

DOI: doi.org/10.21009/0305020108

## MODULUS ELASTISITAS BAMBU BETUNG DENGAN VARIABEL PANJANG

Rambu Ririnsia Harra Hau<sup>1,2,a)</sup>, Masturi<sup>3</sup>, Ian Yulianti<sup>3</sup>,  
Salvo Kahumbu Hau<sup>4</sup>, Soleman Dappa Talu<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Prodi Pendidikan Fisika PPS UNNES, Kampus Unnes Bendan Ngisor Semarang 50233

<sup>2</sup>Program Studi Pendidikan Fisika Universitas Nusa Nipa Maumere 86111

<sup>3</sup>Jurusan Fisika MIPA Universitas Negeri Semarang

<sup>4</sup>SLB Negeri Beru Jl.Teka Eku Kec.Alok Timur Kab.Sikka NTT Indonesia 86111

<sup>5</sup>SMK Negeri I Wewewa Barat Jl.Lintas Weetabula 87254

<sup>a)</sup>Email: hrambu@yahoo.co.id

### Abstrak

Masalah utama yang dikaji dalam penelitian ini adalah modulus elastisitas bambu betung dengan variabel panjang. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengukur modulus elastisitas pada bambu betung dengan variabel panjang. Modulus elastisitas pada bambu menunjukkan kelenturan bambu untuk digunakan dalam berbagai bidang. Pada penelitian ini bambu dibuat menjadi gelagar kecil dengan ketebalan dan lebar yang seragam yaitu masing-masing 0.8 cm dan 1.5 cm. Panjang bambu yang digunakan dalam penelitian ini yaitu dengan ukuran 50 cm, 60 cm, 70 cm, 80 cm, 90 cm, 100 cm. Untuk mengetahui kelenturan pada bambu maka diberikan beban 6kg dengan posisi di tengah-tengah. Dari hasil penelitian yang diperoleh menunjukkan semakin panjang bambu maka defleksinya semakin besar diperoleh modulus elastisitasnya adalah  $1.0122E+10N/m^2$ .

**Kata kunci:** bambu, gelagar, modulus elastisitas

### Abstract

*The main issues that were examined in this study is the modulus of elasticity bamboo betung with variable length . The purpose of this study was to measure the modulus of elasticity on bamboo betung with variable. Modulus of elasticity in bamboo shows the flexibility for using in a various fields. In this study the bamboo is made into small girders with a uniform thickness and width are respectively 0.8cm and 1.5cm. The length of the bamboo that is used in this study are the 50cm, 60cm, 70cm, 80cm, 90 cm, 100cm. To determine the elasticity of the bamboo it is provided with a load in the middle position. From the research results obtained showing the longer bamboo the greater flexibility gained linearly elastic modulus is  $1.0122E+10N/m^2$ .*

**Keywords:** bamboo, girder, modulus of elasticity.

## 1. Pendahuluan

Bambu adalah tanaman jenis rumput-rumputan dengan rongga dan ruas di batangnya. Batang bambu baik yang masih muda maupun yang sudah tua dapat digunakan untuk berbagai macam keperluan salah satunya sebagai bahan bangunan yang sudah digunakan sejak dulu. Bambu secara botanis dapat digolongkan pada Ordo Gramineae, Familia Bambusea, Sub familia Bamboideae. Tanaman ini dapat tumbuh di daerah beriklim panas maupun dingin. Bambu tumbuh secara

bergerombol membentuk rumpun. Tunas-tunas mudanya keluar dari rimpang dan membentuk suatu rumpun dengan banyak buluh bambu. Bambu merupakan tanaman berdaun tunggal, tersusun berselang-seling di ujung buluh atau ranting-rantingnya. Perakaran tanamannya bambu sangat kuat, karena rimpangnya bercabang-cabang dan punya ikatan kuat yang sukar dipisahkan. Tanaman bambu banyak ditanam di daerah-daerah miring atau dipinggir sungai dan sekaligus berfungsi untuk mencegah erosi atau tanah longsor [1].

Di Indonesia terdapat jenis-jenis bambu yang diperkirakan sekitar 159 spesies dari total 1.250 jenis bambu yang terdapat di dunia. Bahkan sekitar 88 jenis bambu yang ada di Indonesia merupakan tanaman endemik. Salah satu jenis bambu adalah bambu betung sebagian besar digunakan untuk membuat berbagai jenis kerajinan tangan, bahan bangunan, dan untuk chopstick.

