

Eksperimen Perancangan Kemampuan Daya Serap Panel Akustik dari Sampah Kotak Karton Gelombang

Oki Kurniawan¹, Pribadi Widodo², Andriyanto Wibisono².

¹ Fakultas Industri Kreatif, Universitas Trilogi, Jakarta.

² Fakultas Seni Rupa dan Desain, ITB, Bandung.

oki-k@universitas-trilogi.ac.id

ABSTRAK

Kualitas lingkungan akustik yang baik merupakan salah satu kebutuhan yang mendasar pada sebuah bangunan terutama ruangan sebagai tempat aktifitas manusia. Kualitas akustik dalam ruangan mempengaruhi kenyamanan, produktifitas, serta kesehatan penghuni atau penggunanya. Pada kenyataannya pencapaian kualitas tersebut kerap kali terabaikan karena biaya penganan yang cukup tinggi terutama pada bangunan fasilitas umum non komersial termasuk fasilitas ruangan kelas. Eksperimen ini merupakan bagian dari rangkaian penelitian mengenai studi penanganan kebisingan untuk memperbaiki kualitas akustik ruang kelas berbiaya rendah melalui pemanfaatan sampah kotak karton gelombang. Pada tahap eksperimen ini perancangan panel mengacu pada hasil eksperimen dan pengujian kemampuan akustik serta penambahan aplikasi seperti air-gap dan penambahan penutup belakang sebagai acuan pengembangan perancangan panel untuk perancangan interior, data koefisien serap (α) hasil pengujian panel adalah 0,22 pada frekuensi 500 Hz dan 0,52 pada frekuensi 1000 Hz, hal ini menunjukkan karakter akustik penyerap atau absorber. Perancangan difokuskan pada bentuk, tekstur dan teknik pewarnaan panel serta aspek lainnya sehingga dapat memenuhi standar panel secara umum.

Kata kunci: Panel akustik, koefisien serap, kotak karton gelombang

ABSTRACT

Acoustic environment quality considered as one of basic requirement for buildings environment quality, especially in a room where human activity take place in a building. This quality effect to comfort, productivity, and health for human as user or occupants. Yet, in reality good acoustic quality improvement often neglected or ignored because of high cost for acoustic treatment especially for non-commercial public building facility such as class room. This experiment are part of a serial research conducted as a study of low cost noise treatment to improve class room acoustic qualities using cardboard box waste. This research experiment used the result of materials tested in acoustic laboratory as a reference to develop acoustic panel design. This experiment conducted to implicate the result such as air-gap and back cover to the panel as design development. Result shows absorber coefficient (α) are 0.22 on 500 Hz and 0.52 on 1000 Hz, there for the panel have absorber characteristic as acoustic panel. Panel designing focused on shape, texture, coloring technic and other aspect to meet standard panel in general.

Keywords: Acoustic panel, absorber coefferisien, corrugated cardboard.

1. PENDAHULUAN

Telah banyak penelitian tentang bahan baku material akustik alternatif, secara umum bahan yang banyak tersebut diteliti dapat dibedakan menjadi; material alami dan material daur ulang. Contoh material alami diantaranya adalah kenaf, sabut kelapa. Sedangkan contoh material daur ulang adalah recycled plastic fibres dan recycled rubber mats. Penelitian menunjukkan material akustik alternatif yang berasal sampah berbahan dasar serat kayu memiliki kemampuan serap bunyi yang cukup baik juga terbukti lebih murah [1]. Oleh karenanya penelitian ini mengarah pada pemanfaatan sampah dari bahan dari serat kayu (selulosa) untuk didaur ulang menjadi bahan baku penanganan akustik.

Rumusan masalah dalam penelitian ini bertolak dari dua permasalahan besar yaitu; permasalahan tentang kebisingan yang berpengaruh pada kualitas akustik ruangan kelas serta biaya penanganannya yang tinggi, dan permasalahan sampah KKG yang berlimpah dan belum sepenuhnya termanfaatkan.

