

Rekayasa Desain Akustik Ruang Kelas SDN Kauman 1 Malang

Titi Dwita Pasamurti¹ dan Wasiska Iyati²

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

² Dosen Jurusan Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya

Alamat Email penulis: titipasamurti@gmail.com ; wasiska.iyati@gmail.com

ABSTRAK

Anak usia sekolah dasar memiliki tingkat konsentrasi dan pemahaman yang berkembang, sehingga membutuhkan lingkungan dengan kualitas akustik yang sesuai. Kualitas akustik yang sesuai pada ruang kelas akan meningkatkan kualitas kegiatan belajar mengajar di ruang kelas. Kegiatan belajar mengajar di SDN Kauman 1 Malang belum kondusif karena guru masih harus berbicara lebih keras agar terdengar oleh seluruh ruang kelas. Hal ini disebabkan oleh kualitas akustik ruang kelas yang belum sesuai, yaitu tingkat kebisingan dan waktu dengung ruang kelas belum sesuai dengan standard akustik pada ruang kelas oleh SNI. Ruang kelas memiliki tingkat kebisingan 64 dB sedangkan yang dianjurkan oleh SNI adalah 35-40 dB. Waktu dengung pada ruang kelas sebesar 1,3-2,4 detik sedangkan waktu dengung pada ruang kelas menurut SNI yaitu 0,6-0,7 detik. Standar tersebut dapat dicapai melalui desain akustik ruang dengan mengatur kembali jumlah dan komposisi material penyerap, pemantul, dan penyebar suara pada material pelingkup ruang yang sesuai. Setelah dilakukan desain akustik pada ruang kelas, hasil waktu dengung sudah sesuai dengan yang dianjurkan SNI yaitu 0,6-0,7 detik dan mampu mereduksi kebisingan sebesar 30-42 dB.

Kata kunci: akustik, ruang dalam, kelas, waktu dengung

ABSTRACT

Primary school-aged children have a growing level of concentration and understanding, requiring an environment with appropriate acoustic quality. Accurate acoustic quality in the classroom will improve the quality of teaching and learning activities in the classroom. Teaching and learning activities at SDN Kauman 1 Malang have not been conducive because teachers still have to speak louder to be heard by the whole classroom. This is due to the unsuitable classroom acoustic quality, ie the noise level and the reverberation time of the classroom are not in accordance with the acoustic standard in the classroom by SNI. The classroom has a noise level of 64 dB while the recommended by the SNI is 35-40 dB. The reverberation time in the classroom is 1.3-2.4 seconds while the reverberation time in the classroom according to the SNI is 0.6-0.7 seconds. The standard can be achieved through the interior acoustic design by rearranging the amount and composition of absorber, reflector, and diffuser material on suitable material. After doing the acoustic design in the classroom, the result of the reverberation time is in accordance with the recommended SNI of 0.6-0,7 seconds and able to reduce the noise by 30-42 dB.

Keywords: acoustic, interior, classroom, reverberation time

1. Pendahuluan

Siswa usia sekolah dasar yaitu lima sampai sebelas tahun memiliki konsentrasi dan performa pemahaman ucapan yang masih berkembang, sehingga membutuhkan lingkungan dengan kualitas akustik yang tepat untuk memahami ucapan. Banyak siswa mengalami kesulitan untuk fokus perhatian pada ucapan yang dilakukan dalam kelas atau sekolah saat kegiatan belajar mengajar bila terjadi kebisingan yang mengganggu dan lingkungan yang belum memiliki kualitas akustik yang sesuai dengan standar. Kebisingan yang mengganggu juga berpengaruh pada pengajar karena harus berbicara lebih keras dari biasanya dalam waktu yang lama yang bisa menyebabkan stres dan kelelahan bagi pengajar maupun siswa. Selain kebisingan, komposisi material pembentuk ruang kelas juga mempengaruhi kualitas akustik. Ruang kelas yang memiliki material pelingkup tidak sesuai antara material pemantul suara dan penyerap suara akan mengurangi kualitas akustik yang dihasilkan.

