

Potensi Kertas Koran dan Gabus sebagai Alternatif Material Akustik

Priscilla Gloria, Hedy C. Indrani

Program Studi Desain Interior, Universitas Kristen Petra

Jl. Siwalankerto 121-131, Surabaya

E-mail: gloria92@outlook.co.id ; cornelli@petra.ac.id

Abstrak- Kertas memiliki kandungan kimia dan alami yang bagus sehingga limbah kertas dapat didaur ulang menjadi berbagai macam bentuk. Keberadaan kertas koran yang sangat berlimpah dan tekstur yang dimiliki memunculkan ide pada penulis untuk membuat panel dinding akustik yang tidak hanya berfungsi secara estetika namun juga secara teknis yaitu membuat ruang menjadi nyaman secara akustik. Selain kertas koran akan digunakan beberapa jenis limbah yang akan mendukung fungsi panel akustik tersebut. Penelitian kali ini menggunakan sebuah ruang Sekolah Wisma Musik Symphony yang berada ditepi jalan raya, yang membutuhkan *treatment* akustik yang ekonomis dan efisien. Metode penelitian yang digunakan adalah melalui wawancara pengguna, *survey* lapangan, studi pustaka, dan percobaan-percobaan hingga menemukan komposisi panel yang dapat mengatasi masalah pada ruang Sekolah Wisma Musik Symphony tersebut. Percobaan yang dilakukan menghasilkan komposisi kertas koran : kasting sebanyak 1 : 3 (sendok bebek). Sedangkan komposisi pada panel tersebut olahan koran : gabus : multipleks 3 : 3 : 0,6 (cm) yang dapat menyerap suara sebanyak 96%.

Kata kunci:

Kertas koran, gabus, alternatif, material akustik

Abstrac-Newspaper will be made and thrown daily so that the newspaper waste will not be finished that a lot of people can utilize the newspaper waste as body accessories or interior. A lot of paper research is done to decrease the number of logging. Paper has good chemical and natural ingredients so that the paper waste can be recycled into various form. Due to the huge number of newspaper and the texture that it has, it brings the idea to the writer to create a acoustic wall panel that not only function as the aesthetic but also technically that create a comfortable room in acoustic. Beside newspaper, a lot of waste will be used to support the function of acoustic panel itself. The research this time use a room of Sekolah Wisma Musik Symphony that located on the roadside, which need an economic and efficient acoustic treatment. The research method that is used is quantitative method through user interview, field survey, trial error test until the right composition of the panel is found that can be used to eliminate the problem in the Sekolah Wisma Musik Symphony room itself. The experiment that is done resulting in the composition of newspaper : (kasting) is 1 : 3 (duck spoon). While the composition of the panel itself is the processed newspaper : cork : (multipleks) is 3 : 3 : 0.6 (cm) that can absorb 96% of sound.

I. PENDAHULUAN

Sekolah 146usic yang sederhana saat ini banyak berdiri, khususnya di wilayah Surabaya. Keberadaan sekolah 146usic yang sederhana ini sebagian besar tidak menggunakan *treatment* akustik, sedangkan *treatment* akustik tidak murah. Melihat keadaan yang seperti itu, maka peneliti memiliki ide untuk membuat panel akustik 146usic146146tive dari limbah yang estetik. Penelitian

mengenai pemanfaatan limbah merupakan salah satu upaya untuk mengurangi upaya pemanasan global. Salah satu limbah yang berpotensi untuk dimanfaatkan adalah kertas 146usic dan 146usic146146ti/ gabus sebab keberadaannya yang berlimpah, limbah kertas merupakan limbah ke-2 terbanyak di Indonesia dan gabus limbah ke-5 terbanyak di Indosnesia [2]. Muncul dua rumusan masalah yaitu bagaimana mengolah limbah sebagai panel akustik 146usic146146tive untuk meneka biaya berlebih dan bagaimana mengaplikasikan panel tersebut dalam ruang 146usic. Penelitian menggunakan metode kuantitatif, dengan langkah-langkah yang sistematis. Pengumpulan data litratur, 146usic146 lapangan, wawancara, eksperimen, analisis, dan pembahasan keseluruhan hasil penelitian.

Limbah kertas diolah dengan dijadikan bubur kertas atau pulp untuk kemudian dicetak ulang menjadi barang baru, untuk mengurangi polusi, penggunaan 146usic146, dan lainnya yang terbuang untuk membuat barang dengan material baru [3]. Eksperimen menggunakan dua jenis kertas yaitu kertas HVS dan kertas 146usic, dengan menggunakan tiga jenis perekat yang berbeda. Perbedaan jenis kertas dan berbeda jenis pengikat akan menghasilkan daya serap suara yang berbeda pula. Semakin lunak dan berrongga permukaan, maka daya serap yang dihasilkan akan semakin besar pula [2]. Perekat dalam panel yang digunakan merupakan matrik dalam pembuatan komposit. Matrik dalam komposit berfungsi untuk mengikat serat secara bersama-sama dalam suatu unit structural dan melindungi serat dari kerusakan eksternal. Perekat yang dapat digunakan untuk olahan ubur kertas ada banyak, seperti lem putih, semen putih, semen abu-abu, dan sebagainya. Tekstur yang dihasilkan untuk masing-masing perekat berbeda-beda pula, tergantung pada matrik pembentuk bahan perekat [3].

Panel akustik 146usic146146tive yang telah dibuat pada beberapa eksperimen akan dianalisis daya serapnya dengan menggunakan tabung impedansi yang ada di laboratorium teknik Fisika di Institut Teknologi 10 Nopember, Surabaya. Kualitas dari bahan peredam atau panel akustik ditunjukkan dengan nilai α (koefisien absorpsi) [5].

