

***Sound Radiation Coefficient* dan Faktor Redaman Bambu Petung dengan Variasi Pengawetan sebagai Material *Top Plate* Gitar Akustik**

Indraswari Kusumaningtyas* dan Harly Yordaniansyah

Jurusan Teknik Mesin dan Industri, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada
Jl. Grafika No. 2, Kampus UGM, Yogyakarta 55281.

*Corresponding author: i.kusumaningtyas@yahoo.com

Abstrak

Kayu *spruce* merupakan jenis kayu yang diakui dunia sebagai material terbaik untuk pembuatan *top plate* gitar akustik. Sayangnya, jenis kayu ini tidak mudah diperoleh di Indonesia. Pengrajin Indonesia sering menggunakan kayu lokal seperti pinus, sonokeling, waru dan mahoni. Akan tetapi, kayu memiliki laju pertumbuhan yang relatif rendah, sehingga tidak mudah diperbaharui. Lain halnya, bambu merupakan tanaman jenis rumput-rumputan yang pertumbuhannya cepat yang sudah dapat dipanen setelah 3–5 tahun. Dalam penelitian ini, kami mempelajari kemungkinan penggunaan bambu Indonesia sebagai material untuk membuat gitar akustik, khususnya untuk bagian *top plate*. Kami meneliti dua karakteristik yang dianggap penting dalam pemilihan material untuk alat musik, yaitu *sound radiation coefficient* dan faktor redaman. Bilah-bilah dibuat dari bambu petung, yang memiliki internodia yang relatif panjang dan diameter yang cukup besar, sehingga nantinya dapat dibuat menjadi papan bambu yang tidak mengandung nodia. Pengukuran dan pengujian terhadap bilah-bilah bambu dilakukan untuk menentukan masa jenis, modulus elastisitas terhadap lengkung, dan faktor redaman. Selain itu, pengaruh dari tiga kondisi pengawetan terhadap sifat akustik dan getaran bambu petung juga ditinjau, di mana terdapat bilah yang tidak diawetkan, diawetkan dengan direbus dalam air saja, dan diawetkan dengan direbus dalam larutan 5% boraks dan asam borik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa bilah bambu petung yang diawetkan dengan larutan boraks-asam borik memiliki *sound radiation coefficient* yang lebih baik dibandingkan dengan varian bilah yang lain, sedangkan variasi kondisi pengawetan tidak menyebabkan perbedaan yang berarti pada nilai faktor redaman. Jika dibandingkan dengan kayu, ditemukan bahwa *sound radiation coefficient* pada bilah bambu petung yang diawetkan dengan larutan boraks-asam borik cukup dekat dengan *sound radiation coefficient* dari pinus, tetapi masih relatif lebih rendah dibandingkan *sound radiation coefficient* dari *spruce*. Akan tetapi, faktor redaman dari bilah bambu petung jauh lebih rendah daripada faktor redaman dari *spruce* dan pinus. Dari hasil di atas, disimpulkan bahwa bambu petung memiliki potensi sebagai alternatif material untuk *top plate* gitar akustik. Studi lanjut masih diperlukan untuk mengetahui karakteristik bunyi yang dihasilkan.

Keywords: Bambu petung, Pengawetan, *Sound radiation coefficient*, Faktor redaman, Gitar akustik.

Pendahuluan

Kayu *spruce* merupakan jenis kayu yang diakui dunia sebagai material terbaik untuk pembuatan *top plate* gitar akustik. Selain karena karakteristik akustiknya yang baik, kayu tersebut juga dipilih karena pola seratnya yang indah. Sayangnya, jenis kayu ini tidak mudah diperoleh di Indonesia. Pengrajin Indonesia sering menggunakan kayu lokal seperti pinus, sonokeling, waru dan mahoni (Rines, 2001). Akan tetapi, kayu memiliki laju pertumbuhan yang relatif rendah, sehingga tidak mudah diperbaharui.