Biaya yang dibutuhkan untuk penanganan akustik secara umum cukup tinggi. Sebagai gambaran, pemasangan dinding ditambah dengan penanganan kebisingan yang umum dipasaran mencapai kisaran biaya 3 kali lipat dibandingkan dinding tanpa penanganan akustik. Permasalahan tingginya biaya penanganan akustik menjadi salah satu penyebab sulit direalisasinya pengolahan akustik dilingkungan belajar. Material akustik murah dapat menurunkan biaya penanganan akustik. Penanganan kebisingan dengan material akustik berbiaya rendah diperkirakan dapat menurunkan biaya penanganan tersebut.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian mengenai kemampuan akustik panel berbahan baku sampah karton gelombang merupakan penelitian eksperimen dari rangkaian penelitian mengenai studi penanganan kebisingan untuk memperbaiki kualitas akustik ruang kelas melalui pemanfaatan sampah kotak karton gelombang.. Adapun penelitian yang disajikan dalam tulisan ini adalah mengenai karakteristik akustiknya. Untuk melihat kemampuan koefisien serap (α), penelitian dirancang sebagai penelitian laboratorium yang dilaksanakan di Laboratorium Akustik Fisika Bangunan, Teknik Fisika Institut Teknologi Bandung.

Pada perancangan ruangan yang membutuhkan lingkungan akustik yang baik. permasalahan akustik ruangan sejak awal perancangan harus disadari dan dicarikan pemecahannya untuk menghindari permasalahan akustik termasuk intrusi kebisingan yang muncul setelah bangunan tersebut berdiri. Hal tersebut akan sangat merugikan baik secara waktu dan biaya pelaksanaan pembangunan [2].

Bangunan yang diperuntukan untuk kebutuhan akustik tertentu sejak awal telah memasukan perancangan akustik seperti Kontur atau bentuk ruangan serta tekstur material yang dipilih dalam rencana pembangunannya, sebagai contoh dinding bangunan dapat dengan sengaja dirancang dengan ketebalan melebihi normal untuk mendapatkan daya redam yang tinggi.

Sedangkan pada bangunan yang diubah fungsi menjadi ruangan untuk suatu kepentingan akustika tertentu, seringkali harus digunakan pelapis dinding yang ditambahkan kemudian. Pelapis tambahan ini umumnya tidak terbuat dari bahan yang sama dengan dinding yang sudah berdiri. Penggunaan dinding berlapis-lapis yang disertai rongga udara di dalamnya, memiliki kemampuan redaman yang lebih baik dibandingkan dinding tebal yang terbuat dari material yang sama, karena lapisan-lapisan dari bahan berbeda termasuk rongga udara yang ada akan memaksimalkan terjadinya difraksi perambatan gelombang bunyi, sehingga kekuatannya bunyi akan menurun [3].

Kualitas akustik ruangan salah satunya ditentukan oleh waktu dengung (RT_{60}). Waktu dengung adalah waktu dalam detik yang dibutuhkan suatu bunyi yang muncul di dalam ruangan untuk melemah kekuatannya sebesar 60 dB. RT_{60} dipengaruhi volume ruangan (V) serta koefisien serap (α) bahan

pelapis ruangan dan luasan masing-masing bahan serap yang digunakan, sebagaimana tercantum dalam formula sebagai berikut:

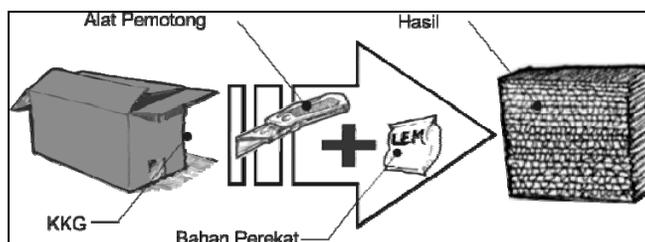
Koefisien serap (α) adalah angka perbandingan atau rasio dari energi bunyi yang diserap oleh material terhadap energi bunyi secara total yang mengenai material tersebut. Koefisien absorpsi suatu material diukur dengan pengangkaan dari 0 sampai 1. Elemen dengan koefisien absorpsi 0 artinya memiliki kemampuan serap 0 atau sangat memantul. Sebaliknya elemen dengan koefisien absorpsi 1 adalah elemen dengan kemampuan absorpsi sangat baik atau penyerapan 100%. Namun demikian, suatu bahan disebut menyerap dengan baik, bila kemampuan serapnya diatas 0,2 [1].