Parameter Ruang Akustik

Parameter sebuah ruang akustik dikatakan bagus apabila orang yang berada di dalamnya merasa nyaman saat bermain 146usic, sehingga secara tidak langsung itu merupakan parameter subjektif khususnya oleh orang yang sudah berpengalaman di bidang 146usic. Parameter subjektif meliputi *intimacy spaciousness* atau *envelopment fullness*, dan *overall impressions* yang biasanya dipakai untuk akustik teater dan *concert hall* (Legoh, 1993). Parameter subjektif

memiliki banyak kelemahan karena persepsi masing-masing individu berbeda berdasarkan selera masing-masing individu, oleh karena itu dibuatlah sebuah batasan. Batasan tersebut dibuat berdasarkan metoda pengukuran yang lebih objektif dan bersifat analitis agar orang merasa nyaman berada dalam ruang 147^{us}ic tersebut.

Orang merasa nyaman berada dalam ruang 147^{us}ic tersebut karena ruang tersebut telah memenuhi standar yang telah dihitung oleh seorang peneliti akustik, yaitu Wallace Clements Sabine. Wallace Clements Sabine merupakan seorang peneliti akustik berkebangsaan Amerika yang telah berhasil menciptakan formula untuk mengukur waktu dengung yang terjadi dalam sebuah ruang, sehingga namanya digunakan sebagai satuan ukur waktu dengung. Selain waktu dengung, faktor bising latar belakang (*background noise*) yang terjadi dalam ruang tersebut juga menjadi faktor utama kenyamanan sebuah ruang 147^{us}ic.

Waktu Dengung (Reverberation Time)

Waktu dengung (*reverberation time*) atau RT adalah waktu yang dibutuhkan suatu 147^{us}ic147 suara untuk meluruh hingga sepersepjuta dari 147^{us}ic147 awal yaitu sebesar 60 dB. Geometri akustik menyebutkan bahwa bunyi mengalami pantulan jika mengenai permukaan, sehingga akan dihasilkan bunyi lain dari hasil pemantulan bunyi tersebut selain bunyi langsung. Pemantulan berulang-ulang akibat terkena permukaan-permukaan dalam ruang inilah yang dinamakan dengung. Waktu dengung yang dibutuhkan untuk tiap ruang berbeda-beda berdasarkan fungsi dan luas ruang tersebut. Ruang kelas Sekolah Wisma Musik Symphony yang hanya memiliki luas sekitar 36 m² tidak dapat menerapkan standar 1-2 detik tersebut. Ruang kecil dengan waktu dengung terlalu lama akan menyebabkan terjadinya efek “*bathroom tenor*”, dimana suara memantul terlalu lama [4].

$$RT = \frac{0,161 V}{A}$$

$$A = S_1\alpha_1 + S_2\alpha_2 + \dots + S_n\alpha_n$$

RT = waktu dengung

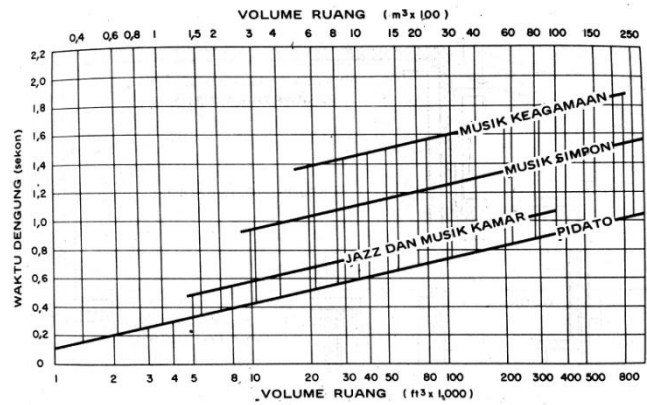
V = volume ruang

A = total luas permukaan benda-benda yang telah dikalikan dengan koefisien serap masing-masing.

S = luas permukaan

A = koefisien serap benda

Ruang 147^{us}ic kecil atau ruang belajar 147^{us}ic dikondisikan kepekaan suaranya sama seperti dengan auditorium agar saat berlatih maupun saat pementasan tidak perlu menyetel alat 147^{us}ic lagi terlalu banyak.



Gambar 1. Grafik hubungan antara volume ruang dengan waktu dengung yang disarankan untuk jenis-jenis ruang musik. (sumber: Akustik Lingkungan, p.129)

Bising Latar Belakang (Background Noise)

Bising latar belakang merupakan bunyi yang bukan berasal dari sumber suara utama atau suara yang diinginkan, dapat dihasilkan dari dalam (seperti bunyi AC, kipas, jam, suara sepatu, dan sebagainya) maupun dari luar ruang (suara kendaraan, percakapan manusia dari luar ruang, dan sebagainya). Bising latar belakang tidak dapat seutuhnya dihilangkan, namun keberadaannya dalam ruang dapat diminimalkan sehingga tidak mengganggu kegiatan dalam ruang tersebut. Besar bising yang terjadi dalam sebuah ruang dapat diketahui menggunakan alat ukur *Sound Level Meter* merek Rion tipe NL-32 pada beberapa titik dalam ruang untuk mengetahui pada bagian ruang mana yang mengalami tingkat kebisingan paling tinggi. Keberadaan titik bising tertinggi dapat menjadi data utama mengenai sumber dan bagaimana kebisingan tersebut masuk dalam ruang.

Bising latar belakang yang dapat ditoleransi untuk tiap ruang berbeda-beda berdasarkan fungsi dan kegunaan dari ruang tersebut. Beberapa ruang membutuhkan ketenangan lebih dari ruang yang lain, sehingga membutuhkan sistem akustik lebih kompleks dari ruang-ruang lainnya [2].