Lain halnya, bambu merupakan tanaman jenis rumput-rumputan yang pertumbuhannya cepat. Pada umumnya, bambu sudah dapat dipanen setelah 3-5

tahun. Indonesia merupakan salah satu wilayah yang menjadi surga bagi jenis tanaman ini. Dari sekitar 1250 jenis bamboo yang telah dikenal di dunia, diperkirakan terdapat sedikitnya 159 jenis bambu di Indonesia, di mana sekitar 100 jenis di antaranya merupakan spesies asli Indonesia (Morisco, 2006).

Di Indonesia, bambu telah dimanfaatkan untuk berbagai keperluan, mulai dari struktur sampai dengan seni. Untuk membuat alat musik tradisional, bambu dipergunakan dalam bentuk aslinya seperti tabung atau dibuat menjadi bilah-bilah. Meskipun metode pengolahan bambu menjadi papan laminat telah cukup berkembang, di Indonesia belum ada yang memanfaatkan bambu dalam bentuk ini sebagai material gitar akustik.

Salah satu masalah dalam pemanfaatan bambu adalah rentannya bambu terhadap serangan serangga seperti kumbang bubuk dan rayap, maupun serangan jamur. Hal ini diakibatkan karena bambu tidak memiliki zat ekstraktif yang berfungsi sebagai bahan pengawet di dalam rongga-rongga selnya. Sebaliknya, bambu banyak sekali mengandung zat pati yang sangat digemari oleh kumbang bubuk. Menurut Liese (1980), bambu tanpa pengawetan hanya dapat tahan 4–7 tahun. Untuk mengatasi masalah tersebut, maka bambu dapat diawetkan terlebih dahulu.

Dalam penelitian ini, kami mempelajari kemungkinan penggunaan bambu Indonesia sebagai material untuk membuat gitar akustik, khususnya untuk bagian *top plate*. Bambu yang diteliti adalah bambu petung (*Dendrocalamus asper*) yang dipanen dari daerah perbatasan antara Watukelir (Sukoharjo) dan Wonogiri. Sebagai tahap pertama, fokus analisa adalah pada bambu petung yang masih berupa bilah, sebelum dibuat menjadi papan laminat.

Kami meneliti dua karakteristik yang dianggap penting dalam pemilihan material untuk alat musik, yaitu *sound radiation coefficient* dan faktor redaman. *Sound radiation coefficient*, atau dikenal juga sebagai *acoustical admittance*, menunjukkan kemampuan suatu material untuk meradiasikan suara. Semakin tinggi *sound radiation coefficient*, maka semakin kuat bunyi yang dihasilkan. Parameter ini tergantung dari modulus elastisitas material dan masa jenisnya. Faktor redaman menunjukkan seberapa besar disipasi energy redaman pada material akibat gesekan internal. Faktor redaman yang rendah akan menghasilkan getaran yang lebih lama, sehingga bunyi yang dihasilkan pun lebih panjang.

Dalam mempelajari dua karakteristik di atas, pengaruh dari tiga kondisi pengawetan juga ditinjau. Bilah bambu petung yang diteliti terdiri dari bilah yang tidak diawetkan, bilah yang diawetkan dengan direbus dalam air saja, dan bilah yang diawetkan dengan direbus dalam larutan 5% boraks dan asam borik.

Metoda Eksperimen & Fasilitas Yang Digunakan

Pembuatan spesimen.

Setelah bambu dipotong dari kebun, maka diambil bagian bambu yang terdapat pada jarak longitudinal 5–10 m dari pangkal. Bambu kemudian dibelah menjadi bilah-bilah dengan lebar 25 mm dan dipotong sepanjang 2,5 meter. Bilah-bilah kemudian dikeringkan dengan cara dijemur sampai mencapai kondisi kering udara, di mana kadar air di dalam bambu telah mencapai kestabilan dengan kadar air udara sekitar. Proses ini dapat memakan waktu

setidaknya dua minggu, tergantung kondisi cuaca. Untuk sampel bambu yang tidak diawetkan, digunakan bilah-bilah yang telah kering udara di atas.