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Bahan eksperimen

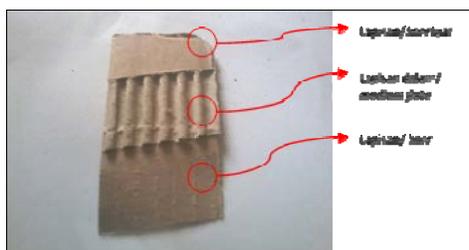
Bahan eksperimen ini dibagi menjadi bahan utama dan bahan pendukung. Bahan utama adalah karton gelombang dari sampah KKG, dan bahan pendukung perekat berbentuk pasta. Pemilihan perekat berbentuk pasta dianggap paling ideal selain mudah didapat juga sesuai dengan kebutuhan panel yang dibuat agar dihasilkan panel dari karton gelombang yang homogen.

Karton gelombang sebagai bahan utama yang digunakan pada penelitian ini diperoleh dari sampah KKG, karton tersebut diolah dalam bentuk lembaran sehingga menjadi panel dengan mengekspose permukaan *medium flute*.



Gambar 1. Proses pengolahan panel akustik KKG

Karton gelombang memiliki keunikan dibandingkan hasil produksi kertas lain, kertas kotak karton secara umum lebih tebal dibandingkan dengan jenis kertas lain. Karton gelombang memiliki lapisan kertas luar depan dan belakang yang disebut *liner* dan didalamnya terdapat lapisan dalam yang bergelombang atau *flute medium*. Ketebalan dari kotak karton ditentukan juga oleh berapa banyak lapisan kertasnya serta jenis lapisan bergelombangnya.



Gambar 2. Lapisan penampang kotak karton gelombang

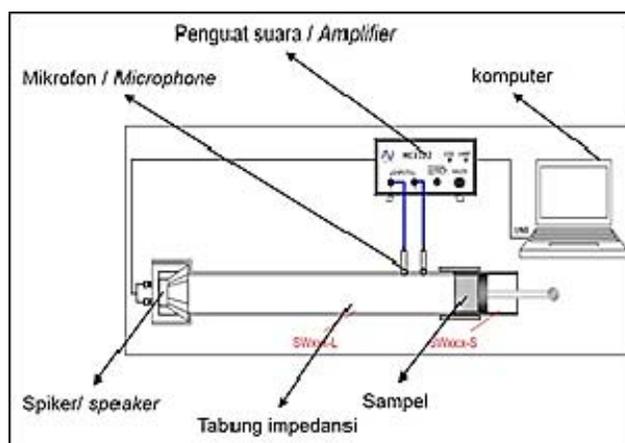
Sesuai dengan tujuan pengolahan panel yaitu memanfaatkan sifat yang terdapat lapisan kertas gelombang pada karton gelombang. Dengan mempertimbangkan proses produksi yang sederhana

berbiaya rendah maka perekat yang dipilih adalah perekat berbentuk pasta yang terbuat dari tepung tapioka.

3.2 Pengujian Laboratorium Kemampuan Koefisien Serap (α) Panel dari Sampah KKG

Persiapan sampel uji

Proses persiapan sampel panel untuk pengujian koefisien serap (α) dibuat dengan 2 macam ketebalan yaitu 20 mm dan 40 mm. ukuran sampel disesuaikan kebutuhan standard alat uji tabung impedansi. Sampel yang dibutuhkan berbentuk lingkaran, dengan diameter 98 mm dan diameter 30 mm. Sampel berdiameter 98 mm diperuntukan pada pengujian frekuensi rendah sedangkan sampel berdiameter 30 mm untuk pengujian pada frekuensi tinggi. Pengujian Koefisien Serap (α) dilakukan menggunakan tabung impedansi BSWA (BSWA *impedance tubes*) dan BSWA VA-Lab *software* yang dimiliki Laboratorium Akustik Fisika Bangunan Teknik Fisika Institut Teknologi Bandung.



Bagan 1. Sistem pengujian koefisien serap (α) menggunakan tabung impedansi [4].



Gambar 3. Sampel karton gelombang diameter 30 mm dan 98 mm dipasang pada tabung Impedansi

Proses pengujian koefisien serap atau alfa (α) dibagi menjadi dua tahap: Tahap pertama, dilakukan pengujian awal untuk mengetahui apakah panel memiliki daya serap yang baik. Tahap kedua, dilakukan dengan menambahkan beberapa variable, yaitu; menambah *air-gap* dan penutup belakang pada sampel. Hal ini ditujukan agar mendapatkan acuan perancangan panel dan penerapannya pada ruangan.

