

Pengaruh Sabut Kelapa dan Kotak Karton Gelombang sebagai Panel Akustik terhadap Kualitas Akustik Ruang Kelas

Astri Felia Yuliati¹ dan Andika Citraningrum²

¹ Mahasiswa Program Sarjana Arsitektur, Jurusan Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya

² Dosen Jurusan Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya

Alamat Email penulis: astrifelia@gmail.com

ABSTRAK

Indra pendengaran merupakan salah satu indra yang berperan dalam kegiatan pembelajaran. Dari fakta tersebut menunjukkan bahwa ruang kelas membutuhkan kondisi akustik yang baik. Sehingga sekolah membutuhkan lokasi yang tenang agar siswa mampu menerima pelajaran dengan baik. Akan tetapi pada kenyataannya sekolah yang dekat dengan perlintasan rel kereta api sulit mendapatkan lokasi yang tenang. Sehingga perlu penambahan panel akustik untuk mengatasi masalah tersebut. Dikarenakan membutuhkan biaya yang tinggi untuk mengaplikasikan panel akustik yang dikomersialkan maka pada penelitian ini memanfaatkan sabut kelapa dan kotak karton gelombang sebagai panel akustik alternatif. Pertimbangan pemilihan material tersebut dikarenakan mudah didapatkan, memiliki koefisien serap yang tinggi, dan ramah lingkungan. Dalam pengujian panel akustik tersebut menggunakan metode eksperimental dengan simulasi menggunakan media maket. Selanjutnya melakukan penghitungan terkait kualitas akustik pada ruang kelas yaitu tingkat kebisingan, waktu dengung, dan kejelasan dalam bercakap. Setelah diberi rekomendasi panel akustik pada ruang kelas tersebut mampu mereduksi kebisingan hingga 32% dari kebisingan awal, waktu dengung yang sesuai standar yaitu berada direntang 0.6 – 0.8 dan kejelasan dalam bercakap yang sudah memenuhi standar yaitu tidak kurang dari 15 dB.

Kata kunci: panel akustik, sabut kelapa, kotak karton gelombang, kualitas akustik

ABSTRACT

Hearing is one of the senses in learning activities. From these facts show that the classroom needs a good acoustic condition. So schools need a quiet location so that students are able to receive lessons well. In reality, schools close to railway crossings find it difficult to find a quiet location. So need to add acoustic panel to overcome the problem. Because need the high cost of applying commercialized acoustic panel, this research utilizes coconut husk and corrugated carton box as an alternative acoustic panel. Consideration of the selection of the material cause to easy to obtain, has a high absorption coefficient, and environmentally friendly. In testing the acoustic panel uses experimental method with simulation using scale modelling. Furthermore, the related calculations of acoustic quality in the classroom are background noise level, reverberation time, and speech intelligibility. After being recommended the acoustic panel on the classroom is able to reduce noise up to 32% of the initial noise, the standard reverberation time is 0.6 to 0.8 and the speech intelligibility has the standard is not less than 15 dB.

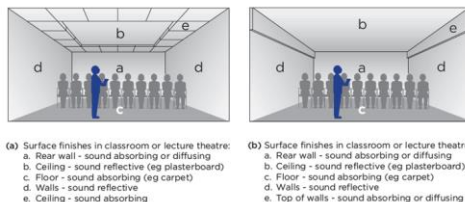
Keywords: acoustic panel, coconut husk, corrugated carton box, acoustic quality

