



# **PENDUGAAN SIFAT MEKANIS BATANG BAMBU BERDASARKAN PENGUJIAN NONDESTRUKTIF BERBASIS AKUSTIK DI LAPANGAN**

**EMBYE PUTRI RAHAYU**



**DEPARTEMEN 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.



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

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Pendugaan Sifat Mekanis Batang Bambu Berdasarkan Pengujian Nondestruktif Berbasis Akustik di Lapangan” 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 skripsi ini.

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

Bogor, Juli 2024

Embye Putri Rahayu  
E2401201008

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

EMBYE PUTRI RAHAYU. Pendugaan Sifat Mekanis Batang Bambu Berdasarkan Pengujian Nondestruktif Berbasis Akustik di Lapangan. Dibimbing oleh LINA KARLINASARI dan NARESWORO NUGROHO.

Bambu merupakan bahan biomassa yang dapat digunakan sebagai bahan baku pengganti kayu. Pengujian sifat mekanis bambu menjadi penting untuk mengetahui kekuatan bambu sebagai bahan baku konstruksi. Penelitian ini bertujuan menganalisis karakteristik gelombang bunyi pada batang tanaman bambu dan batang bambu tebangan serta menduga sifat kekakuan lentur batang bambu. Metode yang digunakan yaitu metode nondestruktif berbasis akustik menggunakan alat Fakopp *Microsecond Timer*. Penelitian dilakukan terhadap 15 batang bambu betung (*Dendrocalamus asper*) dan 15 batang bambu tali (*Gigantochloa apus*). Hasil penelitian menunjukkan bahwa karakteristik gelombang bunyi dapat dipengaruhi oleh jenis bambu, kondisi batang bambu, posisi transduser, posisi titik pengujian dan posisi aksial dengan signifikansi  $p < 0,05$ . Nilai rata-rata *velocity* bambu tali > bambu betung, nilai rata-rata *velocity* pada kondisi batang bambu tebangan > batang tanaman bambu, nilai rata-rata *velocity* posisi transduser sejajar > berlawanan, nilai rata-rata *velocity* Buku-Buku > Ruas-Ruas > Ruas-Buku dan nilai rata-rata *velocity* posisi aksial ujung > tengah > pangkal. Hasil analisis statistik menunjukkan nilai kecepatan gelombang bunyi dapat menduga nilai kekakuan lentur dengan koefisien determinasi sebesar  $R^2 = 81,41\%$ .

Kata kunci: batang bambu, kecepatan gelombang bunyi, MOEd, nondestruktif

## ABSTRACT

EMBYE PUTRI RAHAYU. Estimating the Mechanical Properties of Bamboo Stems Based on Acoustic-Based Nondestructive Testing in the Field. Supervised by LINA KARLINASARI dan NARESWORO NUGROHO.

Bamboo is a biomass material that can be used as a substitute for wood. Testing the mechanical properties of bamboo is important to determine the strength of bamboo as a construction raw material. This study aims to analyze the sound wave characteristics of bamboo plant culms and felled bamboo culms and to estimate the flexural stiffness properties of bamboo culms. The method used is an acoustic-based nondestructive method using the Fakopp *Microsecond Timer* tool. Research was conducted on 15 betung bamboo culms (*Dendrocalamus asper*) and 15 tali bamboo culms (*Gigantochloa apus*). The results showed that the sound wave characteristics can be influenced by the type of bamboo, the condition of the bamboo culm, the position of the transducer, the position of the testing point and the axial position with a significance of  $p < 0,05$ . The average velocity value of bamboo tali > bamboo betung, the average velocity value in the condition of felled bamboo stems > bamboo plant stems, the average velocity value of transducer positions parallel > opposite, the average velocity value of Node-Node > Internode-Internode > Internode-Node and the average velocity value of axial positions tip > center > base. The statistical analysis shows that the sound wave velocity value can predict the bending stiffness value with a coefficient determination  $R^2 = 81,41\%$ .

Keywords: bamboo culm, velocity, MOEd, nondestructive



@Hak cipta milik 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.*

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.

# **PENDUGAAN SIFAT MEKANIS BATANG BAMBU BERDASARKAN PENGUJIAN NONDESTRUKTIF BERBASIS AKUSTIK DI LAPANGAN**

**EMBYE PUTRI RAHAYU**

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  
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.



**@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 Skripsi : Pendugaan Sifat Mekanis Batang Bambu Berdasarkan Pengujian  
Nondestruktif Berbasis Akustik di Lapangan  
Nama : Embye Putri Rahayu  
NIM : E2401201008

@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.

Disetujui oleh

Pembimbing 1:  
Prof. Dr. Lina Karlinasari, S.Hut, M.Sc. F.Trop

Pembimbing 2:  
Prof. Dr. Ir. Naresworo Nugroho, MS

Diketahui oleh

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



### @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 subhanaahu wa ta'ala atas segala karunia-Nya sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan sejak bulan Februari 2024 sampai bulan Juni 2024 ini ialah pengujian bambu, dengan judul “Pendugaan Sifat Mekanis Batang Bambu Berdasarkan Pengujian Nondestruktif Berbasis Akustik di Lapangan”. Apresiasi, penghagaan, serta ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada:

