

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1. Kesimpulan

Kinerja akustik ruang audiovisual SMP Santo Yusup 2 belum memenuhi beberapa standar parameter akustik, yaitu distribusi *Sound Pressure Level* (SPL), waktu dengung (EDT) pada sebagian besar area penonton, *clarity* (C50), dan *definition* (D50) pada bagian belakang area penonton, sehingga pada ruang ini suara kurang tersebar secara merata, waktu dengung terlalu pendek, dan suara tidak terdengar jelas di area belakang. Hal ini disebabkan oleh dominasi material penyerap dengan koefisien absorpsi yang tinggi (*mineral wool with open weave fabric*) pada seluruh permukaan dinding ruang kecuali pada dinding belakang area panggung, sehingga terlalu banyak energi suara yang terserap. Selain itu, berdasarkan analisis bunyi langsung dan bunyi pantul, bentuk ruang dengan dinding samping *zig zag* memiliki pola sudut kemiringan yang kurang efektif dalam mendistribusikan suara, sehingga suara tidak tersebar secara merata. Ruang audiovisual SMP Santo Yusup 2 juga ternyata memiliki cacat akustik berupa penumpukan bunyi (*hotspot*) dan gema di area panggung.

Kombinasi antara bentuk ruang yang kurang efektif dan dominasi material penyerap dengan koefisien tinggi menyebabkan kinerja akustik yang kurang baik. Kedua faktor ini tidak saling meredam, melainkan bekerja bersama sehingga membuat kualitas akustiknya semakin buruk jika keduanya didesain kurang efektif. Parameter yang sudah memenuhi standar adalah bising dan kekerasan suara, sehingga perbaikan masalah akustik pada ruang audiovisual SMP Santo Yusup hanya berfokus pada distribusi SPL, EDT, C50, dan D50 pada desain bentuk dan materialnya.

Modifikasi desain bermula dari perubahan bentuk elemen dinding dalam upaya mengeliminasi bagian dinding yang memiliki arah kemiringan kurang efektif, untuk meratakan distribusi suara pada seluruh bagian ruangan. Seluruh bagian dinding yang kurang efektif diubah arah kemiringannya agar pemantulan bunyi tepat sasaran dan tersebar merata, sehingga pada alternatif desain bentuk 1 dinding *zig zag* yang sebelumnya memiliki dua arah kemiringan diubah menjadi satu arah kemiringan. Alternatif desain 2 merupakan variasi dinding yang lebih lebar dari alternatif desain 1. Hasil simulasi I-Simpa dari kedua alternatif ini adalah sebagai berikut:

Tabel 5.1. Tabel Kesimpulan Perbandingan Alternatif Desain Tahap 1

<b>Parameter/ Model</b>	<b>Alternatif Desain 1</b>	<b>Alternatif Desain 2</b>
<b>Distribusi <i>Sound Pressure Level</i> (SPL)</b>	Pada seluruh frekuensi belum memenuhi standar distribusi SPL, sehingga suara tidak merata, terdapat selisih tertinggi 3 dB lebih dari standar pada frekuensi 1000 Hz	Pada seluruh frekuensi belum memenuhi standar distribusi SPL, sehingga suara tidak merata, terdapat selisih tertinggi 2.9 dB lebih dari standar pada frekuensi 1000 Hz
<b>Waktu Dengung (EDT)</b>	Waktu dengung belum memenuhi standar pada tiap frekuensi dan lebih pendek dari waktu dengung eksisting, namun luas permukaan material penyerap lebih besar akibat perubahan bentuk sehingga merupakan hal yang wajar. Waktu dengung alternatif desain 1 tidak berbeda secara signifikan dengan eksisting maupun alternatif desain 2	Waktu dengung belum memenuhi standar pada tiap frekuensi dan lebih pendek dari waktu dengung eksisting. Waktu dengung alternatif desain 2 tidak berbeda secara signifikan dengan eksisting maupun alternatif desain 1.
<b><i>Clarity</i> (C50)</b>	Sudah memenuhi standar C50, dan nilainya lebih tinggi dari eksisting pada sebagian besar titik, perbedaan dengan alternatif desain 2 tidak signifikan	Sudah memenuhi standar C50, dan nilainya lebih tinggi dari eksisting pada sebagian besar titik, perbedaan dengan alternatif desain 1 tidak signifikan
<b><i>Definition</i> (D50)</b>	Sudah memenuhi standar D50, dan nilainya lebih tinggi dari eksisting pada sebagian besar titik, perbedaan dengan alternatif desain 2 tidak signifikan	Sudah memenuhi standar D50, dan nilainya lebih tinggi dari eksisting pada sebagian besar titik, perbedaan dengan alternatif desain 1 tidak signifikan