1. Pendahuluan

Dalam kegiatan proses belajar mengajar biasanya bergantung pada faktor internal dan faktor eksternal yaitu kondisi lingkungan sekitarnya. Untuk mencapai efektivitas tersebut, dapat dilakukan dengan cara mengamati kenyamanan murid pada saat kegiatan pembelajaran berlangsung. Salah satu indra pendengaran yang berperan dalam kegiatan pembelajaran adalah indra pendengaran (Siverman & Fedler, 1988). Sehingga ruang kelas membutuhkan kondisi akustik ruang yang baik. Akan tetapi, sekolah yang dekat dengan perlintasan rel kereta api sulit mendapatkan lokasi yang tenang. Salah satunya SD 02 Negeri Jatiguwi, Kabupaten Malang yang memiliki jarak 15 meter dekat dengan perlintasan rel kereta api. Pada saat kegiatan pembelajaran berlangsung pada jam 07.00 hingga jam 12.00 kereta api melintas sebanyak 12 kali dengan interval waktu 10 hingga 40 menit. Selain itu material pelingkup ruang kelas yang bersifat memantul mengakibatkan banyaknya suara pantulan yang berdampak pada waktu dengung dan kejelasan dalam bercakap menurun. Sumber kebisingan yang berasal dari ruang luar masuk melalui celah dari *awning windows*, kisi - kisi jendela jalusi, dan celah dari keretakan pada dinding luar. Pada ruang kelas memiliki standar kualitas akustik yaitu tingkat kebisingan 35 - 40 dB (SNI 03-6386-2000), waktu dengung pada ruang kelas dianjurkan 0.6 - 0.8 detik (Satwiko, 2014), dan kejelasan dalam bercakap (*speech intelligibility*) tidak boleh kurang dari +15 dB (ASHA, 2005).

Strategi Dalam Mengendalikan Kebisingan dan Waktu Dengung

Menurut Satwiko (2009) dalam mengendalikan kebisingan dapat direduksi dengan menggunakan material pelapis yang bersifat meredam suara. Salah satu faktor penyerapan bunyi yaitu bergantung pada luas material. Sehingga semakin luas permukaan material penyerap maka semakin besar suara dapat direduksi. Salah satu pelingkup bangunan yang memiliki luas material yang besar adalah dinding. Sehingga pada penelitian ini fokus pada perletakan dinding. Selain membutuhkan elemen akustik untuk mengendalikan kebisingan dapat dilakukan dengan menempatkan *barrier* diantara ruangan dengan sumber kebisingan (Everest,2009). Sedangkan untuk mengendalikan waktu dengung sama halnya dengan pengendalian kebisingan dengan menggunakan bahan yang memiliki koefisien penyerapan yang tinggi. Formasi elemen akustik sangat dibutuhkan untuk pengendalian kebisingan dan waktu dengung sebagai acuan untuk perancangan dalam menentukan perletakan panel akustik dengan fungsi ruang tertentu.



Gambar 1. Formasi Penempatan Elemen Akustik pada Ruang Kelas
(Sumber: Canning, 2015)

Material Akustik

Dalam mengaplikasikan panel akustik yang dikomersialkan pada ruang membutuhkan biaya yang tinggi maka pada penelitian ini memanfaatkan sampah organik

dan sampah anorganik sebagai panel akustik alternatif. Menurut Ainie Khuriati (2006) sabut kelapa yang merupakan sampah organik dapat dimanfaatkan sebagai bahan peredam suara. Hal ini dikarenakan struktur dari serat sabut kelapa memiliki struktur yang hampir sama dengan panel akustik yang dikomersialkan. Berdasarkan penelitian tersebut sabut kelapa memiliki koefisien serap (α) sebesar 0.78 pada frekuensi 2000 Hz. Sedangkan sampah anorganik menurut Oky Kurniawan (2015) kotak karton gelombang dapat dimanfaatkan pula sebagai panel akustik. Dikarenakan pada kotak karton gelombang terdapat serat selulosa yang dinamakan *flute* yang mampu mengikat suara. Berdasarkan penelitian tersebut kotak karton gelombang memiliki koefisien serap (α) sebesar 0.88 pada frekuensi sebesar 2000 Hz. Pemilihan kedua material tersebut dikarenakan mudah didapat, mudah dalam pengaplikasian, dan ramah lingkungan.

2. Metode

Metode penelitian yang digunakan yaitu metode kuantitatif dikarenakan data yang didapatkan dapat diukur tingkat kebisingan, luas permukaan material, dan jenis material daur ulang. Lokasi penelitian ini dilakukan di SD 02 Negeri Jatiguwi, Kabupaten Malang. Dalam pengambilan data dibagi menjadi 2 yaitu pada hari senin s/d sabtu jam 07.00 s/d 12.00 WIB sebagai acuan data *speech intelligibility* dan pada hari minggu jam 07.00 s/d 12.00 WIB sebagai acuan *background noise level*.

