

PENGARUH VARIASI PENENTUAN KERAPATAN BAMBU PETUNG TERHADAP NILAI MODULUS ELASTISITAS DINAMIS

Nurjanah¹, Ali Awaludin² dan Inggar Septhia Irawati³

¹Departemen Teknik Sipil dan Lingkungan, Universitas Gadjah Mada, Jl. Grafika no 2 Yogyakarta
e-mail: Nj71174@gmail.com

²Departemen Teknik Sipil dan Lingkungan, Universitas Gadjah Mada, Jl. Grafika no 2 Yogyakarta
e-mail: ali.awaludin@ugm.ac.id

³Departemen Teknik Sipil dan Lingkungan, Universitas Gadjah Mada, Jl. Grafika no 2 Yogyakarta
e-mail: inggar_septhia@ugm.ac.id

ABSTRAK: Pengujian untuk mengetahui kekuatan dari suatu material sangat penting dilakukan. Pengujian yang sering dilakukan yaitu dengan menggunakan metode statis dan dinamis untuk mencari nilai modulus elastisitas. Sedangkan untuk mengetahui nilai modulus elastisitas dinamis maka nilai kerapatan bambu harus diperhitungkan. Namun, struktur anatomi bambu yang sangat bervariasi dari bagian pangkal sampai ke bagian ujung bamboo mempersulit dalam perhitungan kerapatan bambu. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengukur nilai kerapatan bamboo dengan menggunakan metode ISO dan metode Archimedes dan melihat pengaruhnya terhadap perhitungan nilai Modulus Elastisitas Dinamis bambu Petung.

Kata kunci: Bambu Petung, Modulus elastisitas, Uji lentur dan Stress wave velocity

PENDAHULUAN

Bambu merupakan salah satu bahan material konstruksi bangunan yang sudah banyak digunakan sebagai komponen bangunan. Bambu digunakan sebagai tiang, dinding, balok dan atap. Bangunan dari material bambu mudah dibuat, tahan terhadap angin maupun gempa. Bahan material bambu mudah didapatkan dan harganya ekonomis (Morisco, 1999).

Pengujian bahan material diperlukan untuk mengetahui kekuatan dari suatu material yang akan digunakan. Metode pengujian yang sering digunakan untuk mengetahui kekuatan dari bahan material khususnya bambu ada dua yaitu dengan metode dinamis dan statis (Divos dan Tanaka, 2005). Salah satu pengujian statis yang digunakan untuk mengetahui nilai modulus elastisitas bambu yaitu pengujian lentur. Sedangkan, salah satu teknologi pengujian dinamis yang dapat digunakan pada bambu untuk mengetahui kekuatannya sebagai bahan bangunan adalah stress wave velocity untuk menentukan nilai modulus elastisitas bambu.

Pengujian untuk mengetahui kekuatan material bangunan dengan tanpa merusak material (non-destructive) sudah banyak dilakukan. Penelitian tentang pengujian material dengan metode perambatan gelombang suara terhadap material kayu menunjukkan hasil koefisien korelasi antara modulus elastisitas statis dan modulus elastisitas

dinamis diatas 0.5. Oleh karena itu, pengujian dengan tidak merusak material bisa menduga nilai modulus elastisitas statis (Karlinasari dkk 2010; Karlinasari, 2011; dan Feliana, 2014).

Metode stress wave velocity yang digunakan pada bambu belum mempertimbangkan bahwa struktur anatomi bambu yang sangat beragam. Batang bambu yang terdiri dari bagian ruas dan bagian antar ruas, ketebalan dinding batang bambu bervariasi, batang bambu yang umumnya meruncing dari bagian pangkal sampai bagian ke ujung, (Liese,1998). Oleh karena itu, struktur anatomi tersebut diduga dapat berpengaruh terhadap hasil modulus elastisitas.

Dengan mempertimbangkan pentingnya ketepatan pengukuran dalam menghitung kerapatan dan dengan mempertimbangkan bahwa batang bambu sangat bervariasi dari bagian pangkal sampai ke ujung bambu, makapenelitian ini bertujuan untuk melakukan study pengukuran kerapatan bambu untuk menentukan nilai modulus elastisitas. Bambu yang digunakan adalah jenis bambu apus, wulung dan petung.

BAHAN DAN METODE PENELITIAN

Bahan dan Alat

Bahan dalam penelitian ini adalah bambu utuh, banyaknya benda uji yaitu 90 batang dengan 30 batang pada masing-masing jenis bambu yang

terdiri dari jenis bambu apus, bambu wulung dan bambu petung. Bambu diperoleh dari penebangan di daerah Blitar, Jawa Timur. Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu software wave spectra, gergaji, kaliper, meteran, timbangan digital, LVDT, data logger, alat uji sifat mekanis kayu Universal Testing Machine (UTM), gelas ukur dan bejana untuk menerima tumpahan air.