Tingkat kebisingan yang direkomendasikan Untuk pengendalian ambien bunyi bising agar sesuai penggunaannya	NR
Ruang-ruang studio untuk rekaman atau siaran radio	15
Ruangan konser	15—20
Teater, ruang seba guna, ruang konferensi, ruang pengadilan	25
Bangsai rumah sakit, kamar-kamar tidur hotel, perpustakaan	25—30
Ruang-ruang kelas, ruang rapat untuk jumlah yang terbatas, kantor-kantor pada umumnya	30
Restoran, kantor dengan denah terbuka	35
Kafeteria, sirkulasi	40
Dapur, kamar kecil dan bengkel, ruang komputer	45
Tempat parkir, pusat perbelanjaan, bus, kereta, atau anjungan di lapangan terbang	50
Kantor (ruang cetak)	55
Bengkel, industri pemrosesan	65

* Kriteria yang diinginkan 5-10 di atas tingkat NR yang direkomendasikan, tergantung pada spektrum kebisingan.

Gambar 2. Standar bising latar belakang yang disarankan untuk ruang dengan fungsi-fungsi berbeda.

(sumber: Detail Akustik, p.163)

Koefisien Penyerapan Suara (α)

Koefisien serap yang dimiliki tiap material berbeda-beda sesuai dengan jenis, tebal, dan kondisi material saat

dihitung. Koefisien serap bunyi dapat dipandang sebagai suatu prosentase bunyi serap dimana 1,00 berarti daya serap maksimal yaitu 100% dan 0,01 berarti daya serap minimal yaitu 1%. Alat yang digunakan untuk menghitung koefisien serap sebuah benda ada 2 macam, yang pertama dengan metode waktu dengung dan yang kedua dengan tabung impedansi [5].

Pengukuran Koefisien Serap Benda

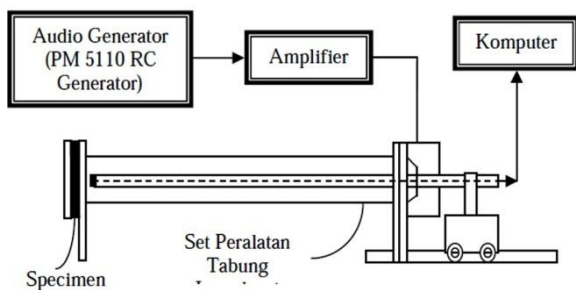
Terdapat beberapa metode yang dapat digunakan untuk mengukur koefisien serap suara sebuah benda.

i. Metode waktu dengung

Metode pertama ini merupakan metode yang rumit dan memiliki keakuratan yang cukup tinggi. Perhitungan dengan metode ini membutuhkan tempat yang cukup luas, karena sampyang digunakan harus berukuran 2m x 1m dan tidak banyak lembaga yang mempunyai ruang waktu dengung yang memenuhi standar.

ii. Metode Tabung Impedansi

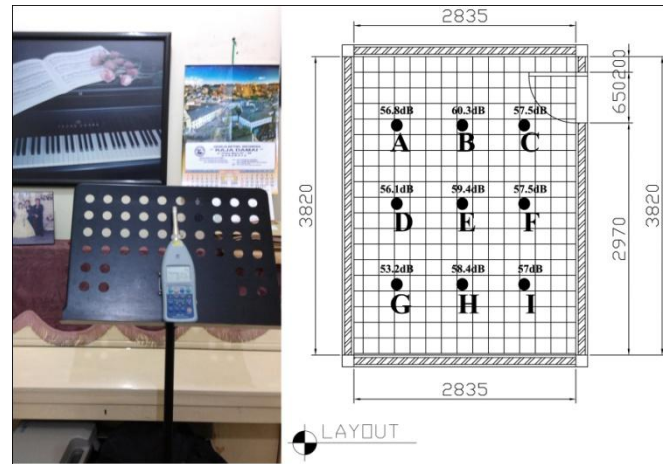
Metode kedua ini merupakan pengukuran absorpsi bahan pada gelombang bunyi oleh permukaan bahan pada suatu ruang tertutup. Pengukuran dengan metode tabung impedansi ini memiliki keakuratan yang kurang dibanding metode pertama dan langkah pengukuran pun lebih sederhana. *Sample* yang perlu dibuat untuk dihitung bisa berbentuk lingkaran maupun persegi dengan ukuran diameter 10cm atau 10x10cm.



Gambar 4. Susunan rangkaian tabung impedansi (sumber: Modul praktikum instrument-akustik, ITS)



Gambar 5. Contoh alat tabung impedansi



Gambar 6. (kiri) Proses menghitung bising latar belakang dengan menggunakan *sound level meter*. (kanan) Titik perhitungan bising latar belakang yang dilakukan dalam ruang belajar musik tersebut. (sumber: dokumen pribadi, 3 Desember 2013)

	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000Hz	2000Hz	dB _A
A	58,4	60,9	58,6	56,3	55,1	56,8
B	56,6	60,9	58,1	56,5	53,5	60,3
C	60,1	57,9	56,6	57,9	54,4	57,5
D	55,0	52,7	53,1	55,7	53,2	56,1
E	59,1	60,6	57,8	56,5	52,7	59,4
F	60,5	58,5	57,2	56,3	52,0	57,5
G	54,1	50,8	51,2	50,1	45,6	53,2
H	54,1	50,6	48,9	48,1	44,3	58,4
I	57,7	51,7	51,2	50,4	49,7	57,0

Gambar 7. Hasil perhitungan bising latar belakang pada frekuensi berbeda dan pada frekuensi campuran (dB_A).

Metode Penelitian

Penelitian menggunakan metode kuantitatif. Metode kuantitatif merupakan metode penelitian yang lebih menekankan pada pengukuran secara objektif. Teknik perhitungan kuantitatif dilakukan secara matematik, sehingga akan didapatkan hasil kesimpulan yang berparameter. Metode pengukuran menggunakan beberapa tahapan atau langkah-langkah, yaitu studi literatur, surveilapangan, wawancara, eksperimen dan analisis material, dan pembahasan hasil penelitian lapangan dan material (Nazir, 1988).

