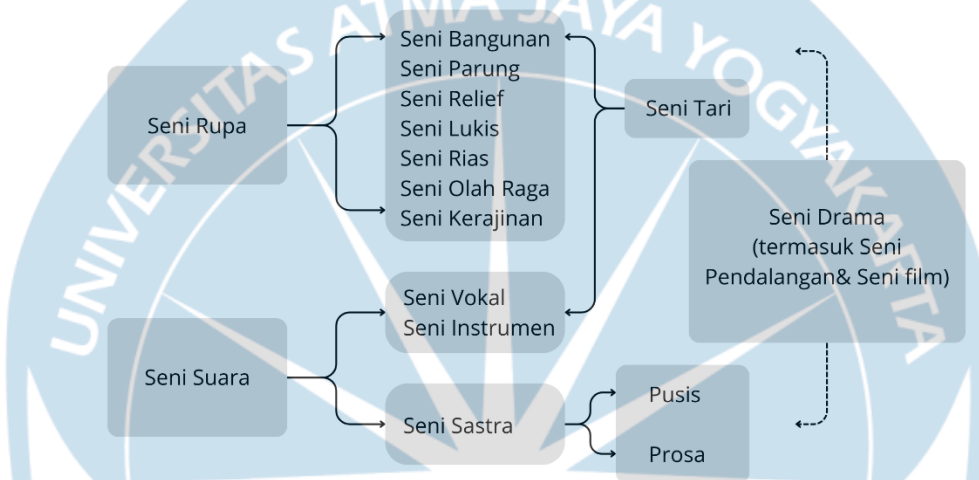


BAB III

TINJAUAN TEORI

3.1 Art Center

Seni pada dasarnya merupakan bentuk ekspresi manusia dalam mengolah rasa, gagasan, dan pengalaman menjadi sebuah karya yang dapat dinikmati secara estetis (Devereaux & Danto, 1982). Seni sendiri memiliki ruang lingkup yang luas menurut Kontharaningrat pada dasarnya seni terbagai dua yaitu seni rupa dan seni suara dengan cakupan sebagai:



Gambar 1 Diagram Ruang Lingkup Kesenian

Sumber: (Kontharaningrat, 1985)

Seni tidak hanya dipahami sebagai hasil akhir berupa objek seperti, tetapi juga sebagai proses kreatif yang melibatkan interpretasi, kepekaan, dan refleksi terhadap kehidupan (Devereaux & Danto, 1982). Karena itu, seni sering kali hadir sebagai wujud komunikasi simbolik yang menghubungkan individu dengan lingkungan sosial dan budaya tempatnya berada.

Dalam konteks kebudayaan, seni juga memegang fungsi yang lebih luas. Seni dapat menjadi media pelestarian tradisi, penguatan identitas, sekaligus ruang pembaharuan dan penciptaan nilai baru di masyarakat. Pada masyarakat seperti Yogyakarta, seni bukan hanya kegiatan estetis, tetapi merupakan bagian dari kehidupan sehari-hari, baik yang berakar pada tradisi maupun yang bergerak dinamis dalam ranah seni kontemporer (Suminar et al., 2017).

Dimana *art center* merupakan bangunan yang mewadahi para seniman, peminat seni, maupun masyarakat untuk melihat, mempelajari dan mempertunjukkan bidang kesenian. Art center masuk kedalam bangunan dengan tipologi bangunan gedung pameran/galeri, hiburan dan pendidikan, atau sekolah informal karena selain berfungsi sebagai tempat pameran juga dapat menambah pengetahuan dan pendidikan dalam bidang seni(Rahmi & Utami, 2023).

3.2 Konsep dan Karakter Ruang Pertunjukan

3.2.1 Musik Gamelan Jawa

Menurut Suyatno dalam jurnal *Design of Javanese Gamelan Concert Hall Based on the Value of Acoustic Preference*, ruang pertunjukan gamelan yang ideal harus mampu meniru karakter akustik alami tempat gamelan biasanya dimainkan, yaitu *pendopo* ruang semi terbuka dengan struktur atap tinggi dan sirkulasi udara bebas di keempat sisinya. Pendopo secara alami menghasilkan resonansi lembut dan sebaran suara yang merata tanpa gema berlebihan, sehingga setiap detail bunyi gamelan dapat terdengar jelas dan menyatu. Karakter ruang seperti ini menumbuhkan *keintiman akustik* antara pemain dan pendengar, yang menjadi ciri khas dalam pengalaman mendengarkan gamelan(Guyer et al., 2016).

Tabel 2. Parameter Akustik pada Performa Musik Gamelan Jawa

Parameter	Pemusik	Audiens
RT	1.2s	1.2s-1.6s
C80	6.7dB	4.5dB-6.7dB
D50	75.40%	66%-75.4%
Bass ratio(BR)	0.99	0.99-1.04
Treble Ratio(TR)	0.92	0.7-0.92
IACC	-	0.36-0.44
LL	-	69-78dB
ITDG	-	40ms

Sumber: (Suyatno et al., 2017)

Aspek akustik dalam ruang gamelan menuntut keseimbangan antara kejernihan (clarity) dan kelembutan resonansi (reverberation). Ruang tidak

boleh terlalu bergema, karena akan mengaburkan ritme dan melodi gamelan yang halus. Sebaliknya, ruang juga tidak boleh terlalu kering, karena akan menghilangkan nuansa kehangatan bunyi logam yang menjadi ciri khas instrumen gamelan. Kualitas akustik ideal dicapai ketika pendengar dapat merasakan keseimbangan antara kejelasan dan kedalaman suara, sebagaimana ditemukan pada ruang terbuka tradisional (Guyer et al., 2016).

Dari sisi tata ruang menurut Surtihadi dalam jurnal *Instrumen Musik Barat dan Gamelan Jawa dalam Iringan Tari Keraton Yogyakarta* menjelaskan bahwa tata letak gamelan bersifat komunal dan egaliter. Semua pemain duduk dalam satu bidang lantai yang sama tanpa hierarki, menghadap ke pusat pertunjukan atau penari. Konfigurasi ini menuntut panggung datar dan luas agar seluruh instrumen dapat ditempatkan secara berkelompok, seperti *balungan*, *gender*, *kendang*, *bonang*, *gong*, dan *saron*. Komposisi ini memungkinkan komunikasi visual dan akustik antarpemain tetap terjaga, serta membentuk pengalaman ruang yang inklusif antara musisi dan penonton (Surtihadi, 2014).

Dalam tradisi Jawa penekankan hubungan yang lebih dekat dan akrab. Penonton tidak hanya menjadi pendengar, melainkan juga bagian dari suasana sosial dan spiritual yang diciptakan oleh pertunjukan. Oleh karena itu, rancangan ruang harus mendukung kedekatan visual dan emosional ini melalui tata letak, orientasi pandang yang luas, serta pencahayaan lembut yang mendukung suasana kebersamaan (Surtihadi, 2014).

3.2.2 Musik Klasik Barat

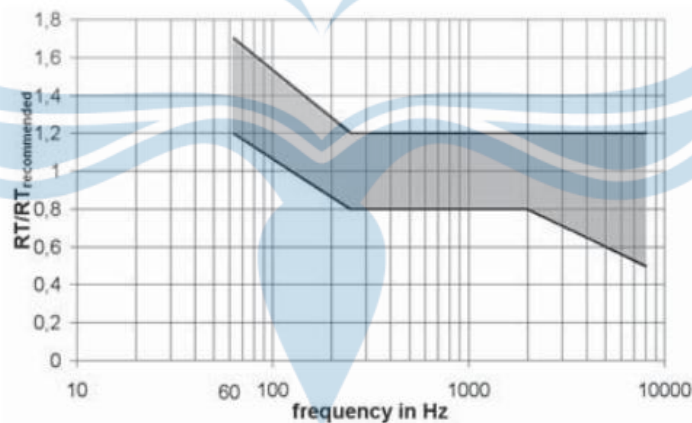
Menurut Beranek dalam buku *Concert Halls and Opera Houses: Music, Acoustics, and Architecture*, ruang konser yang ideal untuk musik klasik Barat harus mampu memperkuat resonansi alami tanpa menggunakan sistem elektro-akustik, sehingga setiap instrumen orkestra dapat terdengar seimbang dan menyatu di seluruh ruang.

Tabel 3 Parameter Akustik pada Performa Musik klasik

Parameter	Auditorium
RT	1.3s-1.83s
C80	(-2dB)-4dB
D50	45%-60%
Bass ratio(BR)	-
Treble	-
Ratio(TR)	-
IACC	-
LL	-
ITDG	-
Center Time	$T_s < 80$
Lateral	-
Fraction (LF)	10%<35%

Sumber: (Suyatno et al., 2021)

Ruang konser perlu memiliki waktu dengung (reverberation time) yang mampu menghasilkan kesan hangat namun tetap mempertahankan kejernihan antar-nada. Karakter ruang seperti ini memungkinkan pendengar merasakan perpaduan sempurna antara energi suara langsung dan pantulan awal, menciptakan pengalaman akustik yang mendalam dan natural (Beranek, 2005). Dengan rincian RT sebagai:



Gambar 2 Nilai toleransi waktu dengung yang untuk ruang musik (music halls)

Sumber: (Tadeusz Fidecki, 2018)

Dalam musik klasik Barat, ruang konser dirancang dengan waktu dengung yang lebih panjang pada frekuensi rendah, karena pantulan bunyi di wilayah frekuensi bass memberikan sensasi hangat dan kedalaman suara yang memperkaya harmoni orkestra (Fidecki, 2018).

Keintiman ruang dalam konser musik klasik tidak ditentukan oleh jarak pandang, melainkan oleh persepsi akustik yang menimbulkan kesan kedekatan antara pemain dan pendengar. kedekatan antara pemain dan pendengar yang muncul ketika pantulan pertama mencapai pendengar dalam waktu kurang dari 30 milidetik setelah bunyi langsung. Dengan demikian, pendengar seolah merasa bahwa orkestra bermain khusus untuk dirinya, sebuah karakter yang membedakan ruang konser klasik dari ruang pertunjukan lain (Beranek, 2016).

3.2.3 Ruang Pertunjukan Teater

Dalam perancangan ruang teater, kejelasan ujaran (speech intelligibility) menjadi aspek akustik yang paling utama, mengingat teater merupakan ruang pertunjukan yang berorientasi pada penyampaian dialog. Salah satu parameter yang paling berpengaruh dalam menilai kejelasan ujaran adalah proporsi energi awal (D50). Berdasarkan temuan (Liu et al., 2020), D50 memiliki korelasi yang lebih kuat terhadap inteligibilitas ujaran dibandingkan dengan Reverberation Time (RT) dan Early Decay Time (EDT). Ketika Signal-to-Noise Ratio (SNR) berada di bawah 10 dB, peningkatan kejelasan ujaran tidak menunjukkan hubungan yang konsisten terhadap perubahan RT dan EDT, namun tetap meningkat seiring naiknya nilai D50. Sebaliknya, ketika SNR berada di atas 10 dB, perubahan kondisi akustik ruang tidak lagi memberikan pengaruh yang signifikan terhadap kejelasan ujaran, sehingga D50 menjadi parameter utama yang harus diperhatikan dalam desain ruang berbasis ucapan.

Untuk meningkatkan D50, ruang teater perlu secara khusus mengelola pantulan awal (early reflections). Pantulan awal yang efektif dapat dicapai apabila terdapat permukaan reflektif yang mampu menangkap suara langsung dari aktor dan memantulkannya menuju audiens dalam rentang waktu yang cukup dini. Pada teater proscenium, kondisi ini dapat diwujudkan melalui penempatan elemen reflektif pada area samping dan depan proscenium yang berfungsi mengarahkan kembali energi suara ke dalam auditorium. Namun, pada teater dengan panggung terbuka, pantulan lateral tidak dapat diperoleh secara optimal, sehingga

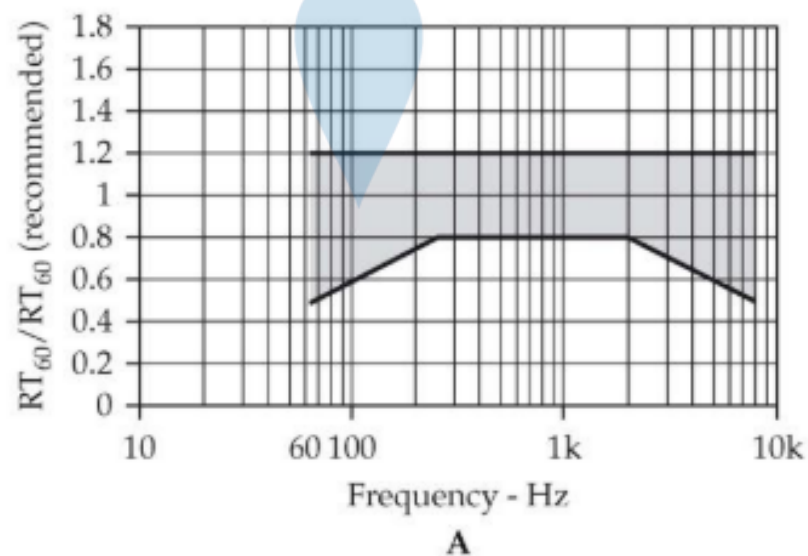
pantulan awal umumnya hanya dapat diperoleh dari permukaan atap atau plafon gantung. Dalam kondisi seperti ini, proporsi energi awal akan berkurang secara signifikan ketika aktor membelakangi penonton. Oleh karena itu, ruang teater harus dirancang dengan nilai D50 yang cukup tinggi ketika aktor menghadap audiens, agar kejelasan ujaran tetap terjaga meskipun orientasi aktor berubah selama pertunjukan (Barron, 2009).

Tabel 4 Parameter Akustik pada Performa Teater

Parameter	Auditorium
RT	0.85s-1.3s
C80	C80>6
D50	D50≥65
Bass ratio(BR)	-
Treble Ratio(TR)	-
IACC	-
LL	-
ITDG	-
STI	STI>0.6

Sumber: (Suyatno et al., 2021)

Dalam desain teater, D50 adalah parameter desain geometris yang penting untuk mengelola pantulan awal, sementara STI (*Speech Transmission Index*) adalah metrik evaluasi akhir yang memverifikasi kinerja kejelasan ujaran secara keseluruhan, karena mempertimbangkan baik kualitas pantulan (Dengung) maupun tingkat gangguan (Kebisingan).



