IPB University
Bogor Indonesia
@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.
IPB University
Perpustakaan IPB University

MODEL PENDUGAAN SIFAT KEKAKUAN LENTUR BATANG BAMBU BERDASARKAN PENGUJIAN NONDESTRUKTIF DAN DESTRUKTIF

EMBYE PUTRI RAHAYU

PROGRAM STUDI ILMU DAN TEKNOLOGI HASIL HUTAN
FAKULTAS KEHUTANAN DAN LINGKUNGAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026

@Hak cipta milik IPB University

IPB University

IPB University
Bogor Indonesia

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.

Perpustakaan IPB University

IPB University
Bogor Indonesia

PERNYATAAN MENGENAI TESIS DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa tesis dengan judul "Model pendugaan sifat kekakuan lentur batang bambu berdasarkan pengujian nondestruktif dan destruktif" 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, Juni 2026

Embye Putri Rahayu
E2501241024

@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.
Perpustakaan IPB University

@Hak cipta milik IPB University

IPB University

IPB University
Bogor Indonesia

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.

Perpustakaan IPB University

IPB University
Bogor Indonesia
@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.
IPB University
Perpustakaan IPB University

RINGKASAN

EMBYE PUTRI RAHAYU. Model Pendugaan Sifat Kekakuan Lentur Batang Bambu Berdasarkan Pengujian Nondestruktif dan Destruktif. Dibimbing oleh LINA KARLINASARI dan NARESWORO NUGROHO.

Bambu merupakan tanaman cepat tumbuh dan material yang berpotensi menggantikan kayu sebagai bahan baku kontruksi dengan keberlanjutan yang baik. Bambu dengan kualitas yang baik dapat dipanen pada usia 3-5 tahun, sementara kayu bisa mencapai 30-40 tahun. Bambu juga memiliki kuat tarik yang sebanding dengan besi baja berkualitas sedang. Sampai saat ini, pemilahan batang bambu sejak masih dalam tanaman (pohon berdiri) masih belum optimal. Penentuan kekuatan dan kualitas masih didasarkan pada cara tradisional, yaitu secara visual subjektif yang gagal menjamin kualitas mekanik batang bambu secara objektif.

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan dan memvalidasi model prediksi sifat mekanis lentur batang bambu menggunakan metode nondestrutif berbasis akustik dibandingkan dengan metode nondestruktif berbasis defleksi. Selain itu, penelitian ini bertujuan untuk melihat pengaruh karakteristik batang bambu (dimensi, geometri, dan sifat fisis) terhadap sifat mekanis lentur batang bambu. Penelitian ini menggunakan 30 batang bambu yang terdiri dari 15 batang bambu betung (*Dendrocalamus asper*) dan 15 batang bambu tali (*Giganthocloa apus*). Pengujian nondestruktif berbasis akustik pada batang bambu berdiri dilakukan menggunakan *Fakopp® Microsecond Timer*, sedangkan pengujian non-destruktif berbasis defleksi diterapkan pada batang bambu yang telah ditebang pada bentang 6 m. Pengujian lentur statis mengikuti ISO 22157-2019 menggunakan *UTM-Baldwin®* memberikan nilai mekanik referensi untuk kekakuan lentur (*E*) dan kapasitas lentur (*EI*)

Metode NDT berbasis akustik dan defleksi menghasilkan model prediksi yang signifikan secara statistik (*p-value* < 0,05), dengan kapasitas lentur (*EI*) secara konsisten mengungguli kekakuan lentur (*E*) sebagai prediktor di kedua pendekatan. Kapasitas dinamis pada batang bambu berdiri (EI_{db}) merupakan prediktor terbaik untuk menduga nilai kapasitas tampak (EI_{app}) dan kapasitas murni (EI_{true}) pada metode berbasis akustik dengan R^2 = 84,59%–94,26%. Sementara itu, kekakuan lentur dinamis pada batang bambu berdiri (E_{db}) dapat memprediksi kekakuan lentur statis dengan R^2 = 37,57% untuk kekakuan lentur tampak dan R^2 = 36,99% untuk kekakuan lentur murni. Metode NDT berbasis defleksi menghasilkan R^2 = 69,46%–82,72% di seluruh posisi batang, menunjukkan akurasi prediksi kekakuan yang relatif lebih tinggi dibandingkan dengan metode akustik.

Karakteristik batang bambu yang paling berpengaruh terhadap kekakuan lentur, kapasitas, dan kekuatan batang bambu adalah diameter, tebal dinding, eksternal *taper* dan kerapatan linear. Hasil ini menegaskan bahwa pengujian nondestruktif berbasis akustik pada batang bambu berdiri dapat memprediksi sifat lentur mekanik secara andal, menawarkan alternatif yang lebih praktis dan objektif untuk pemilahan secara visual dalam penilaian struktural pada konstruksi berbasis bambu.

Kata kunci: Bambu berdiri, keberlanjutan, metode akustik, metode defleksi, pengujian statis.

@Hak cipta milik IPB University

IPB University

IPB University
Bogor Indonesia

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.