Untuk sampel bambu yang diawetkan, maka bilah-bilah yang telah kering udara dimasukkan ke dalam bak berisi bahan pengawet (air saja, atau larutan 5% boraks dan asam borik) hingga cukup terendam. Bilah-bilah tersebut kemudian direbus, yaitu ditunggu hingga air mendidih lalu diteruskan dengan perebusan selama 60 menit. Setelah itu, bilah-bilah dikeringkan kembali dengan dijemur sampai mencapai kondisi kering udara.

Bilah-bilah bambu yang telah kering udara, baik yang tidak diawetkan maupun yang telah diawetkan, dipotong sehingga panjangnya menjadi 500 mm. Lebar bilah diseragamkan menjadi 20 mm dengan cara dipotong menggunakan gergaji pembuat bilah. Tebal bilah diseragamkan menjadi 5 mm dengan cara diserut dengan mesin *planner*. Dengan demikian, diperoleh bilah dengan penampang persegi panjang.

Untuk setiap variasi pengawetan, dibuat spesimen sebanyak lima buah untuk pengukuran masa jenis dengan ukuran 20 mm × 20 mm × 5 mm, sepuluh buah untuk uji lengkung statis dengan ukuran 300 mm × 20 mm × 5 mm, dan lima buah untuk uji redaman getaran dengan ukuran 450 mm × 20 mm × 5 mm. Ketiga jenis spesimen ini bisa dilihat pada Gambar 1.



(a)



(b)



(c)

Gambar 1. Spesimen untuk (a) uji masa jenis, (b) uji lengkung statis, dan (c) uji redaman getaran.

Pengukuran masa jenis.

Dalam standar penelitian kayu, masa jenis selalu dihitung menggunakan masa spesimen pada kondisi kering tanur, sedangkan untuk volume spesimen terdapat tiga alternatif yang bisa digunakan, yaitu volume pada keadaan segar, kering udara, dan kering tanur (Williamson dan Wiemann, 2010). Akan tetapi, dengan mempertimbangkan bahwa pada saat dipergunakan sebagai *top plate* gitar maka bambu tersebut akan berada pada kondisi kering udara, maka kami tentukan data masa jenis yang dihitung dengan:

$$\text{Density} = \frac{\text{air dry mass}}{\text{air dry volume}}$$

Untuk menentukan volume pada kondisi kering udara, maka panjang, lebar dan tebal spesimen diukur dengan mikrometer, masing-masing pada tiga posisi yaitu dua di tepi dan satu di tengah spesimen. Sebelum dan sesudah pengukuran masa dan volume, kadar air setiap spesimen ditentukan menggunakan alat pengukur kadar air Protimeter.

Uji lengkung statis.

Uji ini menggunakan metode *three-point bending* di mana spesimen diletakkan pada penopang di *Torsee Universal Testing Machine*, dengan jarak penopang 280 mm. Beban terkonsentrasi diberikan pada sisi lebar spesimen, tepat di tengah-tengah jarak penopang. Beban diturunkan secara perlahan dengan kecepatan konstan. Data beban (dalam kg) dan defleksi (dalam mm) dicatat untuk setiap kenaikan defleksi sebesar 0,25 mm. Modulus elastisitas kemudian dihitung menggunakan persamaan:

$$E = \frac{PL^3}{48\Delta I}$$

di mana P adalah beban pada batas proporsional (N), L adalah jarak penopang (m), Δ adalah defleksi titik tengah spesimen akibat beban yang diberikan (m) dan I adalah momen inersia spesimen (m^4).

Momen inersia untuk bilah bambu yang berpenampang persegi panjang adalah:

$$I = \frac{bh^3}{12}$$

di mana b adalah lebar bilah (m) dan h adalah tebal bilah (m).

Pada pengujian ini, lima spesimen diberi pembebanan dari arah luar (kulit) dan lima lainnya diberi pembebanan dari arah dalam. Dengan demikian dapat diketahui apakah terdapat perbedaan modulus elastisitas akibat kedua arah pembebanan tersebut. Kadar air setiap spesimen diukur sebelum dan

sesudah pengujian.

Uji redaman getaran.