3.2.4 Ruang Pertunjukan Musik Kontenporer

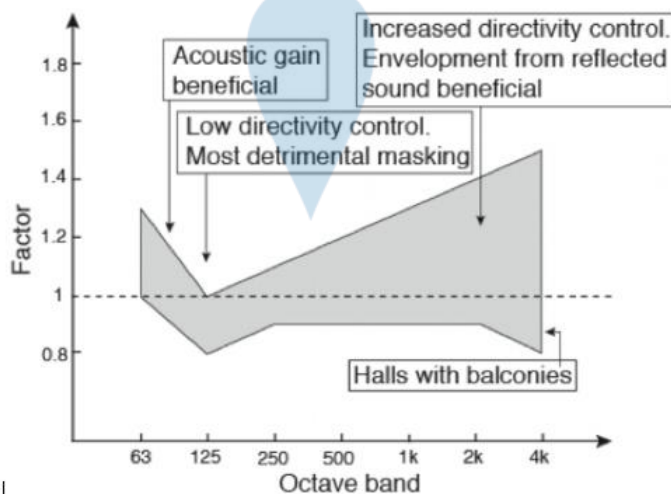
Ruang pertunjukan dengan sistem elektro-akustik tidak membutuhkan resonansi alami yang panjang, tetapi justru memerlukan kontrol akustik yang ketat pada frekuensi rendah agar tidak terjadi gangguan bunyi (*low-frequency masking*). Dalam kondisi ideal, frekuensi rendah memiliki RT yang lebih pendek dibandingkan mid-high frequency, agar energi bass tidak mendominasi(Adelman-Larsen et al., 2018).

Tabel 5 Parameter Akustik pada Performa Musik Kontenporer

Parameter	Auditorium
RT	0.76s-0.84s
C80	17.43dB-20.79dB
D50	93.76%-96.88%
Bass ratio(BR)	-
Treble	-
Ratio(TR)	-
IACC	-
LL	-
ITDG	-

Sumber: (Soliman, 2023)

Menurut Adelman-Larsen (2016), kritik utama terhadap banyak ruang konser modern adalah RT yang terlalu panjang di bawah 250 Hz, yang menyebabkan bunyi kehilangan kejelasan dan keletihan pendengar (*listener fatigue*)(Adelman-Larsen, 2016). Dengan rincian RT sebagai:



Gambar 3 Nilai toleransi waktu dengung yang untuk ruang musik Kontenporer

Sumber: (Tadeusz Fidecki, 2018)

Dengan demikian, karakter ideal ruang musik modern dengan elektro-akustik bukanlah yang “bergaung” seperti ruang orkestra, tetapi yang netral, terkendali, dan adaptif terhadap sistem elektro-akustik. Pendengar diharapkan dapat menikmati keseimbangan suara antara bass, vokal, dan instrumen elektrik tanpa kehilangan sensasi kehangatan dan keterlibatan dalam pertunjukan.

Masing-masing jenis musik tersebut menuntut pendekatan desain ruang yang berbeda, baik dari segi bentuk, material, maupun sistem kontrol akustiknya. Oleh karena itu, dalam perancangan ruang pertunjukan, perlu adanya konsep fleksibilitas akustik ruang yang mampu menyesuaikan karakteristik ketiganya musik tradisional gamelan Jawa, musik klasik, maupun modern sehingga bangunan tidak hanya berfungsi sebagai tempat pertunjukan, tetapi juga sebagai wadah dinamis yang dapat menghadirkan kualitas pendengaran optimal untuk berbagai jenis pertunjukan musik dan memperkaya pengalaman akustik bagi penikmatnya.

3.3 Bentuk Ruang Dalam Ruang Pertunjukan

Geometri adalah faktor paling fundamental karena menentukan arah, jumlah, dan kekuatan early reflections (pantulan awal). Pantulan awal adalah kunci kejelasan suara, baik untuk ucapan maupun musik (Barron, 2009). Karena itu, bentuk ruang yang mampu mengarahkan dan mengoptimalkan pantulan awal menjadi prioritas utama dalam perancangan ruang pertunjukan.

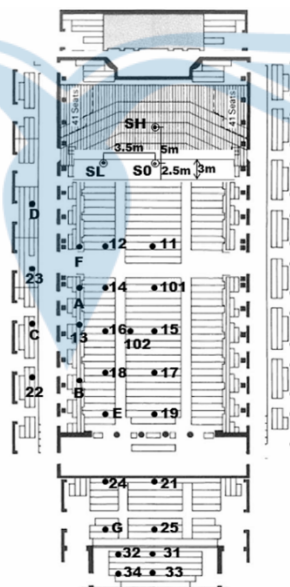
Bentuk *shoebox* merupakan bentuk ruang konser klasik yang memiliki geometri menyerupai peti persegi panjang dengan rasio dimensi panjang lebih besar dibandingkan lebar dan tinggi (sekitar 2: 1:0,6). Bentuk ini telah digunakan sejak abad ke-19 dan menjadi acuan utama dalam perancangan concert hall berakustik unggul, seperti *Vienna Musikverein* di Austria, *Amsterdam Concertgebouw* di Belanda, dan *Boston Symphony Hall* di Amerika Serikat (Beranek, 2005).

Ruang konser dengan bentuk *shoebox* dikenal sebagai bentuk paling ideal secara akustik karena memiliki dua dinding samping yang

panjang, tinggi, dan relatif dekat dengan area pendengar. Kondisi ini menciptakan pantulan lateral awal yang kuat parameter utama yang meningkatkan *spatial impression*, *envelopment*, dan kualitas musikal secara keseluruhan.

Namun, konstruksi shoebox klasik biasanya memiliki dua dinding yang hampir paralel, dan hal ini dapat memunculkan risiko flutter echo. Flutter echo terjadi ketika gelombang suara memantul bolak-balik secara cepat antara dua bidang paralel sehingga menghasilkan gema berulang yang tidak diinginkan. Dalam musik, fenomena ini dapat menyebabkan *noise* akustik, ketidakteraturan energi, dan gangguan kejelasan suara (Beranek, 2005).

Karena itu, meskipun shoebox unggul dalam menciptakan pantulan samping yang penting untuk kualitas musik, desain akustik modern tidak lagi mempertahankan dinding yang benar-benar paralel. Dimana untuk menghilangkan flutter echo tanpa mengorbankan karakter pantulan lateral khas shoebox. Strategi tersebut umumnya berupa pemberian kemiringan kecil sekitar 3 derajat pada dinding, penerapan tekstur atau diffuser untuk memecah gelombang suara, atau membuat ketidak sejajaran minor antara kedua bidang (Beranek, 2005)(Kuttruff, 2009).



Gambar 4 Vienna Musikverein

Sumber: (Hidaka & Nishihara, 2015)

Menurut Barron (2010), keunggulan utama dari bentuk *shoebox* terletak pada refleksi awal dari sisi lateral (early lateral reflections) yang tiba pada telinga pendengar sekitar 20–80 ms setelah suara langsung. Refleksi ini memperkaya persepsi ruang, meningkatkan kehangatan (*warmth*), dan memperkuat kejernihan suara tanpa menyebabkan gema yang berlebihan (Barron, 2010).

Penelitian Lokki dkk. (2016) juga menunjukkan bahwa ruang dengan refleksi lateral yang kuat, seperti pada geometri *shoebox*, mampu memberikan sensasi spasial yang lebih realistis, sehingga musik terasa “hidup” dan “mengisi ruang” (Pätynen & Lokki, 2016).

Bentuk ruang *shoebox* merupakan salah satu bentuk terbaik dalam sejarah arsitektur akustik. Keunggulannya terletak pada kemampuan memberikan refleksi lateral alami, waktu dengung seimbang, serta kesan hangat dan immersif yang sulit dicapai oleh bentuk lain. Namun, keberhasilannya bergantung pada proporsi dimensi, material interior, dan penanganan difusi yang tepat agar dapat mempertahankan kualitas akustik yang optimal.

3.4 Rasio Volume Dalam Ruang Pertunjukan

Dalam ruang konser dan teater, hubungan antara volume panggung (stage volume) dan volume total ruang (auditorium volume) menjadi salah satu parameter penting yang memengaruhi kualitas akustik. Parameter ini dikenal sebagai Stage Volume Ratio (V_0/V), yaitu perbandingan antara volume panggung (V_0) terhadap volume total auditorium (V). Studi akustik menunjukkan bahwa perubahan rasio ini memberikan dampak langsung terhadap waktu dengung (RT), kejernihan suara (C80), energi awal (STE_{a1Y} / D50), serta ketegasan dan kehangatan suara, terutama pada pertunjukan vokal dan musik akustik (Jeong et al., 2020). Rasio Volume ini mempengaruhi sekitar 15% dari perubahan RT dan EDT, sementara selebihnya dipengaruhi oleh kondisi penyerapan material dalam ruang.

Berdasarkan (Jeon et al., 2020) setiap perubahan 1% pada rasio volume panggung terhadap total volume ruang (V_0/V) akan mengubah nilai waktu dengung (RT) sekitar 0,03 detik. Dengan menetapkan target RT

dasar sekitar 1,4 detik sebagai titik tengah kebutuhan antara pertunjukan teater (RT lebih pendek) dan musik orkestra/gamelan (RT lebih panjang), diperoleh rentang rasio optimal sebesar 12–15%. Titik ideal berada pada 13–14%, karena pada kisaran ini RT berada dalam rentang fleksibel (1,3–1,5 detik), clarity (C_{80}) tetap terjaga pada sekitar 4–5 dB untuk kejelasan ujaran, dan bass ratio berada pada 0,95–0,98 yang mendukung karakter hangat pada gamelan dan orkestra.

Tabel 6 Perbandingan Pengaruh Rasio Volume Terhadap Performa Akustik Ruang

Concert Hall	Bentuk	Kapasitas	V ₀ /V (%)	Parameter Akustik				Keterangan
				RT (s)	C80 (dB)	Bass Ratio	G (dB)	
Kategori A: V ₀ /V Rendah (9-11%) - Cocok untuk Teater & Speech								
London Royal Festival Hall	Shoebox	2,901	9.9	1.53	1.53	0.92	2.5	RT pendek, C80 tinggi
Amsterdam Concertgebouw	Shoebox	2,037	10.3	2.34	-0.33	0.96	5.75	Akustik seimbang klasik
Boston Symphony Hall	Shoebox	2,625	10.8	2.2	-1.69	1.01	5.07	Referensi akustik terbaik
Kategori B: V ₀ /V Sedang (12-15%) - ZONA OPTIMAL MULTI-FUNGSI								
Rencana Ruang	Shoebox	650	13.5	1.40*	4.5*	0.97*	-	Titik ideal
Gothenburg Konserthus	Fan	1,286	9.5	1.73	0.5	1.11	5.79	Fan shape dengan bass kuat
Edinburgh Usher Hall	Other	2,502	14.2	1.81	0.03	0.84	4.54	Perubahan RT tertinggi
Kategori C: V ₀ /V Tinggi (15-17%) - Cocok untuk Orkestra Klasik								
Vienna Großer Musikvereinssaal	Shoebox	1,680	15.7	2.56	-1.19	0.8	6.76	RT panjang, bass ratio rendah

Sumber: (Jeon et al., 2020)

3.5 Parameter Kinerja Akustik Ruang

Barron menegaskan bahwa reverberation time (RT) dan parameter clarity khususnya *early-to-late energy ratio* merupakan dua faktor utama yang secara paling signifikan menentukan kualitas akustik sebuah ruang. Kedua parameter ini dianggap fundamental karena berpengaruh langsung terhadap persepsi kejernihan, kehangatan, dan karakter suara yang diterima pendengar (Barron, 2010).

3.5.1 Waktu Dengung (*Reverberation Time*) Waktu

Waktu dengung adalah parameter pertama dan utama dalam kualitas akustik ruang. Nilai ini dapat menunjukkan kualitas akustik ruang secara umum. Waktu dengung (RT60) adalah waktu yang dibutuhkan bagi tingkat tekanan suara dalam suatu ruang untuk menurun sebesar 60 dB setelah sumber suara dihentikan. Parameter ini sangat berpengaruh dalam menentukan karakteristik akustik suatu ruang (Ola, 2025).

Dengung yang berlebihan menciptakan kondisi akustik di mana bunyi transien yang mendahului bunyi-bunyi yang seharusnya menjadi pusat perhatian tetap terus terdengar. Bunyi transien ini kemudian menyelubungi dan bertumpang tindih dengan pidato atau musik yang berikutnya (Doelle, 1972). Panjang waktu dengung harus disesuaikan dengan fungsi dari ruang tersebut sebagai contoh, ruang konser membutuhkan waktu dengung relatif lama, untuk menghasilkan kesan suara yang penuh dan menyatu. Sebaliknya, ruang dengan fungsi komunikasi verbal seperti ruang kelas atau ruang konferensi memerlukan waktu dengung yang lebih singkat, agar kejelasan suara dapat terjaga dengan baik (Kuttruff & Schultz, 2000).

3.5.2 Kejelasan Suara (*Clarity Index*)

Kejelasan suara mengacu pada seberapa jelas suatu sumber suara dapat didengar oleh pendengar di dalam ruangan. Indeks kejelasan suara C50 dan C80 digunakan untuk mengevaluasi perbandingan antara energi suara awal (dalam 50 ms atau 80 ms pertama) dengan energi suara total dalam suatu ruangan (Barron, 2010).

Indeks C50 berfungsi untuk mengukur tingkat kejelasan wicara pada suatu ruang. Semakin tinggi nilai C50, semakin baik pula kejelasan suara yang dihasilkan. Sementara itu, indeks C80 lebih tepat digunakan untuk menilai kualitas akustik pada ruang pertunjukan musik. Nilai C80 yang tinggi menghasilkan suara yang jelas dan tajam, sedangkan nilai yang rendah menciptakan nuansa suara yang lebih hangat dan menyatu (Ola, 2025).

3.5.3 Speech Transmission Index (STI)

Speech Transmission Index (STI) adalah suatu parameter objektif yang digunakan untuk mengukur tingkat *intelligibility* (kejernihan dan keterpahaman) ucapan dalam suatu saluran transmisi suara, baik itu dalam ruang tertutup, sistem pengeras suara (*public address*), maupun jalur komunikasi lainnya. STI mengkuantifikasi seberapa baik pola suara berbicara terutama modulasi intensitas dalam berbagai frekuensi dapat ditransmisikan dari sumber ke penerima tanpa terdistorsi oleh faktor lingkungan seperti kebisingan latar, pantulan, gaung (*reverberasi*), atau gangguan lainnya. Nilai STI berkisar antara 0 sampai 1, di mana 0 menunjukkan bahwa ucapan tidak dapat dipahami sama sekali, dan 1 menunjukkan keterpahaman sempurna (Roy, 2019).

Metode pengukuran STI didasarkan pada *modulation transfer function* (MTF), yaitu kemampuan sebuah saluran suara mempertahankan *modulasi intensitas* sinyal ucapan dari sumber hingga penerima. Ucapan manusia memiliki karakter modulasi frekuensi dan amplitudo tertentu. Ketika suara ini melewati suatu ruang atau sistem, modulasi ini bisa menurun akibat efek pantulan, kebisingan, dan distorsi lainnya (Roy, 2019).

Quality score	RASTI
Bad	< 0.32
Poor	0.32–0.45
Fair	0.45–0.60
Good	0.60–0.75
Excellent	> 0.75

Gambar 5 Kriteria dan Interpretasi Nilai Speech Transmission Index (STI)

Sumber: (Kuttruff, 2009)

3.5.4 Lateral Fraction (LF)

Lateral Fraction (LF) adalah parameter akustik yang digunakan untuk menilai seberapa besar kontribusi suara pantulan samping (*lateral reflections*) dalam ruang pertunjukan. Pantulan samping memiliki peran yang sangat penting dalam menciptakan *spatial impression* yaitu persepsi

bahwa suara terasa “melebar”, alami, dan menyelimuti pendengar, bukan hanya datang dari arah depan(Kuttruff, 2009).