Kualitas akustik pada sekolah dapat membuat situasi kondusif saat kegiatan belajar mengajar sehingga pengajar dapat mengajar atau berbicara dengan tingkat suara yang nyaman dan bisa didengar jelas oleh seluruh pendengar atau siswa dalam ruangan. Pendekatan desain akustik ruang untuk mencapai kualitas akustik yang tepat pada ruang kelas dapat dicapai dengan mengetahui dan mengendalikan sumber kebisingan pada suatu tempat, menyesuaikan ukuran dan geometri ruang untuk mengetahui waktu dengungnya, serta menyesuaikan jumlah dan komposisi letak material pemantul suara dan penyerap suara yang tepat di dalam ruangan. Hal tersebut kemudian dapat diterapkan pada ruang kelas dengan besar waktu dengung dan tingkat kebisingan dalam ruang sesuai standar yang digunakan sebagai patokan.

SDN Kauman 1 Kota Malang merupakan salah satu SD Pembina dimana sekolah ini merupakan sekolah unggulan di Malang Raya yang menjadi rujukan bagi sekolah lain. SDN Kauman 1 Malang memiliki tingkat kebisingan eksternal yang tinggi karena berada di pusat kota yaitu di Jl. Kauman 1 Malang. Kegiatan belajar mengajar dalam ruang kelas di SDN Kauman 1 Malang ini kurang kondusif karena guru atau pengajar masih harus berbicara lebih keras agar terdengar oleh seluruh ruang kelas. Hal ini disebabkan oleh kebisingan yang masuk berlebih pada ruang kelas dan kondisi ruang kelas yang belum sesuai, sehingga kurang bisa mendistribusikan sumber suara dengan baik.

Kondisi ruang kelas pada SDN Kauman 1 Malang ini belum disesuaikan dengan standar kebutuhan akustik untuk ruang kelas. Interior ruang kelasnya seragam dalam peletakan bukaan, peletakan perabot, dan jenis materialnya. Ruang kelas menggunakan lantai keramik, terdapat bukaan di dua sisi dinding (kanan dan kiri dari dinding papan tulis), menggunakan dinding bata finishing plester, cat, dan keramik di setiap sisi dinding, dan menggunakan plafon gipsium. Penggunaan material yang sama di tiap sisi dinding dengan material pemantul yang dominan ini dapat menyebabkan pantulan suara yang berulang, untuk itu perlu dilakukan penataan ulang material penyerap, pemantul, dan penyebar suara.

Desain akustik yang baik dan sesuai untuk ruang kelas dan sekolah adalah yang sudah memenuhi kriteria standar akustik yang digunakan. Standar Indonesia yang biasa digunakan untuk akustik adalah Standar Nasional Indonesia (SNI) tentang spesifikasi tingkat bunyi dan waktu dengung dalam gedung, menyebutkan tingkat bunyi yang dianjurkan untuk ruang kelas adalah 35 dBA sampai 40 dBA dan waktu dengung yang

dianjurkan yaitu 0,6 sampai 0,7 detik. Pada ruang kelas di SDN Kauman 1 Malang baik tingkat kebisingan dalam ruang maupun waktu dengung dalam ruang kelas belum sesuai dengan SNI tersebut. Tingkat kebisingan pada lingkungan luar sekolah sekitar 72,4 dB dan tingkat kebisingan pada salah satu ruang kelas sekitar 64 dB. Waktu dengung yang dihitung pada ruang kelas tersebut juga belum sesuai SNI yaitu sebesar 1,3 – 2,4 detik. Besar tingkat kebisingan dan waktu dengung dalam ruang kelas di SDN Kauman 1 Malang yang belum sesuai SNI menunjukkan perlu dilakukan perancangan ulang pada ruang-ruang kelas di SDN Kauman 1 Malang. Standar tersebut dapat dicapai melalui desain akustik ruang dengan mengurangi kebisingan dan mengatur kembali jumlah dan komposisi material penyerap, pemantul, dan penyebar suara pada material pelingkup ruang yang sesuai.

Meningkatkan kualitas akustik ruang kelas dapat ditentukan dari waktu dengung (RT) dan tingkat kebisingan dalam ruang. Waktu dengung (RT) dapat diketahui melalui simulasi menggunakan *software Ecotect* dan melalui perhitungan matematis menggunakan rumus *Sabine* sebagai berikut:

$$RT = \frac{0.16 V}{A + xV} \dots\dots\dots(1)$$

- Dengan, RT : Waktu dengung (detik);
 V : volume ruang (m³);
 A : penyerapan ruang total (sabin m²)
 x : koefisien penyerapan udara