Pengujian Stress Wave Velocity

Pengujian non destruktif dilakukan terhadap uji mekanis lentur untuk mengetahui pengaruh nilai kerapatan bambu dengan menggunakan metode ISO dan metode rendaman. Selanjutnya dari nilai frekuensi yang didapatkan dari pengujian dinamis tersebut dapat ditentukan nilai MoE dinamis (MoEd) dengan sebelumnya menghitung kerapatan bambu dalam keadaan utuh (ρ) melalui rasio berat terhadap volume.

Pengujian dengan menggunakan metode stress wave velocity ini, dilakukan dengan merekam suara yang merambat ke spesimen. Suara tersebut timbul dari pemukulan dengan hammer pada salah satu ujung spesimen. Sementara itu pada ujung lainnya dilakukan pengolahan signal untuk mendapatkan frekuensi rambat suara. Proses pengukuran ini dilakukan untuk beberapa macam variasi energi pukulan hammer. Pada pengujian ini spesimen ditumpu pada kedua ujungnya supaya tidak menyentuh lantai seperti ditunjukkan pada (gambar 1a). Dari pengujian nondestruktif yang dilakukan dapat diperoleh parameter frekuensi. Dan detail dari pemukulan pada bagian salah satu ujung bambu ditunjukkan pada (gambar 1b).



Gambar 1. Pengujian *nondestructive*

Setelah dilakukan pengolahan signal maka bisa dihitung nilai modulus elastisitas dinamis dengan persamaan berikut:

$$MoEd = \rho \cdot V^2 = \rho \cdot (2 \cdot L \cdot f)^2 \tag{1}$$

$$MoEd = 4 \cdot L^2 \cdot f^2 \cdot \rho \tag{2}$$

Dengan $MoEd$ = modulus elastisitas dinamis (MPa), f = frekuensi dalam (kHz), L = panjang benda uji kayu (m),

$$\rho = \text{kerapatan kayu uji (kg/m}^3\text{)}$$

Pengujian Kerapatan

Dalam pengujian kerapatan ini dilakukan dengan dua metode yang pertama dengan perhitungan kerapatan menggunakan metode perhitungan sesuai dengan ISO dan yang ke dua dengan metode perendaman.

Perhitungan kerapatan menggunakan metode ISO

Perhitungan kerapatan bambu yaitu pada saat bambu dalam keadaan kering oven. Secara matematis, kerapatan bambu dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$\rho = \frac{m}{V} \tag{3.13}$$

Keterangan :

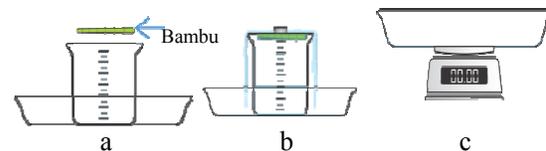
ρ : kerapatan (gram/cm³)

m : massa spesimen dalam kering oven (gram)

V : volume spesimen (cm³)

Perhitungan Kerapatan Menggunakan Metode Archimedes

Lama perendaman adalah 2 menit, akurasi timbangan yang digunakan adalah 1/100. Pada Gambar 2 berikut adalah ilustrasi pengujian perhitungan kerapatan. Penempatan gelas ukur di atas bejana dan gelas ukur diisi air sampai penuh sebagaimana dapat dilihat dalam (Gambar 2a). Setelah air dalam keadaan yang seimbang dan bambu dengan ukuran 10 cm siap untuk dimasukkan serta setelah bambu dimasukkan dikasih penutup di atas gelas ukur seperti ditunjukkan dalam (Gambar 2b). Air yang ada didalam gelas ukur mulai tumpah kedalam bejana setelah bambu dimasukkan dan hasil dari tumpahan air dilakukan penimbangan sebagaimana pada (Gambar 2c).



Gambar 2. Alat pengujian perhitungan kerapatan

HASIL DAN PEMBAHASAN

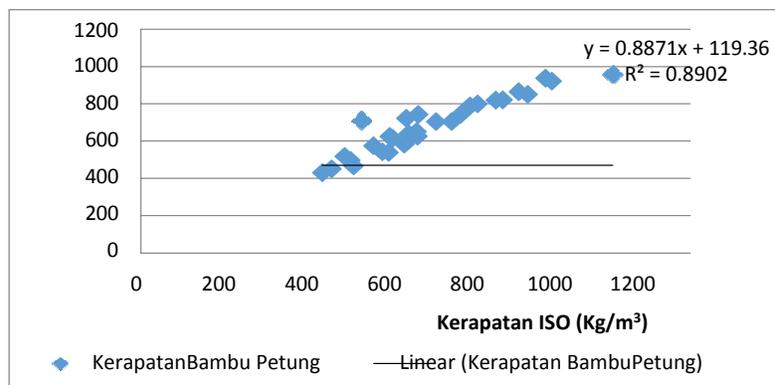
Kerapatan

Pada Tabel 1. akan ditunjukkan hasil dari perhitungan kerapatan dengan metode ISO dan rendaman pada bambu Wulung, Apus dan Petung. Panjang benda batang bambu adalah 2,5 – 3 me-