Pengujian awal

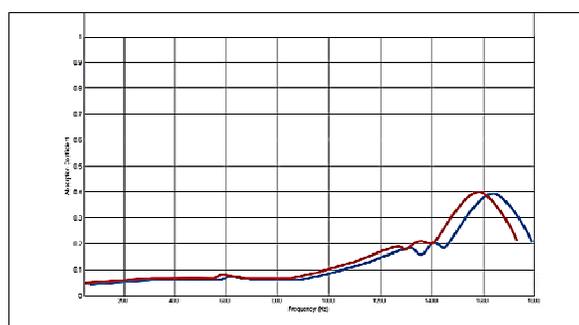
Pengujian awal, hasil pengujian awal didapat data koefisien serap (α) tertinggi berada pada frekuensi 4000 Hz yaitu 0,7 dan angka koefisien terendah yaitu 0,1 pada frekuensi 500 Hz dan frekuensi 1000 Hz.

Suatu material disebut menyerap dengan baik bila kemampuan serapnya di atas 0,2 [2]. Nilai NRC (nilai koefisien serap (α) rerata pada frekuensi 250 Hz, 500 Hz, 1000 Hz, dan 2000 Hz) adalah 0,24, dapat disimpulkan bahwa material KKG memiliki kemampuan serap yang baik.

Pengujian dengan *air-gap* dan penutup belakang

Pada pengujian ini hasil yang didapat menjadi acuan bagi perancangan panel selanjutnya, karena pengujian ini dapat menentukan bagaimana cara pemasangan yang baik agar memudahkan pengerjaan dengan tidak mengurangi kemampuan panel saat dipasang di lapangan.

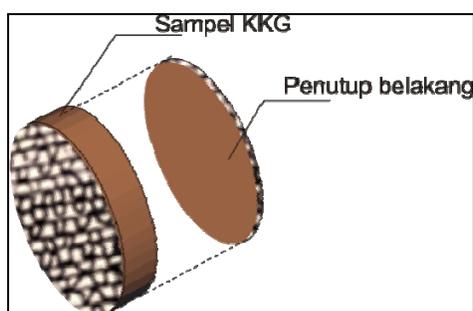
Dari pengujian dengan menggunakan *air-gap* (20 mm) didapat hasil perbandingan seperti ditampilkan pada grafik 2. Kurva berwarna biru mewakili sampel percobaan tanpa *air-gap* sedangkan kurva merah mewakili sampel dengan *air-gap*.



Grafik 1. Hasil pengujian dengan penambahan *air-gap*

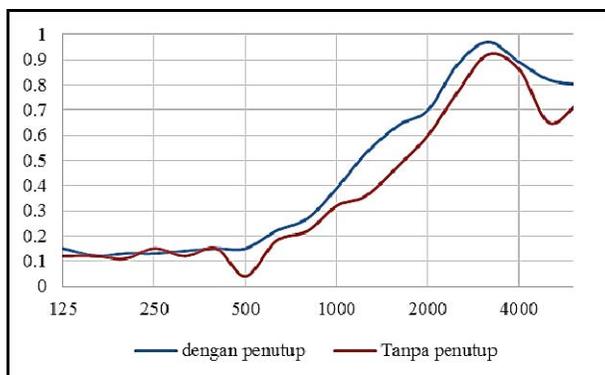
Grafik di atas menunjukkan bahwa nilai koefisien serap tidak berubah secara signifikan, hanya saja kedudukannya bergeser sehingga dapat disimpulkan penambahan *air-gap* tidak mengurangi kemampuan serap sampel.

Pada pengujian panel dengan penambahan penutup belakang pada ketebalan 20 mm dilakukan 2 kali percobaan. Uji coba pertama dilakukan pada sample panel tanpa penutup belakang, sedangkan uji coba kedua penutup belakang dengan bahan karton gelombang yang sama ditambahkan pada sampel.



Gambar 4. Sampel dengan penutup belakang

Pengujian ditujukan untuk memastikan apakah penambahan penutup belakang tidak mengurangi kemampuan serap panel dan menjadi acuan pada perancangan panel dan penerapannya pada ruangan.