Tahapan dalam melakukan penelitian sebagai berikut :

1. Identifikasi masalah
Mengangkat masalah yang terjadi pada eksisting yaitu letak sekolah yang dekat dengan perlintasan rel kereta api, tentu mengalami masalah dalam hal kebisingan yang mampu menurunkan daya konsentrasi pada siswa.
2. Pengumpulan data
Pada pengumpulan data dibagi menjadi 2 yaitu data primer berupa pengukuran langsung dan kuesioner dan data sekunder berupa literatur.
3. Analisis Data
Pada analisis data dibagi menjadi 2 metode yaitu metode deskriptif kuantitatif untuk melakukan penghitungan hasil data pengukuran dan metode deskriptif kualitatif untuk menyesuaikan hasil penghitungan dengan literatur.
4. Sintesis
Pada sintesis ini merupakan kesimpulan dari hasil analisis dengan menggunakan metode evaluatif.
5. Rekomendasi
Pada tahapan ini menggunakan metode eksperimental dengan menggunakan media maket.

Dalam melakukan penelitian maka ditentukan variabel penelitian berdasarkan penelitian terdahulu, sebagai berikut :

Tabel 1. Variabel Penelitian

Variabel bebas	Variabel terikat	Indikator
Eksternal		
Bukaan pada jendela dan pintu	<i>Background Noise Level</i>	Standard tingkat kebisingan ruang kelas (SNI 03-6386-2000)
Koefisien Transmisi	<i>Sound Reduction Index</i>	Standard <i>Sound Transmission Class (ASTM)</i>
Luas Permukaan Material		
Ketinggian <i>Barrier</i>	<i>Barrier reduction</i>	Grafik reduksi kebisingan (<i>Formula Department of Transport, UK</i>)
Variabel bebas	Variabel terikat	Indikator
Internal		
Luas permukaan	<i>Reverberation Time</i>	Standard Waktu dengung ruang kelas (Satwiko, 2009)
Intensitas frekuensi suara		
Koefisien serap		
Tingkat kebisingan	<i>Signal Noise to Ratio</i>	Standard <i>signal noise to ratio (ASHA)</i>

3. Hasil dan Pembahasan

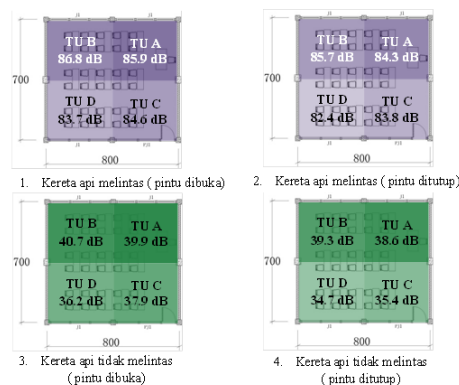
Lokasi sekolah SD 02 Negeri Jatiguwi memiliki jarak 15 meter dekat dengan perlintasan rel kereta api. Pada ruang luar bangunan ini memiliki *barrier* setinggi 1.5 meter untuk mereduksi kebisingan. Berdasarkan hasil penghitungan tinggi *barrier* terhadap jarak sumber kebisingan pada ruang kelas yaitu mampu mereduksi 4 dB. Berikut adalah hasil pengukuran secara eksisting kualitas akustik pada ruang kelas :

3.1 Tingkat Kebisingan

Pengukuran tingkat kebisingan pada ruang kelas dilakukan selama 2 waktu yaitu pada saat kondisi kelas kosong dan kelas dalam kegiatan pembelajaran.

3.1.1 Hasil Pengukuran ketika Kondisi Kelas dalam Keadaan Kosong

Pengukuran ini dilakukan pada hari minggu ketika tidak adanya kegiatan pembelajaran untuk mengetahui *background noise level*. Berikut adalah hasil dari pengukuran pada salah satu ruang kelas.