Secara konsep, LF mengukur proporsi energi suara awal (early sound, ≤ 80 ms) yang datang dari arah samping dibandingkan dengan total energi awal yang diterima pendengar. Semakin besar nilai LF, semakin dominan pantulan lateral dalam pengalaman mendengar. Ruangan dengan nilai LF yang baik cenderung memberikan kesan ruang yang hidup, musikal, dan immersive, karena pantulan dari sisi kiri dan kanan meningkatkan sensasi lebar panggung (*apparent source width*)(Kuttruff, 2009).

Dalam praktik desain, LF dapat ditingkatkan dengan mengatur geometri dinding samping, menambahkan elemen reflektif pada sisi ruangan, atau menggunakan bentuk ruang yang mendukung pemantulan lateral misalnya konfigurasi shoebox klasik pada konser hall(Kuttruff, 2009).

3.5.5 Center Time (Ts)

Center Time (Ts) adalah salah satu parameter akustik yang digunakan untuk membaca bagaimana energi suara tersebar dalam suatu ruangan, terutama hubungannya dengan kejelasan (*clarity*) dan kesan kedekatan sumber suara (*intimacy*). Secara sederhana, Ts menggambarkan titik waktu “pusat energi” dari seluruh suara pantulan yang tiba setelah suara langsung. Nilai ini diperoleh dengan membandingkan energi suara yang datang lebih awal (*early energy*) dengan energi yang datang lebih lambat (*late energy*), lalu menghitung di mana posisi rata-rata waktunya(Kuttruff, 2009).

Dalam ruang yang dirancang baik seperti auditorium, recital hall, atau ruang pertunjukan musik Ts membantu memprediksi apakah ruangan tersebut akan memberikan kesan jelas, intim, atau justru terasa jauh dan bergema. Jika nilai Ts rendah, artinya sebagian besar energi suara sampai lebih awal, sehingga pendengar merasakan suara yang lebih dekat, jelas, dan mudah dipahami. Sebaliknya, jika Ts bernilai tinggi, energi suara lebih banyak datang terlambat sehingga ruangan terasa lebih reverberant, melebar, dan kurang cocok untuk kebutuhan kejelasan, seperti pada pidato atau musik dengan detail ritmis tinggi(Kuttruff, 2009).

3.6 Pengendalian Kebisingan Luar Ruang

Memastikan kualitas akustik yang ideal dalam ruangan sensitif suara, seperti studio atau ruang dengar, sangat bergantung pada pengelolaan kebisingan yang berasal dari luar. Sayangnya, sumber-sumber kebisingan eksternal, terutama lalu lintas jalanan dan pesawat terbang di atas, seringkali berada di luar kendali langsung. Oleh karena itu, strategi penanganan harus berfokus pada mitigasi dan isolasi struktural.

Secara teoritis, semakin jauh jarak ruangan dari sumber kebisingan, semakin baik isolasinya. Prinsip dasar menunjukkan bahwa melipatgandakan jarak dari sumber bising akan menghasilkan pengurangan tingkat kebisingan udara (*airborne noise*).

3.6.1 Kriteria Tingkat Bunyi Dalam Gedung

Untuk mengevaluasi dan menetapkan batasan kebisingan yang dapat diterima, SNI 6386 menggunakan kriteria dan standar pengukuran spesifik, yang berbeda dari sekadar mengukur desibel tunggal. Kriteria ini penting karena telinga manusia bereaksi berbeda terhadap frekuensi yang berbeda, dan tingkat kebisingan yang dapat diterima di suatu studio rekaman jelas berbeda dengan yang dapat diterima di sebuah *supermarket*.

Tabel 6 Spesifikasi Tingkat Bunyi Dalam Gedung

NO	Jenis Hunian	Tingkat Bunyi yang Dianjurkan	
		Baik(dBA)	Maksimum(dBA)
1	Studi Seni Dan Kerajinan	40	45
2	Galeri Seni	40	50
3	Ruang Teater Drama	20NR	25NR
4	Ruang Pertunjukan Musik	25NR	30NR

Sumber: SNI 6386

Dalam konteks ruangan yang menuntut kualitas akustik tertinggi, seperti ruang rekaman suara berkualitas tinggi, standar tingkat bunyi latar belakang menjadi sangat ketat dan spesifik. Kriteria utama yang ditetapkan adalah tingkat bunyi untuk pita oktaf frekuensi rendah tidak boleh dilampaui yang dilambangkan sebagai NR. Adapun kriteria NR sebagai berikut:

Nilai NR yang dimodifikasikan	Tingkat Bunyi Pita Oktaf dBre20 μ Pa maksimum yang diijinkan								
	Frekuensi Tengah Pita Oktaf, Hz								
	31.5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
15	60	42	32	24	19	15	12	10	8
20	65	47	37	29	24	20	17	15	13
25	70	52	42	34	29	25	22	20	18

Gambar Tingkat Tekanan Bunyi Pita Iktaf Maksimal Yang Diijinkan

Sumber: SNI 6386

3.6.2 Mekanisme Perambatan Bunyi

(1) Perambatan bunyi melalui udara (Airborne Sound)

Perambatan bunyi melalui udara disebut *airborne sound*, yaitu gelombang suara yang bergerak dari sumber bunyi melalui medium udara sampai ke telinga pendengar atau ke batas struktur ruang. Dalam konteks akustik bangunan, bunyi airborne ini berasal dari sumber seperti suara manusia berbicara, musik, kendaraan, atau alat yang memproduksi tekanan udara. Ketika gelombang suara ini melewati udara, tekanan udara di depan gelombang mengalami kompresi dan rarefaksi, sehingga energi bunyi merambat menjauhi sumbernya dengan kecepatan tergantung kondisi medium (udara) dan frekuensi gelombang. Pada ruang tertutup, gelombang airborne juga akan dipantulkan oleh permukaan batas ruang seperti dinding, lantai, dan plafon, kemudian membentuk medan bunyi ruang yang kompleks (Andries, 2011).

Dalam desain akustik ruang, *airborne sound* penting untuk dipertimbangkan karena gelombang ini adalah bentuk bunyi yang paling langsung diterima oleh pendengar dan sering menjadi dasar perhitungan kejelasan suara (*speech intelligibility*), waktu dengung (*reverberation time*), dan kualitas bunyi ruang secara umum (Andries, 2011).

(2) Perambatan bunyi melalui struktur (*Structure-Borne Sound*)

Perambatan bunyi melalui struktur, atau *structure-borne sound*, adalah fenomena di mana energi bunyi tidak lagi berpindah melalui udara, tetapi melalui benda padat atau elemen struktural seperti lantai, balok, kolom, papan plafon, dan dinding. Dalam kasus ini, bunyi timbul karena

getaran mekanis yang dihasilkan sumber bunyi langsung pada elemen struktural (misalnya karena benturan, mesin yang beroperasi, atau gelombang udara yang kuat), sehingga struktur menjadi media perambatan getaran bunyi tersebut. Getaran ini kemudian menyebar di sepanjang struktur dan dapat menimbulkan bunyi lagi ketika getaran itu menggetarkan udara di luar struktur atau elemen lain yang bersentuhan (Wittstock et al., 2022).

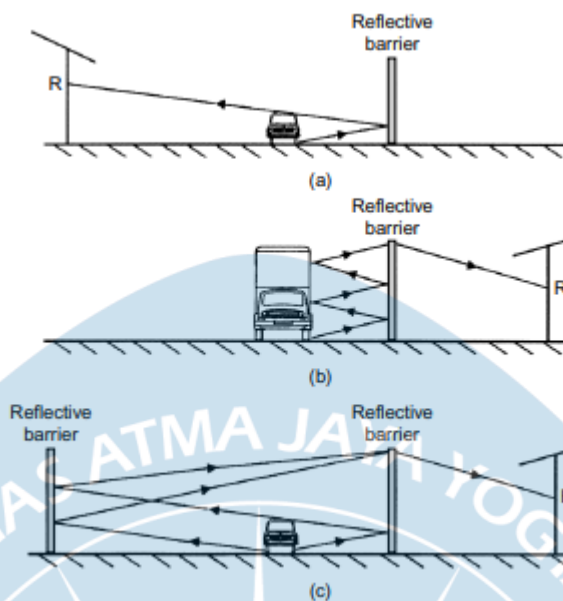
Karakter bunyi yang merambat melalui struktur berbeda dengan airborne sound karena cenderung muncul sebagai vibrasi yang terasa pada permukaan struktur dan sering kali terlihat sebagai suara rendah (*low frequency*). Jenis perambatan ini sangat relevan dalam bangunan karena bisa menyebabkan suara terdengar di ruang lain meskipun tidak ada jalur langsung melalui udara, misalnya suara langkah kaki pada lantai atas yang terdengar di bawah atau suara mesin HVAC yang merambat melalui rangka bangunan (Wittstock et al., 2022).

3.6.3 Strategi Pengendalian Kebisingan

(1) Kontrol Pada Jalur Perambatan (Path Control)

Pengendalian kebisingan pada jalur perambatan (path control) merupakan pendekatan penting ketika sumber kebisingan tidak dapat dikendalikan secara langsung. Strategi ini berfokus pada meminimalkan transmisi suara antara sumber dan penerima melalui berbagai teknik fisik dan teknologi, baik secara pasif maupun aktif (Defranced & Kangf, 2015).

Penggunaan material isolasi suara (secara Pasif) seperti komposit polimer, dinding ganda, dan penghalang fisik terbukti efektif dalam mengurangi transmisi kebisingan pada jalur perambatan. Efektivitasnya sangat dipengaruhi oleh ketebalan, densitas, dan desain material (Defranced & Kangf, 2015).



Gambar 6 Penggunaan Material Dalam Mengurangi Transmisi Kebisingan.

Sumber: <https://www.konsultasi-akustik.com/wp-content/uploads/2021/08/Picture3.png>

(2) Kontrol Pada Penerima (Receiver Control)

Pengendalian kebisingan pada penerima (receiver) menjadi penting ketika upaya pengurangan kebisingan di sumber atau jalur transmisi tidak memungkinkan. Strategi ini berfokus pada perlindungan atau pengurangan dampak kebisingan yang diterima, baik di lingkungan industri, perkotaan, maupun sistem elektronik.

- Insulasi Selubung Bangunan

Fasad bangunan berfungsi sebagai lapisan perlindungan utama terhadap masuknya kebisingan dari luar. Untuk meningkatkan kemampuan fasad dalam menahan suara, salah satu pendekatan yang efektif adalah menggunakan dinding berlapis ganda yang memiliki ruang udara di antara lapisan tersebut. Ruang udara ini bekerja sebagai peredam tambahan yang memperlambat transmisi suara. Selain itu, penggunaan material dengan ketebalan dan massa yang lebih besar juga terbukti memberikan insulasi suara yang lebih baik (Lam et al., 2021).

Pada bagian bukaan, seperti jendela, peningkatan performa akustik dapat dicapai dengan mengganti jendela biasa dengan jendela berinsulasi tinggi, seperti double glazing atau triple glazing. Jenis jendela ini memiliki

dua atau tiga lapisan kaca dengan ruang udara atau gas di antaranya, sehingga mampu secara efektif mengurangi besarnya suara yang masuk dari luar(Lam et al., 2021).

- Minimasi Kebocoran Udara

Bukaan pada fasad merupakan titik paling lemah dalam sistem insulasi suara bangunan. Elemen seperti jendela, pintu, maupun lubang ventilasi sering menjadi jalur utama transmisi kebisingan dari luar karena memiliki massa dan ketebalan yang jauh lebih rendah dibandingkan dinding. Pada bangunan dengan ventilasi alami, lubang ventilasi menjadi mata rantai terlemah, terutama ketika bangunan sebenarnya sudah memiliki selubung yang disegel dengan baik. Hal ini menimbulkan konflik mendasar dalam perancangan: kebutuhan ventilasi mengharuskan keberadaan bukaan yang cukup besar dan tidak terhalang, sedangkan kebutuhan akustik justru menghendaki bukaan seminimal mungkin atau bahkan tertutup rapat(Lam et al., 2021).

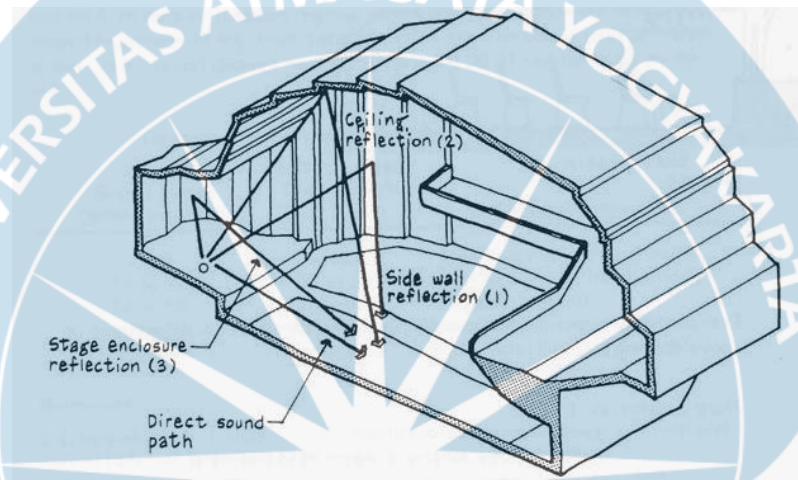
Pada ventilasi alami, bukaan tetap dapat digunakan, tetapi harus dirancang dengan prinsip bukaan kecil, terkontrol, dan ditempatkan secara strategis. Pendekatan ini memungkinkan tercapainya aliran udara tanpa memberikan jalur transmisi suara yang terlalu besar. Dengan kata lain, ventilasi alami tetap dapat diterapkan asalkan ukuran dan posisi bukaan dirancang secara hati-hati agar tidak menurunkan performa akustik fasad secara drastis(Lam et al., 2021).

Oleh sebab itu, peningkatan kinerja akustik pada fasad memerlukan strategi yang mengutamakan penyegelan bukaan secara optimal. Langkah-langkah yang umumnya dilakukan meliputi pemasangan seal karet yang rapat, detail sambungan yang tertutup sempurna, penggunaan kusen berkualitas tinggi, serta pengendalian celah pada seluruh titik penetrasi selubung bangunan. Dengan memastikan fasad kedap udara dan bukaan ventilasi diatur secara tepat, bangunan tetap dapat menyediakan ventilasi alami sekaligus mempertahankan performa pengendalian kebisingan yang memadai.

3.7 Prinsip Kerja Material Akustik

3.7.1 Pemantulan Bunyi (Sound Reflection)

Ketika gelombang bunyi mengenai bidang pembatas ini, sebagian bunyi akan dipantulkan kembali ke dalam ruangan. Pemantulan terjadi ketika bunyi mengenai permukaan keras dan tidak terserap. Jika pemantulan terjadi antara dua bidang sejajar, bunyi dapat saling memantul bolak-balik dan menimbulkan gangguan akustik, seperti efek gema atau suara yang tidak jelas (Rohmah, 2012).