Tingkat kebisingan dalam ruang dapat diketahui melalui pengukuran langsung ke lapangan menggunakan alat *sound level meter*. Reduksi kebisingan dari dinding ruang dapat diketahui menggunakan perhitungan matematis *sound reduction index* (SRI) sebagai berikut:

$$R = - 10 \log_{10} (\tau) \dots\dots\dots(2)$$

- Dengan, R : *sound reduction index/SRI* (dB)
 τ : koefisien transmisi suatu material

Perbaikan waktu dengung (RT) dan tingkat kebisingan dalam ruang kelas untuk meningkatkan kualitas akustik ruang kelas dapat dilakukan dengan mengubah material pelingkup ruangnya. Pelingkup ruang yang terdiri dari plafon, dinding, dan lantai disesuaikan materialnya mengikuti panduan desain ruang kelas oleh ION/ANC, sebagai berikut:

1. Penggunaan material pemantul suara pada plafon
2. Penggunaan material penyerap suara pada dinding belakang
3. Penggunaan material pemantul dan penyerap suara pada dinding samping
4. Penggunaan material pemantul suara pada dinding depan
5. Penggunaan material penyerap suara pada lantai

2. Metode

Secara umum, penelitian yang dilakukan yaitu penelitian kuantitatif menggunakan metode eksperimental dengan *digital software Ecotect*. Penelitian juga menggunakan metode pengukuran langsung dengan perhitungan matematis. Tahapan penelitian yang pertama dilakukan adalah mengumpulkan data primer dan data sekunder. Tahap berikutnya data primer dan data sekunder yang telah diperoleh dianalisis dengan bantuan

standar akustik untuk sekolah, rumus matematis, serta simulasi menggunakan *digital software Ecotect*.

2.1 Sampel Penelitian

Penentuan sampel dilakukan melalui pertimbangan berdasarkan batasan masalah yang telah ditentukan. Hal ini dilakukan agar sesuai dengan fokus penelitian. Kriteria penentuan sampel ruang kelas pada SDN Kauman 1 Malang yaitu perbedaan ketinggian lantai bangunan, perbedaan orientasi ruang kelas terhadap sumber kebisingan, Perbedaan dimensi, bentuk, jenis, dan komposisi bukaan serta material pelingkup ruangnya (lantai, dinding, dan plafon). Setelah melalui kriteria penentuan sampel tersebut ditemukan 6 sampel ruang kelas yang akan diteliti.

2.2 Variabel Penelitian

Variabel penelitian adalah segala sesuatu yang akan diamati dalam penelitian. Variabel penelitian merupakan segala sesuatu yang bisa memberikan pengaruh dalam penelitian dengan diukur dan/atau diamati. Penelitian ini menggunakan variabel penelitian sebagai berikut.

1. Variabel bebas: dimensi, bentuk, jenis, dan komposisi bukaan dan material bidang pelingkup ruang berupa lantai, dinding, dan langit-langit.
2. Variabel terikat: waktu dengung (RT), tingkat bising ruang dalam dan ruang luar serta selisih tingkat bising ruang dalam dan ruang luar.

2.3 Tahap Pengukuran Kondisi Eksisting

Tahapan pengukuran kondisi eksisting yaitu pengukuran tingkat kebisingan pada masing-masing sampel kelas di SDN Kauman 1 Malang, yaitu:

1. Pengukuran tingkat kebisingan pada ruang luar dan ruang dalam secara bersamaan
2. Pengukuran dilakukan saat kegiatan belajar mengajar berlangsung dengan keadaan ruang kelas yang diukur kosong
3. Pengukuran dilakukan pada hari sekolah, diambil hari rabu pada pukul 10.00 saat kegiatan belajar mengajar berlangsung
4. Pengukuran tingkat kebisingan dilakukan menggunakan alat *sound level meter*.

2.4 Tahap Analisis Data

Tahap analisis data hasil pengukuran kondisi eksisting dilakukan dengan membandingkan besar tingka kebisingan eksisting dengan standar yang digunakan yaitu SNI. Perhitungan waktu dengung (RT) juga dilakukan menggunakan rumus *Sabine* dan *software Ecotect* yang kemudian dilakukan perbandingan juga dengan SNI. Selain itu juga dilakukan analisis material bukaan dan pelingkup ruang sebagai acuan penyusunan alternatif rekomendasi desain.

