



PENGARUH MATERIAL PENYERAPAN SUARA TERHADAP KENYAMANAN AKUSTIK, STUDI KASUS: BIOSKOP XXI MALL BOEMI KEDATON BANDAR LAMPUNG

Muhammad Fadhel Arya Genendra¹, Viata Viriezky^{1*}

¹Program Studi Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Lampung, Jl. Prof. Dr. Soemantri Brodjonegoro, No. 1, Gedung Meneng, Bandar Lampung, 35141, Indonesia

* e – mail : viataviriezky@eng.unila.ac.id

Received : 30-11-2025, Accepted : 11-12-2025

Abstrak

Kualitas akustik ruang bioskop sangat dipengaruhi oleh pemilihan dan komposisi material interior, terutama terkait pengendalian waktu dengung (RT60). Namun, banyak ruang bioskop menerapkan material penyerap suara secara berlebihan sehingga menghasilkan kondisi akustik yang terlalu kering dan tidak sesuai standar. Gap penelitian menunjukkan bahwa evaluasi material akustik jarang dilakukan secara kuantitatif dan komprehensif untuk memastikan kesesuaian terhadap standar RT60 bioskop. Penelitian ini bertujuan menilai efektivitas material eksisting pada Studio 5 Bioskop Mall Boemi Kedaton XXI serta merumuskan rekomendasi intervensi material untuk mencapai kondisi akustik ideal (0,8–1,2 detik). Penelitian menggunakan pendekatan kuantitatif deskriptif melalui perhitungan RT60 berbasis rumus *Sabine*, observasi material, pengukuran dimensi ruang, serta simulasi revisi material. Nilai koefisien absorpsi diacu dari standar SNI dan literatur akustik bangunan. Hasil menunjukkan bahwa nilai RT60 eksisting sebesar 0,364 detik, jauh di bawah standar, akibat tingginya proporsi material penyerap seperti panel rockwool, glasswool, karpet, dan kursi berlapis kain. Simulasi intervensi melalui pengurangan area bahan penyerap frekuensi tinggi, penambahan panel reflektif, diffuser kayu, serta penggunaan panel berlubang *Helmholtz* mampu menurunkan total absorpsi menjadi lebih seimbang dan mendekati target RT60. Penelitian ini berkontribusi dalam memberikan pendekatan kuantitatif untuk mengevaluasi desain akustik bioskop serta menawarkan strategi perbaikan material yang dapat diterapkan pada ruang pemutaran film lainnya guna mencapai kualitas akustik yang optimal dan konsisten.

Kata Kunci: Akustik; Bioskop; Material Penyerapan; waktu reverbrasi

Abstract

The acoustic quality of cinema auditoriums is strongly influenced by the selection and configuration of interior materials, particularly in controlling reverberation time (RT60). However, many cinemas apply sound-absorbing materials excessively, resulting in overly dry acoustic conditions that fall outside recommended standards. Existing studies rarely provide a comprehensive and quantitative evaluation of material performance in relation to RT60 requirements, creating a significant research gap. This study aims to assess the effectiveness of the existing acoustic materials in Studio 5 of Boemi Kedaton XXI Cinema and to propose material interventions that achieve the ideal RT60 range of 0.8–1.2 seconds. A quantitative descriptive approach was employed, involving RT60 calculations using the Sabine formula, material observation, spatial measurement, and simulation of revised material configurations. Absorption coefficient values were referenced from national standards and established acoustic literature. The results show that the current RT60 value is 0.364 seconds, which is far below the recommended range due to the dominant use of high-absorption materials such as rockwool panels, glasswool ceilings, carpeted floors, and fabric-covered seating. Simulated interventions—including the reduction of high-frequency absorbers, the addition of reflective wooden panels, wooden diffusers, and perforated Helmholtz panels—effectively balanced the total absorption and moved the RT60 value closer to the ideal standard. This study contributes a quantitative

framework for evaluating cinema acoustic design and offers material optimization strategies that can be adopted in other film-screening spaces to achieve improved and consistent acoustic performance.

Keywords: Acoustics; Cinema; Sound absorption materials; Reverberation time.