Grafik 2. Perbandingan sampel dengan penambahan penutup belakang

Hasil pengujian menunjukkan bahwa penambahan penutup belakang tidak mengurangi kemampuan serap panel, karena hasil tersebut maka pengujian pada sampel dengan ketebalan 40 mm dilakukan penambahan penutup belakang sehingga diperoleh hasil seperti ditampilkan pada grafik diatas. Dari tabel hasil uji sampel dengan ketebalan 20 mm dan 40 mm dapat diperoleh perbandingan nilai NRC kedua sampel tersebut (Tabel 1).

Tabel 1. Koefisien serap (α) panel ketebalan 40 mm dan panel 20 mm

Frekuensi	Panel 40 mm	Panel 20 mm
125	0.08	0.15
250	0.17	0.13
500	0.22	0.15
1000	0.52	0.39
2000	0.88	0.70
4000	0.95	0.89
NRC	0.45	0.34

Hasil Pengujian Koefisien Serap (α) sebelumnya telah diuraikan mengenai nilai koefisien serap yang harus dipenuhi panel karton gelombang, yaitu setidaknya 0,2. Panel dimaksud memiliki angka serap sebagaimana ditampilkan pada Tabel di atas Pengujian serap dilakukan pada frekuensi 100 Hz – 1200 Hz. Nilai koefisien serap memiliki kecenderungan untuk terus naik, seiring naiknya frekuensi bunyi yang diuji. Dalam pengujian koefisien serap rerata pada panel 20 mm adalah 0,34 dan pada panel 40 mm adalah 0,45. Nilai koefisien serap 0,34 dan 0,45 adalah mencukupi sebagai penyerap bunyi [2]. Pada pengujian koefisien serap dilakukan beberapa pengujian tambahan dengan tujuan untuk pengembangan perancangan panel tanpa mengurangi kemampuan akustiknya, pengujian tambahan yaitu:

- a) Pengujian sampel dengan penambahan penutup belakang, hal ini ditujukan agar panel yang dirancang dapat dipasang dengan mudah dan dapat mengurangi debu dari belakang panel
- b) Pengujian sampel dengan penambahan *air-gap* atau celah udara ditujukan agar pada perancangan panel didapat fleksibilitas bentuk. Data hasil pengujian menunjukkan penambahan tersebut tidak mengurangi kemampuan serap panel

3.3 Perancangan panel akustik KKG

Elemen perancangan secara umum berkaitan dengan pengolahan bentuk (*form*), tekstur (*texture*), serta warna (*color*). Bentuk panel akustik KKG dirancang sesuai bahan dasar karton gelombang dari sampah KKG dengan ukuran yang terbatas sehingga bentuk panel tersusun dari bentuk modul.

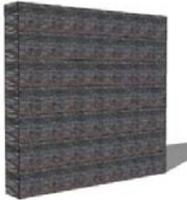
Fungsi akustik panel mengekspos atau menampilkan rongga karton gelombang sebagai tekstur panel, hasil uji kemampuan koefisien serap menunjukkan bahwa panel memiliki sifat akustik penyerap atau *Absorber*. Pengujian dengan penambahan penutup belakang dan *air-gap* tidak mengurangi kemampuan serap panel sehingga dapat diterapkan pada perancangan.

Dalam eksperimen ini dicoba beberapa konfigurasi penyusunan dengan tujuan untuk memperoleh bentuk modul yang fleksibel sehingga mudah untuk diaplikasikan pada perancangan tanpa mengurangi kemampuan daya serap bunyi.

a) Bentuk dan permukaan panel

Bentuk panel tersusun dari bilah atau potongan dari lembaran karton gelombang yang ditumpuk dan direkatkan. Dalam eksperimen dihasilkan beberapa alternatif bentuk dan tekstur, diantaranya adalah:

Tabel 2. Alternatif bentuk dan permukaan panel

No.	Bentuk panel	Permukaan	
		Rata	Slotted
1.	Panel standar		
2.	Panel puzzle		

b) Warna (*color*)

Warna pada perancangan panel lebih ditujukan pada jenis pewarna, karena permukaan *perforated* pada panel akustik KKG merupakan karakter utama maka pemilihan jenis pewarna ditentukan menggunakan cairan atau pewarna *water base*, karena jika pewarna kental dan menggumpal akan menutup permukaan *perforated* panel yang dapat mengurangi atau bahkan menghilangkan kemampuan akustik panel. Teknik pewarnaan panel dapat dilakukan dengan teknik celup (*dye*) atau dengan teknik semprot (*spray*).