2.5 Tahap Penyusunan Alternatif Rekomendasi Desain

Alternatif rekomendasi desain merupakan pemecahan masalah yang didapatkan dari hasil analisis mengacu pada variabel yang digunakan. Data literatur dianalisis untuk mendapatkan material pelingkup ruang yang sesuai dan terpilih untuk rekomendasi desain. Tahap ini dilakukan dengan metode eksperimental menggunakan *software Ecotect*. Simulasi dilakukan dengan mengganti variabel bebas sampel ruang kelas sesuai dengan hasil analisis material sebelumnya. Hasil simulasi berupa waktu dengung (RT) nantinya dilakukan kembali perbandingan dengan SNI. Rekomendasi desain terpilih kemudian dilakukan perhitungan *sound reduction index* (SRI) untuk mengetahui tingkat reduksi kebisingannya.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Kondisi Eksisting Ruang Kelas SDN Kauman 1 Malang

Ruang kelas SDN Kauman 1 Malang memiliki dimensi ruang 7x7,5 meter dengan material pelingkup ruang yang seragam, yaitu dinding bata di plester dicat dan keramik, lantai keramik, dan plafon gypsum. Perbedaannya berada pada ketinggian plafon dan jenis bukaannya. Pada kategori 1 yang terdiri dari ruang kelas A memiliki ketinggian plafon 4 meter. Ruang kelas kategori 1 merupakan bangunan lama sehingga memiliki bukaan besar yang berbeda dengan kategori lain. Kategori 2 yang terdiri dari kelas B dan D serta kategori 3 yang terdiri dari kelas C, E, dan F memiliki ketinggian plafon 3,5 meter. Perbedaan berada pada bukaannya. Pada kategori 2 tidak terdapat bukaan di sisi seberang pintu karena bersebelahan dengan bangunan lain. Pada kategori 3 terdapat tambahan bukaan karena menghadap ke jalan raya.

3.2 Analisis Data Hasil Pengukuran Kondisi Eksisting

Pengukuran tingkat kebisingan dilakukan pada keenam sampel ruang kelas SDN Kauman 1 Malang. Pengukuran dilakukan di dalam dan luar ruang secara bersamaan setiap titik. Hasil pengukuran lapangan menunjukkan besar tingkat kebisingan pada keenam sampel ruang kelas belum sesuai dengan tingkat kebisingan yang dianjurkan SNI di dalam ruang kelas yaitu 35 – 40 dB. Berikut rata-rata hasil pengukuran tingkat kebisingan pada keenam sampel ruang kelas:

Tabel 1. Rata-rata hasil pengukuran tingkat kebisingan ruang

Ruang Kelas	A	B	C	D	E	F
Luar ruang	69,5	67,03	69,53	72,96	70,88	71
Dalam ruang	66,75	63,4	62,02	66,08	64,48	67,15
Selisih	2,75	3,63	7,51	6,88	6,4	3,85

Perhitungan waktu dengung (RT) dilakukan menggunakan rumus *Sabine*, $RT = \frac{0,16 V}{A}$. Perhitungan dapat dilakukan dengan mengetahui volume ruang dan penyerapan total dalam ruang kelas. Hasil perhitungan RT menggunakan rumus *Sabine* belum sesuai dengan

SNI yaitu 0,6 – 0,7 detik. Berikut hasil perhitungan waktu dengung (RT) pada keenam sampel ruang kelas dengan rumus *Sabine*:

Tabel 2. Hasil perhitungan waktu dengung (RT) rumus *Sabine*

Frekuensi	Ruang Kelas					
	A	B	C	D	E	F
500 Hz	2,4	2,1	1,9	2,1	1,9	1,9
1000 Hz	1,7	1,4	1,3	1,4	1,3	1,3
2000 Hz	1,7	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4

Perhitungan waktu dengung (RT) juga dilakukan menggunakan simulasi *software Ecotect* kemudian dilakukan verifikasi hasil. Verifikasi hasil simulasi dilakukan untuk mengetahui seberapa akurat simulasi *software Ecotect* yang nantinya akan digunakan dalam rekomendasi desain. Hasil perhitungan RT melalui simulasi juga menunjukkan hasil yang belum sesuai dengan SNI. Berikut hasil perhitungan waktu dengung (RT) pada keenam sampel ruang kelas menggunakan *Ecotect*:

Tabel 3. Hasil perhitungan waktu dengung (RT) simulasi *Ecotect*

Frekuensi	Ruang Kelas					
	A	B	C	D	E	F
500 Hz	2,4	2,1	1,9	2,1	1,9	1,9
1000 Hz	1,7	1,4	1,3	1,4	1,3	1,3
2000 Hz	1,7	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4

Perhitungan juga dilakukan pada *barrier* yaitu menghitung reduksi kebisingan yang dapat dilakukan *barrier*. Terdapat dua *barrier* di SDN Kauman 1 Malang. Perhitungan menggunakan *Formula department of transport UK* dengan mencari *path difference* dan menyesuaikan hasil ke bagan reduksi. Kedua *barrier* eksisting memiliki *path difference* sebesar 0,1 sehingga keduanya dapat mereduksi kebisingan 7-8 dBA.

3.4 Alternatif Rekomendasi Desain

Alternatif rekomendasi desain dilakukan dengan simulasi *Ecotect* dengan menghitung waktu dengungnya (RT). Waktu dengung eksisting yang belum memenuhi SNI menunjukkan belum tercapainya kualitas akustik yang optimal. Hal ini dapat diperbaiki dengan melakukan rekomendasi desain yang dapat memperbaiki waktu dengung yaitu dengan mengganti material pelingkup ruang kelas yang sesuai.

3.4.1 Pemilihan Alternatif Material Pelingkup Ruang untuk Rekomendasi Desain

1. Material lantai yang digunakan yaitu yang dapat meredam suara terutama kebisingan yang dihasilkan oleh langkah kaki. Penggunaan material yang dipilih sebagai alternatif rekomendasi desain adalah parket dan *vinyl*. Kedua material lebih unggul dalam hal

operasional, perawatan, kesesuaian aktivitas dalam ruang kelas, dan biaya jika dibandingkan dengan karpet. Walaupun kemampuan redamnya tidak sebesar karpet namun cukup untuk digunakan di ruang kelas.

2. Dinding depan yaitu pada dinding papan tulis area mengajar membutuhkan material pemantul suara. Material eksisting berupa bata dipleser dan dicat merupakan material pemantul suara yang baik karena itu material dinding depan tidak diubah.
3. Dinding samping membutuhkan material yang dapat memantul suara namun juga memiliki daya serap suara. Material yang dipilih sebagai alternatif rekomendasi desain adalah *plywood* dan *fibreboard*.
4. Dinding belakang membutuhkan material penyerap suara yang baik pada frekuensi tengah ke tinggi sesuai dengan frekuensi untuk ruang *speech*. Material yang digunakan adalah panel absorber berlubang. Material terpilih untuk alternatif rekomendasi desain yaitu *plywood* 12mm berlubang 5mm dengan *fiberglass* tebal 60mm dan *veneered board* 50mm berlubang 1mm dengan rongga 150mm diisi 30mm *mineral wool*.
5. Plafon menggunakan material pemantul suara sudah sesuai dengan material eksisting yaitu gypsum sehingga tidak perlu diganti. Plafon pada ruang kategori 1 yang tinggi dapat diganti dengan *plasterboard* gantung untuk mengurangi jarak pantulan bunyi yang terlalu panjang dari sumber ke pendengar.

3.4.2 Simulasi Digital Alternatif Rekomendasi Desain

Simulasi digital dilakukan menggunakan simulasi *software Ecotect* untuk mengetahui besar waktu dengung (RT) msetiap alternatif rekomendasi desain pada masing-masing kelas. Alternatif material-material yang terpilih dipadukan satu sama lain sehingga didapatkan delapan alternatif rekomendasi desain yang kemudian dihitung besar waktu dengungnya pada tiap sampel ruang kelas. Berikut alternatif rekomendasi desainnya:

Tabel 4. Daftar material alternatif rekomendasi desain

	Plafon	Dinding depan	Dinding samping	Dinding belakang	Lantai
Alternatif 1	<i>Plasterboard</i> gantung/ <i>gypsum</i>	Bata, dipleser, dicat	<i>Fibreboard</i> 25mm celah udara	<i>Veneered board</i> 50mm berlubang diisi 30mm <i>mineral wool</i>	<i>Vynil</i>
Alternatif 2	<i>Plasterboard</i> gantung/ <i>gypsum</i>	Bata, dipleser, dicat	<i>Fibreboard</i> 25mm celah udara	<i>Plywood</i> 12mm berlubang dengan <i>fiberglass</i> 60mm	<i>Vynil</i>
Alternatif 3	<i>Plasterboard</i> gantung/ <i>gypsum</i>	Bata, dipleser, dicat	<i>Plywood</i> 5mm pada rangka, 50mm celah udara	<i>Veneered board</i> 50mm berlubang diisi 30mm <i>mineral wool</i>	<i>Vynil</i>