1. PENDAHULUAN

Kualitas akustik ruang bioskop sangat bergantung pada berbagai faktor, salah satunya adalah pemilihan material penyerap suara yang digunakan pada interior ruang. Penggunaan material yang tidak tepat dapat menyebabkan waktu reverberasi (RT) yang tidak optimal, sehingga menciptakan ketidakseimbangan suara yang mengganggu kenyamanan penonton. Material penyerap suara yang berlebihan dapat membuat suara terdengar terlalu kering, sementara kekurangan material dapat menyebabkan gema yang mengganggu. Waktu reverberasi yang tepat dalam ruang bioskop dapat meningkatkan kualitas akustik ruang yang pada gilirannya akan meningkatkan kenyamanan pengalaman mendengarkan [1], [2]. Ketepatan dalam memilih material penyerap suara sangat penting untuk mencapai waktu reverberasi yang diinginkan dan memastikan bahwa pengalaman akustik di bioskop memenuhi standar yang ditetapkan untuk kenyamanan pendengaran penonton [3], [4].

Penelitian sebelumnya, seperti yang dilakukan pada Gedung Teater Karanganyar, menunjukkan bahwa waktu reverberasi pada ruang auditorium multifungsi sering kali tidak memenuhi standar yang disarankan. Sebelum penerapan material akustik, waktu reverberasi yang tercatat pada frekuensi rendah hingga tinggi berkisar antara 1,84 detik hingga 3,38 detik, yang jauh melebihi rentang ideal yang dibutuhkan untuk pertunjukan musik dan pidato. Namun, setelah penerapan material akustik, hasil perhitungan menunjukkan penurunan yang signifikan, dengan waktu reverberasi menjadi lebih sesuai dengan standar [5]. Serta dinding merupakan salah satu elemen akustik yang berfungsi untuk menyerap energi suara yang datang ke permukaannya. Material yang dibutuhkan pada dinding agar terciptanya suara akustik yang baik diantaranya adalah material yang berpori-pori, penyerap panel, dan resonator rongga [6].

Penelitian ini berfokus pada dua permasalahan utama yang terkait dengan kualitas akustik ruang bioskop. Pertama, bagaimana cara mengevaluasi kualitas akustik ruang bioskop berdasarkan parameter pantulan suara, gema (*reverberation*), dan persebaran suara, serta bagaimana cara menilai apakah kondisi akustik ruang tersebut sudah sesuai dengan standar akustik yang berlaku untuk bioskop? Kedua, material apa saja yang dapat diterapkan atau dimodifikasi untuk meningkatkan kualitas akustik pada ruang Bioskop Boemi Kedaton XXI, dengan tujuan untuk mencapai pengalaman menonton yang lebih nyaman dan optimal bagi penonton [7].

Solusi yang dipilih dalam penelitian ini adalah menganalisis material penyerap suara yang digunakan saat ini di ruang bioskop dan memberikan rekomendasi desain berdasarkan analisis koefisien serap suara dan distribusi material. Penelitian ini juga akan melakukan simulasi penggantian material atau penambahan elemen desain untuk mencapai waktu reverberasi yang optimal, antara 0,8 hingga 1,2 detik, guna meningkatkan kenyamanan akustik ruang bioskop [8].