Gambar 7 Pemantulan suara di ruangan tertutup (auditorium)

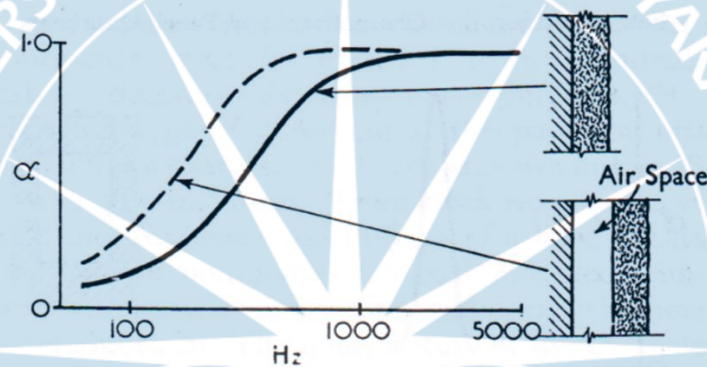
Sumber: (M. David Egan, 2000)

3.7.2 Penyerapan Bunyi (Sound Absorption)

Bunyi juga bisa diserap oleh bidang permukaan. Penyerapan bunyi adalah proses di mana sebagian energi bunyi diubah menjadi bentuk energi lain, umumnya menjadi panas. Kemampuan suatu material dalam menyerap bunyi dinyatakan melalui koefisien penyerapan. Jika suatu bahan memiliki koefisien absorpsi sebesar 0,65, maka 65% energi bunyi yang mengenainya akan diserap, dan sisanya yaitu 35% akan dipantulkan (dengan koefisien reflektif sebesar 0,35) (Baikhaqi, 2015).

Dalam akustika ruang, penyerapan bunyi dapat dilakukan melalui tiga jenis penyerap utama, yaitu penyerap berpori, penyerap membran atau panel, dan penyerap resonator Helmholtz. Ketiganya memiliki karakter dan mekanisme kerja yang berbeda, tergantung pada sifat material serta frekuensi bunyi yang ingin dikendalikan:

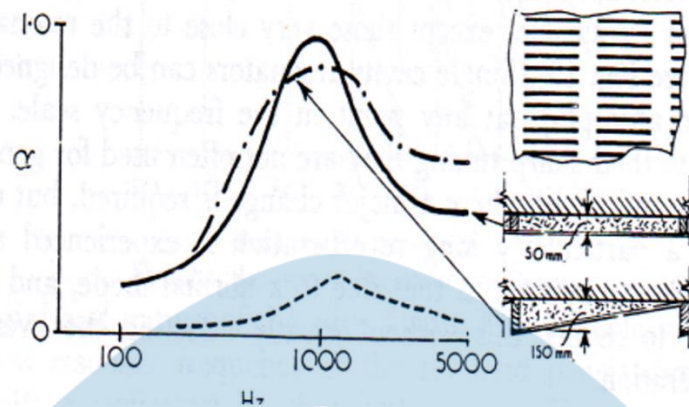
- **Penyerap berpori** Penyerap ini bekerja dengan cara mengubah energi bunyi menjadi panas ketika gelombang suara masuk ke dalam pori-pori material. Permukaannya yang lembut dan berongga membuat udara bergetar di dalam pori-pori, menyebabkan energi bunyi hilang akibat gesekan udara di dalam bahan tersebut. Jenis ini sangat efektif untuk menyerap bunyi dengan frekuensi menengah hingga tinggi, seperti suara percakapan atau gema di dalam ruangan. Namun, penyerap berpori kurang efektif untuk frekuensi rendah. Contoh bahan penyerap berpori antara lain karpet, busa akustik, wol mineral, dan papan fiber(Makainas, 2011).



Gambar 8 Karakteristik Penyerapan dari Penyerap Berpori

Sumber: (Makainas, 2011)

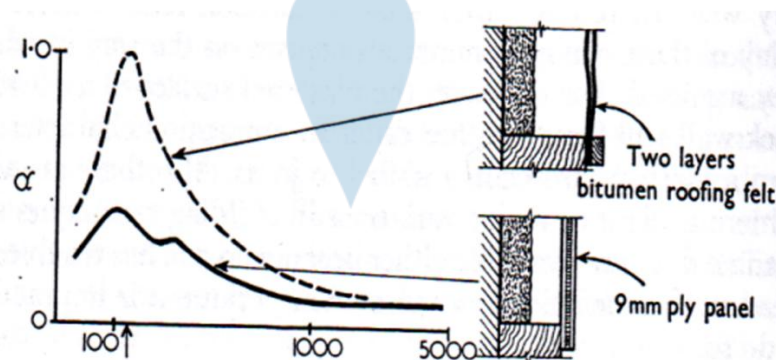
- **Penyerap membrane.** panel penyerap ini bekerja melalui getaran permukaan panel tipis ketika terkena gelombang bunyi. Energi suara diubah menjadi energi mekanik dan sebagian besar diserap oleh panel yang beresonansi. Biasanya, panel dipasang di depan rongga udara agar resonansinya lebih efektif. Penyerap jenis ini cocok untuk mengurangi bunyi berfrekuensi rendah hingga menengah, tergantung pada massa dan kekakuan panel. Contoh penerapannya dapat ditemukan pada plafon gantung, dinding ganda, atau jendela ganda yang memiliki ruang udara di antaranya(Makainas, 2011).



Gambar 9 Karakteristik Penyerapan dari Penyerap Membrana tau Panel

Sumber(Makainas, 2011)

- Penyerap resonator Helmholtz prinsip kerjanya menyerupai bunyi yang muncul ketika seseorang meniup mulut botol kosong. Penyerap ini terdiri dari rongga udara tertutup dengan lubang kecil atau celah sebagai leher resonator. Ketika gelombang bunyi dengan frekuensi tertentu masuk, udara di dalam leher dan rongga bergetar, menciptakan resonansi yang menyerap energi bunyi secara efektif pada frekuensi tersebut. Penyerap ini sangat efisien untuk mengendalikan frekuensi rendah yang spesifik, tergantung pada ukuran lubang dan volume rongga udara. Contoh penerapannya adalah panel berlubang atau plat yang dilengkapi ruang udara di belakangnya(Makainas, 2011).



Gambar 10 Karakteristik Penyerapan dari Penyerap Resonator Helmholtz

Sumber: (Makainas, 2011)

3.7.3 Penyebaran Bunyi (Sound Diffusion)

Bunyi juga dapat mengalami difusi, yaitu penyebaran gelombang bunyi ke berbagai arah ketika mengenai permukaan yang tidak rata, kasar, atau memiliki tekstur tidak seragam. Permukaan seperti ini menyebabkan bunyi tidak hanya dipantulkan ke satu arah, tetapi tersebar merata, sehingga dapat meningkatkan kenyamanan akustik dalam ruangan (Baikhaqi, 2015). System ini sering digunakan untuk menghindari konsentrasi gelombang suara pada satu titik tertentu, yang dapat menyebabkan gema atau distorsi suara (Ola, 2025).

3.8 Identifikasi Kebutuhan Material Ruang Pertunjukan

3.8.1 Material Ruang Pertunjukan Gamelan

Elemen	Karakter Permukaan yang Dibutuhkan	Fungsi Akustik	Rujukan
Dinding Samping	Difusif	Menyebarkan energi bunyi merata tanpa menciptakan fokus gema	Suyatno et al., <i>Design Criteria for Javanese Gamelan Hall</i> , 2017
Dinding Belakang	Difusif	Mencegah echo balik ke penonton & panggung	Hidaka & Nishihara, <i>Concert Hall Acoustics</i> , 2015
Plafon / Kanopi	Semi reflektif	Mengontrol pantulan atas agar suara tidak menjadi tajam	Guyer et al., <i>Acoustics of Javanese Performance Pavilions</i> , 2016
Lantai	Reflektif	Memberi fondasi kehangatan bunyi ansambel	Suyatno et al., 2017

3.8.2 Material Ruang Pertunjukan Klasik Barat

Elemen	Karakter Permukaan	Fungsi Akustik	Rujukan
Dinding Samping	Reflektif	Menghasilkan early lateral reflection yang penting untuk kehangatan & kedalaman suara	Beranek, <i>Concert Halls and Opera Houses</i> , 2005

Dinding Belakang	Difusif	Mengontrol echo tanpa kehilangan energi ruang	Pätynen & Lokki, <i>Experiencing Concert Halls</i> , 2016
Plafon / Kanopi	Permukaan reflektif	Mengarahkan pantulan awal ke pendengar dengan merata	Barron, <i>Auditorium Acoustics</i> , 2010
Lantai	Reflektif	Menyumbang resonansi frekuensi rendah (bass support)	Hidaka, 2015

3.8.3 Material Ruang Pertunjukan Teater

Elemen	Karakter Permukaan	Fungsi Akustik	Rujukan
Dinding Samping	Absorptif	Mengontrol pantulan awal agar ujaran tidak “bergaung”	Liu et al., <i>Speech Intelligibility in Theaters</i> , 2020
Dinding Belakang	Kombinasi Absorptif & Difusif	Menghindari echo balik dan menjaga distribusi suara merata	Barron, 2009
Plafon / Kanopi	Kombinasi Absorptif & Difusif	Menjaga kejernihan vokal tanpa membuat ruang terdengar “mati”	Soliman, <i>Acoustics of Drama Performance Spaces</i> , 2023
Lantai	Absorptif di area audiens, reflektif di panggung	Meminimalkan noise langkah sementara menjaga artikulasi suara aktor	Kuttruff, <i>Room Acoustics</i> , 2000

3.8.4 Material Ruang Pertunjukan Musik Kontemporer

Elemen Ruang	Karakter Permukaan yang Dibutuhkan	Fungsi Akustik	Rujukan
---------------------	---	-----------------------	----------------

Dinding Samping	Kombinasi Absorptif & Difusif	Mengontrol pantulan agar tidak memicu muddiness dan masking suara vokal; memungkinkan penyesuaian untuk genre berbeda	<i>Case, Concert Sound and Amplification Design, 2019</i>
Dinding Belakang	Kombinasi Absorptif & Difusif	Mencegah echo flutter yang sangat umum pada musik elektronik/ber-bass kuat	<i>Everest & Pohlmann, Master Handbook of Acoustics, 2015</i>
Plafon / Kanopi	Kombinasi Absorptif & Difusif	Menghindari "hot spots" dan memperhalus distribusi energi dari loudspeaker	<i>Long, Architectural Acoustics, 2014</i>
Lantai	Reflektif	Menjaga ketegasan ritme dan serangan (attack) suara bass/drum tanpa menimbulkan resonansi berlebih	<i>Ballou, Handbook for Sound Engineers, 2015</i>
Tambahan	Bass Traps / Low-frequency absorption	Mengatasi penumpukan energi bass dari speaker sistem (subwoofer mode control)	<i>Cox & D'Antonio, Acoustic Absorbers and Diffusers, 2009</i>

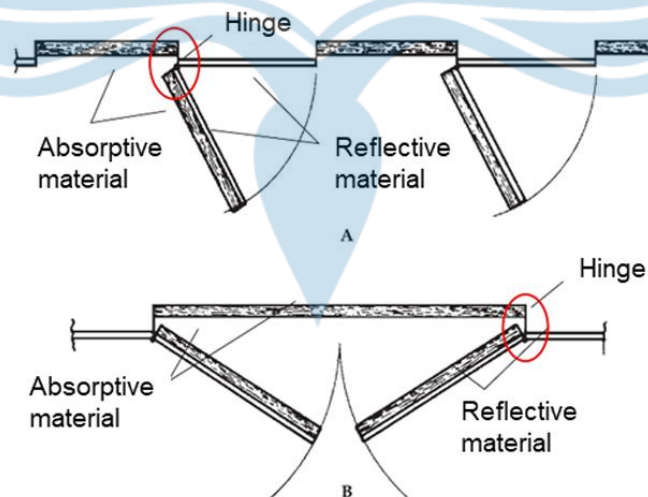
3.9 Fleksibilitas Akustik Dalam Ruang Pertunjukan

Ruang seni, khususnya ruang pertunjukan, pada dasarnya merupakan lingkungan yang harus mampu menyesuaikan diri terhadap beragam bentuk kegiatan artistik yang terus berkembang. Fleksibilitas ruang tidak hanya dimaknai sebagai kemampuan mengubah konfigurasi tata letak (seperti pengaturan panggung atau tempat duduk), namun juga kemampuan ruang untuk merespons kebutuhan akustik, visual, dan interaksi sosial dari setiap jenis pertunjukan yang berlangsung (Hannah, 2018). Dengan kata lain, ruang seni yang adaptif adalah ruang yang dapat mengalami transformasi tanpa kehilangan kualitas kenyamanan dan performanya..

3.9.1 Variable Absorption Panel

Salah satu metode yang paling umum digunakan untuk mengatur kondisi akustik ruang pertunjukan adalah dengan menambahkan elemen penyerap suara secara temporer. Cara yang paling sederhana sekaligus relatif murah untuk mengubah nilai penyerapan adalah melalui pemasangan tirai atau acoustic banner yang dapat ditarik (retractable) untuk menurunkan waktu dengung, atau dilipat kembali untuk meningkatkan waktu dengung. Banners umumnya berupa permukaan berbahan kain berat yang dipasang secara vertikal maupun horizontal pada dinding auditorium. Secara praktis, satu atau dua lapis kain berkoefisien serap tinggi digunakan, yang memberikan perubahan penyerapan yang signifikan terutama pada rentang frekuensi menengah hingga tinggi (Hyon & Jeong, 2021)

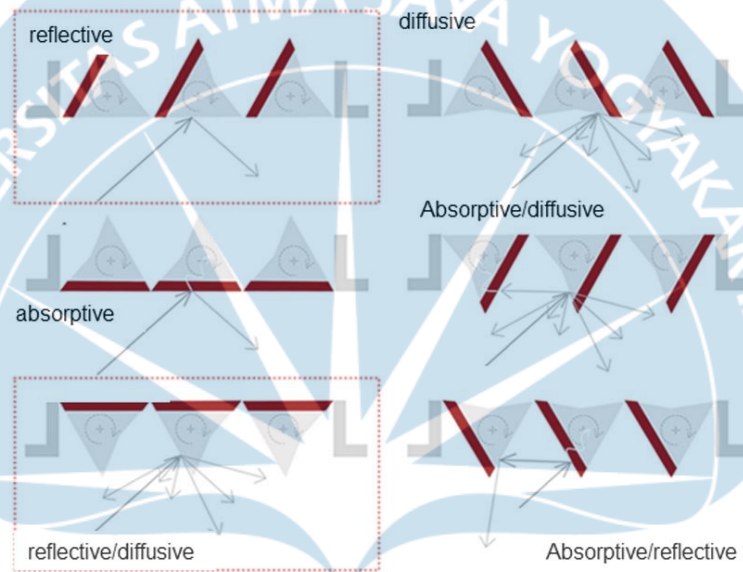
Alternatif lain adalah panel penyerap geser yang dapat digeser untuk membuka permukaan reflektif di belakangnya, atau panel berengsel dua sisi dengan satu sisi reflektif dan satu sisi absorptif. Sistem lebih kompleks seperti panel berputar tiga sisi (reflektif–absorptif–difusif) digunakan pada Espace de Projection IRCAM, yang memungkinkan variasi reverberation time dari >4 detik hingga <1 detik hanya dengan memutar orientasi panel (Hyon & Jeong, 2021).



