

IMPLEMENTASI ELEMEN AKUSTIK *CONCERT HALL* DALAM MENDUKUNG KONSEP FLEKSIBILITAS RUANG

**Berlianti Netanya Putri¹, Christian Nindyaputra Octarino^{2*}, Patricia Pahlevi
Noviandri³**

1,2,3. Arsitektur, Fakultas Arsitektur dan Desain, Universitas Kristen Duta Wacana, Jl. dr.
Wahidin Sudirohusodo No 5-25 Yogyakarta

*Penulis korespondensi

Email: christian.octarino@staff.ukdw.ac.id

Abstrak

Kenyamanan akustik merupakan salah satu faktor kenyamanan dalam suatu ruang, selain daripada kenyamanan spasial, visual, dan termal. *Concert hall* dan auditorium merupakan contoh fungsi ruang yang membutuhkan kualitas akustik yang ideal demi mendukung kenyamanan penggunaannya. Seiring dengan kondisi pandemi *covid-19* yang terus membaik, berbagai *event* dan kegiatan yang sebelumnya tertunda pelaksanaannya kini mulai diselenggarakan kembali. Salah satu kegiatan tersebut adalah di bidang industri musik, sehingga kebutuhan akan gedung pertunjukkan musik semakin meningkat. Namun demikian, suatu gedung pertunjukkan musik juga diharapkan mampu mewadahi berbagai kegiatan lain seperti seminar ataupun *event-event* pendidikan. Studi ini bertujuan untuk melakukan kajian mengenai implementasi fleksibilitas ruang melalui elemen akustik agar dapat mewadahi berbagai kegiatan secara optimal. Metode yang digunakan adalah eksperimen berbasis simulasi dengan menggunakan *software I-Simpa*. Simulasi dilakukan pada beberapa alternatif model ruangan, di mana variabelnya adalah desain dan peletakan elemen-elemen akustik ruang. Waktu dengung/*Reverberation Time* (RT) menjadi parameter yang digunakan untuk menilai kualitas akustik dari ruang tersebut. Adapun hasil dari studi akan menjadi dasar pemikiran untuk mengembangkan desain ruang multifungsi berupa *concert hall* dan auditorium.

Kata kunci: fleksibilitas ruang, akustik, simulasi, waktu dengung.

Abstract

Title: Implementation on Concert hall's Acoustic Elements in Supporting the Concept of Space Flexibility

Acoustic comfort is one of the comfort factors in a room/place, apart from spatial, visual, and thermal comfort. The concert hall and auditorium are examples of room functions that require ideal acoustic quality to provide comfort for users. As the COVID-19 pandemic continues to improve, various events and activities previously delayed or even canceled are starting to be held again. Musical events are activities that have begun to be held at this time, so the need for a music performance building is being increased. However, a music performance building is also expected to be able to accommodate various other activities such as seminars, talk shows or educational events. This study aims to analyze the implementation of space flexibility through acoustic elements to accommodate multiple activities optimally. The method used is a simulation-based experiment using I-Simpa software. Simulations are carried out on several alternative room models, where the variables are room design and the setting of room acoustic elements. Reverberation Time (RT) is a parameter used to assess the acoustic quality of the room. The study's results will be a consideration for developing a multifunctional room design in the form of a concert hall and auditorium.

Keywords: flexibility, acoustic, simulation, reverberation time.

Pendahuluan

Pandemi *covid-19* memiliki pengaruh besar terhadap setiap aspek kehidupan manusia. Dampak dari pandemi dapat dirasakan oleh hampir semua kalangan masyarakat, tidak hanya terkait dengan kesehatan, namun juga menyerang aspek sosial dan ekonomi. Pembatasan kegiatan berskala besar menyebabkan kelumpuhan ekonomi secara signifikan, ditandai dengan banyaknya pelaku usaha yang terpaksa harus melakukan pengurangan jumlah pekerja bahkan sampai menutup usahanya. Selain itu, segala kegiatan yang melibatkan banyak orang praktis tidak memungkinkan untuk dilaksanakan.

Setelah hampir dua tahun hidup di tengah pandemi, di awal tahun 2022 ini mulai muncul harapan untuk bisa kembali menjalankan aktivitas secara normal. Berdasarkan keterangan yang dirilis oleh Kementerian Kesehatan Indonesia pada bulan April 2022, terjadi penurunan kasus terkonfirmasi yang cukup signifikan dibandingkan dengan waktu sebelumnya. Kasus kematian turun hingga 33% dan *positivity rate* berada pada angka 4,6%, di mana angka tersebut sudah berada di bawah batas yang ditetapkan oleh WHO yaitu 5%¹. Meskipun angka kasus terkonfirmasi *covid-19* masih fluktuatif, namun tentunya hal ini cukup memberikan harapan yang baik bagi kehidupan masyarakat. Perekonomian perlahan mulai bangkit, dan berbagai kegiatan mulai dapat terlaksana meskipun masih dengan penerapan protokol kesehatan. Salah satu kegiatan yang mulai dapat terlaksana kembali adalah kegiatan di bidang kesenian dan musik.

Industri musik merupakan salah satu industri kreatif yang diminati di Indonesia. Secara khusus di provinsi D.I. Yogyakarta, tercatat sebanyak 48 *event* musik dalam skala besar diselenggarakan dari tahun 2018 sampai tahun 2020, sebelum akhirnya terhenti akibat dari pandemi. Kegiatan tersebut di antaranya berupa konser musik solo (artis tunggal); konser musik kelompok (*band*, orkestra, paduan suara); dan konser musik *multi*-artis sebagai bentuk promosi dan apresiasi terhadap karya musik yang dihasilkan. Seiring dengan kondisi pandemi yang dinilai cukup membaik, maka kegiatan bidang musik di Yogyakarta mulai aktif kembali. Salah satu *event* besar yang telah terselenggara adalah Pesta Paduan Suara Gerejawi (Pesparawi) ke XIII di bulan Juni 2022, yang sedianya diselenggarakan tahun 2021 namun ditunda akibat kondisi yang belum kondusif pada waktu tersebut. Selain itu juga terdapat rangkaian kegiatan musik lain yang telah terjadwal untuk diselenggarakan pada tahun 2022.