ter. Dari hasil perhitungan kerapatan pada Tabel 1 dimasukkan ke dalam perhitungan untuk mencari nilai modulus elastisitas dinamis. Hasil dari perhitungan nilai modulus elastisitas dinamis dapat dilihat pada Tabel 2. Sedangkan, untuk hasil nilai kerapatan bambu dilakukan analisis regresi sebagaimana bisa dilihat pada Gambar 3.

Tabel 1. Hasil perhitungan kerapatan bambu dengan metode ISO dan Rendaman

Kode bambu	Petung		Kode bambu	Petung	
	Kerapatan ISO (Kg/m ³)	Kerapatan rendaman (Kg/m ³)		Kerapatan ISO (Kg/m ³)	Kerapatan rendaman (Kg/m ³)
1	580	722	16	396	429
2	845	849	17	465	466
3	606	743	18	776	819
4	541	538	19	1030	959
5	482	710	20	458	497
6	417	451	21	884	936
7	719	788	22	603	651
8	585	604	23	825	864
9	791	821	24	645	704
10	897	921	25	585	639
11	544	624	26	445	517
12	551	615	27	605	626
13	508	574	28	576	583
14	679	704	29	736	800
15	528	542	30	698	741



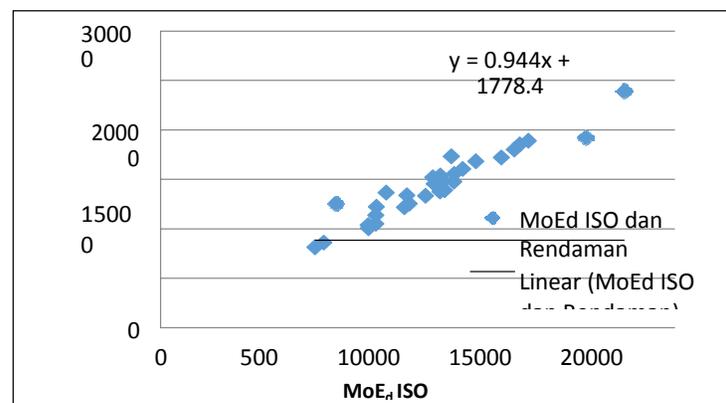
Gambar 3. Hubungan perhitungan kerapatan dengan menggunakan metode ISO dan metode perendaman untuk jenis bamboo petung

Dari analisis regresi diatas dapat kita cermati hasil hubungan antara nilai kerapatan dengan menggunakan metode ISO dan metode rendaman pada jenis bambu petung memiliki korelasi yang cukup baik dengan (R²) sebesar 0,8902. Nilai

kerapatan bambu mengalami variasi dikarenakan struktur anatomi bambu dari bagian pangkal sampai bagian ujung yang memiliki ruas dan antar ruas serta memiliki ketebalan dinding yang bervariasi (Liese, 1998).

Tabel 2. Hasil pengujian modulus elastisitas dinamis dengan kerapaan ISO dan rendaman

Kode bambu	Bambu Petung		Kode bambu	Bambu Petung	
	MoEd ISO (MPa)	MoEd rendaman (MPa)		MoEd ISO (MPa)	MoEd rendaman (MPa)
1	10.985	12.559	16	7.521	7.248
2	13.825	7.350	17	10.480	8.672
3	14.146	11.534	18	17.900	16.073
4	10.121	9.401	19	20.683	20.944
5	8.531	16.421	20	10.479	8.422
6	7.935	8.690	21	17.481	18.555
7	15.345	17.146	22	13.759	13.284
8	12.896	17.241	23	17.211	16.986
9	16.582	18.672	24	14.705	14.201
10	10.102	11.334	25	13.313	12.792
11	13.245	12.051	26	10.512	10.483
12	11.990	10.896	27	12.101	10.454
13	13.611	10.235	28	13.596	11.480
14	14.266	11.527	29	14.288	16.061
15	11.864	10.309	30	22.546	24.786
Minimum				7.521	7.248
Rata-rata				13.401	13194
Maksimum				22.546	24786
SD				3.492	4.259
Cov (%)				15.49	17.18



Gambar 4. Hubungan antara MoEd yang perhitungan nilai kerapaan menggunakan metode ISO dan Rendaman bambu Petung pada bagian ujung, tengah dan pangkal bambu

Dari hasil Tabel 2 perhitungan MoEd dengan kerapaan metode ISO untuk jenis bambu Petung nilai MoEd minimum adalah 7.553 MPa, MoEd rata-rata bambu Petung adalah

14.670 MPa dan MoEd maksimum bambu Petung adalah 22.856 MPa.

Sedangkan untuk nilai MoEd dengan perhitungan nilai kerapaan menggunakan metode

kerapatan dengan rendaman didapatkan untuk jenis bambu petung nilai MoEd minimum adalah 8.140 MPa, MoEd rata-rata bambu Petung adalah 14.428 MPa dan MoEd maksimum bambu Petung adalah 23.944 MPa.