Gambar 11 Panel penyerap geser

Sumber: (Hyon & Jeong, 2021)

Sistem penyerap silinder berputar dua sisi juga digunakan, namun jenis ini cenderung bekerja lebih efektif pada frekuensi menengah–tinggi. Untuk musik amplified seperti pop dan rock, kebutuhan akustiknya berbeda: pengurangan waktu dengung justru harus lebih kuat pada frekuensi rendah, terutama pada pita 125 Hz. Sistem variable broadband absorber kemudian dikembangkan dengan koefisien serap ~ 0.8 pada pita 125–500 Hz, dan dapat diturunkan menjadi ~ 0.0 – 0.2 saat dinonaktifkan (Hyon & Jeong, 2021).



Gambar Sistem penyerap silinder berputar

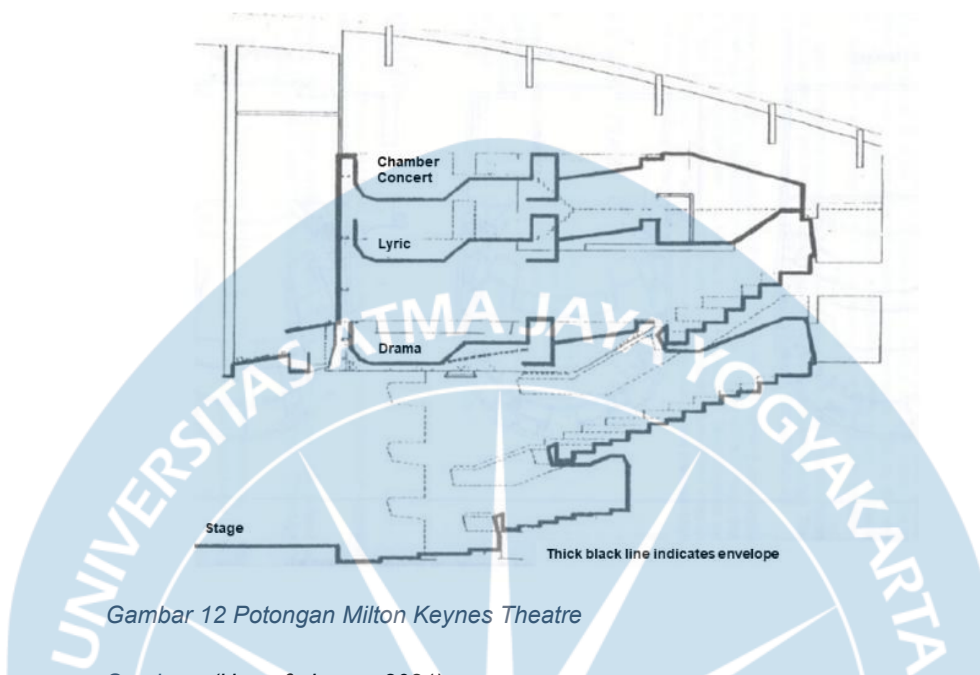
Sumber: (Hyon & Jeong, 2021)

3.9.2 Variable volume

Perubahan volume ruang adalah metode yang sangat efektif untuk mengubah waktu dengung (reverberation time). Salah satu kelebihan terbesar dari metode ini adalah hilangnya tingkat tekanan suara dapat tetap minimal. Namun demikian, menyediakan perubahan volume auditorium dalam skala besar membutuhkan kecerdikan dalam desain arsitektur (Hyon & Jeong, 2021).

Milton Keynes Theatre di Buckinghamshire, Inggris, merupakan ruang serbaguna yang melayani pertunjukan drama, musikal, opera, balet, dan musik klasik. Untuk mengakomodasi beragam pertunjukan, plafon bergerak digunakan sebagai mekanisme utama perubahan akustik. Selain

itu, absorpsi tambahan disediakan melalui tirai yang dapat digerakkan pada dinding samping.



Gambar 12 Potongan Milton Keynes Theatre

Sumber: (Hyon & Jeong, 2021)

Terlihat potongan auditorium dengan tiga ketinggian plafon yang telah ditentukan (untuk konser & musik, dan drama). Jarak antara posisi plafon tertinggi dan terendah adalah 10 m(Hyon & Jeong, 2021).

Untuk musik orkestra, plafon berada di posisi tertinggi dan tirai dinding ditarik, menghasilkan volume $8,5 \text{ m}^3$ per kursi dan memberikan tingkat kebergemaaan maksimum. Waktu dengung pada frekuensi menengah adalah 1,6 detik(Hyon & Jeong, 2021).

Pada posisi tengah, ruang berfungsi sebagai teater lirik untuk opera dan musikal, dengan volume 6 m^3 per kursi. Untuk opera, tirai tetap ditarik sehingga waktu dengung mencapai 1,25 detik. Untuk musikal, tirai diturunkan untuk mengurangi kebergemaaan pada suara yang diperkuat pengeras suara(Hyon & Jeong, 2021).

Posisi plafon terendah menutup balkon tertinggi sehingga kapasitas duduk berkurang menjadi 980 kursi. Volume per kursi menjadi $4,5 \text{ m}^3$, dan dengan tirai diturunkan, waktu dengung mencapai 1 detik (untuk drama)(Hyon & Jeong, 2021).

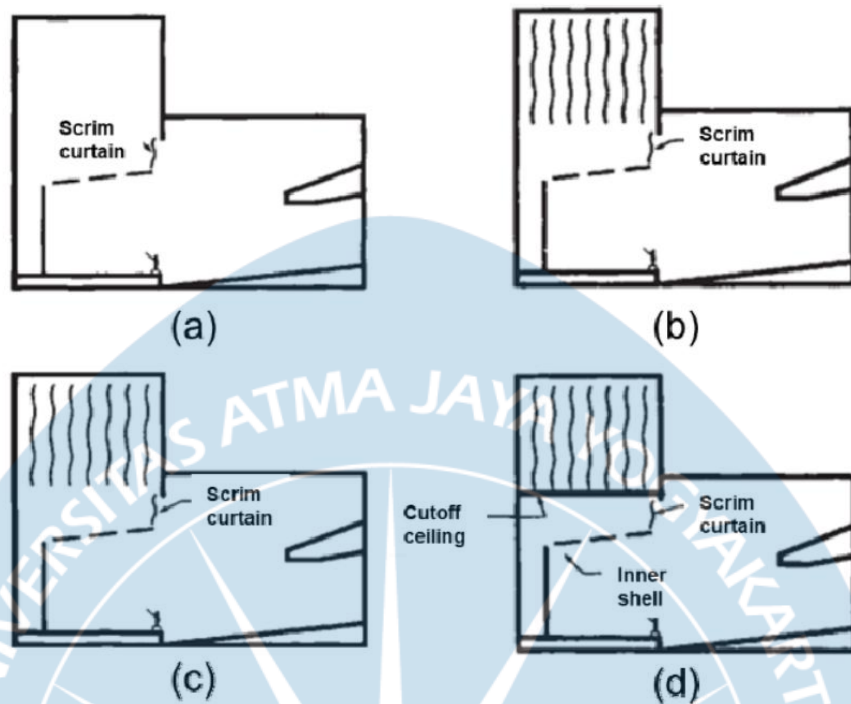
3.9.3 Coupled volume

Coupled volume merujuk pada keberadaan ruang tambahan yang dihubungkan dengan ruang utama melalui pintu atau bukaan. Terdapat dua jenis utama hubungan akustik, yaitu source-area coupling (stage house coupling) dan distributed coupling (reverberation chambers). Dalam source-area coupling, sumber suara berada di ruang tambahan, sedangkan ruang tambahan tersebut adalah panggung dan menara panggung di atasnya (Hyon & Jeong, 2021).

Dalam sistem coupled volume, terdapat tiga parameter arsitektural yang berperan penting dalam mengontrol akustik ruang utama:

- (1) Rasio volume antara ruang utama dan ruang sekunder,
- (2) Rasio absorpsi antara kedua ruang,
- (3) Ukuran bukaan antara kedua ruang.

Großes Haus Staatstheater (Mainz, Jerman) merupakan Gedung yang direnovasi agar dapat mengakomodasi empat jenis penggunaan: konser, opera, balet, dan teater. Respon frekuensi datar dari 63 Hz–4.000 Hz ditargetkan dengan memasang absorber frekuensi rendah pada auditorium dan menara panggung (Hyon & Jeong, 2021).



Gambar 13 Potongan Groβes Haus Staatstheater

Sumber: (Hyon & Jeong, 2021)

Dengan menghubungkan volume menara panggung yang dua kali lebih besar dari auditorium nilai T60 di auditorium dijaga hampir konstan sekitar 1,4 dtk (untuk opera). Untuk penggunaan konser, T60 dapat dinaikkan menjadi $1,7 \text{ dtk} \pm 10\%$ dengan menghambat transmisi suara menggunakan *orchestra shell* (Hyon & Jeong, 2021).

3.9.4 Canopy reflector

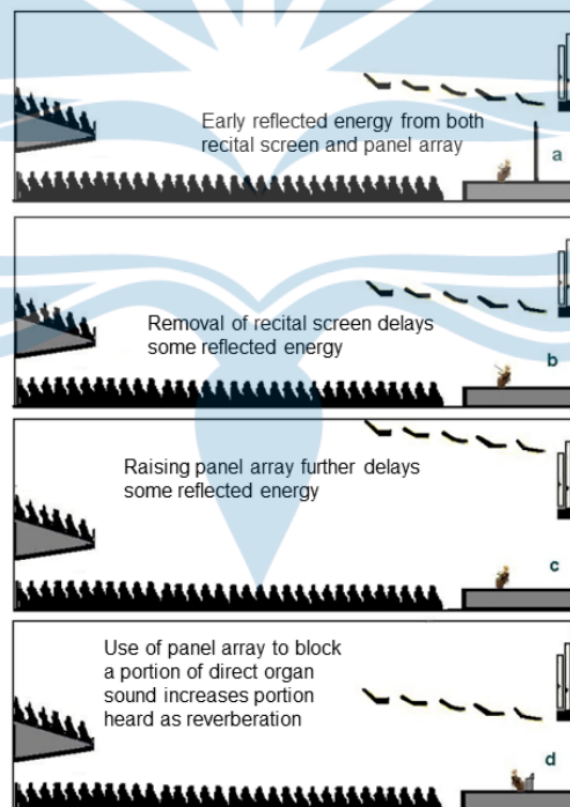
Refleksi awal (early reflections) dari permukaan ruang memiliki peran penting dalam menentukan kualitas akustik yang dipersepsikan. Waktu kedatangan refleksi awal setelah suara langsung dan intensitasnya sangat memengaruhi apresiasi pendengar terhadap akustika ruang, seperti rasa keintiman, kejelasan ujaran, kejernihan musik, tingkat kenyaringan, dan sebagainya (Hyon & Jeong, 2021).

Acoustic canopy atau kanopi reflektor adalah struktur pemantul besar yang digantung pada plafon (biasanya di atas panggung), berfungsi mengendalikan refleksi awal dengan menyesuaikan ketinggian struktur

tersebut. Panel-panel tersebut bertujuan meningkatkan distribusi dan keseimbangan suara di seluruh area penonton, meningkatkan kejernihan, serta memperbaiki komunikasi di atas panggung(Hyon & Jeong, 2021).

Canopy reflector memungkinkan sebuah gedung konser dengan elemen-elemen yang dapat menyesuaikan C80 (clarity index) sesuai kebutuhan melalui panel gantung bermotor atau kanopi, serta reflektor portabel yang berdiri sendiri. Rentang nilai C80 yang luas dapat dicapai dalam konfigurasi ini tanpa mengubah waktu dengung secara signifikan(Hyon & Jeong, 2021).

Segerstrom Concert Hall merupakan contoh khas yang menggunakan kanopi akustik masif di atas panggung yang dapat dinaikkan, diturunkan, dan dimanipulasi. Kanopi akustik pada kedua hall berfungsi untuk menciptakan kondisi pendengaran yang baik di atas panggung, termasuk komunikasi antar pemain, serta memberikan kejernihan bagi penonton(Hyon & Jeong, 2021).



Gambar 14 Sistem Canopy Reflector Pada Segerstrom Concert Hall

Sumber(Hyon & Jeong, 2021)

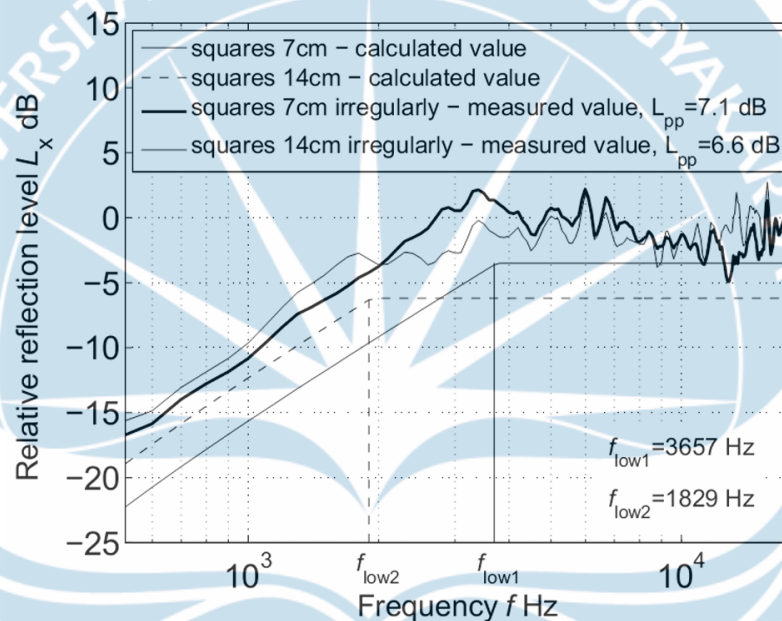
Menurut Whitcroft, kanopi reflektor berfungsi untuk mengarahkan kembali energi bunyi dari panggung ke musisi sehingga tercipta kondisi pendengaran yang memadai untuk menjaga kestabilan intonasi dan kohesi ansambel. Secara kuantitatif, kontribusi pantulan ini dievaluasi melalui parameter Objective Support (ST1), yang didefinisikan sebagai energi pantulan yang tiba dalam rentang waktu 20–100 ms setelah bunyi langsung. Studi Beranek yang dirujuk oleh Whitcroft menunjukkan bahwa kondisi panggung yang disukai musisi berada pada nilai ST1 antara –14,4 dB hingga –12 dB, sehingga kanopi reflektor harus diatur sedemikian rupa agar pantulan tidak tiba terlalu dini maupun terlalu lambat (Whitcroft, 2008).

Untuk mencapai rentang waktu pantulan tersebut, Whitcroft membatasi ketinggian panel reflektor atas pada kisaran 5-8 meter di atas lantai ruang. Batas ketinggian ini digunakan dalam proses optimasi geometrik guna memastikan bahwa lintasan pantulan dari kanopi menghasilkan keterlambatan waktu yang sesuai dengan kriteria ST1, sekaligus tidak mengganggu parameter akustik lain seperti *Initial Time Delay Gap* (ITDG) dan *Lateral Fraction* (LF) (Whitcroft, 2008).