Hasil simulasi kedua alternatif bentuk menunjukkan bahwa alternatif desain 2 sedikit lebih baik dalam mendistribusikan suara secara merata, namun proses penyebaran suara tidak akan terjadi secara maksimal jika sebagian besar dinding menggunakan material penyerap dengan koefisien absorpsi yang tinggi. Suara pantul yang seharusnya sampai ke bagian tengah dan belakang area penonton diserap banyak oleh material tersebut sehingga

energi suara yang diterima sudah jauh melemah. Oleh karena itu, sebaik apapun modifikasi bentuk tidak akan bisa meningkatkan pemerataan suara tanpa penggunaan material penyerap dan pemantul yang tepat. Alternatif desain 2 merupakan bentuk yang lebih baik dibandingkan dengan alternatif desain 1, sehingga kemudian akan digunakan untuk simulasi tahap 2.

Strategi modifikasi desain material tahap 2 terdiri dari 5 alternatif desain yang memiliki variasi presentase jumlah luas permukaan pemantul dan penyerap (25%, 50%, 75%, dan 100%) dengan posisi atas-bawah dan selang-seling pada dinding samping menggunakan material eksisting, yakni panel kayu dan *mineral wool*. Seluruh alternatif desain menggunakan panel kayu sebagai material pemantul pada dinding area panggung agar suara tidak diserap lagi melainkan dipantulkan ke arah penonton, dan *mineral wool* sebagai penyerap untuk dinding bagian belakang agar suara tidak dipantulkan kembali ke arah penonton. Hasil simulasi kelima alternatif adalah sebagai berikut:

Tabel 5.2. Tabel Kesimpulan Perbandingan Alternatif Desain Tahap 2

<b>Model/ Parameter</b>	<b>Distribusi Sound Pressure Level (SPL)</b>	<b>Waktu Dengung (EDT)</b>	<b>Clarity (C50)</b>	<b>Definition (D50)</b>
<b>Alternatif Desain 1</b>	Pada frekuensi 250-4000 Hz belum memenuhi standar distribusi SPL, terdapat selisih tertinggi 3.3 dB lebih dari standar pada frekuensi 1000 Hz	Pada rata-rata waktu dengung sudah memenuhi standar pada tiap frekuensi, namun jika dilihat per titik ukur, pada frekuensi 1000-2000 Hz beberapa titik belum memenuhi standar	Sudah memenuhi standar C50, namun nilainya lebih kecil dari eksisting	Sudah memenuhi standar D50, namun nilainya lebih kecil dari eksisting
<b>Alternatif Desain 2</b>	Pada frekuensi 250-4000 Hz belum memenuhi standar distribusi SPL, terdapat selisih tertinggi 2.3 dB lebih dari	Sudah memenuhi standar waktu dengung pada rentang yang diperbolehkan pada setiap titik di setiap frekuensi, Waktu	Sudah memenuhi standar C50, namun nilainya lebih kecil dari eksisting	Sudah memenuhi standar D50, namun nilainya lebih kecil dari eksisting