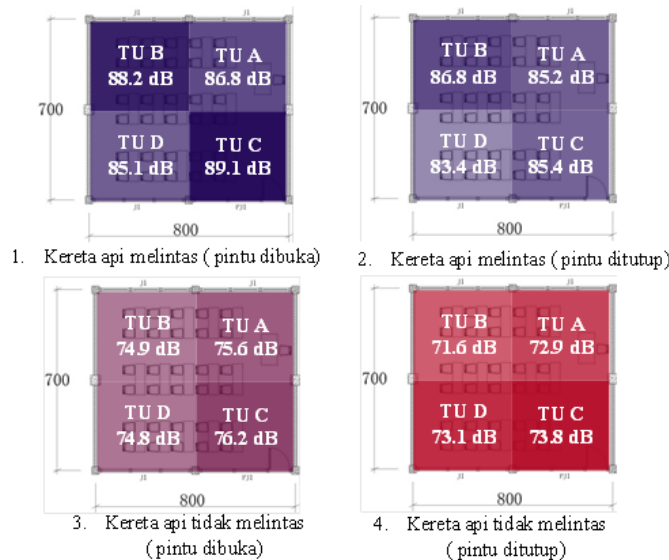


Gambar 2. Pemetaan tingkat kebisingan pada denah ruang kelas 1 kondisi kosong

Berdasarkan hasil pemetaan pada saat kereta api melintas, tingkat kebisingan paling tinggi pada titik ukur A dan B pada saat kondisi pintu dibuka dan ditutup. Hal ini dikarenakan pada titik tersebut berdekatan dengan jendela yang menghadap dengan ruang luar. Sedangkan pada saat kereta api tidak melintas, tingkat kebisingan paling tinggi pada titik ukur A dan B pada saat kondisi pintu dibuka dan ditutup. Memiliki analisis yang sama pada saat kereta api melintas yaitu menghadap langsung ke ruang luar. Berdasarkan standar pada ruang kelas ketika kereta api melintas tidak memenuhi standar karena berada diatas 40 dB. Sedangkan pada saat kereta api tidak melintas sudah memenuhi standar karena berada dibawah 40 dB.

3.1.2 Hasil Pengukuran ketika Kondisi Kelas dalam Keadaan Kegiatan Pembelajaran

Pengukuran ini dilakukan pada hari senin s/d sabtu ketika kondisi kegiatan pembelajaran untuk acuan data *speech intelligibility*. Berikut adalah hasil dari pengukuran pada salah satu ruang kelas.

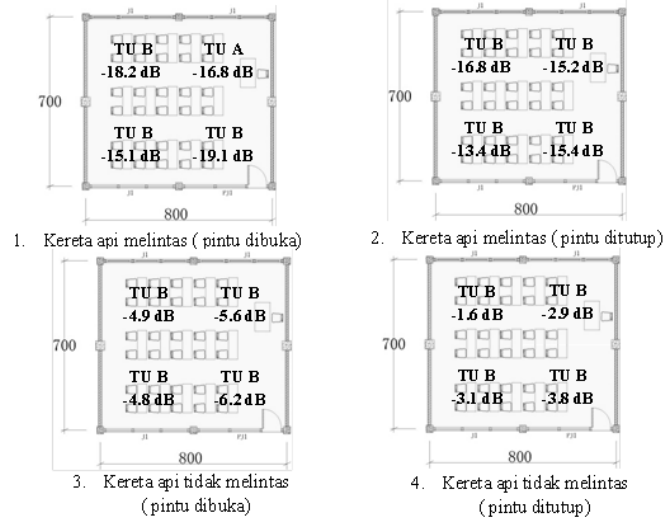


Gambar 3. Pemetaan tingkat kebisingan pada denah ruang kelas 1 kondisi kegiatan pembelajaran

Berdasarkan hasil pemetaan pada saat kereta api melintas, tingkat kebisingan paling tinggi pada titik ukur A dan B pada saat kondisi pintu dibuka dan ditutup. Hal ini dikarenakan pada titik tersebut berdekatan dengan jendela yang menghadap dengan ruang luar. Sedangkan pada saat kereta api tidak melintas, tingkat kebisingan paling tinggi pada titik ukur C dan D pada saat kondisi pintu dibuka dan ditutup. Dikarenakan pada posisi ini berdekatan dengan lapangan sekolah.