Selain aspek temporal, fleksibilitas akustik kanopi reflektor juga ditentukan oleh karakteristik frekuensi pantulan. Szeląg, Rubacha, dan Kamiński menegaskan bahwa kanopi reflektor harus mampu memantulkan bunyi secara efektif pada rentang ± 250 Hz hingga 4 kHz, dengan respon frekuensi yang relatif datar dan stabil secara spasial. Namun, reflektor panel datar konvensional cenderung memiliki rentang frekuensi efektif yang sempit, sehingga konfigurasi geometrik dan spasial panel menjadi faktor kunci dalam perancangannya (Szeląg et al., 2013).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa ukuran panel berpengaruh langsung terhadap batas frekuensi rendah pantulan, di mana panel berukuran lebih besar mampu menurunkan frekuensi cut-off, tetapi berisiko menimbulkan refleksi yang terlalu terarah dan fenomena interferensi seperti comb filtering. Oleh karena itu, penggunaan panel dengan ukuran yang bervariasi dinilai lebih efektif dibandingkan panel berukuran seragam (Szeląg et al., 2013).

Lebih lanjut, penelitian tersebut menekankan bahwa susunan spasial panel memiliki pengaruh yang lebih signifikan dibandingkan bentuk panel itu sendiri. Susunan panel yang teratur dan periodik terbukti menghasilkan respon frekuensi yang kasar akibat efek difraksi berulang, sedangkan susunan tidak teratur (irregular arrangement) mampu menghaluskan respon frekuensi dan memperluas pita efektif pantulan. Oleh sebab itu, panel-panel reflektor yang identik dianjurkan untuk disusun secara tidak seragam, atau dikombinasikan dengan panel yang berbeda ukuran dan bentuk (Szeląg et al., 2013).

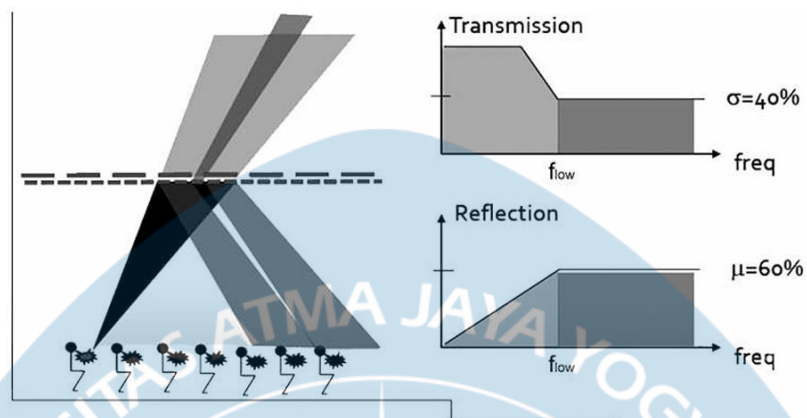


Gambar 15 Frequency responses of reflection arrays composed of small or large square elements.

Sumber: (Szeląg et al., 2013)

Fleksibilitas tambahan juga dapat dicapai melalui variasi ketinggian panel dalam satu sistem kanopi. Szeląg et al. menjelaskan bahwa penempatan panel pada ketinggian yang berbeda akan memengaruhi zona kritis pantulan (critical zone), sehingga panel yang lebih rendah berkontribusi pada pantulan frekuensi rendah, sementara panel yang lebih tinggi mendukung pantulan frekuensi yang lebih tinggi. Dengan demikian, kanopi reflektor yang tidak berada pada satu bidang datar, melainkan

memiliki variasi elevasi, mampu memperluas dan menstabilkan rentang frekuensi pantulan secara keseluruhan (Szeląg et al., 2013).



Gambar 16 Sound transmission and reflection for a double-layer array suggested by Skålevik

Sumber: (Szeląg et al., 2013)

3.10 Studi Preseden

3.10.1 Taman Ismail Marzuki



Gambar 17 Taman Ismail Marzuki

Sumber: <https://i.pinimg.com/1200x/a2/0c/71/a20c71ff25ecdf174666a0932fe12715.jpg>

- **Nama:** Taman Ismail Marzuki
- **Lokasi:** Cikini, Jakarta, Indonesai

- **Tahun berdiri:** Resmi dibuka pada 10 November 1968 sebagai Pusat Kesenian Jakarta, mengalami revitalisasi besar pada 2019–2022, dan dibuka kembali untuk publik pada 2022.
- **Arsitek perancang:** Ir Isandra Matin Ahmad sebagai arsitek utama melalui PT Andramatin.
- **Fungsi utama:** Pusat kesenian dan kebudayaan Gedung pertunjukan (musik, teater, tari), Galeri dan ruang pameran, Perpustakaan dan ruang belajar, Fasilitas festival dan konferensi, Ruang latihan dan kegiatan komunitas.

Taman Ismail Marzuki (TIM) dirumuskan kembali sebagai pusat kesenian Kota Jakarta melalui revitalisasi yang menempatkannya sebagai laboratorium seni, etalase seni, dan barometer seni (*Taman Ismail Marzuki Punya Perpustakaan Dan Kafe Baru!*, n.d.). Konsep ini menegaskan bahwa TIM bukan hanya tempat penyelenggaraan pertunjukan, tetapi juga ruang bagi proses kreatif, pengembangan gagasan, dan pembentukan ekosistem seni yang berkelanjutan. Berbagai kegiatan kebudayaan dan kesenian diselenggarakan secara rutin, mulai dari pertunjukan musik, teater, pameran seni rupa, hingga program literasi dan diskusi publik, sehingga TIM berperan aktif sebagai ruang kultural yang hidup dan dinamis (*Taman Ismail Marzuki Punya Perpustakaan Dan Kafe Baru!*, n.d.).



Gambar 18 Masterplan Taman Ismail Marzuki

Sumber: https://casaindonesia.com/lkgallery/images/ksjap1_pages-from-groundbreaking_190703_r02.jpg

Graha Bhakti Budaya merupakan salah satu elemen teater utama di kawasan Taman Ismail Marzuki yang mengalami revitalisasi total oleh Pemerintah Provinsi DKI Jakarta. Gedung yang kini berkapasitas sekitar 900 penonton tersebut dibangun kembali dengan standar pertunjukan modern yang mampu mengakomodasi musik, tari, teater, hingga pemutaran film. Dalam proses revitalisasinya, GBB dilengkapi dengan sistem audio mutakhir L-Acoustics L-ISA Immersive Hyperreal, memungkinkan penyajian lanskap suara tiga dimensi secara presisi di seluruh auditorium (Masa Depan Sekarang | Pro AVL Asia, n.d.).



Gambar 19 Interior Graha Bhakti Budaya

Sumber: 5ad626_c478c85878ea478ea01d36c94a3fb264~mv2.jpg (2048×1092)

Seluruh proses konstruksi dan akustik GBB melibatkan penggunaan material lokal dan impor yang terintegrasi dalam desain akustik ruang. Insulasi semprotan selulosa dari kertas daur ulang, panel kayu produksi Indonesia, dan elemen akustik khusus ditempatkan untuk meningkatkan kejelasan suara serta kualitas penyerapan ruang pertunjukan. Sistem rigging, tata cahaya, ruang kontrol, dan fasilitas ruang rias juga diperbaharui mengikuti standar teater internasional. GBB hadir sebagai ruang pertunjukan yang tidak hanya merepresentasikan wajah baru TIM, tetapi juga membuka babak baru perkembangan seni pertunjukan di Jakarta melalui teknologi audio-visual yang lebih maju, pengalaman penonton yang lebih imersif, dan kualitas ruang yang lebih profesional bagi para seniman (Masa Depan Sekarang | Pro AVL Asia, n.d.).

Salah satu elemen penting dari kawasan ini adalah Gedung Panjang, yang dirancang dengan prinsip keterbukaan fungsi dan keberagaman aktivitas. Gedung ini memiliki distribusi ruang yang terstruktur dari lantai dasar hingga lantai atas untuk mendukung kebutuhan masyarakat umum sekaligus komunitas seni.



Gambar 20 Gedung Panjang Taman Ismail Marzuki

*Sumber: https://cdn-images-1.medium.com/max/1000/0*548s2POCHtpb67tF 1*

Pada lantai 1 dan 2, fungsi ruang didominasi oleh area ritel yang menghadirkan layanan publik, sekaligus menciptakan interaksi antara pengguna dan ruang komersial yang mendukung kegiatan seni. Memasuki lantai 3, terdapat coworking space dan lobby perpustakaan yang menjadi ruang kerja bersama, tempat belajar, dan area transit yang inklusif bagi pelajar, peneliti, maupun pengunjung umum (Satria et al., 2024).



Gambar 21 Perpustakaan Gedung Panjang

*Sumber: https://cdn-images-1.medium.com/max/1000/0*OcGK3OkGCq6mZeRo*

Pada lantai 4, 5, dan 6, gedung ini menampung Perpustakaan dan Pusat Dokumentasi Sastra (PDS), termasuk ruang khusus bagi PDS H.B. Jassin sebagai institusi arsip sastra penting di Indonesia. Kehadiran fasilitas ini menjadikan Gedung Panjang sebagai pusat pengetahuan literasi dan dokumentasi kebudayaan yang strategis di tengah lingkungan seni TIM. Sementara itu, lantai 8 hingga 12 didedikasikan untuk fungsi publik dan akomodasi seniman. Area ini menyediakan wisma seni, yaitu fasilitas penginapan lengkap bagi seniman yang tengah berkarya, berlatih, atau berpartisipasi dalam kegiatan TIM, sehingga memungkinkan terjadinya proses kreasi yang intens dan terfasilitasi dengan baik (Satria et al., 2024).

Pada tingkat tertinggi, yaitu lantai 13 dan 14, Gedung Panjang menjadi pusat organisasi melalui ruang kantor Dewan Kesenian Jakarta (DKJ), ruang diskusi Komite Seni, dan area penyimpanan. Fungsi ini memperkuat peran Gedung Panjang sebagai pusat kendali dan pengembangan program kesenian Jakarta, sekaligus menghubungkan manajemen, komunitas seni, dan fasilitator kegiatan (Satria et al., 2024).

3.10.2 Harpa Reykjavík Concert Hall and Conference Centre



Gambar 22 Harpa Reykjavík Concert Hall and Conference Centre

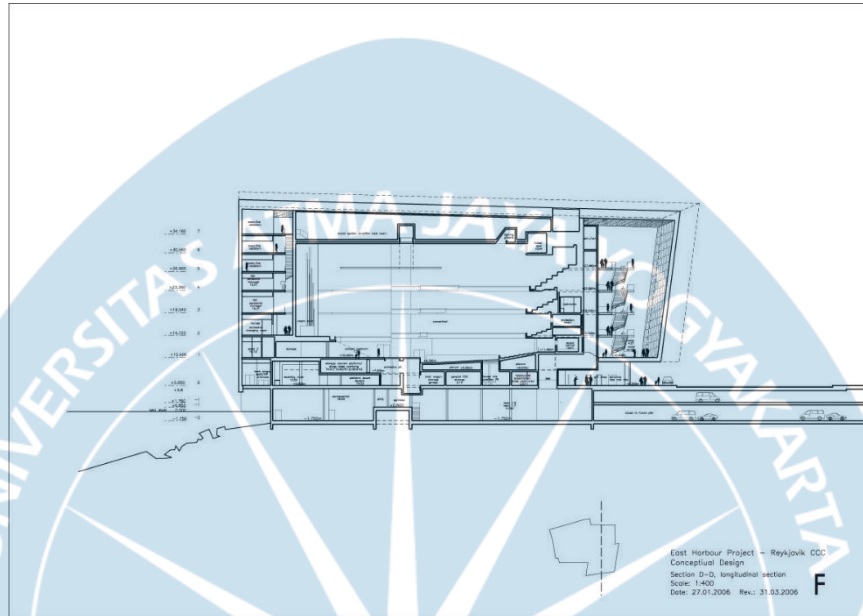
Sumber: (Harpa Concert Hall and Conference Centre / Henning Larsen Architects | ArchDaily, n.d.)

- **Nama:** Harpa Concert Hall and Conference Centre
- **Lokasi:** Austurbakki 2, 101 Reykjavík, Iceland
- **Tahun berdiri:** Dibuka resmi pada tahun 2011
- **Arsitek perancang:** Henning Larsen Architects (Denmark) bekerja sama dengan Olafur Eliasson (seniman Islandia)
- **Fungsi utama:** Gedung konser dan pusat konferensi; digunakan untuk pertunjukan musik klasik, opera, jazz, hingga kegiatan publik seperti festival dan pameran
- **Status institusi:** Dimiliki oleh pemerintah Islandia dan Kota Reykjavík, dikelola oleh Harpa Concert Hall and Conference Centre Company

Harpa Concert Hall dirancang untuk menjadi ikon. Dibuat oleh Henning Larsen dan Batteríð Architects, proyek ini dibuat bekerja sama dengan Olafur Eliasson dan studionya. Terinspirasi oleh cahaya utara dan pemandangan Islandia yang dramatis, proyek ini terletak di perbatasan antara darat dan laut (Harpa Concert Hall and Conference Centre / Henning Larsen Architects | ArchDaily, n.d.).

Awalnya, proyek ini direncanakan sebagai sebuah gedung konser dengan satu ruang pertunjukan yang berlokasi ± 5 km dari pusat kota. Enam

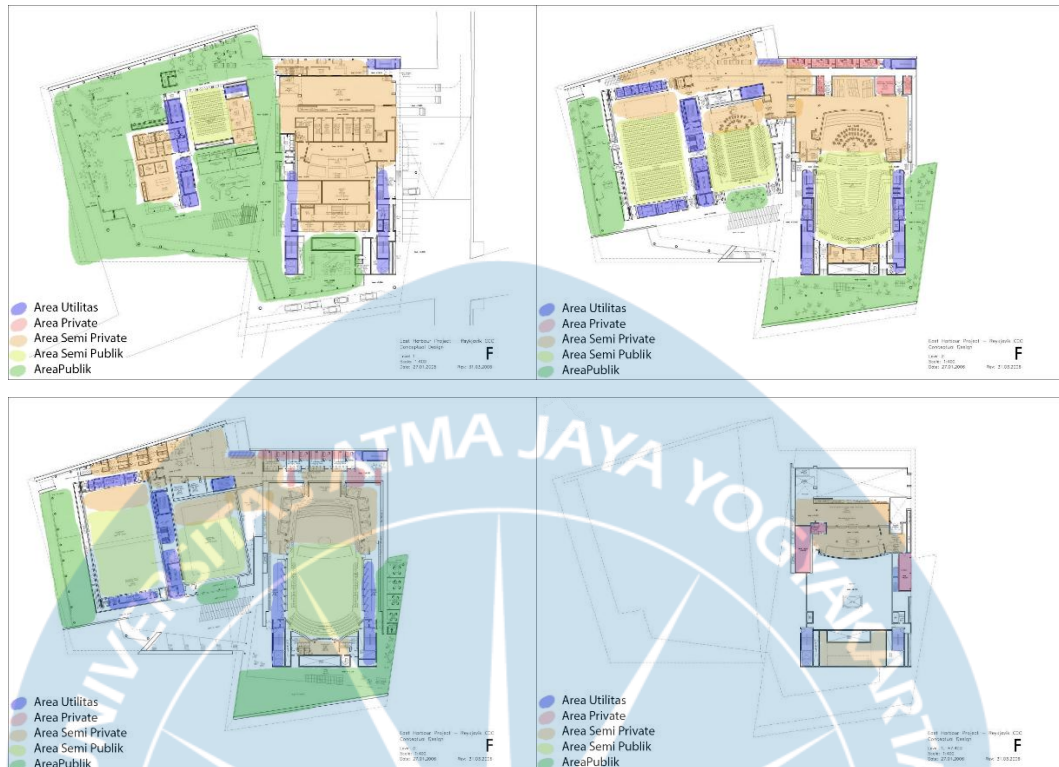
tahun kemudian, pada awal fase kompetisi desain, proyek berubah menjadi sebuah kompleks besar di pusat Reykjavík yang mencakup gedung konser, ruang resital, pusat konferensi, dan hotel, dengan kemungkinan penambahan area kantor atau ritel(Ólafsson, 2014).