<b>Model/ Parameter</b>	<b>Distribusi <i>Sound Pressure Level</i> (SPL)</b>	<b>Waktu Dengung (EDT)</b>	<b><i>Clarity</i> (C50)</b>	<b><i>Definition</i> (D50)</b>
	standar pada frekuensi 1000 Hz.	dengung mendekati nilai optimal 0.65 detik pada frekuensi 125-250 Hz		
<b>Alternatif Desain 3</b>	Pada seluruh frekuensi belum memenuhi standar distribusi SPL, sehingga suara tidak merata, terdapat selisih tertinggi 2.6 dB lebih dari standar pada frekuensi 1000 Hz	Sudah memenuhi standar waktu dengung pada rentang yang diperbolehkan pada setiap titik di setiap frekuensi, namun tidak ada yang mendekati waktu dengung optimal (0.65 detik)	Sudah memenuhi standar C50, namun nilainya lebih kecil dari eksisting	Sudah memenuhi standar D50, namun nilainya lebih kecil dari eksisting
<b>Alternatif Desain 4</b>	Pada frekuensi 250-4000 Hz belum memenuhi standar distribusi SPL, terdapat selisih tertinggi 1.8 dB lebih dari standar pada frekuensi 1000 Hz	Sudah memenuhi standar waktu dengung dan paling mendekati waktu dengung optimal (0.65 detik) pada seluruh frekuensi kecuali 250 Hz	Sudah memenuhi standar C50, namun nilainya lebih kecil dari eksisting	Sudah memenuhi standar D50, namun nilainya lebih kecil dari eksisting
<b>Alternatif Desain 5</b>	Pada seluruh frekuensi belum memenuhi standar distribusi SPL, sehingga suara tidak merata, terdapat selisih tertinggi 3.3 dB lebih dari standar	Sudah memenuhi standar waktu dengung pada rentang yang diperbolehkan pada setiap titik di setiap frekuensi, waktu dengung mendekati nilai optimal 0.65	Sudah memenuhi standar C50, namun nilainya lebih kecil dari eksisting	Sudah memenuhi standar D50, namun nilainya lebih kecil dari eksisting

<b>Model/ Parameter</b>	<b>Distribusi Sound Pressure Level (SPL)</b>	<b>Waktu Dengung (EDT)</b>	<b>Clarity (C50)</b>	<b>Definition (D50)</b>
	pada frekuensi 1000 Hz	detik pada frekuensi 250 Hz		

Perbandingan perbedaan posisi material adalah sebagai berikut:

Tabel 5.3. Tabel Kesimpulan Perbandingan Posisi Material

<b>Parameter</b>	<b>Atas – Bawah</b>	<b>Selang – Seling</b>
Intensitas dan Distribusi Suara	Di semua frekuensi lebih baik dibanding posisi selang-seling.	Tidak berbeda jauh dengan eksisting.
Waktu Dengung	Hanya lebih baik (mendekati optimum) di frekuensi rendah.	Di frekuensi menengah dan tinggi lebih baik dibanding posisi atas bawah.
C50	Tidak berbeda secara signifikan di frekuensi rendah dan menengah.	
D50	Tidak berbeda secara signifikan di frekuensi rendah dan menengah.	

Hasil simulasi kelima alternatif desain material menunjukkan bahwa alternatif desain 4 merupakan yang paling baik kinerjanya dibanding alternatif lainnya karena waktu dengungnya hampir di semua frekuensi mendekati optimum, distribusi SPL cukup merata dibanding alternatif lain walaupun tidak memenuhi standar di beberapa frekuensi, serta C50 dan D50 memenuhi standar. Meskipun ruang audiovisual digunakan untuk fungsi pidato yang membutuhkan waktu dengung yang pendek, bukan berarti material yang digunakan harus lebih besar presentase penyerapnya.

Waktu dengung dipengaruhi oleh faktor koefisien absorpsi material dan luas permukaannya. Jika material penyerap yang digunakan memiliki koefisien absorpsi yang tinggi, maka ruangan tersebut membutuhkan presentase jumlah material pemantul yang lebih banyak dan sebaliknya. Pada kasus ini, ruang audiovisual SMP Santo Yusup membutuhkan material dengan koefisien absorpsi yang lebih tinggi pada frekuensi rendah untuk presentase pemantul 100%, dan material dengan koefisien absorpsi yang lebih rendah untuk presentase pemantul 25% – 75% pada frekuensi menengah dan tinggi dalam upaya mencapai waktu dengung optimum.