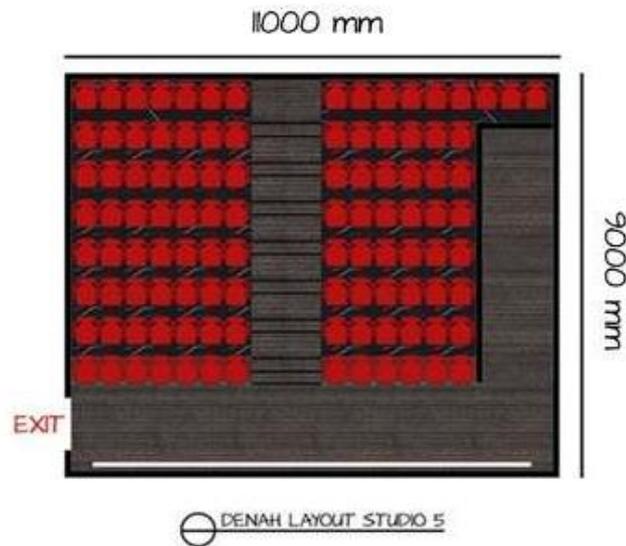
2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan Bangunan Mall Boemi Kedaton Bioskop XXI yang berlokasi di Jl. Teuku Umar No.1, Labuhan Ratu, Kec. Kedaton, sebagai studi kasus penelitian. Lokasi ini dipilih karena menjadi pusat perbelanjaan terbesar di Bandar Lampung. Pengambilan data dilaksanakan selama 2 bulan. Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif deskriptif yang bertujuan untuk menganalisis waktu reverberasi (RT60) pada ruang bioskop sebagai indikator utama kualitas akustik. Fokus utama adalah mengukur kesesuaian nilai RT ruang bioskop dengan standar ideal untuk fungsi ruang pemutaran film serta evaluasi efektivitas material penyerapan suara terhadap nilai RT tersebut. Penelitian ini mengambil salah satu studio bioskop Mall Boemi Kedaton XXI. Bioskop Mall Boemi Kedaton XXI merupakan salah satu cabang dari jaringan Cinema XXI yang berlokasi di pusat perbelanjaan Mall Boemi Kedaton, Bandar Lampung. Dalam konteks penelitian ini, penggambaran

layout dan elemen-elemen akustik ruang bioskop, seperti penempatan material penyerap suara, dinding, plafon, dan kursi menggunakan *SketchUp* [9], [10].

2.1. Dimensi Ruang Studio

Ruang bioskop yang diteliti terletak di lantai 3 Mall Boemi Kedaton, Bandar Lampung. Cinema XXI di lokasi ini memiliki 6 studio, namun penelitian ini difokuskan pada satu ruang studio pemutaran film dengan kapasitas 108 penonton. Dalam penelitian ini, observasi dilakukan pada studio 5 sebagai objek studi. Dimensi ruang studio yang diamati adalah sebagai berikut :



Gambar 1. Layout Studio XX1 Mall Boemi Kedaton

Tabel 1. Parameter, Indikator, Metode Pengukuran

Parameter	Indikator	Metode
Waktu Reverberasi (RT60)	Menentukan metode pengukuran waktu dengung; ideal bioskop: 0,8–1,2 detik (Satwiko, 2004).	Perhitungan <i>Sabine</i> berdasarkan penghitungan data ruang
Material Penyerap Suara	Jenis material, luas permukaan, dan nilai koefisien absorpsi (α)	Observasi visual Literatur nilai α (Satwiko, ISO dan SNI)

2.2. Perhitungan Reverbrasi

Perhitungan Reverbrasi dilakukan dengan rumus, Sabine:

$$RT = \frac{0.16 \times V}{\sum S \cdot \alpha} \quad (1)$$

Keterangan :

RT : Waktu Reverbrasi (Detik)

V : Volume Ruang (m^3)

S : Luas Tiap Permukaan Interior (m^2)

α : Koefisien serap suara masing masing permukaan.

Langkah-langkah penghitungan akustik dalam penelitian dilakukan sebagai berikut : Pertama, volume ruang dihitung dengan rumus $V = p \times l \times t$, di mana p adalah panjang ruang, l adalah lebar ruang, dan t adalah tinggi ruang. Kemudian, luas permukaan setiap elemen ruang, seperti dinding, plafon, dan kursi, dihitung untuk menentukan kontribusi masing-masing elemen terhadap total penyerapan suara. Setelah itu, koefisien penyerapan suara (α) untuk setiap

material ditentukan berdasarkan tabel referensi yang berisi nilai koefisien serap untuk berbagai material akustik. Total penyerapan suara (A) dihitung dengan rumus $A = \sum(S \times \alpha)$, di mana S adalah luas permukaan material dan α adalah koefisien serap suara dari material tersebut. Terakhir, total penyerapan suara dimasukkan ke dalam rumus Sabine untuk menghitung waktu reverberasi (RT60), yang digunakan untuk menilai kualitas akustik ruang bioskop.