Gambar 23 Potongan Harpa Concert Hall

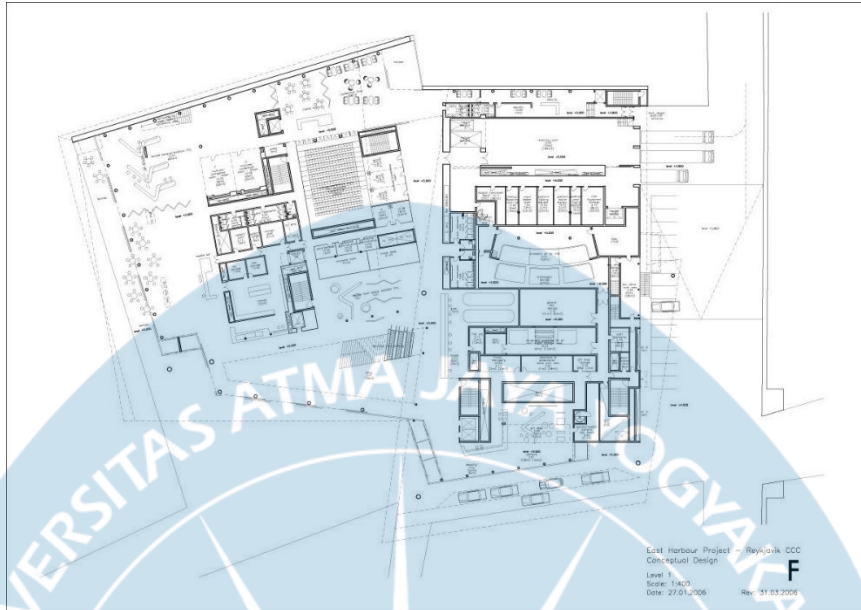
Sumber: (Harpa Concert Hall and Conference Centre / Henning Larsen Architects | ArchDaily, n.d.)

Secara keseluruhan, tata ruang Harpa Concert Hall & Conference Centre dirancang dengan sistem organisasi vertikal yang terbagi menjadi empat tingkat utama, masing-masing menampung fungsi ruang yang berbeda sesuai dengan skala kegiatan dan kebutuhan akustik di dalamnya. Pembagian tersebut terdiri dari lantai dasar (level 1), Lantai2(Level 2), lantai 3(Level 3-Level 6), dan lantai 4(Level 7-8), yang tersusun secara hierarkis dari ruang publik di bagian bawah hingga ruang pertunjukan utama dan eksklusif di bagian atas(*Conference and Concert Halls in Harpa.*, n.d.).



Dari pola zonasi Harpa Concert Hall terlihat bahwa area di sekitar auditorium didominasi oleh ruang utilitas yang berfungsi sebagai penunjang utama operasional ruang pertunjukan. Di bagian belakang ruang penonton, zona semi-publik mulai bergeser menjadi zona semi-private yang menjadi area backstage, sehingga mendukung kebutuhan performer dan memastikan alur kerja yang terpisah dari pengunjung. Sementara itu, area publik tetap ditempatkan di bagian depan bangunan untuk memudahkan akses dan mengatur alur kedatangan penonton secara jelas. Secara vertikal, semakin tinggi lantai bangunan, proporsi ruang publik semakin berkurang dan digantikan oleh ruang-ruang yang lebih privat dan teknis sesuai kebutuhan operasional. Pola ini menunjukkan adanya hierarki ruang yang teratur dari publik ke privat, baik secara horizontal maupun vertikal. Dengan rincian berupa:

(1) Deskripsi Lantai Dasar (Level 1) Harpa Concert Hall



Gambar 24 Denah Lantai Dasar Harpa Concert Hall

Sumber: (Harpa Concert Hall and Conference Centre / Henning Larsen Architects | ArchDaily, n.d.)

Lantai dasar Harpa berfungsi sebagai zona publik utama dan area transisi antara kota Reykjavík dan kompleks konser. Begitu pengunjung masuk, mereka langsung disambut oleh foyer luas dan atrium kaca yang memantulkan cahaya alami dari fasad geometri kristal rancangan Olafur Eliasson. Area ini berfungsi sebagai ruang temu, ruang tunggu, sekaligus sirkulasi menuju hall utama di atasnya.

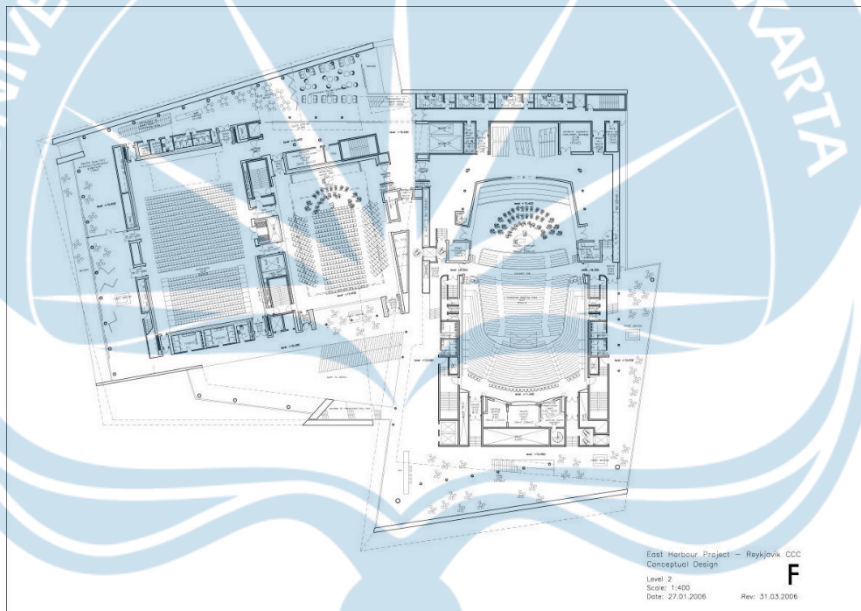
Di sisi timur foyer terdapat Kaldalón Auditorium, sebuah ruang konser kecil dengan kapasitas sekitar 165–195 orang. Auditorium ini memiliki tata ruang intim dengan tempat duduk berundak dan panggung multifungsi yang dapat digunakan untuk chamber musik, film, hingga presentasi. Kaldalón dilengkapi dengan ruang ganti (*dressing rooms*), toilet, dan shower, menjadikannya unit konser mandiri di lantai dasar. Ketinggian ruang ini mencapai sekitar 8 meter, memberi proporsi yang nyaman dan akustik terkendali.

Masih di lantai dasar, terdapat Flói, area luas sekitar 1.000 m² yang digunakan sebagai ruang pameran, resepsi, atau area transisi untuk penonton yang baru datang. Flói juga berhubungan langsung dengan ruang

publik lain seperti Norðurbryggja, sebuah area dengan pandangan langsung ke pelabuhan Reykjavík yang kerap digunakan untuk pameran seni atau acara informal.

Beberapa ruang rapat kecil (Ríma, Þríund, Ferund, dan Fimmund) juga terletak di lantai ini. Ríma dapat menampung sekitar 130 orang dan dapat dibagi menjadi dua ruangan terpisah, sedangkan ruang-ruang lainnya memiliki luas sekitar 200 m² dengan tinggi langit-langit antara 3 hingga 6 meter. Di sisi depan bangunan juga terdapat area restoran, kafe, dan toko souvenir, yang memperkuat fungsi komersial lantai dasar sebagai ruang publik yang terbuka (Conference and Concert Halls in Harpa., n.d.).

(2) Deskripsi Lantai 2 (Level 2) Harpa Concert Hall



Gambar 25 Denah Lantai 2 Harpa Concert Hall

Sumber: (Harpa Concert Hall and Conference Centre / Henning Larsen Architects | ArchDaily, n.d.)

Lantai kedua menampung ruang-ruang utama untuk acara skala menengah dan konferensi. Dua ruang terpenting di lantai ini adalah Silfurberg dan Norðurljós.

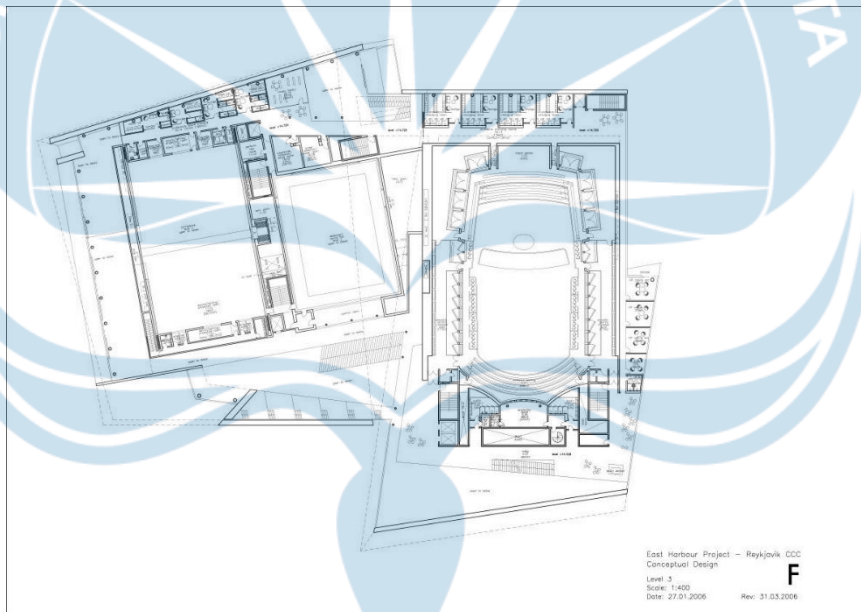
Silfurberg Hall memiliki luas sekitar 735 m² dan tinggi ruang 7,7 meter. Ruang ini bersifat fleksibel: dapat dibagi menjadi dua bagian (Silfurberg A dan B) melalui dinding geser akustik. Konfigurasi kursinya

dapat diubah dari teater ke banquet, memungkinkan fungsi ganda untuk konser, konferensi, dan gala dinner.

Norðurljós Hall sedikit lebih kecil (540 m²) dengan tinggi 9 meter. Ruang ini dirancang untuk pertunjukan musik ringan, teater kecil, dan acara budaya. Sistem pencahayaannya dapat disesuaikan untuk berbagai suasana, dan ruang ini juga dilengkapi dengan area backstage (Grænalón) yang menyediakan ruang ganti artis berkapasitas 2-10 orang per ruang.

Selain dua hall utama tersebut, terdapat ruang Eyri, yaitu area pameran terbuka seluas ±365 m² yang menghadap ke pelabuhan. Dari lantai ini pengunjung juga dapat mengakses tangga monumental menuju lantai atas yang menampung hall terbesar, Eldborg (*Conference and Concert Halls in Harpa*, n.d.).

(3) Deskripsi Lantai 3 (Level 3–6) Harpa Concert Hall

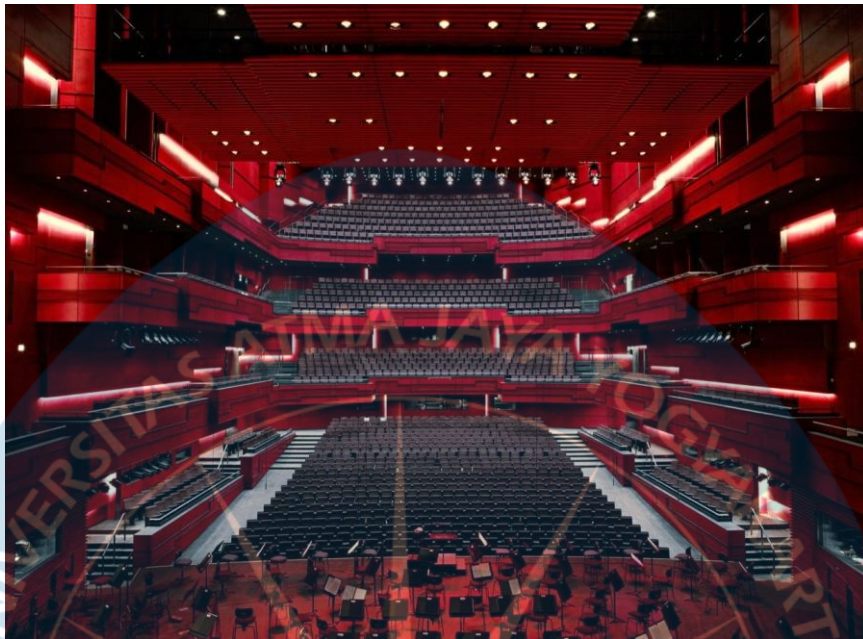


Gambar 26 Denah Lantai 3 Harpa Concert Hal

Sumber: (Harpa Concert Hall and Conference Centre / Henning Larsen Architects | ArchDaily, n.d.)

Mulai lantai tiga hingga enam, massa bangunan didominasi oleh Eldborg Hall, ruang konser utama Harpa. Eldborg adalah inti akustik dan visual dari seluruh kompleks sebuah ruang megah berwarna merah tua yang menyerupai interior gunung berapi (dari kata *Eldborg*, “benteng api”).

Ruang ini memiliki kapasitas maksimum ± 1.734 kursi, dengan variasi konfigurasi tergantung kebutuhan konser.