Distribusi SPL yang kurang merata pada frekuensi menengah dan tinggi walaupun dinding sudah diubah menjadi 100% pemantul menunjukkan bahwa elemen dinding kurang memiliki pengaruh yang besar terhadap pemerataan suara. Elemen dinding tidak bisa

bekerja sendiri dalam mencapai kinerja akustik yang baik. Oleh karena itu, kinerja akustik yang optimal membutuhkan pertimbangan akan berbagai faktor yang mempengaruhi kualitas akustik. Desain bentuk maupun material harus bisa saling membantu mencapai kinerja yang optimal. Rekapitulasi pengaruh desain bentuk dan material pada ruang audiovisual adalah sebagai berikut:

Tabel 5.4. Tabel Kesimpulan Pengaruh Desain Bentuk dan Material

Faktor	Parameter	Pengaruh
Bentuk	Intensitas suara dan distribusi suara	Berpengaruh kecil, pada kasus ini modifikasi bentuk disertai dengan material eksisting yang salah satunya merupakan material penyerap dengan koefisien tinggi sehingga berkas suara tidak bisa dipantulkan secara maksimal, serta terlebih dahulu habis diserap oleh material tersebut. Modifikasi bentuk harus disertai dengan perubahan material yang mendukung pemantulan suara untuk tujuan pemerataan suara. Modifikasi bentuk akan lebih berpengaruh jika pemilihan material sudah tepat.
	Waktu dengung (EDT)	Berpengaruh kecil karena perubahan volume dari modifikasi bentuk tidak signifikan. EDT akan berpengaruh besar jika modifikasi bentuk menyebabkan perubahan volume yang signifikan, sehingga syarat waktu dengung optimumnya ikut berubah.
	Cacat Akustik	Berpengaruh besar, pada kasus ini penumpukan bunyi dapat dikurangi karena bagian dinding dengan arah kemiringan yang kurang efektif dieliminasi dan bagian dinding samping panggung diposisikan miring, terbuka ke arah penonton.
	C50 dan D50	Berpengaruh kecil, karena C50 dan D50 berbanding terbalik dengan waktu dengung,

Faktor	Parameter	Pengaruh
		<p>sedangkan perubahan bentuk pada ruang audiovisual ini tidak mengubah volume secara signifikan, sehingga kurang berpengaruh pada waktu dengung yang berarti C50 dan D50 tidak akan berubah secara signifikan pula. Namun, semuanya kembali mengacu pada standar dan parameter ini memenuhi standar.</p>
Bentuk dan Material	Intensitas suara dan distribusi suara	<p>Berpengaruh sedang, karena seluruh alternatif desain tidak ada yang bisa memenuhi syarat pada seluruh frekuensi, namun memang seluruh alternatif tersebut lebih baik dibanding intensitas dan distribusi suara eksisting. Distribusi suara pada kasus ini tidak bisa diatasi oleh elemen dinding saja. Hal ini disimpulkan berdasarkan pemerataan suara yang paling baik (alternatif desain 4 - perubahan menjadi 100% pemantul) pun belum cukup untuk model dapat memenuhi standar di seluruh frekuensi.</p>
	Waktu dengung (EDT)	<p>Berpengaruh besar, karena waktu dengung dipengaruhi oleh luas permukaan dan koefisien absorb. Jika waktu dengung ingin diperpanjang, maka luas permukaan material pemantul harus mendominasi dibanding penyerap. Pada ruang audiovisual ini, akibat penggunaan material penyerap dengan koefisien absorb yang tinggi, material pemantul harus memiliki luas permukaan 100% dari dinding samping untuk dapat menyeimbangi material penyerap, sehingga waktu dengung optimum berhasil tercapai pada hampir semua frekuensi.</p>