Tabel 2. Koefisien Serap Suara

Material	Koefisien Serap Suara (α)	Keterangan
Karpet tebal (di atas beton)	0.50 – 0.60	Digunakan pada lantai bioskop
Panel akustik berbahan <i>glasswool</i>	0.80 – 0.95	Digunakan pada dinding dan plafon
Gorden tebal (beludru, lipat)	0.60 – 0.70	Umum dipasang di belakang layar
Kursi berlapis kain + busa	0.60 – 0.80	Tiap kursi menyerap suara layaknya tubuh manusia
Dinding <i>gypsum</i> tanpa peredam	0.05 – 0.10	Permukaan keras, cenderung memantulkan suara
Plafon akustik (berpori)	0.75 – 0.90	Tergantung jenis dan ketebalan
Kayu lapis (<i>plywood</i>)	0.10 – 0.15	Material pantul, digunakan untuk kontrol refleksi

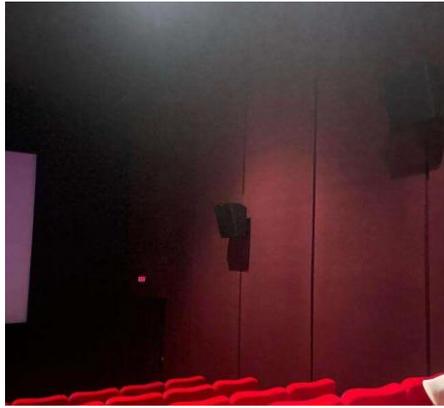
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi eksisting ruang bioskop yang ditampilkan pada Gambar 1, yaitu model 3D yang dibuat oleh penulis. Gambar ini menunjukkan desain interior ruang bioskop yang meliputi susunan kursi penonton yang teratur dengan dinding yang dilapisi panel akustik. Sebelum membahas lebih lanjut mengenai ukuran dan material yang digunakan, gambar ini memberikan gambaran umum tentang penataan ruang dan elemen-elemen akustik yang ada, yang menjadi dasar evaluasi kualitas akustik ruang melalui perhitungan RT60.



Gambar 2. Ilustrasi 3D Kondisi Studio XXI

Dinding ruang Bioskop Studio 5 dilapisi dengan panel akustik yang terbuat dari bahan *Rockwool*, serta *Multipleks* dan *Fabric Wrapped Panel* untuk meningkatkan estetika ruangan sekaligus meningkatkan kinerja akustiknya. Luas total permukaan dinding yang menggunakan material ini adalah 126 m², yang mencakup sisi kiri dan kanan ruang studio.



Gambar 3. Dinding Studio XXI Boemi Kedaton

Plafon pada ruang bioskop ini menggunakan material Glasswool panel seluas 99 m², yang diterapkan pada bagian langit-langit untuk tujuan akustik. Material ini berfungsi untuk menyerap suara dan mengurangi pantulan suara di ruang, namun efektivitasnya dalam mencapai keseimbangan akustik ruang tergantung pada distribusi dan komposisi material lainnya di dalam ruangan.



Gambar 4. Plafon Studio XXI Mall Boemi Kedaton

Lantai ruang bioskop ini dilapisi dengan karpet tebal seluas 59 m², memberikan kesan estetik pada ruang. Kursi penonton, yang berjumlah 108 buah, masing-masing dilapisi dengan bahan kain/busa, yang dirancang untuk memberikan kenyamanan selama pemutaran film. Penempatan kursi yang teratur di ruang ini memperhatikan sirkulasi penonton dan distribusi suara yang optimal di area tempat duduk.



Gambar 5. Kursi Studio XXI Mall Boemi Kedaton

3.1 Perhitungan Reverbration Time (RT60)

Adapun perhitungan *Reverbration Time (RT60)* yaitu ditunjukkan pada table 3 sebagai berikut,

Tabel 3. Hasil Perhitungan Nilai Absorsi

Material	Luas (m ²)	Koefisien Serap Suara (α)	S \times α
Karpet tebal (lantai)	59	0.60	35.4
Panel akustik dinding (rockwool + fabric)	126	0.90	113.4
Plafon (glasswool panel)	99	0.85	84.15
Kursi berlapis kain (ukuran kursi 0.6m)	64.8	0.70	44.8
Dinding gypsum keras	280	0.10	28
Total	-	-	A = 306.31

Pada bagian ini, dilakukan perhitungan untuk mendapatkan dua parameter penting yang mempengaruhi kualitas akustik ruang bioskop, yaitu volume ruang dan total nilai absorpsi suara. Volume ruang (V) dihitung dengan rumus $V = p \times l \times t$, di mana p adalah panjang ruang, l adalah lebar ruang, dan t adalah tinggi ruang. Berdasarkan perhitungan ini, volume ruang Bioskop Studio 5 diketahui sebesar 693 m³.