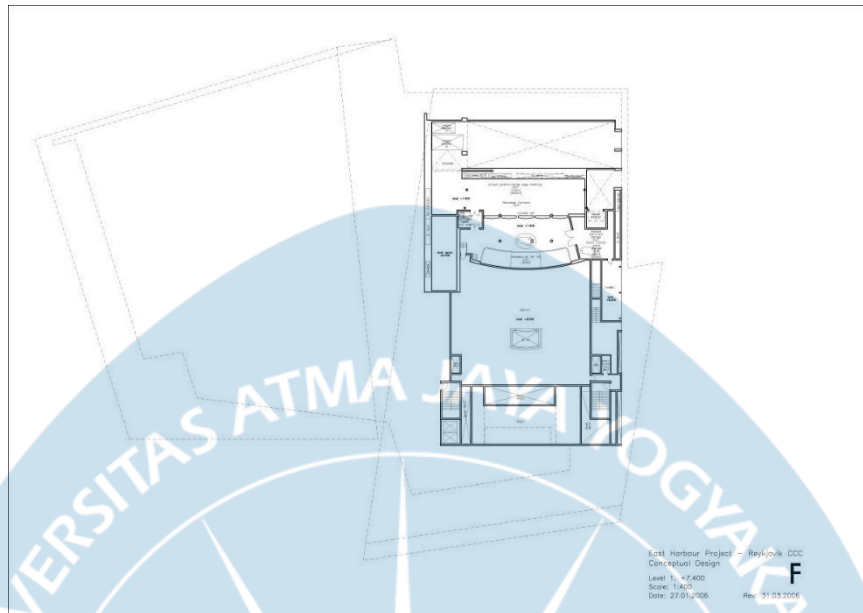
Gambar 27 Interior Eldborg Hall Harpa Concert Hall

Sumber: (Harpa Concert Hall and Conference Centre / Henning Larsen Architects | ArchDaily, n.d.)

Ruang ini memiliki volume besar ± 19 meter tinggi, dengan area panggung utama seluas $\pm 274 \text{ m}^2$ (dapat diperluas hingga $19 \times 17 \text{ m}$). Tata tempat duduknya terdiri dari empat tingkat balkon yang melingkari ruang utama, menciptakan suasana intim meskipun kapasitasnya besar. Bentuk ruang “shoebox-like” dengan sedikit ekspansi lateral memberi keseimbangan antara kejelasan dan kehangatan suara hasil kerja sama arsitek *Henning Larsen Architects* dan konsultan akustik *Artec Consultants Inc.*

Di sekeliling Eldborg terdapat berbagai ruang pendukung seperti ruang kontrol suara, ruang penyimpanan alat musik, ruang loading, dan akses vertikal untuk teknisi. Jalur backstage menghubungkan langsung ke area servis dan ruang ganti artis di Grænalón (lantai 2) (*Conference and Concert Halls in Harpa.*, n.d.).

(4) Deskripsi Lantai 4(Level 7–8) Harpa Concert Hall



Gambar 28 Denah Lantai 4 Harpa Concert Hall

Sumber: (Harpa Concert Hall and Conference Centre / Henning Larsen Architects | ArchDaily, n.d.)

Pada lantai tertinggi terdapat Háaloft, ruang acara eksklusif berukuran sekitar 200 m² dengan tinggi langit-langit ± 5 m. Háaloft digunakan untuk pertemuan kecil, resepsi pribadi, atau konser kamar dengan panorama spektakuler menghadap laut, pelabuhan, dan pegunungan Esja.

Selain Háaloft, terdapat juga Björtuloft, ruang resepsi dua lantai (± 407 m²) yang menjadi salah satu titik pandang terbaik di gedung ini. Ruang ini berfungsi untuk jamuan, pameran seni, atau acara korporat, dan memiliki fasad kaca penuh yang memanfaatkan pencahayaan alami sepanjang hari (Conference and Concert Halls in Harpa., n.d.).

3.10.3 Symphony Hall Birmingham

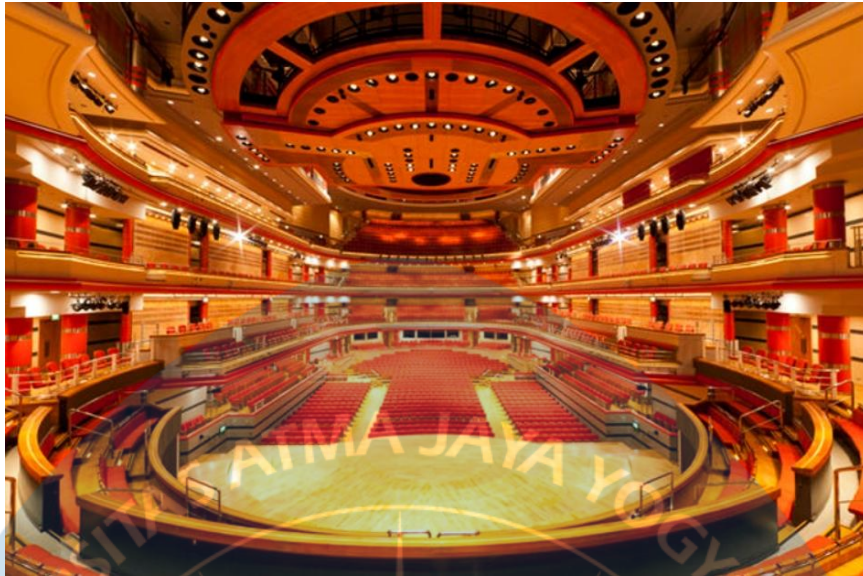


Gambar 29 Symphony Hall Birmingham

Sumber: (Symphony Hall, Birmingham – Penghargaan Desain Skotlandia 2022, *n.d.*)

- **Nama:** Symphony Hall
- **Lokasi:** Birmingham, Great Britain
- **Tahun berdiri:** 1991 mengalami renovasi pada 2021.
- **Arsitek perancang:** Percy Thomas Partnership, Renton Howard Wood Levin
- **Fungsi utama:** Concert Hall.

Symphony Hall Birmingham lahir dari ambisi besar Kota Birmingham untuk menghadirkan sebuah ruang konser yang bukan hanya berkelas dunia dari sisi akustika, tetapi juga memiliki kualitas arsitektur yang mampu menyamai kemegahan musik yang dimainkan di dalamnya. Sejak awal, proyek ini bukan dimaksudkan sebagai ruang pertunjukan biasa, melainkan sebagai karya yang menyatukan disiplin arsitektur, akustik, rekayasa, dan estetika dalam satu kesatuan utuh.



Gambar 30 Auditorium Symphony Hall, Birmingham

Sumber: (Symphony Hall, Birmingham – Penghargaan Desain Skotlandia 2022, *n.d.*)

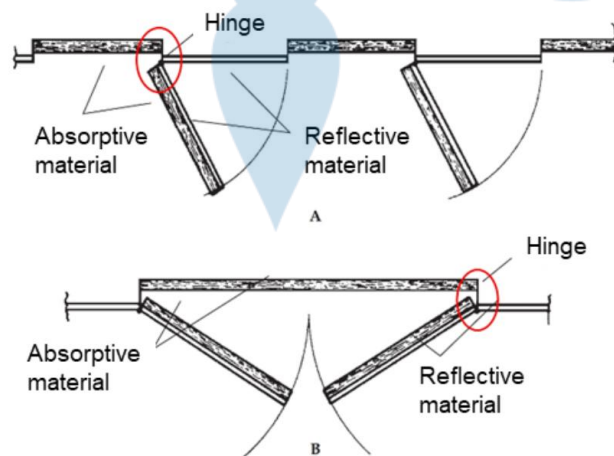
Salah satu gagasan besar dalam desain Symphony Hall adalah konsep “single space,” yaitu ruang konser tanpa proscenium arch yang memisahkan panggung dan penonton. Tanpa elemen pemisah itu, para musisi dan audiens berada dalam satu ruang yang sama, menciptakan hubungan visual dan akustik yang alami seperti pada gedung konser klasik. Namun keputusan ini memunculkan satu masalah: bagaimana membentuk “penutup” geometri ruang pada area depan panggung? Di sinilah lahir salah satu inovasi arsitektural paling menarik dari proyek ini sebuah bentuk berundak besar pada dinding depan panggung yang kemudian dikenal sebagai *The Cascade*. Bentuk ini berfungsi sebagai lanjutan dari volume ruang gema, menciptakan massa bertahap dari atas ke bawah yang tidak hanya penting untuk memperluas volume akustik, tetapi juga memberikan early reflection yang dibutuhkan musisi untuk mendengar diri mereka sendiri. Selain itu, *Cascade* menjadi elemen visual yang sangat kuat, membingkai panggung dengan kehadiran monumental seperti instrumen raksasa yang tergantung di depan ruang.



Gambar 31 Variable absorption Panel

Sumber: (Hyon & Jeong, 2021)²

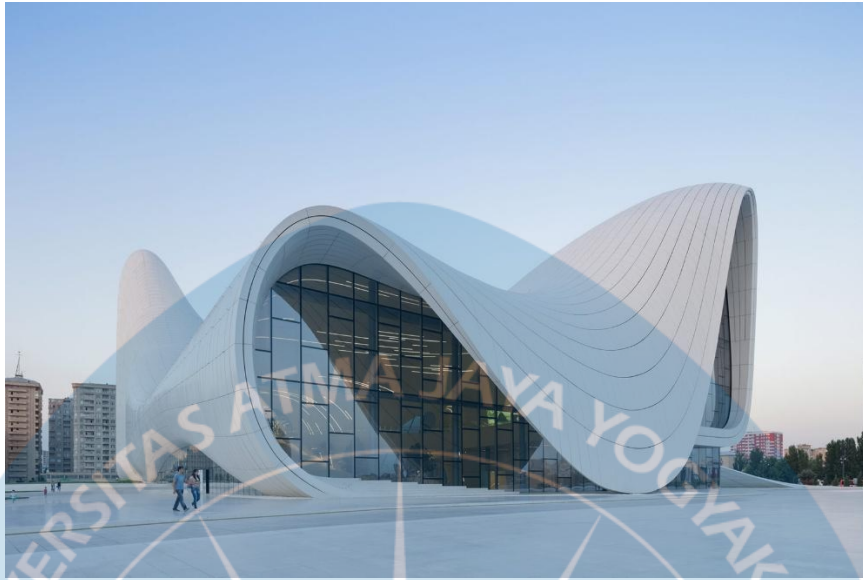
Selain itu dari segi akustik secara bergantian, panel penyerap suara digeser menjauh untuk memperlihatkan panel pemantul suara atau panel penyebar suara di belakangnya, dan digeser kembali ketika pantulan lebih disukai. Panel penyerap suara yang dapat dipindahkan yang dipasang di sepanjang dinding belakang balkon samping di Symphony Hall, Birmingham, UK. Ketika tidak digunakan, panel-panel tersebut ditempatkan di tempat penyimpanan dan dipindahkan ke aula di sepanjang rel yang dipasang di langit-langit untuk mengurangi gema. Skema lain menampilkan penyerap panel berengsel dua sisi atau penyerap panel yang berputar, di mana satu sisi bersifat pemantul dan sisi lainnya penyerap suara.



Gambar 32 sistem Variable absorption Panel

Sumber: (Hyon & Jeong, 2021)

3.10.4 Heydar Aliyev Cultural Center



Gambar 33 Heydar Aliyev Cultural Center

Sumber: (Heydar Aliyev Center / Zaha Hadid Architects | ArchDaily, n.d.)

- **Nama:** Heydar Aliyev Cultural Center
- **Lokasi:** Baku, Azerbaijan
- **Tahun berdiri:** 2013.
- **Arsitek perancang:** Zaha Hadid, Patrick Schumacher, Saffet Kaya Bekiroglu
- **Fungsi utama:** Pusat kebudayaan.

Desain Heydar Aliyev Center membangun hubungan yang berkelanjutan dan cair antara alun-alun di sekitarnya dan interior bangunan. Alun-alun, sebagai permukaan tanah; dapat diakses oleh semua orang sebagai bagian dari tatanan perkotaan Baku, muncul untuk menyelimuti ruang interior publik yang sama dan mendefinisikan urutan ruang acara yang didedikasikan untuk perayaan kolektif budaya Azeri kontemporer dan tradisional.



Gambar 34 Heydar Aliyev Cultural Center

Sumber: (Heydar Aliyev Center / Zaha Hadid Architects | ArchDaily, n.d.)

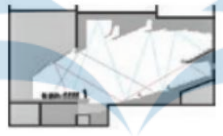
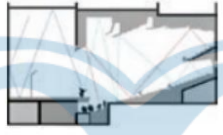
Formasi yang rumit seperti bergelombang, bifurkasi, lipatan, dan infleksi memodifikasi permukaan alun-alun ini menjadi lanskap arsitektur yang melakukan banyak fungsi: menyambut, merangkul, dan mengarahkan pengunjung melalui berbagai tingkat interior. Dengan gerakan ini, bangunan mengaburkan diferensiasi konvensional antara objek arsitektur dan lanskap perkotaan, selubung bangunan dan alun-alun perkotaan, sosok dan tanah, interior dan eksterior (Heydar Aliyev Center / Zaha Hadid Architects | ArchDaily, n.d.).



Gambar 35 Interior Auditorium Heydar Aliyev Cultural Center

Sumber: (Heydar Aliyev Center / Zaha Hadid Architects | ArchDaily, n.d.)

Dalam komposisi arsitektur ini, jika permukaannya adalah musik, maka jahitan di antara panel adalah ritme. Berbagai penelitian dilakukan pada geometri permukaan untuk merasionalisasi panel sambil menjaga kontinuitas di seluruh bangunan dan lanskap. Jahitan mempromosikan pemahaman yang lebih besar tentang skala proyek. Mereka menekankan transformasi berkelanjutan dan gerakan tersirat dari geometri fluidanya, menawarkan solusi pragmatis untuk masalah konstruksi praktis seperti manufaktur, penanganan, transportasi, dan perakitan; dan menjawab masalah teknis seperti mengakomodasi pergerakan karena defleksi, beban eksternal, perubahan suhu, aktivitas seismik, dan beban angin (Heydar Aliyev Center / Zaha Hadid Architects | ArchDaily, n.d.).

Activity	Configuration of coupled volume	Target RTs (s) at mid-frequencies
Conference		1.0 ~ 1.4
Concert		1.7 ~ 2.4
Opera		1.4 ~ 1.8

Gambar 36 Konfigurasi volume dan target Reverberation Time

Sumber: (Hyon & Jeong, 2021)

Dalam menghadapi tantangan untuk memenuhi persyaratan serbaguna ruangan, yaitu untuk konferensi, konser, dan opera. di mana ruang gema (reverberation rooms) digandengkan secara horizontal dengan auditorium utama, ruang gema di auditorium ini digandengkan secara vertikal dengan volume utama. Kemungkinan besar, baik akustisi maupun operator auditorium tidak ingin merusak desain interior unik Zaha Hadid dengan menerapkan pengaturan akustik variabel lainnya seperti spanduk dan tirai. Mencadangkan sejumlah volume tertentu di bagian atas

Auditorium Pusat Heydar Aliyev (di atas langit-langit di antara cangkang auditorium dan struktur utama) dan bukaan (aperture) dengan dimensi yang diinginkan adalah tindakan arsitektural yang akan memungkinkan desainer akustik untuk bekerja dengan ruang gandengan (coupled rooms). Permukaan ruang gandengan sebagian besar dibiarkan reflektif. Volume akustik ruangan diperkirakan 600 m^3 . Bukaan lubang berada di tengah permukaan bukaan dan memiliki luas sekitar 19 m^2 dengan lebar 2 m. Ukuran bukaan memiliki peran penting dalam menyeimbangkan distribusi waktu gema (reverberation time distributions) antara auditorium dan ruang gandengan. Pengalaman subjektif penonton karena lokasi ruang gema dipertanyakan di dalam auditorium ini (Hyon & Jeong, 2021).