Perkembangan teknologi sudah demikian maju sehingga segala kelemahan bambu sudah dapat direkayasa dan diatasi mulai dari kerajinan sampai pada konstruksi, yang memungkinkan bambu dipakai pada panjang efektif sesuai dengan desain yang diinginkan tetapi memenuhi persyaratan teknis. Negara kita yang memiliki sumber daya alam yang melimpah ruah memberikan potensi untuk menggunakan bambu dalam berbagai perkembangan teknologi. Bambu yang selama ini hanya digunakan untuk kerajinan, saat ini mulai banyak digunakan untuk konstruksi bangunan baik untuk bangunan sederhana maupun untuk konstruksi bangunan beton. Penggunaan bambu dalam berbagai teknologi ini tidak lepas karena bambu memiliki kekuatan lentur yang tinggi [2]. Selain itu pula [3] juga menyatakan bahwa bambu bagian luar mempunyai kekuatan jauh lebih tinggi daripada bambu bagian dalam. Kekuatan tinggi ini diperoleh dari kulit bambu yang terdiri dari unsur silika.

Sebagai tumbuhan, bambu memiliki manfaat yang besar bagi ekologi dan lingkungan. Bambu menghasilkan oksigen 35% lebih banyak dibandingkan tanaman biasa, maka apabila ingin menghasilkan target jumlah oksigen untuk suatu wilayah atau kota, dapat tercapai lebih cepat karena pertumbuhannya yang cepat dibandingkan tanaman biasa. Selain menghasilkan oksigen lebih banyak, bambu juga menyerap karbon dioksida lebih banyak. Bahkan beberapa varietas bambu dapat mengurangi 12 ton CO<sub>2</sub> per hektar per tahun [4]. Tanaman bambu juga dapat meningkatkan muka air tanah dan meningkatkan penyerapan air oleh tanah. Oleh karenanya perlu dimanfaatkan untuk ditanam di daerah yang sulit air baik karena tanahnya cenderung kering atau karena dalamnya permukaan air tanah. Kemudian juga dapat menahan longsor tanah lebih baik dibandingkan pepohonan biasa, ini dikarenakan karena akar bambu tipe akar serabut, sama halnya dengan pohon kelapa (namun bambu masih dalam golongan rerumputan). Hal-hal tersebut juga dapat menjadikan bambu sebagai pilihan alternatif hutan industri.

Di Indonesia bambu adalah tanaman yang mudah ditemui dan didapati, serta mudah dan cepat tumbuh. Agar memenuhi syarat atau mengoptimalkan kekuatan konstruksi cukup membutuhkan waktu 3-7 tahun untuk tumbuh, lebih cepat dibandingkan kayu yang harus menunggu 10-30 tahun. Secara kekuatan juga lebih baik dibandingkan kayu [5]. Oleh karena itu bambu menjadi

alasan alternatif terbaik untuk material konstruksi di Indonesia [6].

Sifat-sifat mekanik bambu diantaranya modulus elastisitas. Suatu benda jika diberi gaya akan mengalami deformasi, yaitu perubahan ukuran atau bentuk. Jika benda tersebut dapat kembali ke bentuk semula jika gaya dihilangkan, maka benda dikatakan bersifat elastis. Ukuran kemampuan bahan untuk menahan perubahan bentuk atau lentur yang terjadi sampai dengan batas proporsi disebut Modulus elastisitas (MoE). Modulus elastisitas sering disebut Modulus Young yang merupakan perbandingan antara tegangan dan regangan aksial dalam deformasi yang elastis. Tegangan merupakan distribusi gaya per unit luas, sedangkan regangan adalah perubahan panjang per unit panjang bahan semula [7]. Semakin tinggi nilai modulus elastisitas bahan, maka semakin sedikit perubahan bentuk yang terjadi apabila diberi gaya. Karena itu semakin besar nilai modulus elastisitas maka semakin kecil regangan elastis yang terjadi atau semakin kaku. Modulus elastisitas berkaitan dengan regangan, defleksi dan perubahan bentuk yang terjadi. Besarnya defleksi dipengaruhi oleh besar dan lokasi pembebanan, panjangnya dan ukuran penampang balok serta modulus elastisitas bahan. Hubungan antara modulus elastisitas dengan defleksii yaitu apabila semakin tinggi modulus elastisitas suatu bahan, semakin berkurang defleksinya dan semakin tahan terhadap perubahan bentuk [7].