Alternatif 4	<i>Plasterboard</i> gantung/ <i>gypsum</i>	Bata, diplester, dicat	<i>Plywood</i> 5mm pada rangka, 50mm celah udara	<i>Plywood</i> 12mm berlubang dengan <i>fiberglass</i> 60mm	<i>Vynil</i>
Alternatif 5	<i>Plasterboard</i> gantung/ <i>gypsum</i>	Bata, diplester, dicat	<i>Fibreboard</i> 25mm celah udara	<i>Veneered</i> <i>board</i> 50mm berlubang diisi 30mm <i>mineral</i> <i>wool</i>	Parket kayu
Alternatif 6	<i>Plasterboard</i> gantung/ <i>gypsum</i>	Bata, diplester, dicat	<i>Fibreboard</i> 25mm celah udara	<i>Plywood</i> 12mm berlubang dengan <i>fiberglass</i> 60mm	Parket kayu
Alternatif 7	<i>Plasterboard</i> gantung/ <i>gypsum</i>	Bata, diplester, dicat	<i>Plywood</i> 5mm pada rangka, 50mm celah udara	<i>Veneered</i> <i>board</i> 50mm berlubang diisi 30mm <i>mineral</i> <i>wool</i>	Parket kayu
Alternatif 8	<i>Plasterboard</i> gantung/ <i>gypsum</i>	Bata, diplester, dicat	<i>Plywood</i> 5mm pada rangka, 50mm celah udara	<i>Plywood</i> 12mm berlubang dengan <i>fiberglass</i> 60mm	Parket kayu

Kedelapan alternatif rekomendasi desain diterapkan ke enam sampel ruang kelas yang diteliti. Perbedaannya yaitu penggunaan plafon *plasterboard* gantung pada kelas A, sedangkan kelima sampel kelas lainnya tetap menggunakan plafon eksisting yaitu *gypsum*. Hasil simulasi pada keenam sampel ruang kelas menunjukkan hasil waktu dengung (RT) yang sesuai dengan yang dianjurkan SNI (0,6 – 0,7 detik) pada alternatif 1 sebagai berikut:

Tabel 5. Hasil simulasi waktu dengung (RT) rekomendasi desain terpilih (alternatif 1)

Ruang Kelas	A	B	C	D	E	F
500 Hz	0,67	0,67	0,7	0,67	0,7	0,7
1000 Hz	0,7	0,65	0,68	0,65	0,68	0,68
2000 Hz	0,64	0,6	0,63	0,6	0,63	0,63

3.4.3 Rekomendasi Desain

Rekomendasi desain terpilih dari hasil simulasi menggunakan *Ecotect* dan analisis material pelingkup ruang yang digunakan menunjukkan bahwa alternatif 1 memiliki waktu dengung sesuai dengan yang dianjurkan SNI pada keenam sampel ruang kelas. Berikut hasil rekomendasi desain alternatif 1 pada ruang kelas kategori 1 (ruang kelas A):



Gambar 1. Perspektif rekomendasi desain ruang kelas kategori 1

Rekomendasi desain terpilih pada ruang kelas kategori 2 (kelas B dan D) juga dipilih alternatif 1. Waktu dengung (RT) yang dihasilkan yaitu 0,6 – 0,67 detik pada simulasi *Ecotect* yang sudah memenuhi standard yang dianjurkan oleh SNI. Berikut hasil rekomendasi desain alternatif 1 pada ruang kelas kategori 2:



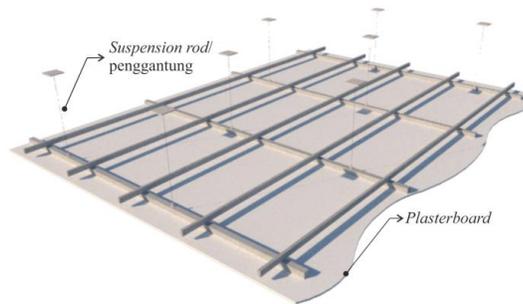
Gambar 2. Perspektif rekomendasi desain ruang kelas kategori 2