Pengujian dilakukan dengan melakukan getaran *fixed-free*. Spesimen dijepit pada tanggem 20 mm dari salah satu ujung dengan posisi memanjang vertikal. *Accelerometer* ditempelkan pada jarak 15 mm dari ujung bebas spesimen. *Accelerometer* ini terhubung ke sebuah *charge amplifier* dan *signal analyzer*. Ujung bebas spesimen diberi simpangan awal. Getaran yang terjadi kemudian direkam dan grafik simpangannya dianalisa. Dari grafik tersebut dapat ditentukan penurunan logaritma δ , yaitu logaritma natural dari rasio dua simpangan getaran yang berturutan. Faktor redaman ξ ditentukan dari:

$$\xi = \delta/2\pi$$

Hasil dan Pembahasan

Pengukuran kadar air sebelum dan sesudah setiap pengujian menunjukkan bahwa ketiga varian bilah bambu petung memiliki rata-rata kadar air sebesar 9,4%. Nilai tersebut berada sedikit di bawah kadar air kering udara untuk kayu di Indonesia, yang berkisar antara 11-18% (Yayasan Lembaga Penyelidikan Masalah Bangunan, 1978). Hasil ini kemungkinan dipengaruhi oleh cuaca pada saat penjemuran bilah-bilah bambu, yang relatif lebih panas dari kondisi umumnya.

Masa jenis dari ketiga varian bilah bambu petung dapat dilihat di Tabel 1. Bilah bambu yang tidak diawetkan memiliki masa jenis lebih tinggi daripada bilah-bilah bambu yang diawetkan. Proses perebusan pada saat pengawetan bersifat melarutkan zat pati yang terdapat di dalam bambu, sehingga setelah bilah-bilah tersebut dikeringkan kembali, diperoleh nilai masa jenis yang lebih rendah daripada bilah bambu yang tidak diawetkan.

Tabel 1. Masa jenis dari tiga varian bambu petung.

Varian Bambu Petung	Masa jenis ρ (kg/m^3)
Tidak diawetkan	839,0
Diawetkan air	764,1
Diawetkan boraks-asam borik	630,6

Wegst (2008) menyatakan bahwa berbagai bambu di dunia memiliki masa jenis antara 600-1200 kg/m^3 . Lebih khusus lagi, Setyawati (2008) menemukan bahwa massa jenis bambu petung saat kering udara berkisar antara 730-980 kg/m^3 . Dengan demikian, masa jenis bambu petung yang diperoleh dalam penelitian ini cukup sesuai dengan nilai-nilai dari penelitian sebelumnya.

Dari pengujian lengkung statis, diperoleh dua data modulus elastisitas untuk masing-masing varian bilah bambu petung, yaitu untuk pengujian dengan pembebanan dari arah luar (kulit) dan dari arah dalam. Data tersebut diberikan di Tabel 2 di bawah ini.

Tabel 2. Modulus elastisitas dari tiga varian bambu petung.

Varian Bambu Petung	Modulus Elastisitas	
	E_{luar} (GPa)	E_{dalam} (GPa)
Tidak diawetkan	20,81	20,79
Diawetkan air	20,49	20,68
Diawetkan boraks-asam borik	21,28	21,31

Dari data di atas dapat dilihat bahwa nilai modulus elastisitas akibat pembebanan dari arah luar dan dari arah dalam tidak berbeda secara signifikan. Hal ini dimungkinkan karena tebal bilah bambu hanya 5 mm, serta sebagian besar kulit luar bambu turut hilang dalam proses pemotongan bilah. Karena arah pembebanan tidak mempengaruhi nilai modulus elastisitas, maka penyusunan bilah pada pembuatan papan laminat bambu untuk *top plate* gitar dapat dilakukan secara bebas, tidak perlu memperhatikan sisi luar ataupun dalam.