Melihat fakta bahwa *event* musik *indoor* memiliki peminat yang cukup tinggi, maka keberadaan fasilitas penunjang mutlak dibutuhkan untuk dapat mewadahi aktivitas tersebut. Saat ini, hanya terdapat 3 *concert hall* besar di Yogyakarta, yakni *Concert hall* Taman Budaya Yogyakarta (TBY) dengan kapasitas 900 orang, *Concert hall* Institut Seni Indonesia (ISI) dengan kapasitas ±500-700 orang, dan Auditorium Driyarkara Universitas Sanata Dharma (USD) dengan kapasitas ±1200 orang. Dengan perkembangan industri musik di Yogyakarta yang mencakup musisi profesional sampai dengan kegiatan Paduan Suara Pelajar/Mahasiswa, perlu adanya

¹<https://sehatnegeriku.kemkes.go.id/baca/rilis-media/20220412/4539638/pandemi-covid-19-di-indonesia-membaik/>, diakses pada 14 Juli 2022

peningkatan fasilitas berupa *concert hall* yang memiliki standar kualitas akustik yang sesuai dan ideal. Namun demikian, dengan turut mempertimbangkan perkembangan tren dan teknologi maka kebutuhan akan suatu fasilitas dengan beberapa integrasi fungsi akan meningkat guna menciptakan efisiensi dan efektivitas penggunaan. Ditinjau dari karakter spasialnya, suatu gedung *concert hall* akan lekat juga dengan fungsi auditorium. Keduanya membutuhkan ruang dengan dimensi yang besar, terdapat area untuk penampil/narasumber, serta area untuk penonton. Meskipun memiliki kriteria spasial ruang yang hampir sama, namun terdapat suatu hal yang membedakan karakter dari *concert hall* dan auditorium. Hal tersebut adalah standar kualitas akustik ruang. Kebutuhan performa akustik ruang dengan fungsi *concert hall* akan berbeda dengan auditorium, mengingat jenis kegiatannya yang juga berbeda.

Studi ini bertujuan untuk melakukan kajian implementasi fleksibilitas ruang melalui elemen akustik guna mencapai standar ideal untuk kebutuhan fungsi *concert hall* dan auditorium. Seperti diketahui bahwa faktor yang mempengaruhi kenyamanan penonton sebuah *event* pertunjukkan ataupun seminar adalah faktor akustik ruang. Kualitas akustik ruang akan ditentukan oleh elemen-elemen pembentuk ruang seperti plafon, dinding, dan juga lantai. Perlu perencanaan yang komprehensif terutama terkait desain, dimensi, dan pemilihan material pada elemen-elemen tersebut agar dapat tercapai kualitas akustik yang diharapkan (Sutanto, Priatman, Mediastika, 2014).

Salah satu variabel dalam kenyamanan akustik ruang adalah waktu dengung (Reverberation Time/RT). Reverberation Time adalah waktu yang dibutuhkan bunyi untuk berkurang 60 dB (dalam satuan detik) sampai tidak terdengar. Walaupun terdapat beberapa parameter dalam kualitas akustik, namun waktu dengung (RT) masih dianggap salah satu parameter yang penting untuk digunakan dalam menganalisis kualitas akustik suatu ruang (Zainatun, dkk. 2018). Standar waktu dengung ideal akan berbeda tergantung pada fungsi dan peruntukan ruang. Beberapa standar terkait nilai waktu dengung dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Persyaratan Reverberation Time

Kegiatan	RT tiap kegiatan (500-1000 Hz/s)
Ruang Kuliah	1
<i>Cinema</i>	1,4
Gedung Teater	1,6
<i>Music Hall</i>	1,8
Opera House	2
<i>Concert hall</i>	2,2

Sumber: Mediastika, 2005

Berdasarkan persyaratan nilai waktu dengung, untuk fungsi *concert hall* ditetapkan angka RT 2,2 detik. Sedangkan auditorium yang banyak digunakan untuk kegiatan berupa seminar disetarakan dengan fungsi ruang kelas, yang memiliki kriteria RT 1 detik. Agar gedung tersebut dapat dimanfaatkan secara multifungsi dengan performa yang optimal, maka dibutuhkan adanya fleksibilitas pada elemen-elemen ruang dalam untuk dapat mencapai kondisi ideal untuk berbagai macam aktivitas (Indrani, dkk. 2008).

Metode Penelitian

Studi ini menggunakan metode eksperimen dengan berbasis simulasi *software*. Adapun proses studi dapat dibagi menjadi 2 tahap, yaitu tahap persiapan dan *modelling*, kemudian tahap simulasi dan analisis. Menurut Masikki (2011), analisis kualitas akustik menggunakan metode simulasi menjadi salah satu metode yang dapat diandalkan berdasarkan tingkat keakuratannya. *Software* yang akan digunakan dalam studi ini adalah *software I-Simpa V.1.3.4*, suatu *software* analisis performa akustik yang cukup banyak digunakan dalam kajian desain ruang akustik (Manguwi, 2021).