Pengertian elastisitas atau kemampuan benda untuk kembali ke bentuk semula [8]. Di alam semesta ini semua benda yang diberi gaya akan mengalami suatu perubahan. Apabila gaya hilang maka benda mungkin akan dapat kembali ke bentuk semula. Perubahan benda sangat dipengaruhi oleh elastisitas benda tersebut. Banyak sekali kejadian di alam yang berkaitan dengan elastisitas. Kita dapat melihat contoh-contoh elastisitas yang banyak terjadi pada kehidupan sehari-hari. Dengan adanya sifat elastisitas, maka dapat dijelaskan ada benda-benda yang tidak mudah patah dan benda yang mudah patah.

Ketika diberi gaya, suatu benda akan mengalami deformasi, yaitu perubahan ukuran atau bentuk. Karena mendapat gaya, molekul-molekul benda akan bereaksi dan memberikan gaya untuk menghambat deformasi. Gaya yang diberikan kepada benda dinamakan gaya luar, sedangkan gaya reaksi oleh molekul-molekul dinamakan gaya dalam. Ketika gaya luar dihilangkan, gaya dalam cenderung untuk mengembalikan bentuk dan ukuran benda ke keadaan semula.

Tegangan (stress) didefinisikan sebagai gaya yang diperlukan oleh benda untuk kembali ke bentuk semula. Atau gaya  $F$  yang diberikan pada benda dibagi dengan luas penampang  $A$  tempat gaya tersebut bekerja. Tegangan dirumuskan oleh: [9]

$$\text{Tegangan} = \frac{\text{Gaya}}{\text{Luas Penampang}}$$

Tegangan merupakan sebuah besaran skalar dan memiliki satuan N/m<sup>2</sup> atau Pascal (Pa). *F* adalah gaya (N), dan *A* adalah luas penampang (m<sup>2</sup>).

Perubahan relatif dalam ukuran atau bentuk suatu benda karena pemakaian tegangan disebut *regangan* (*strain*). Regangan adalah suatu besaran yang tidak memiliki dimensi karena rumusnya yaitu meter per meter. Definisi regangan berdasarkan rumusnya adalah perubahan panjang  $\Delta L$  dibagi dengan panjang awal benda *L*. Secara matematis dapat ditulis:[9]

$$\text{Regangan} = \frac{\text{Perubahan panjang}}{\text{panjang awal}}$$

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L}$$

Modulus elastisitas suatu benda dapat dihitung melalui pemberian beban sebagai tegangan yang diberikan pada benda tersebut dan mengamati penunjukan oleh garis rambut sebagai regangannya. Besar pelenturan (*f*) ditentukan melalui persamaan matematis sebagai berikut: [10]

$$f = \frac{PL^3}{4Ebh^3}$$

Keterangan:

MOE (*E*) : Modulus elastisitas (N/m<sup>2</sup>)

*P* : Gaya (N)

*L* : Panjang batang antara dua tumpuan (cm)

*f* : Pelenturan (cm)

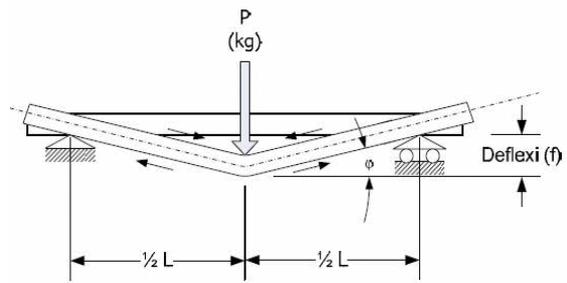
*b* : Lebar batang (cm)

*h* :Tebal batang (cm)

## 2. Metode Penelitian

Bahan yang digunakan yaitu bambu betung yang yang kering tidak diketahui kadar airnya karena di beli di pasar bukan di petani bambu. Bambu betung ini berasal dari daerah semarang kemudian bambu dipotong menjadi 5 sampel dengan variabel bebas panjang gelagar bambu dan variabel kontrol lebar, massa pembebanan dan tebal gelagar bambu. Alat untuk pengujian lentur dirancang sendiri menggunakan klem penjepit, kawat dan kayu.

Penelitian ini dilakukan dengan cara memasang gelagar bambu pada penjepit dan diberikan beban dengan posisi ditengah atau sering disebut “*One Point Loading* (OPL) atau pengujian beban tunggal terpusat yaitu kasus pembebanan beban diterapkan atau dibebankan di tengah bentang.”. Pengambilan data dengan beban yang seragam yaitu 6 kg pada setiap variasi panjang gelagar bambu [11], maka dilakukan skema pengujian sampel seperti gambar 1.