Studi Literatur

Pencarian data sekunder sebagai pendukung penelitian, selain itu juga untuk mengetahui sampai dimana ilmu yang berhubungan dengan penelitian. Studi pustaka diambil dari buku teks, jurnal online, dan tulisan lain yang digunakan sebagai acuan dan pembandingan dalam pemikiran penelitian. Literatur bertujuan sebagai pegangan peneliti saat mencari solusi nantinya (Nazir, 1988).

SurveiLapangan

Langkah survei adalah penyelidikan yang diadakan untuk memperoleh fakta dari gejala yang ada dan mencari keterangan secara factual. Surveidilakukan dengan

pengamatan langsung pada bangunan dan ruang latihan musik. Pengamatan yang dilakukan berupa penghitungan terhadap besar kebisingan dalam ruang dan perhitungan waktu dengung pada ruang latihan musik tersebut (Nazir, 1988).

Wawancara

Metode memperoleh data atau keterangan dengan cara tanya jawab langsung kepada pengguna dan orang yang lebih ahli dibidangnya (Nazir, 1988). Wawancara dilakukan kepada guru sekaligus pemilik Sekolah Wisma Musik Symphony, dan kepada beberapa ahli akustik studio musik dan ahli akustik arsitektur. Wawancara kepada guru sekaligus pemilik untuk mendapatkan data-data non-fisik ruang belajar musik, sedangkan wawancara terhadap ahli akustik dilakukan untuk mendapat solusi terhadap ruang belajar musik tersebut.

Eksperimendan Analisis Material

Eksperimen dilakukan dengan membuat beberapa percobaan mengenai alternatif olahan berbagai material sehingga bisa digunakan sebagai panel akustik, khususnya untuk ruang Sekolah Wisma Musik Symphony. Analisis material akan dilakukan dengan membawa alternatif olahan material tersebut untuk diukur koefisien serapnya di laboratorium suara yang terdapat pada Fakultas Teknik Fisika Institut Teknologi 10 Nopember, Surabaya. Pengukuran beberapa alternatif tersebut diharapkan dapat memberikan data mengenai panel akustik alternatif dengan komposisi paling ideal. Pengukuran di Institut Teknologi 10 Nopember menggunakan alat tabung impedansi yang mereka buat sendiri

Pembahasan Hasil Penelitian

Hasil data lapangan dan eksperimen yang telah dilakukan dihitung dengan menggunakan *software* akustik milik Autodesk, yaitu Ecotect. Ecotect dapat digunakan untuk menghitung dan mengatur besar *Reverberation Time* (RT) yang dimiliki ruang tersebut sesuai dengan material dan furnitur yang ada dalam ruang tersebut sehingga dihasilkan solusi untuk ruang belajar musik tersebut.

II. ANALISI RUANG DAN MAERIAL

Kinerja akustik ruang belajar musik yaitu bagaimana pengajar dan murid dapat bermain musik dengan tingkat kebisingan seminimal mungkin dan memiliki waktu dengung yang diusahakan semirip mungkin dengan keadaan tempat konser. Ruang belajar musik memiliki volume yang jauh lebih kecil dari tempat konser, maka untuk mengondisikan akustik yang sama dengan tempat konser bukan berarti menjadikan waktu dengung sama dengan waktu dengung tempat konser. Pengukuran kualitas pada ruang belajar musik juga lebih sederhana dari pengukuran kualitas tempat konser maupun auditorium. Kualitas akusitik untuk tempat konser atau auditorium dinyatakan dengan tingkat bising latar belakang, distribusi tingkat tekanan bunyi, respon impuls ruang, dan bising latar belakang yang terjadi dalam ruang tersebut. Kualitas waktu dengung dan bising latar belakang merupakan kriteria utama dalam penelitian ruang belajar musik, sebab dalam ruang belajar musik tidak terdapat banyak pendengar dan ruang yang digunakan biasanya berukuran kecil

Pengukuran ruang belajar musik pada Sekolah Wisma Musik Symphony dilakukan sebagai acuan peneliti untuk membuat panel akustik dengan biaya ringan namun memiliki kualitas yang sama panel yang dijual di pasaran. Panel akustik alternatif ini memanfaatkan limbah yang ada disekitar kita, yaitu pemanfaatan kertas koran yang diolah dengan menggunakan pengikat *gypsum*. Panel akustik alternatif yang akan dibuat ini juga akan menggunakan *styrofoam* dan multipleks sebagai lapisan pendukung. *Styrofoam* diletakkan pada lapisan kedua, berfungsi sebagai penyerap suara frekuensi rendah dan penahan suara untuk mencegah kebocoran suara dari dalam maupun dari luar ruangan.

Metode Pengukuran Ruang Belajar Musik

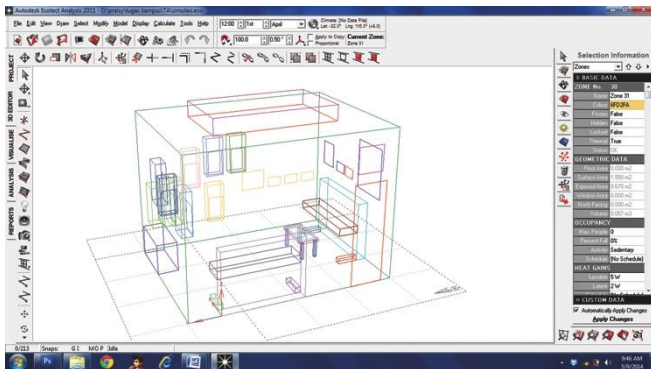
Ruang belajar musik milik Wisma Musik Symphony diukur tingkat kebisingan latar belakang dengan menggunakan *Sound Level Meter* merek Rion tipe NL-32 dan penghitungan waktu dengung secara manual maupun komputerisasi dengan aplikasi Autodesk Ecotech. Pengukuran bising latar belakang dilakukan pada beberapa titik dalam ruang belajar musik tersebut, hal ini dilakukan untuk mengeahui daerah mana dalam ruang yang memiliki tingkat kebisingan paling tinggi. Data mengenai titik kebisingan tersebut dapat dijadikan petunjuk untuk mengetahui sumber dan cara bising tersebut masuk dalam ruangan.