1. Tahap Persiapan dan *Modelling*

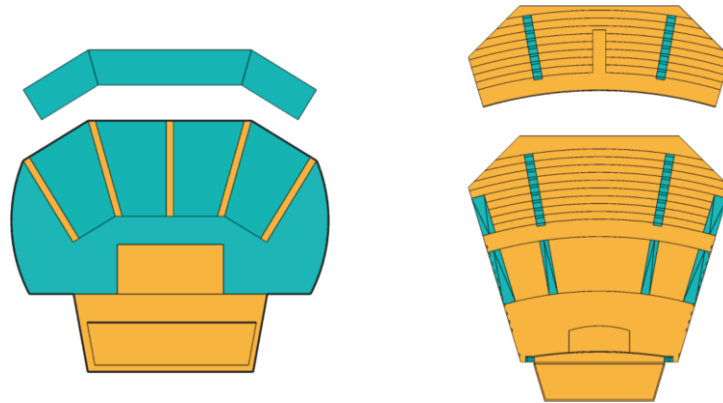
Tahap awal merupakan tahap pembuatan model 3 dimensi untuk simulasi dengan menerapkan standar-standar yang sudah dipersiapkan menggunakan aplikasi *SketchUp*. Sebagai objek eksperimen, studi ini menggunakan 2 alternatif model ruang, di mana masing-masing alternatif dirancang untuk dapat memiliki dua skenario fungsi yaitu fungsi *concert hall* dan auditorium. Hal-hal yang harus diperhatikan dalam proses perancangan, yakni: jumlah kapasitas penonton, bentuk panggung, *layout* kursi penonton, sudut pandang penonton dan penampil, tinggi langit-langit, tinggi dan lebar balkon, serta letak material akustik (penyerap, pemantul, penyebar).

2. Tahap Simulasi dan Analisis

Metode analisis yang digunakan berupa simulasi komputer menggunakan *software I-Simpa*. Analisis dilakukan dengan memasukkan data variabel, seperti: spesifikasi material (jenis & koefisien serapan bunyi material); data sumber suara (letak dan besar sumber suara); dan data penerima suara (letak titik *sample audiens*). *Software* yang digunakan adalah *software* untuk menghitung waktu reverberasi (RT) pada ruang agar sesuai dengan fungsi yang diinginkan serta memberikan gambaran tingkat kekerasan bunyi yang didengar oleh *audiens*. Setelah proses simulasi berhasil, data akan dibandingkan dan dapat ditarik kesimpulan alternatif mana yang sudah sesuai standar akustiknya berdasarkan fungsi ruang yang dirancang.

Hasil dan Pembahasan

Perancangan ruang akustik memiliki aspek-aspek pertimbangan antara lain aspek geometri ruang, aspek komposisi bentuk, aspek volume ruang, dan aspek material yang dipilih (Patel, 2020). Perancangan sebuah ruang akustik seperti *concert hall* mengutamakan konsep mengenai sinar suara (Kuttruff, 2017). Sinar suara ini akan bergerak melalui medium dengan energi yang sama hingga mencapai medium yang dapat mengurangi energi suara misalnya material absorber (penyerap). Pemilihan geometri ruang akan menentukan fenomena akustik yang terjadi pada ruang tersebut. Pada penelitian yang dilakukan



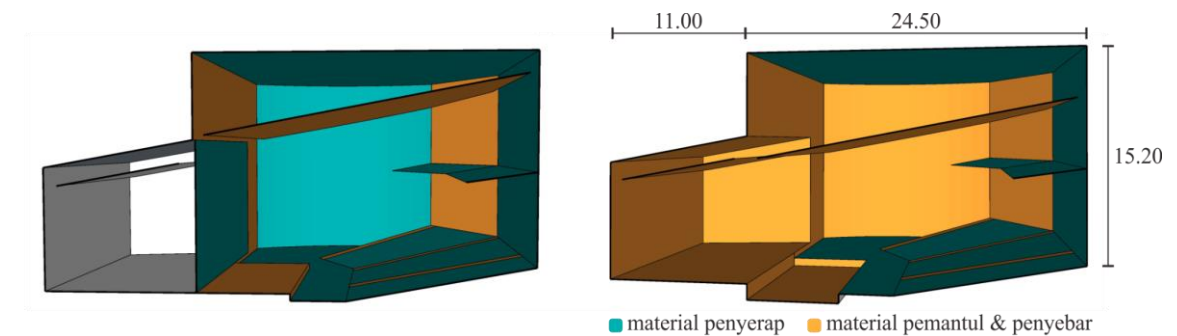
Gambar 1. Bentuk concert hall: alternatif 1 (kiri) dan alternatif 2 (kanan)

Sumber: Analisis Penulis, 2022

kedua alternatif *concert hall* menggunakan tipe *fanshape* dengan balkon, di mana bentuk ini sangat cocok untuk fungsi auditorium (*speech*) dan baik pula untuk fungsi *concert hall* (*music*).

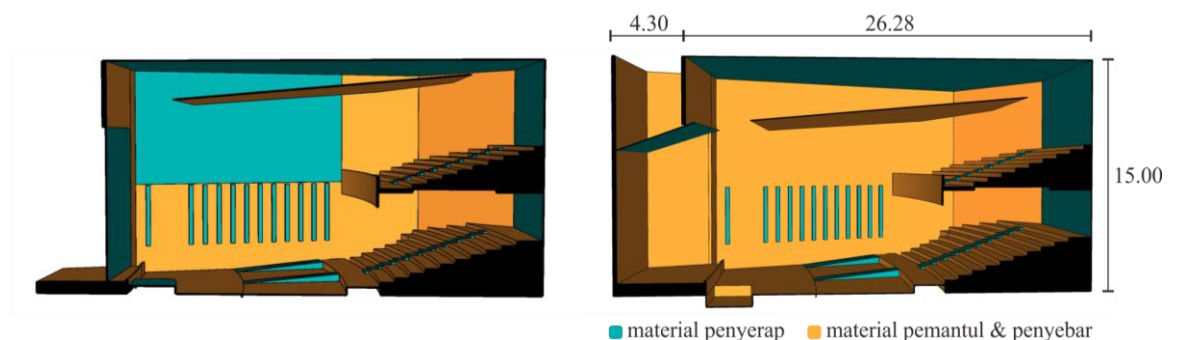
Alternatif desain sebagai objek studi

Dalam melakukan kajian fleksibilitas ruang dibuat 2 alternatif desain ruang untuk kemudian dapat dikomparasi terkait performa akustik yang dihasilkan. Pada alternatif desain 1, ruang *hall* berbentuk segi lima melebar dengan kapasitas 880 penonton dan total luas lantai 1492 m² (Gambar 2). Sedangkan untuk alternatif desain 2, ruang *hall* berbentuk *diamond* memanjang dengan kapasitas 1080 penonton dan total luas lantai 900 m² (Gambar 3).