Perpustakaan IPB University

IPB University
Bogor Indonesia
@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.
IPB University
Perpustakaan IPB University

SUMMARY

EMBYE PUTRI RAHAYU. Model Estimation of Stiffness Properties of Bamboo Culms Based on Nondestructive and Destructive Testing. Supervised by LINA KARLINASARI and NARESWORO NUGROHO.

Bamboo is a fast-growing plant and has the potential to replace wood as a construction material with good sustainabality. Bamboo with a good quality can be harvested at 3-5 years, while wood can reach 30-40 years. Bamboo also has tensile strength comparable to medium-quality steel. To date, the selection of bamboo culms while still in the plant (standing life bamboo) is still not optimal. Determining strength and quality is still based on traditional methods, namely subjective visual inspection, which fails to objectively guarantee the mechanical quality of bamboo culms.

This study aims to develop and validate a prediction model for the mechanical properties of bamboo culms using acoustics-based nondestructive method compare to deflection-based nondestructive method. In addition, this study aims to examine the influence of bamboo culm characteristics (dimensions, geometry, and physical properties) on bending mechanical properties of bamboo culm. This study used 30 bamboo culms consisting of 15 Betung bamboo culms (*Dendrocalamus asper*) and 15 Tali bamboo culms (*Giganthocloa apus*). Acoustic nondestructive testing on standing-life culms was performed using the *Fakopp® Microsecond Timer*, while deflection-based nondestructive testing was applied to felled culms at a 6 m span. Static bending tests following ISO 22157-2019 using a *UTM-Baldwin®* provided reference mechanical values for modulus of elasticity (*E*) and bending capacity (*EI*).

The acoustic-based NDT method and the deflection-based NDT method yielded statistically significant predictive models ($p < 0.05$), with bending capacity (*EI*) consistently outperforming stiffness (*E*) as a predictor across both approaches. The dynamic capacity of the standing life bamboo (EI_{db}) was the best predictor for estimating the apparent capacity (EI_{app}) and true capacity (EI_{true}) values in the acoustic-based NDT method, with R^2 = 84.59%–94.26%. Meanwhile, the dynamic stiffness on standing life bamboo (E_{db}) can predicted the static stiffness with R^2 = 37.57% for apparent stiffness and R^2 = 36.99% for true stiffness. The deflection-based NDT method yielded R^2 = 69.46%–82.72% across culm positions, demonstrating relatively higher stiffness prediction accuracy compared to the acoustic method.

The characteristics of bamboo culms that most influence the bending stiffness, capacity, and strength of bamboo culms are diameter, wall thickness, external taper, and linear density. These results confirm that acoustic-based NDT testing of standing life bamboo culms can reliably predict mechanical bending properties, offering a more practical and objective alternative to visual grading in the structural assessment of bamboo-based construction.

Keywords: Acoustic-method, deflection-method, static test, standing life bamboo, sustainability.

IPB University
Bogor Indonesia
@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.
IPB University
Perpustakaan 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.

IPB University
Bogor Indonesia
@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.
IPB University
Perpustakaan IPB University

MODEL PENDUGAAN SIFAT KEKAKUAN LENTUR BATANG BAMBU BERDASARKAN PENGUJIAN NONDESTRUKTIF DAN DESTRUKTIF

EMBYE PUTRI RAHAYU

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
2026

IPB University
Bogor Indonesia
@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.
Perpustakaan IPB University

Tim Penguji pada Ujian Tesis:
Prof. Dr. Ir. I Wayan Darmawan, M.Sc., F.Trop.

Judul Tesis : Model pendugaan sifat kekakuan lentur batang bambu berdasarkan pengujian nondestruktif dan destruktif

Nama : Embye Putri Rahayu

NIM : E2501241024

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

Dekan Fakultas Kehutanan dan Lingkungan:
Prof. Dr. Ir. Dodik Ridho Nurrochmat, M.Sc., F.Trop.
NIP 197003291996081001

Tanggal Ujian:
26 Juni 2026

Tanggal Lulus:
16 JUL 2026

IPB University
Bogor Indonesia
@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.
IPB University
Perpustakaan IPB University

@Hak cipta milik IPB University

IPB University

IPB University
Bogor Indonesia

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.

Perpustakaan IPB University

IPB University
Bogor Indonesia
@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.
IPB University
Perpustakaan 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 Januari sampai Juni 2025 ini ialah mekanika biomaterial, dengan judul "Model Pendugaan Sifat Kekakuan Lentur Batang Bambu Berdasarkan Pengujian Nondestruktif dan Destruktif".