Modulus elastisitas tertinggi terdapat pada bilah bambu petung yang diawetkan dengan larutan boraks dan asam borik, dengan rata-rata sebesar 21,30 GPa. Modulus elastisitas rata-rata untuk bilah bambu petung yang tidak diawetkan adalah 20,80 GPa, sedangkan untuk bilah bambu yang diawetkan dengan direbus air adalah 20,59 GPa. Bersama dengan data masa jenis ρ , nilai modulus elastisitas rata-rata ini dipergunakan untuk menghitung *sound radiation coefficient* R menurut persamaan:

$$R = \sqrt{\frac{E}{\rho^3}}$$

Data *sound radiation coefficient* dari bambu petung diberikan di Tabel 3, dengan menambahkan data untuk pinus dan spruce sebagai pembanding. Dapat kita lihat bahwa *sound radiation coefficient* dari ketiga varian bilah bambu petung memiliki nilai antara 5,93 dan 9,22. Hasil ini cukup sesuai dengan nilai *sound radiation coefficient* yang ditemukan oleh Wegst (2008) untuk berbagai jenis bambu di dunia, yang berada pada kisaran 4,6 sampai dengan 8,8. Tidak dijelaskan apakah data dari Wegst melibatkan adanya proses pengawetan.

Sound radiation coefficient untuk bilah bambu yang diawetkan dengan larutan boraks dan asam borik memberikan nilai *sound radiation coefficient* yang

paling baik, yaitu 9,22. Ada kemungkinan bahwa proses perebusan dengan bahan kimia boraks dan asam borik tidak hanya memberikan efek pengawetan, tetapi juga meningkatkan sifat akustik dari bambu, sebagaimana dijelaskan oleh Yano dan Minato (1992) pada penelitian mereka tentang perlakuan kimia pada kayu biola. Kepastian mengenai hal ini memerlukan studi tersendiri.

Tabel 3. *Sound radiation coefficient* bambu petung, pinus dan spruce.

Jenis material	R ($\text{m}^4/\text{kg.s}$)
Bambu petung:	
tidak diawetkan	5,93
diawetkan air	6,79
diawetkan boraks-asam borik	9,22
Pinus ^a	9,23
Spruce 1 ^b	10,44
Spruce 2 ^c	11,64

^a Kusumaningtyas dan Subagio (2011), ^b Haqi (2007), ^c Haines (1979).

Sound radiation coefficient dari bilah bambu petung yang diawetkan dengan larutan boraks dan asam borik sangat dekat dengan *sound radiation coefficient* dari pinus. Akan tetapi, nilai *sound radiation coefficient* tersebut masih relatif lebih rendah daripada nilai dari kayu spruce. Pada Tabel 3, diberikan pembanding berupa kayu spruce yang diteliti di negara bermusim empat (Haines, 1979) dan kayu spruce yang diteliti di Indonesia (Haqi, 2007), dengan pertimbangan bahwa kondisi lingkungan juga mempengaruhi karakteristik kayu tersebut.

Dari Tabel 4 dapat dilihat bahwa nilai faktor redaman tidak terpengaruh secara signifikan oleh perlakuan pengawetan. Ketiga varian bilah bambu petung memiliki faktor redaman yang nilainya hampir sama, dengan nilai terendah pada bilah bambu petung yang diawetkan dengan boraks dan asam borik. Nilai faktor redaman ini jauh lebih rendah daripada faktor redaman dari kayu pinus maupun spruce.

Tabel 4. Faktor redaman bambu petung, pinus dan spruce.

Jenis material	ξ
Bambu petung:	
tidak diawetkan	0,009
diawetkan air	0,010
diawetkan boraks-asam borik	0,007
Pinus ^a	0,041
Spruce 1 ^b	0,030
Spruce 2 ^c	0,022

^a Kusumaningtyas dan Subagio (2011), ^b Haqi (2007), ^c Haines (1979).