Data pada tabel hasil perhitungan menunjukkan bahwa bising latar belakang yang paling besar adalah pada suara berfrekuensi rendah dengan intensitas kebisingan yang sangat tinggi, sehingga mengganggu pengguna ruang belajar musik tersebut. Suara frekuensi rendah sebenarnya tidak terlalu mengganggu telinga manusia selama intensitas suara tersebut masih berada dalam batas standar.

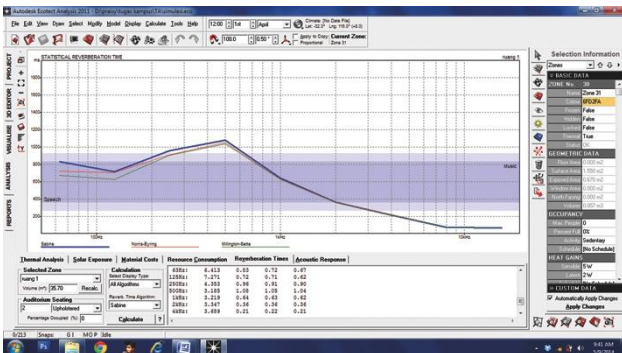
Langkah kedua setelah menghitung bising latar belakang adalah menghitung besar waktu dengung dalam ruang belajar musik tersebut. Data yang dibutuhkan untuk menghitung waktu dengung baik secara manual maupun secara komputerisasi adalah banyaknya furnitur, material yang digunakan dalam ruang, dan besar luas penampang tiap furnitur yang ada dalam ruang tersebut. Setiap material memiliki koefisien daya serap masing-masing yang berbeda, pada material yang sama pun berbeda permukaan dapat menghasilkan koefisien serap yang berbeda pula. Namun untuk memudahkan perhitungan terdapat tabel koefisien yang ada pada buku Detail Akustik, sehingga peneliti memasukkan angka sesuai material yang sama yang terdapat pada tabel. Perhitungan koefisien serap benda memerlukan sampel, waktu, alat, dan biaya yang lebih bila menginginkan data koefisien yang akurat.

Hasil perhitungan waktu dengung secara manual menunjukkan bahwa pada ruang belajar Sekolah Musik Wisma Symphony memiliki waktu dengung yang relatif tinggi pada semua frekuensi suara. Waktu dengung yang terjadi pada ruang belajar tersebut rata-rata 1,27 sekon. Berdasarkan hasil perhitungan manual diketahui bahwa waktu dengung pada ruang belajar musik tersebut cukup tinggi, sebab volume ruang belajar musik Wisma Musik Symphony termasuk kecil. Waktu dengung untuk ruang belajar musik kecil hanya membutuhkan sekitar 0,4 detik, sedangkan waktu dengung 1-2 detik merupakan waktu dengung ideal untuk ruang konser besar. Selain perhitungan

manual dilakukan pula perhitungan secara komputerisasi dengan menggunakan Autodesk Ecotect, dimana kedua perhitungan tersebut akan dikomparasikan untuk mengetahui kebenaran perhitungan.



Gambar 8. Proses perhitungan waktu dengung ruang dengan menggunakan Autodesk Ecotect.



Gambar 9. Hasil perhitungan waktu dengung dengan menggunakan Autodesk Ecotect secara grafik.

```

STATISTICAL ACOUSTICS - ruang 1
Model: D:\praisy\tugas kampus\TA\simulasi.eco
|
Volume: 35.700 m3
Surface Area: 66.950 m2
Occupancy: 0 (2 x 0%)
Optimum RT (500Hz - Speech): 0.36 s
Volume per Seat: 17.850 m3
Minimum (Speech): 3.703 m3
Minimum (Music): 7.359 m3

Most Suitable: Sabine (Uniformly distributed)
Selected: Sabine (Uniformly distributed)
    
```

FREQ.	TOTAL ABSPT.	SABINE RT (60)	NOR-ER RT (60)	MIL-SE RT (60)
63Hz:	6.413	0.83	0.72	0.67
125Hz:	7.271	0.72	0.71	0.62
250Hz:	4.353	0.96	0.91	0.90
500Hz:	3.185	1.08	1.05	1.04
1kHz:	3.219	0.64	0.63	0.62
2kHz:	3.347	0.36	0.36	0.36
4kHz:	3.689	0.21	0.22	0.21
8kHz:	2.426	0.07	0.07	0.07
16kHz:	2.023	0.06	0.06	0.06

Gambar 10. Hasil perhitungan waktu dengung secara tabel pada Autodesk Ecotect.

Terdapat perbedaan yang cukup tipis antara perhitungan dengan menggunakan Autodesk Ecotect dengan perhitungan secara manual, sehingga dapat dikatakan bahwa perhitungan waktu dengung kedua metode tersebut telah sesuai.

Berdasarkan perhitungan tersebut dapat disimpulkan bahwa ruang belajar musik yang terdapat di Sekolah Wisma Musik Symphony memiliki waktu dengung dan bising latar belakang yang berlebihan. Kebutuhan akan panel akustik

yang bersifat absorber atau menyerap suara dan panel akustik yang dapat menahan suara untuk lewat. Maka peneliti meneliti keberadaan beberapa limbah yang ada disekitar manusia, yang bisasecara sederhana diolah kembali untuk dijadikan panel akustik. Data waktu dengung dan bising latar belakang pada ruang belajar musik Wisma Musik Symphony tersebut akan menjadi acuan peneliti untuk mengaplikasikan panel akustik alternatif yang dibuat oleh peneliti, sehingga dapat dilihat secara nyata dampak yang diperoleh dengan pemasangan panel akustik alternatif pada ruang belajar musik tersebut.