GAMBAR 1. Skema pengujian lentur bambu ori [12]

Data yang diperoleh dianalisis regresi linier dengan bantuan perangkat lunak *Microsoft Excel 2007*. Data dimasukkan ke dalam tabel dan maka dibuatkan grafik regresi linier yang menghubungkan antara besarnya defleksi (cm) pada masing-masing panjang gelagar sehingga diperoleh modulus elastisitas.

## 3. Hasil dan Pembahasan

Pengujian dalam penelitian ini adalah menentukan modulus elastisitas dari gelagar bambu dengan variabel panjang. Panjang gelagar bambu betung yaitu 50cm, 60cm, 70cm, 80cm, 90cm dan 100cm dengan lebar 1.5cm dan tebal 0,8cm. Untuk mendapatkan besarnya defleksi dari masing-masing gelagar maka diberikan beban yang sama 6 kg pada bagian tengah dari panjang bambu tanpa memperhatikan ruas bambu tetapi bambu bagian luar yaitu kulit bambu berada di bagian bawah. Hasil penelitian selengkapnya dapat dilihat pada tabel 1.

Jenis Bambu	Panjang Awal (cm)	Defleksi (f)
		Massa 6 Kg
Betung	50	2.8
	60	3.9
	70	5
	80	6
	90	6.4
	100	6.5

Tabel 1. Data hasil penelitian pengukuran defleksi dengan variasi panjang

Semakin panjang gelagar bambu dengan pemberian beban yang seragam maka semakin besar nilai defleksi yang dihasilkan. Hal ini sebabkan kekuatan bambu umumnya dipengaruhi oleh jumlah serat sklerenkim dan selulosa di dalam bambu Kekuatan bambu bagian luar jauh lebih tinggi daripada bambu bagian dalam. Kekuatan tinggi ini diperoleh dari kulit bambu yang terdiri dari unsur silika. Demikian pada penelitian [13]

menyatakan daerah bagian luar bambu lebih kuat dengan kepadatan serat yang lebih tinggi

Penelitian [3] juga menyatakan bahwa bambu bagian luar mempunyai kekuatan jauh lebih tinggi daripada bambu bagian dalam.

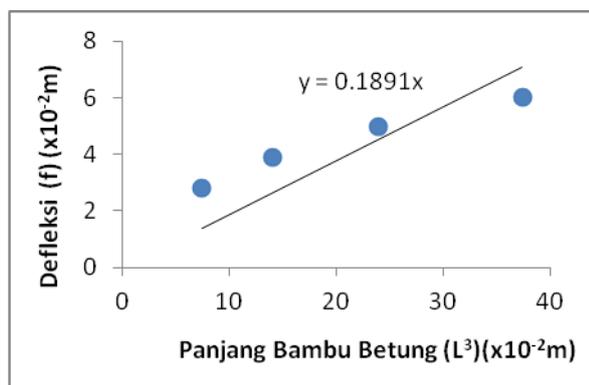
Perolehan nilai dari tabel 1. dianalisis dengan grafik regresi linear dengan persamaan:

$$y = ax \quad (1)$$

. Dengan y merupakan nilai defleksi, x merupakan panjang gelagar bambu dan a merupakan gradient. Dari nilai gradient ini diperoleh nilai modulus elastisitasnya dengan persamaan:

$$E = \frac{P}{4bha} \quad (2)$$

Dan selanjutnya analisis data hasil pengujian yang telah dilakukan, diperoleh grafik hubungan nilai defleksi dengan panjang bambu betung pada gambar 2.



**Gambar 2.** Grafik hubungan defleksi dengan panjang bambu betung

Dari gambar 2 semakin panjang gelagar bambu yang digunakan untuk pengujian terlihat semakin besar nilai defleksi diperoleh nilai modulus elastisitas yaitu: 1.0122E+10N/m<sup>2</sup> atau 1.0122MPa. Nilai Modulus elastisitas hanya bergantung pada jenis benda, tidak tergantung pada ukuran atau bentuk benda. Adapun Modulus elastisitas benda yang bisa digunakan adalah sebagai berikut:

**Tabel 2.** Modulus elastisitas pada beberapa benda padat

No	Jenis Benda	Modulus Young (E) (N/m <sup>2</sup> )
1	Aluminium	7,0 x 10 <sup>10</sup>
2	Baja	20 x 10 <sup>10</sup>
3	Besi	21 x 10 <sup>10</sup>
4	Beton	2,3 x 10 <sup>10</sup>
5	Nikel	21 x 10 <sup>10</sup>
6	Tembaga	11 x 10 <sup>10</sup>
7	Besi tuang	10 x 10 <sup>10</sup>
8	Kuningan	10 x 10 <sup>10</sup>
9	Granit	4,5 x 10 <sup>10</sup>

Hal ini dikarenakan modulus elastisitas yang menunjukkan kekakuan dari suatu benda dipengaruhi oleh panjang benda. Pertambahan panjang gelagar memberikan nilai defleksi yang semakin besar pula.