3.2 Signal to Noise Ratio (Rasio S/N)

Untuk mengetahui parameter kejelasan dalam bercakap menggunakan selisih antara sumber sinyal (tingkat kekerasan suara pengajar) dengan tingkat kebisingan yang terjadi (ketika kereta api melintas dan bising interior). Intensitas bunyi untuk percakapan normal adalah 70 dB.



Gambar 4. Pemetaan hasil parameter *signal noise to ratio* ruang kelas 1

Berdasarkan hasil penghitungan *signal noise to ratio* pada ruang kelas tersebut masih belum memenuhi standar *speech intelligibility* yaitu tidak boleh kurang dari +15 dB ketika kereta api melintas dan kereta api tidak melintas. Pada saat kereta api sedang melintas hasil penghitungan lebih kecil dibandingkan pada saat kereta api tidak melintas. Hal ini menunjukkan bahwa suara kereta api memiliki dampak terhadap turunnya *speech intelligibility* pada ruang kelas.

3.3 Reverberation Time

Penghitungan *reverberation time* ini dibagi menjadi 2 kondisi yaitu ketika kelas dalam kondisi kosong dan kondisi terisi. Hal ini untuk mengetahui pengaruh manusia terhadap waktu dengung.

Tabel 2. Luas permukaan material dan koefisien penyerapan bunyi pada ruang kelas 1

Jenis Material	Luas (m ²)	Koefisien penyerapan material (α)		
		500 Hz	1000 Hz	2000 Hz
Lantai Keramik	56.46	0.01	0.01	0.02
Dinding batu bata dipleser dan dicat	95.17	0.02	0.02	0.02
Plafond gypsum	56.46	0.05	0.04	0.07
Kusen kayu	9.07	0.10	0.07	0.06
Papan tulis	7.68	0.01	0.01	0.02
Jendela kaca ketebalan 5 mm	8.67	0.18	0.12	0.07
Pintu kayu	1.86	0.09	0.07	0.06
Kursi kayu	84.6	0.10	0.12	0.12
Kursi guru kayu	1.12	0.10	0.12	0.12
Meja kayu	61.2	0.10	0.12	0.12
Meja guru kayu	3.28	0.10	0.12	0.12
Manusia (ruang kelas 1)	19	0.44	0.45	0.45
Manusia (ruang kelas 4)	28	0.44	0.45	0.45

3.3.1 Ruang Kelas Kondisi Kosong

Penghitungan waktu dengung (*reverberation time*) ini dilakukan pada saat kondisi tidak adanya kegiatan pembelajaran atau tidak ada penghuni pada ruangan tersebut.

Tabel 3. Penghitungan waktu dengung di ruang kelas 1 dalam keadaan kosong

Waktu dengung		
500 Hz	1000 Hz	2000 Hz
$R = \frac{0.16 \times 225.84}{23.02}$ $= 1.58 \text{ detik}$	$R = \frac{0.16 \times 225.84}{17.12}$ $= 2.12 \text{ detik}$	$R = \frac{0.16 \times 225.84}{20.83 + (0.007 \times 225.84)}$ $= 2.09 \text{ detik}$

Berdasarkan hasil perhitungan waktu dengung pada saat kondisi kosong, kelas masih belum memenuhi standar karena berada diatas rentang 0.6 – 0.8 detik. Hal ini mengakibatkan menurunnya kejelasan pada suara pengajar.

3.3.2 Ruang Kelas Kondisi Terisi

Penghitungan waktu dengung (*reverberation time*) ini dilakukan pada saat kondisi adanya kegiatan pembelajaran atau ada penghuni pada ruangan tersebut.