1. Prof. Dr. Lina Karlinasari, S.Hut., MSc. F.Trop dan Prof. Dr. Ir. Naresworo Nugroho, MS selaku dosen pembimbing yang telah memberikan arahan dan bimbingan serta saran-saran yang berharga selama penyusunan karya ilmiah ini.
2. Alm. Prof. Dr. Effendi Tri Bahtiar, S.Hut, M.Si selaku dosen pembimbing akademik pertama yang selalu memberikan arahan dan motivasi tiada henti kepada penulis. Dedikasi dan ilmu yang beliau berikan akan selalu dikenang oleh penulis.
3. Kedua orang tua tercinta yaitu Alm. Bapak Maftuhadin dan Almh. Ibu Yayah Soliah atas kasih sayang dan pengorbanan tak terhingga selama membesarkan dan mendidik penulis serta menjadi motivasi terbesar bagi penulis dalam menyelesaikan studi ini.
4. Pak Irfan selaku staf laboratorium RDBK dan pak Usep selaku staf Unit Pengeringan DHH.
5. Ir. Bintang C.H Simangunsong, MS., P.hD, Bapak Ade Setiawan, Teh Ulfa Adzkie, Teh Siti Churotul Aini, dan Kang Rachman, yang telah membimbing penulis dalam pengolahan data selama penelitian ini.
6. Hilda, Xhania, Kandita, Robani, Ferdinan, Haikal Arab, Dillah, Hapid, Riza dan Putra yang rela meluangkan waktu membantu mengumpulkan data di lapangan.
7. Nisa, Bunga, dan Azriel atas bantuannya memberikan pinjaman motor selama penulis melakukan penelitian di lapangan sehingga mobilitas selama penelitian dapat berjalan dengan lancar.
8. Teman-teman Fahutan, DHH 57, dan Komunitas Bogor Banyak Baca yang telah memberikan semangat dan dukungan kepada penulis.
9. Semua pihak yang terlibat dan membantu dalam penyelesaian karya ilmiah ini yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Penulis menyadari karya ilmiah ini jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran sangat diharapkan oleh penulis untuk perbaikan karya ilmiah ini di masa depan. Semoga karya ilmiah ini bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, Juli 2024

*Embye Putri Rahayu*



## DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Manfaat	2
TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Bambu	3
2.2 Manfaat Bambu.	3
2.3 Pengujian Nondestruktif Berbasis Akustik	3
III METODE	5
3.1 Waktu dan Tempat	5
3.2 Alat dan Bahan	6
3.3 Prosedur Kerja	6
3.4 Analisis Data	9
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	10
4.1 Pengujian Nondestruktif	10
4.2 Geometri Batang Bambu	19
4.3 Sifat Fisis	20
V SIMPULAN DAN SARAN	21
5.1 Simpulan	21
5.2 Saran	21
DAFTAR PUSTAKA	22
LAMPIRAN	26
RIWAYAT HIDUP	34

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 TABEL

1	Nilai signifikansi faktor uji terhadap nilai kecepatan gelombang bunyi dan MOEd	14
2	Kondisi lingkungan tempat tumbuh bambu betung dan tali	18
3	Geometri batang bambu betung dan tali	19
4	Nilai kadar air rata-rata dan kerapatan rata-rata bambu betung dan tali	20

## DAFTAR GAMBAR

1	Lokasi pengujian batang tanaman bambu jenis betung	5
2	Lokasi pengujian batang tanaman bambu jenis tali	5
3	Titik-titik pengujian berdasarkan posisi (a) transduser sejajar; (b) transduser berlawanan	6
4	Titik-titik pengujian berdasarkan posisi (a) selang pengujian 1-1; (b) selang pengujian 1-2; (c) selang pengujian 1-3.	7
5	Titik-titik pengujian berdasarkan posisi pangkal, tengah, ujung	7
6	Rata-rata nilai kecepatan gelombang bunyi dan MOEd berdasarkan faktor jenis bambu	10
7	Hubungan kadar air (%) dengan kecepatan gelombang bunyi (m/det)	11
8	Rata-rata nilai kecepatan gelombang bunyi dan MOEd berdasarkan faktor kondisi batang	11
9	Rata-rata nilai kecepatan gelombang bunyi dan MOEd berdasarkan faktor posisi transduser	12
10	Rata-rata nilai kecepatan gelombang bunyi dan MOEd berdasarkan faktor titik pengujian	12
11	Rata-rata nilai (a) kecepatan gelombang bunyi dan (b) MOEd berdasarkan faktor titik pengujian	13
12	Rata-rata nilai kecepatan gelombang bunyi pada posisi aksial	15
13	Hubungan nilai kecepatan gelombang bunyi (m/det) dengan MOEd (MPa)	16
14	Hubungan kerapatan ( $\text{kg/m}^3$ ) dengan MOEd (MPa)	16
15	Rata-rata nilai MOEd pada posisi aksial	17
16	Hubungan nilai rata-rata kecepatan gelombang bunyi batang tanaman bambu dan batang bambu tebangan	17
17	Hubungan nilai rata-rata MOEd batang tanaman bambu dan batang bambu tebangan	18

## DAFTAR LAMPIRAN

1	Titik-titik pengujian pada posisi transduser sejajar	27
2	Titik-titik pengujian pada posisi transduser berlawanan	28
3	Hasil analisis ragam faktor uji terhadap nilai kecepatan gelombang bunyi (m/det)	29
4	Hasil uji Tukey dan pengaruh sederhana	30
5	Hasil analisis ragam faktor uji terhadap nilai MOEd (MPa)	31
6	Hasil uji tukey dan pengaruh sederhana	32

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.