Faktor	Parameter	Pengaruh
	Cacat Akustik	Berpengaruh besar, dengan syarat perubahan bentuk disertai perubahan material. Modifikasi dinding yang diubah arah kemiringannya akan menjadi sia-sia jika berkas suara sebagian besar diserap oleh material penyerap dengan koefisien absorb yang tinggi. Hal tersebut akan mengakibatkan pemantulan suara yang tidak efektif, suara yang seharusnya sudah diubah pemantulannya ke arah penonton tidak jadi tercapai, sehingga dinding miring harus disertai material pemantul.
	C50 dan D50	Berpengaruh besar, karena terjadi perubahan waktu dengung yang signifikan pada beberapa alternatif desain, sehingga nilai C50 dan D50 juga berubah secara berbanding terbalik dengan waktu dengungnya.

## 5.2. Saran

Beberapa saran yang dapat diberikan setelah menjalani penelitian ini antara lain:

1. Penelitian lanjutan dibutuhkan untuk mencari pengaruh elemen-elemen pelingkup ruang terhadap kinerja akustik, karena penelitian ini hanya terbatas pada elemen dinding tanpa mengombinasikan modifikasi plafon atau lantai.
2. Simulasi pada modifikasi desain material menggunakan material baru dengan koefisien absorb yang lebih rendah pada pemantul dan penyerap, serta eksplorasi derajat kemiringan dinding untuk hasil uji yang lebih variatif dan detail.
3. Modifikasi bagian panggung dapat diteliti lebih banyak, yaitu dengan penambahan *orchestra shell*, dsb, untuk penyebaran suara yang lebih baik jika tidak ada keterbatasan desain. Pada ruang audiovisual SMP Santo Yusup 2, modifikasi panggung kurang variatif karena adanya LCD yang tidak bisa dihilangkan, jendela yang mempengaruhi fasad, dan nilai estetika bentukan parabola (*orchestra shell*) yang kurang menyatu dengan elemen pelingkup plafon dan dinding.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ahnert, W. dan Schmidt, W. (2005). *Fundamentals to Perform Acoustical Measurements*. Berlin: AFMG EASERA.
- Beldam, M., B. (2018). *Room acoustic descriptors - RT, C50 and Strength/ Gain*. [online] Acoustic Bulletin. Available at: <https://www.acousticbulletin.com/room-acoustic-descriptors-rt-c50-and-gain/> [Diakses 27 September 2023].
- Beranek, L. L. (1954). *Acoustics*. New York: Acoustical Society of America.
- Ching, F.D.K. (1979). *Architecture: Form, Space, and Order*. New York: Van Nostrand Reinhold Company.
- Doelle, L.L. (1986). *Akustik Lingkungan*. Jakarta: Erlangga.
- Egan, D. (2000). *Architectural Acoustic Workbook*. Massachusetts: The Robert Bradford Newman Student Award Fund.
- Hizkia, N. *Pengukuran Parameter Akustik Berdasarkan ISO 3382 – I*. [online] Geonoise Indonesia. Available at: <https://www.konsultasi-akustik.com/pengukuran-parameter-akustik-berdasarkan-iso-3382-1/> [Diakses 27 September 2023].
- Mehta, M., Johnson J., & Rocafort J. (1999). *Architectural Acoustics, Principles & Design*. New Jersey: Prentice-Hall.
- Sudarsono, A., dkk. (202). *Eksperimen Akustik untuk Praktisi*. Jakarta: ITB Press.
- Sutanto, H. (2015). *Prinsip – Prinsip Akustik dalam Arsitektur*. Yogyakarta: PT Kanisius.
- Yuliasari, S.S. (2011). *Fungsi dalam Arsitektur*. [online] imagosinme. Available at: <https://selia-stefi.blogspot.com/2011/06/fungsi-dalam-arsitektur-selia-stefi.html> [Diakses 1 Januari 2024].