Dari hasil pengujian secara dinamis dan statis. Maka, dibuat grafik hubungan antara nilai MoEs dan MoEd yang menggunakan perhitungan kerapatan metode ISO dan MoEd yang menggunakan perhitungan kerapatan metode perendaman sebagaimana dapat dilihat pada Gambar 4.

Dari analisis regresi Gambar 4 di atas dapat kita cermati hasil hubungan antara nilai MoEd yang perhitungan kerapatan menggunakan metode ISO dan metode rendaman pada jenis bambu Petung memiliki korelasi yang cukup baik dengan (R^2) sebesar 0.912.

Dengan demikian perhitungan nilai modulus elastisitas dinamis dengan menggunakan perhitungan nilai kerapatan yang menggunakan metode ISO bisa digunakan tanpa harus melakukan perhitungan rendaman.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan disimpulkan bahwa:

1. Hasil dari perhitungan kerapatan pada setiap batang bambu menunjukkan nilai yang bervariasi dan nilai kerapatan bambu yang menggunakan metode rendaman lebih tinggi nilainya dari perhitungan kerapatan yang menggunakan metode ISO.
2. Nilai kerapatan bambu dari bagian pangkal sampai ke bagian ujung mengalami peningkatan.
3. Terdapat perbedaan antara hasil perhitungan kerapatan dengan metode ISO dan metode rendaman.

DAFTAR PUSTAKA

- Divós, F., Tanaka, T. (2005), Relation Between Static And Dynamic Modulus Of Elasticity Of Wood. *Acta Silv. Lign. Hung.*, Vol. 1 (2005) 105-110.
- Feliana, F. (2014). Studi Empiris Nilai Modulus Elastisitas Kayu Menggunakan Metode Stress wave Velocity.

Yogyakarta: Jurusan Teknik Sipil dan Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada Gare, M. James. (2004). *Mechanics of materials*.

ISO. (2004), ISO 22156, Bamboo - Structural Design. International Standard. Switzerland

ISO. (2004), ISO 22157-1, Bamboo - Determination of Physical and Mechanical Properties - Part 1: Requirements. International Standard. Switzerland.

ISO. (2004), ISO/TR 22157-2, Bamboo - Determination of Physical and Mechanical Properties - Part 2: Laboratory Manual. Technical Report. Switzerland

Junaid, A. (2016), Kajian Modulus Elastisitas Bambu Menggunakan Metode Destruktive dan NonDestruktive.

Yogyakarta: Jurusan Teknik Sipil dan Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada.

Karlinasari, L., Hermawan, D., Maddu, A., Iksan, M.F., Firmanti, A. (2012), Pengujian Sifat Fisis-Mekanis dan Nondestruktif Metode Gelombang Suara Papan Wol Semen Berkerapatan Sedang-Tinggi Bambu Betung (*Dendrocalamus Asper*) (Physical-Mechanical Properties And Nondestructive Testing Using Stress Wave Velocity Method Of Cement-Bonded Boards Made Of Betung Bamboo). *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, April 2012, Hlm. 16-21 Vol. 17 No.1 ISSN 0853 – 4217

Karlinasari, L., Rahmawati, M., Mardikanto, TR.2010. Pengaruh Pengawetan Kayu Terhadap Kecepatan Gelombang Ultrasonik dan Sifat Mekanis Lentur serta Tekan Sejajar Serat Kayu Acacia Mangium Willd . *Jurnal Teoretis Dan Terapan Bidang Rekayasa Sipil* Vol. 17 No. 3 Desember 2010

Liese, W. (1998), *The Anatomy Of Bamboo Culms*. International Network For Bamboo And Rattan. Morisco. (1999). *Rekayasa Bambu*. Yogyakarta: Nafiri Offset.

Morisco. (2006), *Bahan Kuliah Teknologi Bambu*. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.

Pellerin, R. F., & Ross, R. J. (2002), *Nondestructive Evaluation of Wood*. America: Forest Products Society United States of America.

Ross, R. (2015), *Static Bending, Transverse Vibration, and Longitudinal Stress Wave Nondestructive Evaluation Methods*. In *Nondestructive Evaluation of Wood* Second Edition (pp. 5-19). Madison, USA:

USDA (United States Department of Agri- culture).