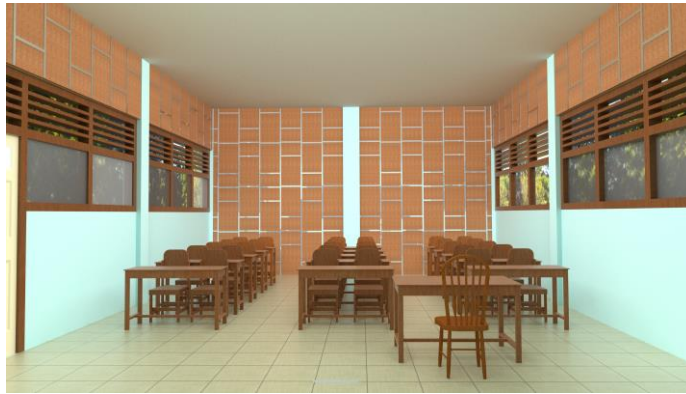
Tabel 4. Penghitungan waktu dengung di ruang kelas 1 dalam keadaan terisi

Waktu dengung		
500 Hz	1000 Hz	2000 Hz
$R = \frac{0.16 \times 225.84}{38.72}$ $= 0.94 \text{ detik}$	$R = \frac{0.16 \times 225.84}{33.58}$ $= 1.08 \text{ detik}$	$R = \frac{0.16 \times 225.84}{32.17 + (0.007 \times 225.84)}$ $= 1.13 \text{ detik}$

Berdasarkan hasil perhitungan waktu dengung pada saat kondisi terisi, kelas masih belum memenuhi standar karena berada diatas rentang 0.6 – 0.8 detik. Hal ini mengakibatkan menurunnya kejelasan pada suara pengajar. Manusia berpengaruh terhadap hasil waktu dengung, semakin banyak penghuni maka semakin rendah waktu dengungnya.

3.4 Rekomendasi

Berdasarkan hasil pengujian panel akustik sabut kelapa dan kotak karton gelombang menggunakan media maket. Maka dipilihlah panel akustik kombinasi sabut kelapa dan kotak karton gelombang sebagai panel akustik alternatif pada ruang kelas. Dikarenakan dalam pengujian pada panel akustik kombinasi memiliki *noise reduction* yang tinggi.



Gambar 5. Pengaplikasian rekomendasi panel akustik pada ruang kelas 1

Pengaplikasian panel akustik mengacu sumber literatur. Menurut Canning (2015) pada dinding samping bagian atas pada ruang kelas membutuhkan elemen akustik yang bersifat menyerap (absorptif). Sehingga ketika diberi panel akustik kombinasi sabut kelapa dan kotak karton gelombang, penyebaran suara pantul dapat berkurang sehingga suara langsung dari pengajar dapat terdengar dengan jelas. Sedangkan pada dinding samping bagian bawah membutuhkan elemen akustik yang bersifat memantul (reflektif). Hal ini bertujuan agar suara pengajar dapat terdengar oleh siswa yang duduk pada barisan samping dekat dengan dinding. Selain itu pada dinding bawah ruang kelas setinggi telinga manusia ketika duduk, sehingga suara pengajar dapat terdengar dengan jelas. Pada lantai menurut Canning (2015) membutuhkan elemen yang bersifat absorptif untuk menghindari pantulan dari suara langkah kaki. Akan tetapi, pada hasil penghitungan *reverberation time* setelah diberi rekomendasi menunjukkan dibawah standar 0.50 apabila lantai diberi elemen yang bersifat absorptif. Sehingga pada lantai tidak diberi elemen absorptif untuk menghindari ruangan bersifat mati.

3.4.1 Penghitungan Sound Transmission Class setelah Diberi Rekomendasi

Untuk mengatasi masalah kebisingan pada eksterior (ruang luar) dapat dilakukan penghitungan *Sound Transmission Class* untuk mengetahui tingkat reduksi kebisingan pada panel akustik kombinasi sabut kelapa dan kotak karton gelombang.