Gambar 2. Desain alternatif 1: auditorium (kiri) dan concert hall (kanan)

Sumber: Analisis Penulis, 2022



Gambar 3. Desain alternatif 2: auditorium (kiri) dan concert hall (kanan)

Sumber: Analisis Penulis, 2022

Tabel 2 dan 3 menunjukkan persentase luasan material akustik yang digunakan pada tiap alternatif di mana dibagi berdasarkan material penyerap, pemantul, dan penyebar. Tata letak dan komposisi material akustik didasarkan pada kebutuhan masing-masing fungsi.

Tabel 2. Persentase luasan material akustik alternatif 1

Fungsi	Luas Total Material (m ²)		
	Penyerap	Pemantul	Penyebar
Auditorium	3230,1 (57%)	1389,6 (23%)	1224,9 (20%)
Concert Hall	2301,7 (37%)	2492,2 (40%)	1440,4 (23%)

Sumber: Analisis Penulis, 2022

Tabel 3. Persentase luasan material akustik alternatif 2

Fungsi	Luas Total Material (m ²)		
	Penyerap	Pemantul	Penyebar
Auditorium	1366,5 (39%)	1653,7 (46%)	539,5 (15%)
Concert Hall	988 (25%)	2157,9 (55%)	768,3 (20%)

Sumber: Analisis Penulis, 2022

Dalam upaya menciptakan fleksibilitas fungsi ruang, beberapa strategi desain yang diterapkan antara lain:

- Panggung hidrolis (sebagai panggung pemusik dan pembicara)
- Panel dinding bergerak (berbentuk prisma segitiga yang dapat diputar 360° di mana tiap sisi menggunakan material akustik yang berbeda)
- Plafon gantung bergerak (dirancang miring terbuka ke arah penonton guna memaksimalkan penyebaran suara dari panggung dan dapat diatur ketinggian sesuai fungsi ruang)

Model ruang pada *software I-Simpa* pada dasarnya merupakan hasil *import* dari model 3D yang telah dibuat sebelumnya. Perlu diperhatikan kemungkinan adanya kebocoran pada setiap *surface* pada model ruang untuk mencegah kegagalan simulasi. Beberapa tahapan yang dilakukan pada proses simulasi di antaranya:

- Identifikasi dan kategorisasi permukaan berdasarkan material yang direncanakan
- Memasukkan variabel material sesuai dengan koefisien daya serap (tabel 4). Koefisien daya serap yang dianjurkan adalah koefisien pada frekuensi 500 Hz di mana frekuensi tersebut merupakan acuan dalam mendesain suatu ruang karena sesuai dengan intensitas suara maksimum yang dihasilkan oleh manusia saat berbicara normal (Istiadji & Binarti, 2007).
- Input data sumber suara, yang mencakup jumlah, letak, dan karakteristik suara (gambar 4&5). Pada fungsi auditorium, sumber suara berasal dari *speaker* di tiap sisi dinding, sedangkan pada fungsi *concert hall*, sumber suara berasal dari area panggung (penampil dan orkestra). Spesifikasi karakteristik sumber suara, yakni

speaker sebesar 60dB (30 buah); paduan suara sebesar 95dB (satu kelompok); dan pemusik sebesar 115dB (satu kelompok)

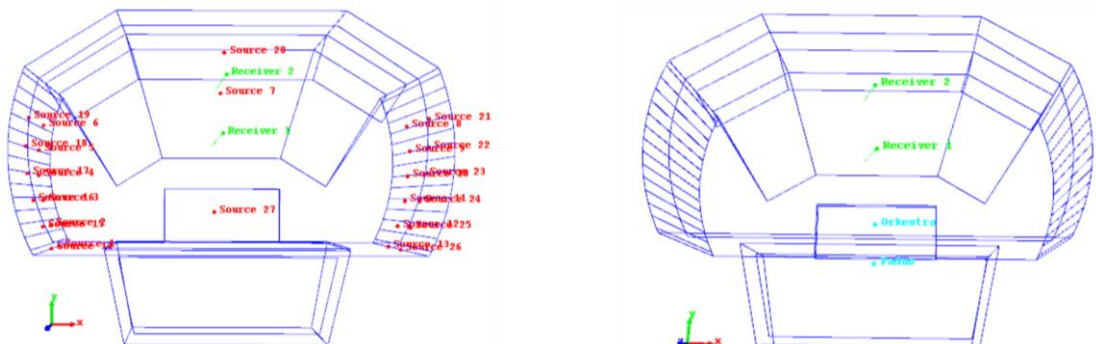
- Input titik *sample audiens* untuk mengetahui tingkat kualitas akustik yang dirasakan (gambar 4&5)

Tabel 4. Spesifikasi material akustik pada fungsi concert hall (kiri) dan auditorium (kanan)

