Hut., M.Si

NIP. 197404222005012001



Tanggal Ujian:
03 Juli 2026

Tanggal Lulus:

13 JULI 2026



PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala karunia-Nya sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan sejak bulan April 2025 sampai bulan Agustus 2025 ini adalah perkuatan, dengan judul “Pengaruh Perkuatan *Carbon Fiber Reinforced Polymer* Terhadap Perilaku Struktural Balok Kayu Sengon Dengan Buka-an Lingkaran”.

Penulis ingin mengucapkan terima kasih dan apresiasi kepada:

1. Mama Lintang Hapsari Dewi, S.Psi atas kasih sayang, doa, dan pengorbanan yang tiada henti menemani penulis. Sebagai sosok ibu sekaligus ayah, mama telah menjadi sumber kekuatan dan inspirasi terbesar dalam setiap langkah kehidupan serta perjalanan akademik penulis sehingga penulis mendapatkan gelar sarjana. Skripsi ini penulis persembahkan sebagai salah satu wujud kecil dari rasa terima kasih yang tidak akan pernah sebanding dengan segala pengorbanan yang telah diberikan.
2. Bapak Dr. Eng. Fengky Satria Yoresta, S.T, M.T selaku dosen pembimbing yang telah sabar memberi arahan, ilmu, dan saran selama proses penyusunan skripsi ini berlangsung.
3. Eyangti Sri Indah Asmarawati, adik Resi Prabowo Herlambang, Popo serta keluarga besar yang senantiasa memberikan doa, dukungan, dan semangat bagi penulis.
4. Deni Fadilah Akbar yang telah menjadi penyemangat dan teman berbagi di setiap proses, serta selalu memberikan dukungan, motivasi, dan kehadiran yang berarti di tengah segala tantangan yang dilewati oleh penulis.
5. Teman – teman THH 58 “Agaru Akshaya”, Fahutan 58 “Jagawana Abhipraya”, dan Kontrakan “Perhutani 58” atas kebersamaan dan canda tawa yang telah memberikan warna dalam kehidupan kampus serta membentuk kenangan indah di setiap perjalanan akademik penulis.
6. Seluruh pihak yang telah menemani penulis dalam berbagai tahap kehidupan dan proses akademik, baik secara langsung maupun tidak langsung. Terima kasih atas doa, dukungan, dan kehadirannya yang memberikan arti besar dalam perjalanan ini.
7. Staff Laboratorium Divisi Rekayasa Bangunan Kayu (Mas Irfan) dan Staff Laboratorium Divisi Peningkatan Mutu Kayu (Mas Usep) yang telah membantu penulis dalam melakukan penelitian.

Semoga karya ilmiah ini bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, Juli 2026

Retno Dewi Wahyu Wulandari



DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	x
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 Kayu Sengon	3
2.2 Serat Karbon (<i>Carbon Fiber</i>)	4
2.3 Epoxy Resin	5
2.4 CFRP (<i>Carbon Fiber Reinforced Polymer</i>)	6
III METODE	8
3.1 Waktu dan Tempat	8
3.2 Alat dan Bahan	8
3.3 Prosedur Kerja	9
3.4 Analisis Data	13
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	15
4.1 Karakteristik Material Kayu	15
4.2 Kapasitas Beban Maksimum	16
4.3 Hubungan Beban – Defleksi	18
4.4 Respon Kekakuan Balok	20
4.5 Kapasitas Penyerapan Energi	21
4.6 Model Kegagalan	23
V SIMPULAN DAN SARAN	26
5.1 Simpulan	26
5.2 Saran	26
DAFTAR PUSTAKA	27
RIWAYAT HIDUP	30



DAFTAR TABEL

1	Karakteristik material <i>carbon fiber</i>	8
2	Karakteristik material perekat epoxy resin dan hardener	9
3	Detail spesimen balok pengujian	10
4	Karakteristik mekanis material kayu sengon	15
5	Hasil pengujian balok	16
6	Kadar serapan energi balok	22
7	Model kegagalan spesimen uji	24

DAFTAR GAMBAR

8	Bahan yang digunakan (a) kayu sengon (b) <i>carbon fiber</i>	8
9	Sketsa pengujian material mekanis kayu (a) uji tarik, (b) uji geser, (c) uji tekan, (d) uji lentur	10
10	Balok kontrol	12
11	Balok tipe A1	12
12	Balok tipe A2	13
13	Balok tipe A3	13
14	Pengujian material kayu sengon (a) uji lentur, (b) uji tekan, (c) uji geser, (d) uji tarik	15
15	Grafik perbandingan beban – defleksi kontrol dengan tipe A1	19
16	Grafik perbandingan beban – defleksi kontrol dengan tipe A2	19
17	Grafik perbandingan beban – defleksi kontrol dengan tipe A3	20