Selanjutnya, total nilai absorpsi (A) dihitung dengan menggunakan rumus $A = \sum (S \times \alpha)$, di mana S adalah luas permukaan material yang ada di dalam ruang dan α adalah koefisien serap suara masing-masing material. Hasil perhitungan total absorpsi suara untuk ruang bioskop ini adalah 306.31 m² sabin. Nilai ini menunjukkan tingkat kemampuan ruang dalam menyerap suara, yang sangat penting dalam menentukan kenyamanan akustik ruang bioskop.

$$RT = \frac{0.161 \times 693}{306.31} = \frac{111.573}{306.31} \approx 0.364 \text{ detik}$$

3.2 Evaluasi Efektivitas Material

Nilai waktu dengung yang diperoleh yaitu 0.364 detik di bawah standar ideal untuk ruang bioskop, yaitu 0,8 – 1,2 detik. Hal ini menunjukkan bahwa ruang studio memiliki tingkat penyerapan suara yang sangat tinggi, bahkan cenderung berlebihan, yang berpotensi menyebabkan ruang terasa terlalu “kering” secara akustik.

Material penyerap suara seperti panel akustik pada dinding, plafon dengan glasswool, karpet tebal, dan kursi berlapis kain memberikan kontribusi besar terhadap penurunan waktu dengung. Koefisien serap yang tinggi dari sebagian besar elemen interior menyebabkan pantulan suara tereduksi secara signifikan. Meskipun kondisi ini menguntungkan dari sisi pengurangan gema, namun dapat menurunkan kejernihan dan naturalitas suara, terutama untuk efek suara dalam film.

3.3 Intervensi Material

Untuk mengatasi kondisi tersebut, diperlukan intervensi material berupa penyesuaian jenis dan distribusi bahan penyerap serta pemantul suara di dalam ruang. Tujuan utama dari intervensi ini adalah untuk mengembalikan keseimbangan akustik melalui pengurangan area bahan

penyerap frekuensi tinggi yang berlebihan, serta penambahan elemen pemantul dan difusor suara yang lebih tepat sasaran. Tabel berikut menyajikan rekomendasi intervensi material pada elemen-elemen utama ruang, beserta fungsi akustik :

Tabel 4. Rekomendasi Intervensi Material

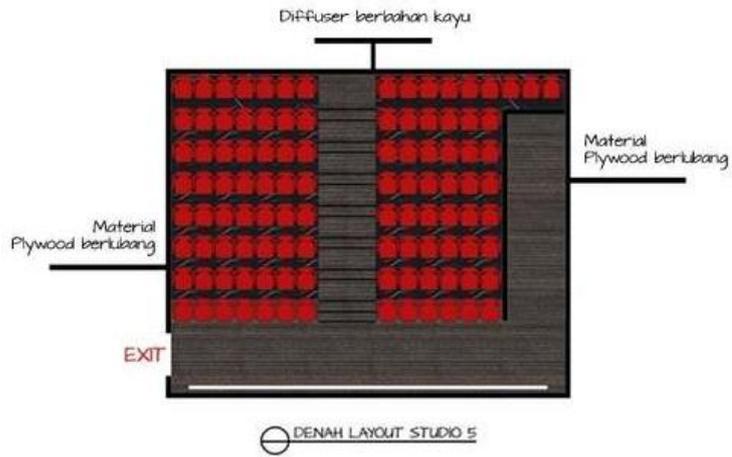
Elemen Ruang	Material Eksisting	Masalah	Material Intervensi	Fungsi Akustik
Dinding Samping	Panel Akustik <i>Rockwool</i> + <i>Fabric</i> ($\alpha = 0.90$)	Terlalu menyerap frekuensi tinggi	<i>Plywood</i> berlubang + <i>cavity (Helmholtz panel)</i>	Serap selektif frek. rendah-menengah
Plafon Tengah	<i>Glasswool Panel</i> ($\alpha = 0.85$)	<i>Over-absorpsi</i> frekuensi tinggi	Plafon kayu reflektif berlubang akustik	Pantul + difusi suara
Dinding Belakang	Panel akustik penuh ($\alpha = 0.90$)	Tidak menyebarkan suara merata	<i>Diffuser</i> berbahan kayu	Difusi suara (<i>sound scatter</i>)
Kursi Penonton	Kursi kain + busa ($\alpha = 0.70$)	Efektif, dipertahankan	Tidak diubah	Serap frekuensi menengah
Lantai	Karpet Tebal ($\alpha = 0.60$)	Efektif, dipertahankan	Tidak diubah	Serap pijakan kaki/suara bawah
Dinding Depan/Layar	<i>Gypsum</i> keras ($\alpha = 0.10$)	Terlalu memantulkan	<i>Gypsum</i> berlubang dengan rongga di belakang	Serap frek. rendah secara selektif

