

Analisis *Layer System* Bambu Laminasi Berdasarkan Penyebaran Kerapatan Ikatan Pembuluhnya

(Layered System Analyze on Laminated Bamboo Based on the Density Distribution of its Vascular Bundles)

Effendi Tri Bahtiar^{*}, Naresworo Nugroho, Surjono Surjokusumo, Lina Karlinasari, Atmawi Darwis

ABSTRAK

Secara anatomi, bambu disusun oleh sel-sel yang heterogen. Komponen anatomi bambu yang memberi sumbangan terbesar pada sifat mekanisnya ialah ikatan pembuluh, sehingga kerapatan ikatan pembuluh dapat digunakan sebagai peubah dasar untuk menganalisis sifat mekanis bambu. Kerapatan ikatan pembuluh menurun secara bertahap dari tepi hingga ke dalam bambu sehingga dapat diturunkan suatu fungsi linear ataupun nonlinear sebagai pendekatanannya. Nisbah modulus elastisitas (E) yang lazim digunakan pada metode *transformed cross section* (TCC), pada penelitian ini dicoba diganti dengan nisbah ikatan pembuluh dengan asumsi bahwa keduanya adalah ekuivalen. Hasil penelitian memperlihatkan bahwa terdapat nilai korelasi Pearson yang tinggi antara hasil teoretis dan hasil empiris, sedangkan hasil uji *t-student* data berpasangan menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan di antara keduanya. Dengan demikian, model transformasi yang diturunkan dapat digunakan untuk menganalisis sistem lapis (*layer system*) baik pada bilah bambu maupun bambu laminasi dengan hasil yang dapat dipertanggungjawabkan. Dari ketiga model transformasi terpilih (*linear*, logaritmik, dan *power*) model *power* adalah model yang terbaik karena menghasilkan nilai yang paling mendekati data empiriknya.

Kata kunci: bambu, bambu laminasi, ikatan pembuluh, model, sifat mekanis, *transformed cross section*

ABSTRACT

Anatomically, bamboo is constructed from many types of cells. Vascular bundles are the cells which give the highest contribution to the bamboo strength, thus the density distribution of vascular bundles could be used as the main variable for analyzing the layer system of bamboo strip and laminated bamboo. The density of vascular bundles distribution decreases gradually from the outer to inner part in a regular manner which could be fitted by linear or nonlinear function. Ratio of modulus of elasticity (E) which widely used in transformed cross section (TCC) method for analyzing the layer system are substituted by ratio of density distribution of vascular bundles with assumption that both are highly correlated. The data in this study proved that there are high Pearson's correlation between the theoretical and the empirical result, and the paired *t-student* test also showed both are not significantly different; thus, this new method could be applied in very good result. There are 3 models applied in this study, namely linear, logarithm, and power. Power model is the best among others since its theoretical gives the nearest estimation to the empirical measurement.

Keywords: bamboo and laminated bamboo, mechanical properties, model, *transformed cross section*, *vascular bundles*

PENDAHULUAN

Bambu merupakan tumbuhan monokotil yang tumbuh sangat cepat. Hal ini menjadikan bambu sebagai material yang sangat menjanjikan sebagai substitusi kayu untuk sumber selulosa maupun bahan konstruksi. Bambu berbentuk silinder berongga berupa ruas-ruas yang disambung oleh buku. Seperti halnya material alami yang berasal dari organisme biologis, struktur anatomi bambu tersusun atas sel-sel yang sangat heterogen. Namun, sebagian besar aplikasi konsep dasar *continuum* mekanik memerlukan asumsi bahwa material haruslah diidealisasi sebagai material sempurna yang homogen. Konsep tersebut telah digunakan secara luas karena menyederhanakan kerumitan permasalahan yang

timbul akibat heterogenitas struktur anatomi material.

Sifat mekanis bambu sangat dipengaruhi oleh struktur anatominya. Dibandingkan komponen anatomi lainnya, ikatan pembuluh (*vascular bundles*) merupakan komponen anatomi yang berfungsi memberikan kekuatan pada batang bambu (Li & Shen 2011). Kekuatan dan kekakuan bambu sangat dipengaruhi oleh jumlah dan luas ikatan pembuluh per satuan luas penampang. Semakin rapat ikatan pembuluh, maka kekuatan dan kekakuannya meningkat pula. Pengamatan mikroskopis menunjukkan bahwa bagian tepi (dekat kulit) memiliki ikatan pembuluh yang sangat rapat, selanjutnya ke arah dalam semakin jarang (Andre 1998; Mustafa *et al.* 2011). Lebih lanjut kondisi ini mengakibatkan kekuatan dan kekakuan bambu yang cenderung semakin rendah dari tepi ke dalam (Ray *et al.* 2005). Analisis mekanika dengan mempertimbangkan variasi kekuatan dan kekakuan ini pada berbagai bagian bambu, lebih mendekati kondisi aktual daripada

Departemen Hasil Hutan, Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor, Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680.

^{*} Penulis Korespondensi: E-mail: bahtiar_et@yahoo.com