Tabel 5. Penghitungan *Sound Transmission Class* pada Ruang Kelas 1

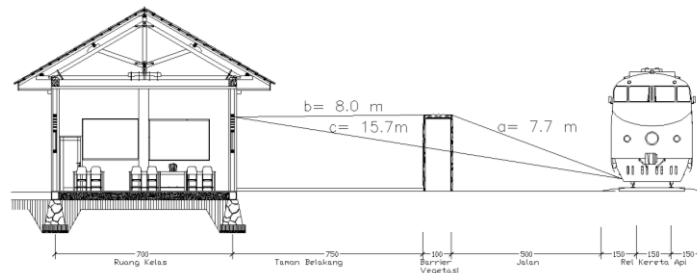
STC		
500 Hz	1000 Hz	2000 Hz
$SRI = -10 \log (1.328 \times 10^{-3})$ = 28.76 dB	$SRI = -10 \log (4.82 \times 10^{-4})$ = 33.16 dB	$SRI = -10 \log (1.18 \times 10^{-4})$ = 39.26 dB

Untuk mengetahui hasil dari STC pada ruang kelas maka sebelumnya perlu menentukan koefisien transmisi dari nilai SRI masing masing material. Dimana nilai SRI tersebut didapatkan dari literatur sedangkan untuk panel akustik didapatkan dari simulasi menggunakan maket. Pada koefisien transmisi dinding batu bata dijumlahkan dengan panel akustik, hal ini dikarenakan panel akustik bersifat sebagai pelapis dinding. Dari hasil

penghitungan STC (*sound transmission class*) pada ruang kelas 1 semakin tinggi frekuensi sumber suara maka semakin besar panel akustik tersebut mampu meredam suara yaitu 39.26 dB pada frekuensi 2000 Hz.

3.4.2 Penghitungan Rekomendasi Ketinggian Barrier

Selain itu dilakukan penghitungan *barrier reduction* dengan ketinggian setara bukaan pada jendela, hal ini dikarenakan tinggi *barrier* eksisting hanya 1.5 meter sehingga tidak mampu mereduksi kebisingan secara optimal.



Gambar 6. Hasil reduksi rekomendasi *barrier* ruang kelas 1

Berdasarkan penghitungan tinggi *barrier* pada sumber kebisingan terhadap ruang kelas yaitu mampu mereduksi 8 dB.

3.4.3 Tingkat Kebisingan Ketika Kereta Api Melintas setelah Diberi Rekomendasi

Setelah diberi rekomendasi panel akustik pada dinding luar dan ketinggian *barrier* setara dengan tinggi jendela dengan kebisingan awal 102.8 dB maka pada ruang kelas memiliki intensitas kebisingan akhir sebesar 54.54 dB. Selisih sebelum dan sesudah diberi rekomendasi pada ruangan tersebut adalah 28.39 dB. Sehingga pada ruangan kelas 1 tersebut hanya mampu mereduksi 34.02% dengan panel daur ulang tersebut. Berdasarkan parameter *Sound Transmission Class* pengaplikasi panel akustik pada ruang kelas ini bagus.

3.4.4 Signal Noise to Ratio setelah Diberi Rekomendasi

Penghitungan ini untuk mengetahui *signal noise to ratio* pada ruang kelas 1 setelah diberi rekomendasi panel akustik kombinasi sabut kelapa dan kkg serta mengalami reduksi dari *barrier* dan vegetasi. Maka SNR pada ruang kelas 1 apabila intensitas suara sumber guru 70 dB adalah 15.46 dB. Hal ini sesuai dengan parameter SNR yaitu melebihi +15 dB.

3.4.5 Reverberation time ruang kelas 1 setelah diberi rekomendasi

Penghitungan *reverberation time* untuk mengetahui cepat atau lambatnya suara yang menghilang setelah diberi rekomendasi dan membandingkan pada standard waktu dnegung yang telah ditetapkan yaitu pada ruang kelas 0.6 – 0.8s.