KODE	Letak	Material	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz
■	Kursi bawah	Kursi yang	0,19	0,37	0,56	0,67
	Kursi balkon	terbungkus kain				
	Dinding					
	Lantai	Kain karpet berat	0,02	0,06	0,14	0,37
	Tangga					
	Plafon datar	Material berpori, tipis, tebal 3/4"	0,1	0,6	0,8	0,82
■	Dinding blkg bawah balkon	Plywood, tebal 3/8"	0,28	0,22	0,17	0,09
	Plafon bawah balkon					
	Plafon gantung	Plywood, tebal 3/8"	0,28	0,22	0,17	0,09
	Dinding area penonton					
	Dinding Balkon					
	Lantai	Parket kayu diatas beton	0,04	0,04	0,07	0,06
■	Lantai panggung atas	Kayu	0,15	0,11	0,1	0,07
	Dinding penonton	Tirai sedang (0,48kg/m2)	0,07	0,31	0,4	0,75
	Kursi bawah	Kursi yang	0,19	0,37	0,56	0,67
	Kursi balkon	terbungkus kain				
	Dinding					
	Lantai	Kain karpet berat	0,02	0,06	0,14	0,37
■	Tangga					
	Plafon datar	Material berpori, tipis, tebal 3/4"	0,1	0,6	0,8	0,82
	Dinding blkg bawah balkon	Plywood, tebal 3/8"	0,28	0,22	0,17	0,09
	Plafon bawah balkon					
	Plafon gantung	Plywood, tebal 3/8"	0,28	0,22	0,17	0,09
	Dinding Balkon					
■	Lantai panggung bawah	Parket kayu diatas beton	0,04	0,04	0,07	0,06
	Lantai panggung atas	Kayu	0,15	0,11	0,1	0,07

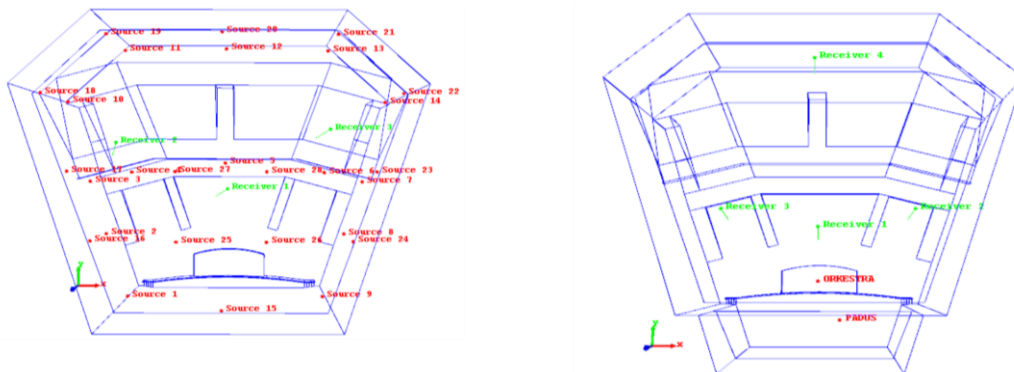
■ material penyerap ■ material pemantul & penyebar

Sumber: Satwiko, 2019



Gambar 4. Layout sumber suara & sample audiens alternatif 1: auditorium (kiri) dan concert hall (kanan)

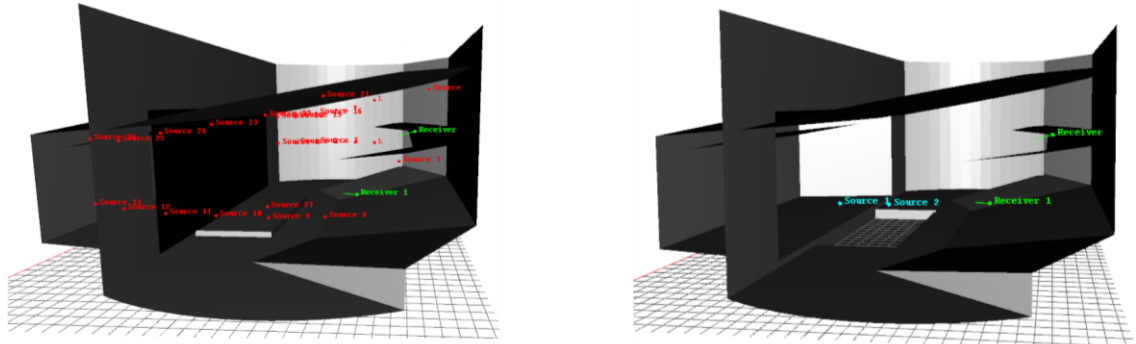
Sumber: Analisis Penulis, 2022



Gambar 5. Layout sumber suara & sample audiens alternatif 2: auditorium (kiri) dan concert hall (kanan)

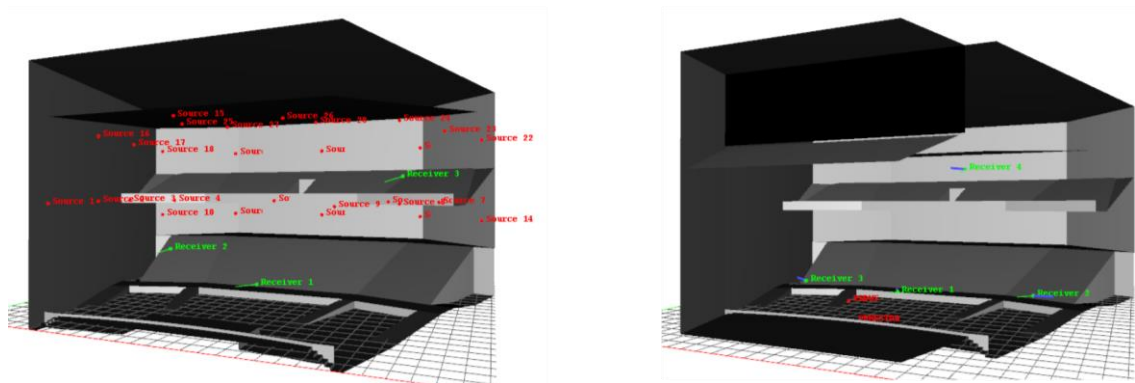
Sumber: Analisis Penulis, 2022

Setelah selesai memasukkan data variabel, pada model 3 dimensi akan terlihat titik sumber suara dan *sample audiens* (Gambar 6&7) dan model 3 dimensi siap untuk disimulasikan. Simulasi dilakukan pada *tab calculations*.