Alternatif 1 juga terpilih sebagai rekomendasi desain ruang kelas kategori 3 (kelas C, E, dan F). Waktu dengung (RT) yang dihasilkan yaitu 0,63 – 0,7 detik yang sudah sesuai dengan RT yang dianjurkan untuk ruang kelas oleh SNI. Berikut hasil rekomendasi desain alternatif 1 pada ruang kelas kategori 3:

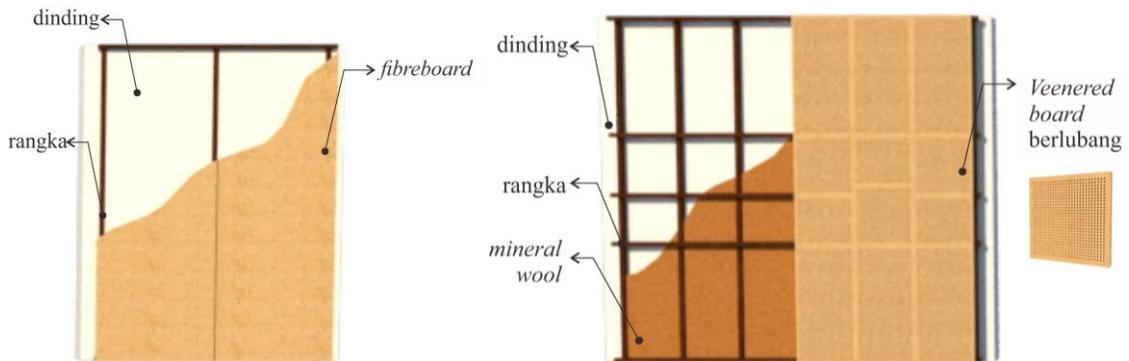


Gambar 3. Perspektif rekomendasi desain ruang kelas kategori 3

Material pelingkup ruang yang digunakan pada rekomendasi desain terpilih dilakukan penambahan atau pergantian pada material plafon (hanya pada ruang kelas kategori 1), dinding samping, dinding belakang, dan lantai. Material dinding depan dan plafon (pada ruang kelas kategori 2 dan 3) tetap menggunakan material eksisting karena sudah sesuai penggunaannya. Plafon pada ruang kelas kategori 1 digunakan plafon gantung *plasterboard*, dinding samping pada ketiga kategori kelas digunakan *fibreboard* dengan celah udara 25mm, dinding belakang menggunakan *veneered board* 50mm berlubang diisi 30mm *mineral wool*. Material pelingkup ruang pada rekomendasi desain ditunjukkan seperti pada gambar berikut:



Gambar 4. Plafon gantung *fibreboard* digunakan pada ruang kelas kategori 1



Gambar 5. Dinding samping dan dinding belakang rekomendasi desain

3.4.4 Analisis Perhitungan Sound Reduction Index (SRI) Rekomendasi Desain

Rekomendasi desain terpilih kemudian dilakukan perhitungan *sound reduction index* untuk mengetahui berapa banyak reduksi yang dapat dilakukan dinding kelas rekomendasi desain. Dinding yang dihitung pada keenam sampel kelas hanya dihitung pada bagian dinding yang menghadap langsung pada sumber kebisingan atau jalan raya. Perhitungan dilakukan menggunakan rumus $SRI = -10 \log_{10}(\tau)$ dengan hasil sebagai berikut:

Tabel 6. Hasil perhitungan SRI

Ruang Kelas	A	B	C	D	E	F
τ_{av}	0,0019	0,0016	0,0016	0,0016	0,0016	0,0002
SRI (dB)	27	27,9	27,9	27,9	27,9	35

Besar nilai SRI menunjukkan berapa dB yang dapat direduksi oleh dinding masing-masing ruang kelas. Reduksi pada ruang kelas yaitu 27 – 35 dB yang ditambahkan dengan hasil reduksi kebisingan oleh *barrier* yaitu 7 – 8 dB, sehingga diperkirakan dapat mereduksi kebisingan sebesar 35 – 42 dB. Hasil rekomendasi desain tersebut diharapkan dapat memenuhi tingkat kebisingan yang dianjurkan di dalam ruang kelas oleh SNI yaitu 35 – 40 dB.