Tabel 6. Luas permukaan material dan koefisien penyerapan bunyi pada ruang kelas 1 setelah rekomendasi

Jenis Material	Luas (m ²)	Koefisien penyerapan material (α)		
		500 Hz	1000 Hz	2000 Hz
Lantai Keramik	56.46	0.01	0.01	0.02
Dinding batu bata dipleser dan dicat	57.17	0.02	0.02	0.02
Plafond gypsum	56.46	0.05	0.04	0.07
Kusen kayu	9.07	0.10	0.07	0.06
Papan tulis	7.68	0.01	0.01	0.02
Jendela kaca ketebalan 5 mm	8.67	0.18	0.12	0.07
Pintu kayu	1.86	0.09	0.07	0.06
Kursi kayu	84.6	0.10	0.12	0.12
Kursi guru kayu	1.12	0.10	0.12	0.12
Meja kayu	61.2	0.10	0.12	0.12
Meja guru kayu	3.28	0.10	0.12	0.12
Panel akustik sabut kelapa	38.00	0.36	0.62	0.78
Panel akustik kotak karton gelombang	38.00	0.35	0.39	0.70

Pengukuran ini dilakukan pada saat kelas dalam keadaan kosong (tidak ada penghuni) untuk mengetahui nilai waktu dengung murni dari ruangan tersebut tanpa ada manusia.

Tabel 7. Penghitungan waktu dengung di ruang kelas 1 dalam keadaan kosong setelah rekomendasi

Waktu dengung		
500 Hz	1000 Hz	2000 Hz
$R = \frac{0.16 \times 225.84}{49.81}$ $= 0.73 \text{ detik}$	$R = \frac{0.16 \times 225.84}{55.31}$ $= 0.66 \text{ detik}$	$R = \frac{0.16 \times 225.84}{71.20 + (0.007 \times 225.84)}$ $= 0.51 \text{ detik}$

Berdasarkan hasil penghitungan waktu dengung setelah diberi rekomendasi sudah memenuhi standar waktu dengung yaitu berada direntang 0.6 – 0.8 detik. Menurut satwiko (2009) waktu dengung 0.5 dan 0.9 detik masih dapat ditolerir.

4. Kesimpulan

Berdasarkan permasalahan kebisingan pada lingkungan sekolah yang dekat dengan perlintasan rel kereta api maka dapat diberi rekomendasi panel akustik alternatif yaitu berupa sabut kelapa dan kotak karton gelombang. Secara eksisting pada ruang kelas memiliki kualitas akustik yang belum memenuhi standar *background noise level*, *speech intelligibility*, dan *reverberation time*. Setelah diberi rekomendasi panel akustik pada *background noise level* mampu mereduksi 34.02 % akan tetapi masi belum optimal karena berada diatas standar yaitu 40 dB. Pada *speech intelligibility* sudah memenuhi standar yaitu diatas +15 dB. Sedangkan *reverberation time* sudah memenuhi standar yaitu berada direntang 0.6 – 0.8 s. Hal ini menunjukkan bahwa dengan sampah organik dan sampah anorganik mampu memperbaiki kualitas akustik yang memiliki permasalahan dekat dengan perlintasan rel kereta api.

Daftar Pustaka

- American Society for Testing Materials. (2016). *Classification for Rating Sound Insulation*. West Conshohocken : ASTM International.
- American Speech Language Hearing Association. (2005). *Technical Report : Acoustics in Educational Settings*. The United States of America : American Speech Language Hearing Association. <https://www.asha.org/policy/>. (diakses pada tanggal 28 November 2017).
- Canning, David. (2015). *Accoustics of School : A Design Guide*. United Kingdom : the Institute of Acoustics and the Association of Noise Consultants.
- ISO 16283-1. (2016). *Accoustic Field Meausrement of Sound Insulation in Buildings and of Building Element Part 1 Aribone Sound Insulation*. United Kingdom : International Organization for Standardization.
- Khuriati, Annie, Eko Komaruddin, & Muhammad Nur. (2006). Disain Peredam Suara Berbahan Dasar Sabut Kelapa dan Pengukuran Koefisien Penyerapan Bunyinya. *Berkala Fisika*. 9(I): 43 – 53.
- Kurniawan, Oki, Pribadi Widodo & Andriyanto Wibisono. (2015). Eksperimen Perancangan Kemampuan Daya Serap Panel Akustik dari Sampah Kotak Karton Gelombang. *Jurnal Itenas Rekarupa*. 3(I):1-8.
- Satwiko, P. (2009). *Fisika Bangunan*. Yogyakarta : Penerbit Andi.