Analisis Material Panel Akustik Alternatif

Panel akustik pada umumnya terbuat dari bahan-bahan pilihan yang memiliki daya serap tinggi terhadap suara, terutama suara-suara pada frekuensi tengah (frekuensi 500Hz-1000Hz). Panel akustik yang dijual dipasaran biasanya memiliki koefisien serap hingga 0,9 bahkan lebih. Harga yang ditawarkan untuk panel akustik yang ada di pasaran saat ini tidaklah murah, sehingga peneliti mendapatkan ide untuk membuat panel akustik yang ekonomis namun memiliki kualitas daya serap yang setara dengan panel akustik yang dijual dipasaran. Selain panel yang ekonomis, peneliti juga bermaksud untuk membuat panel akustik yang dapat dibuat sendiri.

Panel akustik alternatif yang akan dibuat ini menggunakan material daur ulang, sebab peneliti melihat banyaknya potensi dari limbah untuk dimanfaatkan menjadi panel akustik. Salah satu limbah yang berpotensi dan akan digunakan oleh peneliti adalah limbah kertas koran dan limbah gabus atau styrofoam. Penelitian mengenai olahan limbah kertas sebelumnya telah menyebutkan bahwa olahan kertas seperti bubur kertas yang dikeraskan memiliki potensi akustik yang bagus. Melihat adanya hubungan antara panel akustik ekonomis dengan keberadaan olahan limbah kertas yang baik untuk akustik, maka peneliti memutuskan untuk menggunakan olahan limbah kertas tersebut sebagai material utama panel akustik alternatif. Kertas yang digunakan oleh penenliti adalah kertas yang memiliki potensi limbah yang melimpah dan mudah dilunakkan. Material kertas yang memiliki kriteria seperti itu adalah kertas koran. Peneliti telah menghitung daya serap dan membandingkan olahan menggunakan kertas koran dengan kertas HVS bekas tersebut, dan hasilnya adalah kertas koran memiliki daya serap lebih tinggi dari kertas HVS.

Koran + semen putih				Koran + semen abu-abu			
Frekuensi (Hz)	SPL dB		Penyerapan Suara (dB)	Frekuensi (Hz)	SPL dB		Penyerapan Suara (dB)
	Maks	Min			Maks	Min	
125	129.9	104.1	0.19	125	129.2	102.2	0.16
250	126.6	101.9	0.21	250	131.8	103.2	0.14
500	117.4	95.5	0.28	500	128.3	103.6	0.21
1000	99.5	71.9	0.15	1000	101.8	76.7	0.20
2000	93.9	71.2	0.25	2000	95.8	72.3	0.23

HVS + semen putih				HVS + semen abu-abu			
Frekuensi (Hz)	SPL dB		Penyerapan Suara (dB)	Frekuensi (Hz)	SPL dB		Penyerapan Suara (dB)
	Maks	Min			Maks	Min	
125	129	99.9	0.13	125	130.2	104	0.18
250	131.2	105.5	0.19	250	132.8	107.7	0.20
500	128.1	102.1	0.18	500	127.9	102.2	0.19
1000	102.3	75.9	0.17	1000	101.9	72.8	0.13
2000	93	68.3	0.21	2000	92.7	63.1	0.12

Gambar 11. Hasil perhitungan daya serap antara kertas HVS dengan kertas koran.

Selain faktor bahan kertas, faktor pengikat yang digunakan juga mempengaruhi koefisien serap panel. Awal

percobaan peneliti menggunakan pengikat semen putih dan semen abu-abu, namun setelah itu peneliti mendapat referensi baru mengenai pengikat yang lebih lunak dan lebih cepat kering yaitu kasting. Kasting adalah pengikat yang digunakan untuk melekatkan kapur atau *gypsum*.

Koran + kasting A				Koran + kasting B			
Frekuensi (Hz)	SPL dB		Penyerapan Suara (dB)	Frekuensi (Hz)	SPL dB		Penyerapan Suara (dB)
	Maks	Min			Maks	Min	
125	122.7	100.8	0.28	125	123.2	102.9	0.32
250	125.8	98.2	0.15	250	126.4	98.4	0.15
500	120.1	96.1	0.22	500	120.8	104.2	0.45
1000	97.4	70.8	0.17	1000	96.4	75.5	0.30
2000	88.7	63.5	0.20	2000	88.7	65.6	0.24

Gambar 13. (kiri) Hasil perhitungan panel yang menggunakan pengikat kasting dengan takaran sedikit. (kana) Hasil perhitungan panel yang menggunakan kasting dengan takaran lebih banyak.

Data diatas menunjukkan bahwa dengan menggunakan pengikat kasting, koefisien serap yang dimiliki oleh panel jadi lebih besar. Namun besar koefisien serap yang dimiliki pada percobaan diatas masih jauh dari koefisien serap yang ada pada panel dipasaran, sehingga perlu dicari kembali komposisi antara banyaknya koran dan banyaknya pengikat yang tepat untuk mendapatkan hasil panel yang memiliki koefisien serap lebih tinggi. Berdasarkan hasil perhitungan diatas dapat disimpulkan juga bahwa semakin banyak kadar kasting maka semakin besar koefisien serapnya. Selain perbedaan komposisi perbedaan permukaan juga mempengaruhi besarnya koefisien serap yang dimiliki panel tersebut.