Setelah dilakukan beberapa simulasi penggantian dan penyesuaian material penyerap suara di dalam ruang Studio 5 Bioskop Mall Boemi Kedaton XXI, diperoleh bahwa nilai waktu dengung (RT60) aktual masih terlalu rendah (sekitar 0.364 detik) dibandingkan dengan standar ideal ruang bioskop yaitu 0.8–1.2 detik. Oleh karena itu, diperlukan revisi akurat terhadap komposisi material interior untuk mencapai nilai absorpsi total (A) sekitar 100 sabin, yang sesuai dengan target $RT60 \approx (0,8 - 1,2 \text{ detik})$. Tabel berikut menyajikan data revisi akhir yang telah disesuaikan agar nilai RT mendekati ideal.

Tabel 5. Tabel Hasil Perhitungan Baru

Elemen Ruang	Luas (m ²)	Koefisien Serap (α)	S × α	Keterangan
Karpet tebal	59	0.60	31.80	Dipertahankan
Kursi penonton	64.8	0.70	45.36	Dipertahankan
Plafon reflektif	88	0.10	8.80	Kayu reflektif berlubang
Dinding samping	66	0.45	29.70	<i>Plywood</i> berlubang + rongga (<i>Helmholtz</i>)
Dinding Belakang	30	0.05	13.20	sebagian <i>Diffuser</i>
Dinding belakang	48	0.20	6.00	Intervensi difusi

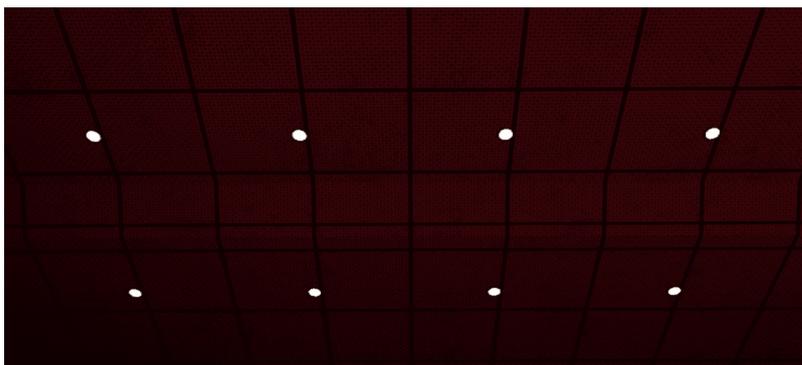
$$RT = \frac{0,161 \times 693}{134,86} = \frac{111,573}{134,86} \approx \boxed{0,827} \text{ detik}$$