c) Aspek kualitas lain

Teknik *finishing* pemilihan teknik diatas yaitu teknik celup (*dye*) dan teknik semprot (*spray*), selain karena kebutuhan karakter permukaan panel yang dihasilkan, juga dikarenakan adanya kebutuhan penanganan terhadap aspek kualitas standar panel secara umum, yang melibatkan penggunaan cairan pada penanganan seperti:

- Aspek perawatan seperti; perawatan dari jamur dan serangga, bahan yang terbuat dari kayu, rotan, bambu dan berbagai bahan serat alam lainnya termasuk karton gelombang rentan

terhadap serangan jamur, bakteri, dan serangga. Penggunaan cairan insektisida dan anti cairan anti jamur

- Aspek ketahanan terhadap api, di pasaran telah banyak bahan *Fire Retardant* atau yang kita kenal sebagai cairan kimia yang berfungsi mencegah terjadinya penyebaran api pada material tekstil, kayu, dan material mudah terbakar lainnya, peneliti dari Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI) menemukan cara yang sederhana dan murah untuk menghambat proses terbakarnya bahan yang berasal kayu dilapis dengan bahan penghambat api seperti fosfat (mono/diammonium phosphate), borat (asam borat, boraks), ammonium sulfat [5].

Oleh karena itu teknik pewarnaan celup dan semprot merupakan teknik yang sesuai dengan karakter permukaan panel akustik KKG.

4. SIMPULAN

- 1) Hasil pengujian di laboratorium fisika bangunan menunjukkan panel akustik KKG dengan ketebalan 40 mm memiliki kemampuan akustik koefisien serap (α) 0,22 dan 0,52 pada frekuensi 500 Hz dan 1k Hz, NRC 0,45. Sesuai dengan nilai koefisien serap yang harus dipenuhi yaitu setidaknya 0,2. Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa panel akustik KKG yang dihasilkan dapat dikategorikan sebagai panel akustik *absorber* atau penyerap bunyi.
- 2) Pada pengujian koefisien serap dilakukan beberapa pengujian tambahan dengan tujuan untuk pengembangan perancangan panel, pengujian tambahan yaitu:
 - a. Pengujian sampel dengan penambahan penutup belakang, hal ini ditujukan agar panel yang dirancang dapat dipasang dengan mudah dan dapat mengurangi debu dari belakang panel
 - b. Pengujian sampel dengan penambahan *air-gap* atau celah udara ditujukan agar pada perancangan panel didapat fleksibilitas bentuk. Data hasil pengujian menunjukkan penambahan tersebut tidak mengurangi kemampuan serap panel
- 3) Bentuk panel tersusun dari bilah atau potongan dari lembaran karton gelombang yang ditumpuk dan direkatkan. Dalam eksperimen dihasilkan beberapa alternatif bentuk, diantaranya adalah:
- 4) Warna pada perancangan panel lebih ditujukan pada jenis pewarna, karena permukaan perforated pada panel akustik KKG merupakan karakter utama maka pemilihan jenis pewarna ditentukan menggunakan cairan atau pewarna water base, karena jika pewarna kental dan menggumpal akan menutup permukaan *perforated panel* yang dapat mengurangi atau bahkan menghilangkan kemampuan akustik panel. Teknik pewarnaan panel dapat dilakukan dengan teknik celup (*dye*) atau dengan teknik semprot (*spray*).
- 5) Aspek kualitas lain, Teknik finishing pemilihan teknik diatas yaitu teknik celup (*dye*) dan teknik semprot (*spray*), selain karena kebutuhan karakter permukaan panel yang dihasilkan, juga dikarenakan adanya kebutuhan penanganan terhadap aspek kualitas standar panel secara umum, yang melibatkan penggunaan cairan pada penangannya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Asdrubali, F. (2007) Green And Sustainable Materials For Noise Control In Buildings. *19th International Congress On Acoustics Madrid*, 2-7 September 2007
- [2] Egan, M.D. (1972) *Concepts in Architectural Acoustic*, McGraw Hill, Inc., New York.
- [3] Templeton, D., Saunders, D. (1987) *Acoustic Design*, the Architectural Press, London.
- [4] BSWA *Impedance Tube Solutions Version: 201008*
- [5] Seta, R.M. (2015) Artikel: *Inilah Caranya Membuat Kayu Yang Tahan Api*, www.ideaonline.co.id (diakses bulan Februari 2015).