Selain menggunakan olahan bubuk kertas, panel akustik alternatif ini juga menggunakan *styrofoam* dan multipleks. *Styrofoam* digunakan pada panel sebagai lapisan untuk menyerap suara pada frekuensi rendah dan untuk mencegah suara lewat. Multipleks pada lapisan ketiga digunakan sebagai penampang atau sebagai alas agar panel dapat lebih kokoh.



Gambar 13. Contoh lapisan yang akan digunakan sebagai panel akustik alternatif. (sumber: dokumentasi pribadi, 11 Mei 2014)

Peneliti melakukan sekitar 2 percobaan lagi mengenai komposisi koran dan kasting, dengan member kasting 2 kali lebih banyak dari yang percobaan pertama.

Frekuensi (Hz)	SPL dB		Penyerapan Suara (dB)
	Maksimum	Minimum	
125	133.7	124.5	0.76
250	122.1	115.5	0.87
500	96.5	78.8	0.41
1000	91.8	66.3	0.19
2000	86.4	54.1	0.09

Gambar 15. Hasil pengukuran koefisien serap suara pada panel dengan kasting 2x dari takaran kasting pada percobaan sebelumnya.

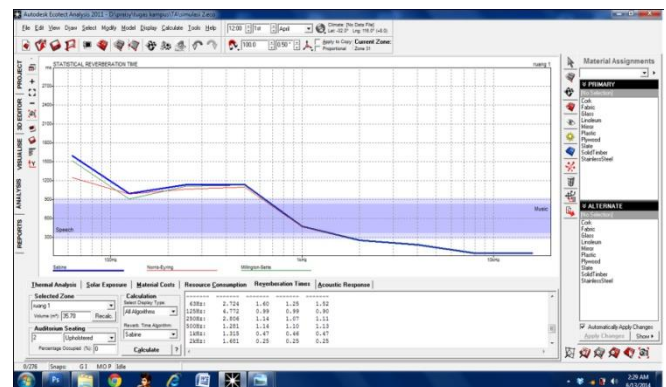
Data diatas semakin menguatkan bahwa semakin banyak kasting yang digunakan maka semakin besar koefisien serap yang dihasilkan. Namun untuk sementara koefisien serap terbesar masih terjadi pada suara dengan frekuensi rendah, sehingga percobaan berikutnya akan mencoba menambah koefisien serap pada frekuensi suara tengah dengan memainkan permukaan panel.

Percobaan berikutnya memiliki target agar panel memiliki daya serap yang besar pada frekuensi suara tengah (500Hz-1000Hz).

Pengaplikasian Panel Akustik Alternatif pada Simulasi Autodesk Ecotect

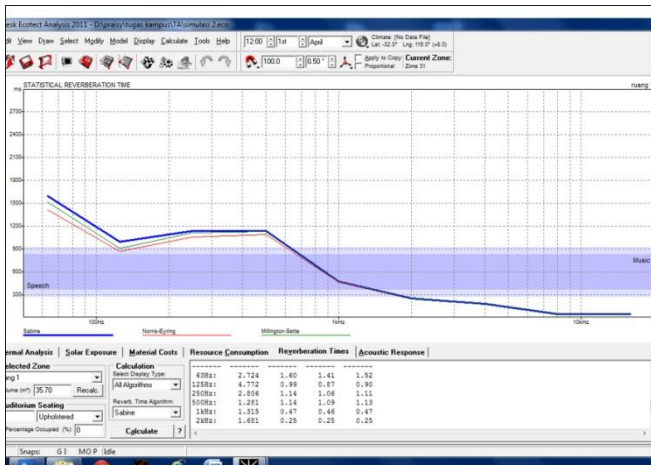
Aplikasi panel akustik pada ruang belajar dilakukan dengan dibantu oleh program Autodesk Ecotect, dengan mengadakan simulasi ruang. Simulasi ruang dengan Autodesk Ecotect bertujuan untuk menghitung waktu dengung yang terjadi dalam ruang tersebut. Perhitungan dengan menggunakan Autodesk Ecotect ini dilakukan dengan membuat beberapa alternatif untuk mencari penggunaan panel seperti apa yang ekonomis dan efisien.

Alternatif pertama dengan meletakkan panel pada 3 sisi dinding ruang. Dinding yang berada dibelakang piano diberi panel secara penuh, akibatnya terjadi penurunan yang cukup banyak pada frekuensi tinggi.



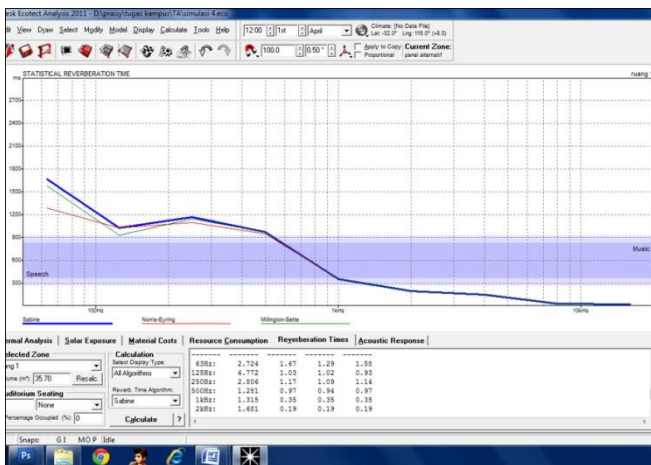
Gambar 16. Hasil perhitungan waktu dengung pada alternatif 1 dengan menggunakan Autodesk Ecotect.

Alternatif 2 adalah dengan meletakkan hanya pada 2 sisi ruangan. Dinding seberang di dinding piano dan dinding sebelah dinding point. Hal tersebut bertujuan untuk menyerap suara-suara yang keluar dari belakang piano, kemudian memantul pada dinding belakangnya dan kemudian disebar. Suara sumber dan suara pantulan tidak cepat-cepat habis terseerap panel.



Gambar 17. Hasil perhitungan waktu dengung untuk alternatif 2 ruang belajar musik, dengan menggunakan Autodesk Ecotect.