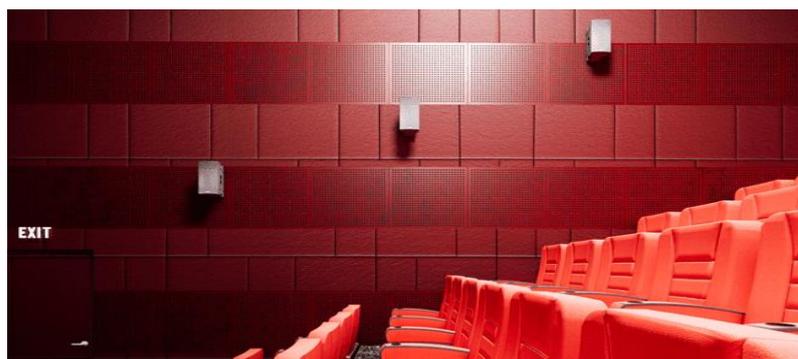
Gambar 6. Layout Setelah Pembaruan Material



Gambar 7. Ilustrasi 3D Setelah Pembaruan Material



Gambar 8. Ilustrasi 3D Plafon Berbahan Kayu Reflektif Berlubang



Gambar 9. Ilustrasi 3D Dinding Material Plywood Berlubang



Gambar 10. Ilustrasi 3D Dinding Belakang Baru Diffuser Berbahan Kayu

3.4 Implikasi Desain

Berdasarkan hasil evaluasi dan simulasi intervensi material akustik pada Studio Bioskop Mall Boemi Kedaton XXI, diketahui bahwa penggunaan material penyerap suara dengan koefisien serap tinggi secara berlebihan justru menurunkan kualitas akustik ruang. Waktu dengung aktual yang tercatat hanya sebesar 0,364 detik, jauh di bawah standar ideal yang berada pada kisaran 0,8 hingga 1,2 detik, menunjukkan bahwa pemilihan material akustik tidak boleh hanya berfokus pada kemampuan serap, tetapi juga harus memperhatikan fungsi pantul suara secara seimbang. Temuan ini memberikan implikasi penting bagi desain akustik ruang bioskop, antara lain perlunya pendistribusian material akustik secara selektif, dengan mengombinasikan material penyerap dan pemantul guna mencapai kualitas suara yang optimal di seluruh area tempat duduk. Selain itu, dibutuhkan penggunaan material penyerap frekuensi rendah, seperti panel berlubang Helmholtz, untuk mengatasi keterbatasan material eksisting yang umumnya hanya efektif pada frekuensi menengah hingga tinggi. Sebagai pelengkap, pemasangan diffuser pada dinding belakang menjadi strategi penting untuk menyebarkan energi suara secara merata, mencegah konsentrasi suara pada titik tertentu, dan meningkatkan kejernihan dialog, yang sangat krusial dalam konteks ruang pemutaran film.

4. KESIMPULAN

Pemilihan dan penataan material interior merupakan faktor krusial yang menentukan kualitas akustik ruang bioskop, karena mampu memengaruhi persepsi kenyamanan, kejernihan suara, dan pengalaman menonton secara keseluruhan. Penelitian ini menunjukkan bahwa kualitas akustik Studio 5 Bioskop Mall Boemi Kedaton XXI belum memenuhi standar ideal akibat dominannya penggunaan material dengan koefisien serap tinggi. Nilai waktu dengung eksisting sebesar 0,364 detik berada jauh di bawah standar 0,8–1,2 detik, sehingga menghasilkan kondisi akustik yang terlalu kering dan tidak optimal untuk pemutaran film.

Hasil evaluasi mengungkap bahwa panel *rockwool* pada dinding, plafon *glasswool*, karpet tebal, dan kursi berlapis kain memberikan kontribusi besar terhadap tingginya total absorpsi ruang. Melalui simulasi intervensi material, diperoleh komposisi material baru yang lebih seimbang, antara lain pengurangan luasan material penyerap frekuensi tinggi, penambahan elemen pemantul seperti plafon kayu berlubang, pemasangan panel Helmholtz pada dinding samping, serta penggunaan *diffuser* pada dinding belakang. Komposisi ini terbukti mampu mendekati nilai RT60 ruang ke kisaran standar yang direkomendasikan. Penelitian menegaskan bahwa desain akustik ruang bioskop memerlukan strategi selektif dalam mengombinasikan fungsi serap, pantul, dan difusi guna mencapai kualitas suara yang optimal dan merata di seluruh area penonton.