Terima kasih penulis ucapkan kepada Ibu Prof. Dr. Lina Karlinasari, S.Hut, M.Sc. F.Trop dan Bapak Prof. Dr. Ir. Naresworo Nugroho, MS selaku dosen pembimbing yang telah memberi arahan dan bimbingan serta banyak memberi saran yang berharga. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada moderator seminar, dan penguji luar komisi pembimbing. Selain itu, penghargaan penulis sampaikan kepada staf Laboratorium Rekayasa dan Desain Bangunan Kayu (RDBK) dan staf Unit Pengeringan Departemen Hasil Hutan yang telah membantu selama pengumpulan data. Ungkapan terima kasih juga disampaikan kepada almarhum ayah, dan almarhumah ibu atas kasih sayang dan pengorbanan tak terhingga selama membesarkan dan mendidik penulis serta menjadi motivasi terbesar bagi penulis dalam menyelesaikan studi ini. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang terlibat dan membantu dalam penyelesaian karya ilmiah ini yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

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

Bogor, Juni 2026

Embye Putri Rahayu

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI xii

DAFTAR TABEL xiii

DAFTAR GAMBAR xiii

DAFTAR LAMPIRAN xiv

I PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 2
1.3 Tujuan 2
1.4 Manfaat 3

II TINJAUAN PUSTAKA 4
2.1 Bambu 4
2.2 Struktur Anatomi Batang Bambu 5
2.3 Dimensi Batang Bambu 6
2.4 Geometri Batang Bambu 6
2.5 Pengujian Nondestruktif Batang Bambu 7
2.6 Pengujian Destruktif Batang Bambu 14

III METODE 16
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian 16
3.2 Alat dan Bahan 16
3.3 Prosedur Kerja 16
3.4 Analisis Data 24

IV HASIL DAN PEMBAHASAN 27
4.1 Dimensi Batang Bambu 27
4.2 Sifat Geometri Batang Bambu 29
4.3 Kekakuan Lentur Batang Bambu 31
4.4 Kekuatan dan Kapasitas Batang Bambu 34
4.5 Sifat Fisis Batang Bambu 36
4.6 Hubungan Kekakuan antar Metode 39
4.7 Hubungan Kekakuan Metode NDT dengan Kekuatan Batang Bambu 41
4.8 Hubungan Kapasitas antar Metode 42
4.9 Hubungan Sifat Mekanis dengan Karakteristik Batang Batang 43

V SIMPULAN DAN SARAN 47
5.1 Simpulan 47
5.2 Saran 47

DAFTAR PUSTAKA 48

LAMPIRAN 57

RIWAYAT HIDUP 62

IPB University Bogor Indonesia

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

IPB University

Perpustakaan IPB University

IPB University
Bogor Indonesia
@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.
IPB University
Perpustakaan IPB University

DAFTAR TABEL

1	Rata-rata nilai geometri batang bambu betung dan tali berdasarkan Nugroho *et al.* (2021)	7
2	Kategori pengujian nondestruktif pada bambu	8
3	Klasifikasi pengujian destruktif pada bambu	14
4	Nilai geometri batang bambu betung dan bambu tali	31
5	Nilai kapasitas batang bambu betung dan tali	36
6	Persamaan model untuk memprediksi nilai $Eapp$ dan $Etrue$	40
7	Model prediksi untuk kekuatan batang bambu (SR)	41
8	Nilai *p-value* dan R-sq (%) antara prediktor dengan kapasitas metode destruktif	42
9	Persamaan model untuk memprediksi nilai $EIapp$, $EItrue$, dan M_{max}	43
10	Hubungan antar variabel model CCA	45
11	Koefisien korelasi antar prediktor dengan kekuatan batang bambu (SR)	45

DAFTAR GAMBAR

1	Struktur morfologi batang bambu	4
2	Struktur anatomi batang bambu	5
3	Tipe-tipe ikatan pembuluh	6
4	Pengukuran dimensi batang bambu	16
5	Pengukuran *external taper* dan *internal taper* pada batang bambu	17
6	Pengukuran *out of straightness* pada sumbu x dan z	18
7	Contoh plot pengukuran *out of straightness*	18
8	Pengukuran *eccentricity*	19
9	Skema pengujian nondestruktif metode akustik	20
10	Pengujian *one point loading*	21
11	Pengujian *two points loading*	23
12	(a) Pengukuran massa, (b) pengovenan selama 24 jam	23
13	Pengukuran volume metode archimedes	24
14	Pengukuran berat per panjang batang bambu	24
15	Nilai dimensi batang bambu betung dan tali	28
16	Nilai *out of straightness* berdasarkan panjang bambu	30
17	Nilai kekakuan lentur pada berbagai metode (N/mm^2)	33
18	Nilai kekakuan lentur berdasarkan posisi Pangkal (P), Tengah (T) dan ujung (U) pada berbagai metode (N/mm^2)	34
19	Nilai kekuatan batang bambu (N/mm^2).	35
20	Sifat fisis batang bambu	38

IPB University
Bogor Indonesia

DAFTAR LAMPIRAN

1	*Hitmap canonical loading* antar variabel	58
2	Pengujian nondestruktif berbasis akustik pada bambu berdiri	60
3	Pengujian nondestruktif berbasis akustik pada bambu tebangan	60
4	Pengujian nondestruktif berbasis defleksi	61
5	Pengujian destruktif	61

@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.

IPB University

Perpustakaan IPB University