Alternatif 3 ruang belajar musik tersebut adalah dengan memasang panel pada empat sisi dinding ruang. Namun keempat sisi ruang tersebut dipasang panel dengan jumlah yang berbeda sesuai dengan pantulan sumber suara. Dinding yang berada tepat dibelakang piano diberi panel dengan jumlah paling sedikit, sebab dinding tersebut memang dimanfaatkan untuk memantulkan suara.



Gambar 18. Hasil perhitungan waktu dengung untuk ruang alternatif 3.

Hasil perhitungan pada alternatif 3 menunjukkan grafik waktu dengung paling mendekati ideal. Alternatif ke-3 adalah menggunakan panel sebanyak 150 buah.

Biaya Produksi Panel Akustik Alternatif

Bahan	Harga	Satuan	Hasil	Harga	Satuan
Koran	Rp 2.500,00	kg	80 panel	Rp 31,25	panel
Kasting	Rp 5.000,00	kg	14 panel	Rp 357,14	panel
Gabus	Rp 100,00	lembar	6 panel	Rp 16,67	panel
Multipleks	Rp 20.000,00	lembar	6 panel	Rp 3.333,33	panel
Frame	Rp 6.000,00	panel		Rp 6.000,00	panel
Tenaga kerja	Rp 3.000,00	panel		Rp 3.000,00	panel
Total harga bersih per panel				Rp 12.738,39	

Gambar 17. Biaya produksi panel akustik alternatif 30x30cm

Berdasarkan tabel diatas, maka untuk harga penjualan panel dapat dibuat menjadi Rp 16.559,90 /panel atau Rp 66.239,62 /m². Sedangkan untuk biaya panel yang ada di pasaran saat ini:

Yumen board Rp 190.000 /m²
 Glass wool Rp 35.000 /m²

Gypsum board Rp 63.000 /m²
 Dll

Hasil analisis harga menunjukkan bahwa panel akustik alternatif memiliki harga yang lebih ekonomis disbanding dengan material akustik yang ada di pasaran. Glass wool dan Gypsum board sekilas dilihat memiliki harga yang lebih murah, namun keberadaannya dalam ruangan harus ditutup dengan material lain. Glasswool dan gypsum board kurang memiliki estetika desain yang baik, sehingga akan terkena biaya tambahan untuk tukang.

III. KESIMPULAN

Penelitian mengenai Potensi Kertas Koran dan Gabus sebagai Alternatif Material Akustik dapat dibuat dengan menggunakan olahan kertas koran yang dicampurkan dengan kasting sebagai pengikatnya dan dijadikan bubuk kertas lalu dicetak. Kasting merupakan pengikat yang saat mengeras teap memiliki tekstur lunak dan berrongga. Komposisi yang digunakan untuk membuat bubuk kertas adalah koran : kasting 1 : 3. Komposisi lapisan panel yang cocok digunakan adalah buur kertas : gabus : multipleks 3 : 3 : 0,6. Panel akustik alternatif ini memiliki koefisien serap suara hingga 0,96 yang artinya panel dapat menyerap suara hingga 96%.

Biaya produksi panel akustik alternatif ini tidak besar, sehingga dapat digunakan pada sekolah-sekolah musik sederhana, sebagai *treatment* akustik pada ruang kelasnya. Sekolah Wisma Musik Symphony merupakan contoh objek penelitian yang akan menggunakan panel akustik alternatif ini. Ruang kelas yang dimiliki berukuran 3x4m dengan waktu dengung mencapai 1,5s. Penambahan panel sebanyak 150-160 buah dapat mengurangi waktu dengung ruang tersebut menjadi 0,4s. Sedangkan untuk mengatasi bising latar belakang pada ruang, yaitu menutup lubang *exhaust fan* dengan sistem *ducktile* menggunakan panel akustik alternatif.

IV. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Tuhan Yesus karena telah menyertai penulis selama penelitian dan penulisan jurnal. Penulis juga ingin mengucapkan terima kasih kepada Ir. Hedy C. Indrani, M.T. dan Ir. Hendy . Mulyono yang telah bersedia membimbing penelitian selama 1 semester, dan kepada program studi Desain Interior Petra, Arsitektur Petra, dan Teknik Fisika ITS yang telah membantu penelitian ini. Terima kasih juga kepada Maria Elisabeth dan Tikno Subur selaku orang tua penulis, penyedia dana selama penelitian, dan yang selalu mendukung penulis.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Dahlan, M.Hatta, "Pengolahan Limbah Kertas Menjadi Bulp sebagai bahan pengemas produk agroindustri". Prosidang, seminar Nasional AVoer-3. Universitas Sriwijaya.1990

[2] Doelle, Leslie. "Environmental Acoustic". USA: McGraw-Hill. 1972

[3] Maryani. "Pengaruh Faktor Jenis Kertas, Jenis Perkat dan Kerapatan Komposit terhadap Kekuatan Impak pada Komposit Panel Serap Bising Berbahan Dasar Limbah Kertas". Skripsi Jurusan Teknik Industri. Universitas 11 Maret Surakarta. 2010

- [4] Mediastika, E. Christina. "Akustika Bangunan". Jakarta: Erlangga. 2005.
- [5] Rusmawati, Erlina. "Penentuan Koefisien Absorpsi dengan Metode Dua Mikrofon pada Tabung Impedansi". Skripsi. Jurusan Teknik Fisika. ITTS. 2010
- [6] Templeton, Duncan & Lord, Peter. "Detailing for Acoustic". London: Butterworld-Heinmame. 1970
- [7] Zainudin. " Penentuan Koefisien Absorpsi Molar dan Rekombinasi Peo dalam Larutan Air". Penelitian dan Pengembangan Aplikasi Isotop dan Radiasi BATAN. 1999