Gambar 6. Tampilan model alternatif 1: auditorium (kiri) dan concert hall (kanan)

Sumber: Analisis Penulis, 2022

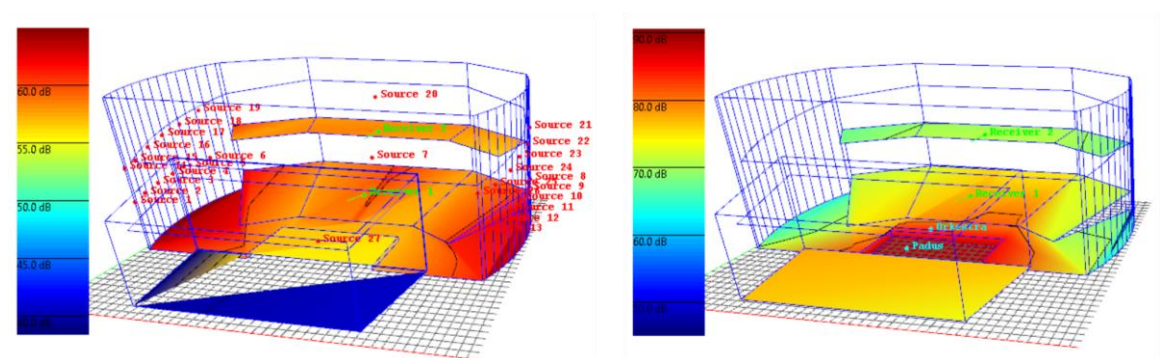


Gambar 7. Tampilan model alternatif 2: auditorium (kiri) dan concert hall (kanan)

Sumber: Analisis Penulis, 2022

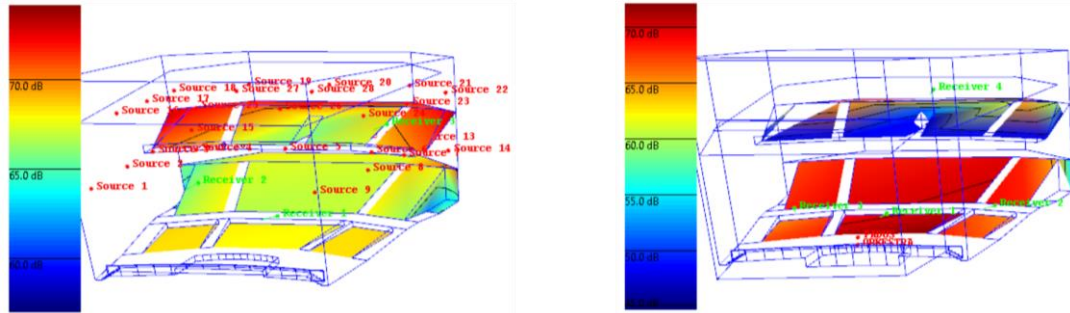
Hasil Simulasi & Analisis

Jenis simulasi yang digunakan pada studi ini adalah *classical theory of reverberation*. Simulasi ini menggunakan pendekatan *sabine*, di mana perhitungan dilakukan berdasarkan material yang digunakan (jenis dan luasan permukaan).



Gambar 8. Hasil surface receiver pada alternatif 1: auditorium (kiri) dan concert hall (kanan)

Sumber: Analisis Penulis, 2022



Gambar 9. Hasil *surface receiver* pada alternatif 2: auditorium (kiri) dan *concert hall* (kanan)

Sumber: Analisis Penulis, 2022

Gambar 8 dan 9 menunjukkan tingkat kekerasan suara yang diterima *surface* pada tiap alternatif. Setiap ruang memiliki batasan angka *desibel*-nya masing-masing. Warna merah menunjukkan semakin tinggi angka *desibel* yang diterima pada area tersebut. Sedangkan warna *surface* biru menandakan semakin rendah angka *desibel* yang diterima pada area tersebut.

Tabel 5. Hasil simulasi auditorium alternatif 1

Auditorium alternatif 1 (A1)			
	Receiver 1 (dB)	Receiver 2 (dB)	RT (s)
250 Hz	54,8	56	1,74
500 Hz	57,8	59	1,45
1000 Hz	60,8	62	1,23

Sumber: Analisis Penulis, 2022

Tabel 6. Hasil simulasi auditorium alternatif 2

Auditorium alternatif 2 (A2)				
	Receiver 1 (dB)	Receiver 2 (dB)	Receiver 3 (dB)	RT (s)
250 Hz	65,4	63,8	68	1,33
500 Hz	68,4	66,8	72	1,02
1000 Hz	71,4	69,8	75	0,94

Sumber: Analisis Penulis, 2022

Berdasarkan hasil simulasi *reverberation time* (RT), model auditorium alternatif 2 (A2) lebih mendekati standar kualitas akustik yang baik daripada model alternatif 1 (A1), di mana standar RT untuk ruang auditorium adalah 0,8 sampai 1,3 s (AcousTect, 2014). Intensitas suara yang terdengar sampai area *sample* pada model A2 juga lebih baik dibandingkan model A1. Hal ini dapat dipengaruhi oleh persentase luasan material akustik pada setiap model dan jumlah koefisien serap material yang digunakan. Selain itu, jumlah dan letak *speaker* juga mempengaruhi tingkat kekerasan suara pada tiap area *audiens*. Auditorium membutuhkan karakteristik ruang dengan kejelasan suara yang tinggi, sehingga gema perlu diminimalisir. Maka dari itu, persentase luasan material penyerap harus lebih besar daripada material penyebar dan pemantul, sehingga dapat menghasilkan nilai RT ruang yang rendah (pendek).