Kesimpulan

Penelitian ini bertujuan mempelajari kemungkinan penggunaan bambu Indonesia sebagai material untuk membuat *top plate* gitar akustik. Kami meneliti *sound radiation coefficient* dan faktor redaman dari bilah-bilah bambu petung dengan tiga variasi perlakuan pengawetan, yaitu tidak diawetkan, diawetkan dengan direbus dalam air saja, dan diawetkan dengan direbus dalam larutan 5% boraks dan asam borik.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa bilah bambu petung yang diawetkan dengan larutan boraks dan asam borik memiliki *sound radiation coefficient* yang lebih baik dibandingkan dengan varian bilah bambu yang lain. Variasi kondisi pengawetan tidak menyebabkan perbedaan yang signifikan pada nilai faktor redaman, meskipun nilai untuk bambu petung yang diawetkan dengan boraks dan asam borik masih sedikit lebih rendah. Jika dibandingkan dengan kayu, ditemukan bahwa *sound radiation coefficient* pada bilah bambu petung yang diawetkan dengan larutan boraks-asam borik cukup dekat dengan *sound radiation coefficient* dari pinus, tetapi masih relatif lebih rendah dibandingkan *sound radiation coefficient* dari spruce. Akan tetapi, faktor redaman dari bilah bambu petung jauh lebih rendah daripada faktor redaman dari spruce dan pinus.

Dengan mempertimbangkan bahwa perbedaan nilai *sound radiation coefficient* antara bambu petung yang diawetkan dengan boraks-asam borik dan kayu spruce relatif kecil, maka dapat disimpulkan bahwa bambu petung yang diawetkan dengan boraks-asam borik ini memiliki potensi sebagai alternatif material untuk *top plate* gitar akustik. Studi lanjut masih diperlukan untuk mengetahui secara teliti karakteristik bunyi yang dihasilkan oleh gitar yang menggunakan *top plate* dari bambu petung.

Ucapan Terima kasih

Kami menyampaikan terima kasih kepada Bapak Santo Aji Dewanto dari Morisco Bamboo, yang telah membantu dalam menyediakan bilah-bilah bambu yang diperlukan dalam penelitian ini. Kami juga berterima kasih kepada staf di Laboratorium Material Teknik dan Laboratorium Getaran dan Akustik, Jurusan Teknik Mesin dan Industri FT UGM yang telah membantu dalam pelaksanaan pengukuran dan pengujian.

Referensi

Haines, D.W. (1979), "On Musical Instrument Wood", *Catgut Acoustical Society Newsletter* **1**, 23-32.

Haqi, R. (2007), "Penelitian Sifat Akustik Kayu Indonesia Sebagai Top Plate Gitar Akustik", Skripsi S1, Jurusan Teknik Mesin dan Industri, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.

Liese, W. (1980), "Preservation of Bamboo", dalam Lessard, G dan Chouinard, A., *Bamboo Research in Asia*, IDRC, Canada, 165 – 172.

Kusumaningtyas, I. dan Subagio (2011), "Indonesian Wood as Material for Acoustic Guitars and Violins", dipresentasikan pada 3rd International Symposium of Indonesian Wood Research Society (IWORS), Yogyakarta, 3-4 November 2011.

Morisco (2006), "Teknologi Bambu", Magister Teknologi Bahan Bangunan, Program Studi Teknik Sipil, Jurusan Teknik Sipil dan Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada, Indonesia.

Rines (2001), "Penelitian Sifat-Sifat Akustik Kayu Indonesia Sebagai Bahan Pelat Gitar", Thesis S2, Jurusan Teknik Mesin dan Industri, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada, Indonesia.

Setyawati, P. (2009), "Pengaruh Ekstrak Tembakau terhadap Sifat dan Perilaku Mekanik Laminasi Bambu Petung", Thesis S2, Jurusan Teknik Sipil dan Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada, Indonesia.

Wegst, U.G.K. (2008), "Bamboo and wood in musical instruments", *Annual Review of Materials Research* **38**, 323-349.

Williamson, G.B. dan Wiemann, M.C. (2010), "Measuring Wood Specific Gravity ... Correctly", *American Journal of Botany* **97**(3), 519-524.

Yano, H. dan Minato, K. (1992), "Improvement of the acoustic and hygroscopic properties of wood by a chemical treatment and application to the violin parts", *Journal of Acoustical Society of America* **92**(3), 1222-1227.

Yayasan Lembaga Penyelidikan Masalah Bangunan (1978), "Peraturan Konstruksi Kayu Indonesia NI-5 PKKI 1961", Yayasan Lembaga Penyelidikan Masalah Bangunan, Jakarta.