Modulus elastisitas pada bambu juga dipengaruhi oleh waktu penebangan, kadar air dan proses pengawetan pada bambu. Senada dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh [14]. Pola kerusakan pada bambu akibat tegangan tekan diakibatkan oleh tegangan tekan yang maksimal sehingga dapat menyebabkan kerusakan tersebut. Sementara itu penumpu bekerja sangat baik dalam menahan gaya tekan yang bekerja tersebut dan tetap menahan bambu untuk tetap kokoh pada penumpu sehingga ketika dikenakan gaya gelagar bambu tidak terjatuh. Selain itu posisi bambu sebagai inti (ditengah) membuat tegangan tekan dan tarik maksimum tidak bekerja padanya.

#### 4. Simpulan

Dari penelitian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa semakin panjang bambu maka nilai defleksinya semakin besar diperoleh modulus elastisitas 1.0122E+10N/m<sup>2</sup>.

#### Ucapan Terimakasih

Terimakasih kepada teman-teman angkatan 2015 PPS UNNES program studi pendidikan fisika yang membantu diskusi dalam penelitian, dll.

#### Daftar Acuan

- [1].Widjaja, W.S. Bambu merupakan elemen struktur yang sangat potensial dan murah pada saat krisis ekonomi. Jurnal Pranata edisi khusus tahun VIII No. 8, Unika: Semarang. 1998.
- [2].Anonim. *Bambu in construction (an Introduction)*, Trada Technology Network Bambu and Rattan (India), Department for International Development, UK Your Online 1978.
- [3].Morisco.Rekayasa Bambu. Nafiri Offset: Yogyakarta. 1999.
- [4].Mustakim.Bambu sebagai material yang berkelanjutan dan afforatable untuk perumahan. Semnas ITB: Bandung. 2009.
- [5].Patturahman, Jauhar Fajrin dan Dwi Anggraini kusuma. Aplikasi bambu pilinan sebagai tulangan beton. Jurnal Civil Engineering Dimension Volume 5 No. 1 hal 35-39 Unram: NTB. . 2003.
- [6].Frick, Heinz. Seri Konstruksi Arsitektur – Ilmu Konstruksi Bangunan Bambu, Edisi Pertama. Yogyakarta. Penerbit Kanisius. 2004.
- [7].Haygreen, J.G., Bowyer, J.L. 2003. Forest Production Wood Science. An introduction. Iowa : Iowa State Press
- [8].Tipler, P, A. Fisika Untuk Sains dan Teknik Jilid 1. Jakarta: Erlangga. Giancoli, Douglas C. 1998. Fisika Edisi Kelima Jilid 1. Erlangga : Jakarta. 1998.

- [9]. Rusnaldi dkk. Pegukuran Modulus Elastisitas Berbagai Jenis Kayu Untuk Furnitur. Rotasi volume 11 No. 4 : Semarang. 2009.
- [10]. Suprijanto, Iwan dkk. Standarisasi Bambu Laminasi Sebagai Alternatif Pengganti Kayu Konstruksi. Prosiding PPI Standarisasi: Solo. 2009.
- [11]. S. Ristinah, A. Retno, S. Wawan, Pengaruh variasi model terhadap respons beban dan lendutan pada rangka kuda-kuda beton komposit tulang bambu, *Jurnal Rekayasa Sipil*, Volume 6 No. 1 – 2012 ISSN 1978 – 5658
- [12]. Riski, P. 2012. *Pengujian lengkung (Bend Test)*. Tersedia di laman <http://reskioga.blogspot.co.id/2012/10/pengujian-lengkung-bend-test.html> diakses pada 09 Oktober 2016 pukul 15.45 WIB.
- [13]. Tan. T, Rahbar. N, M. S. Allameh, Kwofie . S, Dissmore. D, Ghavami. K., O. W. Soboyejo, Mechanical Properties Of Functionally Graded Hierarchical Bamboo Structures, *Elsevier, Acta Biomaterialia* xxx (2011) xxx–xxx, journal homepage: [www.elsevier.com/locate/actabiomat](http://www.elsevier.com/locate/actabiomat)
- [14]. Hindrawan, Puja. 2005. Pengujian Sifat Mekanis Panel Struktural Dari Kombinasi Bambu Tali. Skripsi Fakultas Teknik ITB ( Tidak diterbitkan)