Tabel 7. Hasil simulasi *concert hall* alternatif 1

Concert hall alternatif 1 (C1)			
	Receiver 1 (dB)	Receiver 2 (dB)	RT (s)
250 Hz	73,3	53,5	1,90
500 Hz	61,3	56,5	1,66
1000 Hz	64,3	59,5	1,65

Sumber: Analisis Penulis, 2022

Tabel 8. Hasil simulasi *concert hall* alternatif 2

Concert hall alternatif 2 (C2)					
	Receiver 1 (dB)	Receiver 2 (dB)	Receiver 3 (dB)	Receiver 4 (dB)	RT (s)
250 Hz	68,7	65,8	65,6	56,7	1,95
500 Hz	71,7	68,8	68,6	59,7	1,87
1000 Hz	74,7	71,8	71,6	62,7	1,63

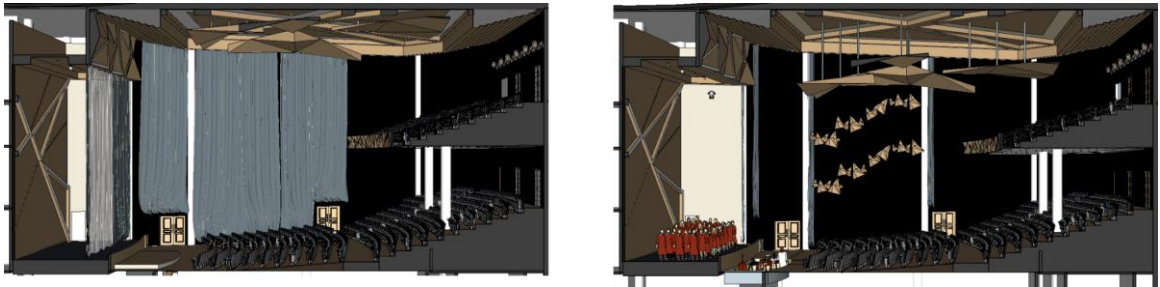
Sumber: Analisis Penulis, 2022

Hasil simulasi RT pada *concert hall* alternatif 2 (C2) lebih mendekati standar kualitas akustik yang baik daripada alternatif 1 (C1), di mana *concert hall* memiliki standar nilai RT 1,5 - 2,0 s (AcousTect, 2014). Sedangkan, dari segi intensitas suara, hasil simulasi model C1 lebih baik daripada C2. Hal ini dikarenakan bentuk ruang *hall* C1 lebih melebar sehingga memperpendek jarak antara sumber suara dan penerima suara. Bentuk ruang *hall* C2 lebih memanjang ke belakang sehingga mengakibatkan jarak antara sumber suara dan penerima suara semakin jauh. Selain itu, volume ruang yang kecil dengan persentase material pemantul yang tinggi, mampu meningkatkan nilai RT ruang tersebut, sehingga model C2 memiliki nilai RT yang lebih tinggi dari model C1.

Tabel 7 dan 8 menunjukkan bahwa RT ruang *concert hall* lebih panjang daripada RT ruang auditorium. Hal ini dikarenakan penerapan material pemantul dan penyebar yang lebih luas serta elemen fleksibel berwujud panel dinding berputar pada ruang *hall* yang memberi tambahan luasan bidang pantul suara sehingga memungkinkan terjadinya pemantulan suara yang lebih panjang dan banyak pada fungsi ruang *concert hall*. Selain itu, tinggi plafon gantung *concert hall* yang lebih rendah daripada auditorium juga memperkecil volume ruang pantul suara sehingga lebih menghasilkan gema ruang yang baik. Jika dilihat dari aspek fleksibilitas performa akustik, rancangan ruang *hall* yang fleksibel ini dinilai cukup berhasil karena mampu menunjukkan perbedaan kualitas akustik yang dihasilkan melalui hasil simulasi RT pada setiap ruang. Fleksibilitas performa akustik ini memiliki istilah lain yaitu akustik adaptif yang telah diteliti oleh Tangyong (2015) yang menyatakan bahwa sistem akustik adaptif untuk memenuhi kebutuhan performa akustik yang berbeda di dalam suatu ruang akustik. Menurut Kronenburg dalam Fajarwati (2021) menyatakan bahwa fleksibilitas merupakan arsitektur adaptif, berkelanjutan, dan merupakan wujud dari respon permasalahan kontemporer akibat dari perkembangan teknologi.

Pada proses simulasi, dilakukan simplifikasi pada model 3 dimensi ruangan untuk kemudahan identifikasi dan pengelompokan permukaan ruang dalam. Pada implementasinya, masih memungkinkan adanya perubahan nilai RT dan intensitas suara yang dihasilkan. Salah satu solusi untuk meningkatkan (memperpanjang) nilai RT ruang adalah dengan menambah luasan material pemantul pada elemen

spasial ruang sehingga proses penyebaran dan pemantulan suara lebih banyak terjadi dan menghasilkan kualitas suara yang baik untuk fungsi *concert hall*. Bentuk segitiga/ limas segitiga merupakan salah satu referensi bentuk yang dapat diterapkan pada elemen spasial ruang *hall*, karena mampu menambah luasan area pantul melalui sisi-sisinya. Sudut kemiringan dalam panel pemantul (panel akustik) dapat menyebabkan perbedaan arah sinar suara yang sangat signifikan (Fajarwati, 2021). Energi suara yang ada akan berkurang maupun bertambah bergantung dengan elemen pemantulnya, hal ini yang menyebabkan perubahan nilai RT pada dua fungsi akustik ruang yang berbeda. Gambar 10 menunjukkan ilustrasi desain yang dapat diterapkan pada elemen dinding, plafon, panggung, dan *railing* balkon ruang *hall* dari pengembangan model simulasi.