Namun penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan. Pertama, perhitungan RT60 hanya menggunakan metode Sabine tanpa verifikasi pengukuran langsung di lapangan menggunakan perangkat akustik digital. Kedua, simulasi intervensi material dilakukan berdasarkan model geometri

statis sehingga belum mempertimbangkan perilaku penonton saat ruang terisi penuh. Penelitian selanjutnya disarankan untuk melakukan pengukuran akustik in-situ menggunakan metode impuls atau swept sine untuk memvalidasi hasil perhitungan teoritis. Studi juga dapat diperluas dengan menganalisis respon frekuensi, *Speech Transmission Index (STI)*, serta persepsi pengguna melalui pengukuran subjektif. Selain itu, penerapan teknologi material baru, panel resonator dengan tuning frekuensi tertentu, atau optimasi bentuk ruang dapat menjadi fokus penelitian lanjutan guna memperkaya strategi desain akustik ruang bioskop.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis berterima kasih kepada Universitas Lampung, pembimbing, dan Bioskop XXI Mall Boemi Kedaton atas bantuan serta dukungan dalam pelaksanaan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. R. Harfi, G. A. Achmad, M. Firdausi, S. Sumiyanto, dan U. M. Sugeng, "Variasi volume eceng gondok serat komposit dalam peredam suara," *SAINSTECH: Jurnal Penelitian dan Pengkajian Sains dan Teknologi*, vol. 33, no. 1, 2023, doi: 10.37277/stch.v33i1.1657.
- [2]. R. Napitupulu, Z. Zakaria, dan N. Pranandita, "Uji koefisien absorpsi suara serat resam dengan matrik polyester sebagai bahan alternatif peredam suara," *Manutech: Jurnal Teknologi Manufaktur*, vol. 16, no. 1, 2024, doi: 10.33504/manutech.v16i01.326.
- [3]. Z. Khairunisa dan E. Elvaswer, "Karakteristik koefisien absorpsi bunyi dan impedansi panel akustik dari styrofoam menggunakan metode tabung," *Jurnal Fisika Unand*, vol. 13, no. 4, pp. 518–524, 2024, doi: 10.25077/jfu.13.4.518-524.2024.
- [4]. I. V. Aristawati, A. Yulianto, dan U. Nurbaiti, "Aplikasi rockwool sebagai material absorben gelombang bunyi," *Jurnal Riset Sains dan Teknologi*, vol. 6, no. 1, pp. 41–45, 2022, doi: 10.30595/jrst.v6i1.10895.
- [5]. T. K. Wei dan Z. Mohamad, "The sound absorption coefficient and noise reduction coefficient of rice husk silica," *JSE: Journal of Science and Engineering*, vol. 1, no. 2, 2024, doi: 10.30650/jse.v1i2.1640.
- [6]. A. M. Maghfiroh, Sound absorption coefficient from composites made from coconut fiber, paper, and styrofoam, *J. Energy Mech. Mater. Manufact. Eng.*, vol. 9, no. 1, 2024, doi: 10.22219/jemmme.v9i1.32597.
- [7]. P. Pratiwi and A. Yanto, "Characterization of sound absorption coefficient and acoustic impedance of palm frond fiber composites with pine resin on various composition variations," *J. Teknol. Mesin*, vol. 13, no. 1, pp. 6–12, 2023, doi: 10.21063/jtm.2023.v13.i1.6-12.
- [8]. M. Nikon and E. Elvaswer, "Karakterisasi koefisien absorpsi bunyi dan impedansi akustik dari panel serat tandan kosong kelapa sawit dengan menggunakan metode tabung," *J. Fisika Unand*, vol. 12, no. 3, pp. 492–498, 2023, doi: 10.25077/jfu.12.3.492-498.2023.
- [9]. M. Defrizal and E. Elvaswer, "Karakterisasi koefisien absorpsi bunyi dan impedansi akustik dari sekam padi," *J. Fisika Unand*, vol. 10, no. 3, pp. 351–356, 2021, doi: 10.25077/jfu.10.3.351-356.2021.
- [10]. R. Suhardi, "Analisis serapan kebisingan dengan pemasangan Rock Wool," *J. Nasional Pengelolaan Energi MigasZoom*, vol. 2023, no. 2, Art. no. 517, 2023, doi: 10.37525/mz/2023-2/517.



This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC-BY).