4. Kesimpulan

Pentingnya desain akustik pada ruang kelas untuk mengoptimalkan kegiatan belajar mengajar belum diterapkan pada ruang-ruang kelas di SDN Kauman 1 Malang. Material pelingkup ruang yang seragam dan dominan material pemantul suara menyebabkan nilai waktu dengung (RT) yang tinggi dan lokasinya yang berada di pusat kota menyebabkan tingkat kebisingan yang cukup tinggi. Perlu dilakukan evaluasi dan rekomendasi desain untuk mewujudkan ruang kelas yang sesuai dengan standar yang digunakan yaitu SNI untuk meningkatkan kualitas akustik dan mengoptimalkan kegiatan belajar mengajar di dalam ruang kelas SDN Kauman 1 Malang.

Rekomendasi desain dilakukan dengan memberikan beberapa alternatif rekomendasi material pelingkup ruang sesuai dengan panduan dan literatur desain akustik untuk ruang kelas. Alternatif rekomendasi desain yang memenuhi nilai waktu dengung (RT) SNI dipilih menjadi rekomendasi desain yaitu alternatif 1. Alternatif 1 memiliki hasil waktu dengung (RT) sesuai dengan SNI yaitu 0,6 – 0,7 detik. Alternatif desain terpilih terdiri dari plafon *plasterboard* gantung untuk ruang kelas kategori 1 dan plafon *gypsum* pada ruang kelas kategori 2 dan 3. Material lantai berupa *vinil*; material dinding depan berupa bata, diples, dan dicat; dinding samping berupa *fibreboard* dengan 25mm celah udara; dan dinding belakang berupa *veneered board* 50mm berlubang diisi 30mm *mineral wool*. Permukaan dinding rekomendasi desain juga mampu mereduksi kebisingan 27 – 35 dB dan *barrier* eksisting mampu mereduksi 7- 8 dB. Hal tersebut diharapkan mampu memenuhi tingkat kebisingan yang dianjurkan di dalam ruang kelas oleh SNI yaitu 35 – 40 dB.

Daftar Pustaka

- Badan Standardisasi Nasional. 2000. *SNI 03-6386-2000 Spesifikasi Tingkat Bunyi dan Waktu Dengung dalam Bangunan dan Perumahan (Kriteria Desain yang direkomendasikan)*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Cox, T.J., dan Peter, D. 2004. *Acoustic Absorber and Diffusers: Theory, design, and application*. London: Spon Press.
- Darmawan, K., Heri, J., dan Wiratno, A.A. 2012. *Desain Akustik Ruang Kelas Mengacu pada Konsep Bangunan Hijau*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Doelle, L.L. 1972. *Akustik Lingkungan*. Jakarta: Erlangga.
- Hassan, O.A.B 2009. *Building Acoustics and Vibration: Theory and Practice*. London: World Scientific Publishing.
- IOA/ANC. 2015. *Acoustics of Schools: a design guide*. IOA/ANC.
- Latifah, N.L. 2015. *Fisika Bangunan 2*. Jakarta: Griya Kreasi.

- Mediastika, C.E. 2005. *Akustika Bangunan: Prinsip-prinsip dan Penerapannya di Indonesia*. Yogyakarta: Erlangga.
- Mediastika, C.E. 2009. *Material Akustik Pengendali Kualitas Bunyi pada Bangunan*. Yogyakarta: ANDI.
- Rachmawati, F., Andi, R., dan Wiratno, A.A. 2013. *Optimasi Kualitas Akustik Room to Room Berdasarkan Nilai Transmission Loss*. Surabaya: Jurnal Teknik Pomits Vol.2 No.2.
- Szokolay, S.V. 2004. *Introduction to Architectural Science: The Basis of Sustainable Design*. Oxford: Elsevier.
- Watson, D., Michael, J.C., dan John, H.C. 1999. *Time Saver Standards for Architectural Design Data: The Reference of Architectural Fundamentals*. Washington: The McGraw-Hill.
- Wardhana, D.W. dan Wiratno, A.A. 2013. *Desain Ulang Meeting Room P3AI ITS untuk Perbaikan Kualitas Akustik Video Conference*. Surabaya: Jurnal Teknik Pomits Vol.2 No.2.
- Zannin, P.H.T., Daniele, P.Z.Z., dan Carolina, R.M.P. 2012. *Assessment of Acoustic Quality in Classrooms Based on Measurements, Perception and Noise Control*. Brazil: InTech.