Gambar 10. Rekomendasi desain auditorium (kiri) dan *concert hall* (kanan)

Sumber: Desain Penulis, 2022

Penerapan desain dengan bentuk limas segitiga pada area panggung berfungsi sebagai penguat suara penampil, sedangkan plafon gantung segitiga yang dapat diatur elevasinya dan panel dinding segitiga berfungsi sebagai penyebar suara ke area *audience*. Pada gambar 10 juga dapat terlihat perbedaan desain panggung bawah sebagai elemen fleksibel dari segi fungsi, sedangkan penggunaan kain absorber pada dinding dan area panggung atas, serta plafon gantung yang berbeda elevasi menjadi elemen fleksibel dari segi akustik.

Kesimpulan

Performa akustik suatu ruang sangat ditentukan oleh elemen-elemen pembentuk ruang dalam, di antaranya volume ruang, komposisi dan proporsi material akustik, dan koefisien daya serap suara pada tiap material. Berdasarkan hasil simulasi yang dilakukan pada kedua alternatif dengan masing-masing skenario *concert hall* dan auditorium, didapatkan hasil bahwa pada alternatif kedua menunjukkan hasil yang lebih baik. Nilai *reverberation time* (RT) yang didapatkan hampir mencapai kriteria yang disyaratkan. Hasil analisis juga menunjukkan bahwa fleksibilitas akustik ruang sangat memungkinkan untuk diterapkan, didukung dengan penerapan tata suara buatan yang sesuai kebutuhan sehingga mampu menghasilkan *hall* multifungsi dengan kualitas akustik yang sesuai standarnya masing-masing. Adapun pada kasus ini penerapan *hall* multifungsi dapat dicapai melalui modifikasi beberapa elemen ruang yaitu:

- Area panggung (sebagai penguat suara penampil)
- Plafon gantung segitiga dengan ketinggian yang dapat diatur/fleksibel
- Dinding yang dapat diganti antara panel segitiga dan kain absorber

Mengingat dalam proses simulasi dilakukan simplifikasi model, maka masih perlu dilakukan pendetailan desain terutama untuk elemen-elemen akustik di dalam

ruang. Namun demikian, proses simulasi menjadi tahap yang penting untuk dapat memperkirakan performa akustik suatu ruang melalui eksperimen komposisi, proporsi, dan pemilihan elemen dan material akustik yang sesuai.

Daftar Pustaka/ Referensi

- AcousTect. (2014). *Acoustics Design*. Diakses pada tanggal 19 Juli 2022 melalui <https://acoustect.weebly.com/acoustics-design.html>
- Fajarwati, G., & Dinapradipta, A. (2021). *Fleksibilitas Panel Dinding pada Ruang Auditorium Kesenian Jawa Timur Berdasarkan Arah Sumber Bunyi*. Modul, 21(2), 162–170. <https://doi.org/10.14710/MDL.21.2.2021.162-170>
- Indrani, C., Ekasiwi, S.N., Asmoro, W.A., (2007). Optimasi Desain Interior Untuk Peningkatan Kualitas Akustik Ruang Auditorium Multi-Fungsi. *Dimensi Teknik Arsitektur*, 35(2), 117-127.
- Istiadji, A., D., & Binarti, F., (2007). Studi Simulasi Ecotect Sebagai Pendekatan Redesain Akustik Auditorium. *Dimensi Teknik Arsitektur Universitas Kristen Petra*, 35 (2), 107-116.
- Kuttruff, H. (2017). *Room Acoustics* (Sixth). Boca Raton: CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9780203910085>
- Manguwi, R. F., & Egam, P. P. (2021). Kajian Akustik Bangunan Antara Gedung Gereja dan Lingkungan Sekitar di Kota Manado. *Fraktal: Jurnal Arsitektur, Kota dan Sains*, 6(1).
- Masikki, M.N., (2011). Desain Akustik Ruang Sholat Masjid Agung Darussalam Palu. *Jurnal Ruang*, 3(1), 14-27
- Mediastika, C. E. (2005). *Akustika bangunan: Prinsip-prinsip dan penerapannya di Indonesia*. Jakarta: Erlangga.
- Patel, R. (2020). *Architectural Acoustics: a Guide to Integrated Thinking* (Elizabeth). London: RIBA Publishing.
- Satwiko, P. (2019). *Akustika Arsitektural*. Yogyakarta: Andi
- Sutanto, A., Priatman, J., Mediastika, C.E. (2014). Kajian Penerapan Prinsip-Prinsip Akustik Studi Kasus: Ruang Auditorium Multifungsi Gedung P1 Dan P2 Universitas Kristen Petra. *Dimensi Utama Teknik Sipil*, 1(1), 14-20.
- Tangyong, Damicia. (2015). *Akustik Adaptif pada Bangunan Concert Hall di Jakarta*. (Tesis, Universitas Bina Nusantara Program Studi Arsitektur, 2015). Diakses pada 20 Juli 2022 melalui <https://architecture.binus.ac.id/2015/05/05/akustik-adaptif-pada-bangunan-concert-hall-di-jakarta/>
- Zainatun, Rahim, M., Kusno, A., (2018). Analisis Reverberation Time Terhadap Kenyamanan Audial pada Ruang Auditorium Menara Pinisi UNM. *Jurnal Penelitian Enjiniring*, 22(1), 49-56.