

Penerapan Prinsip Akustik Ruang Auditorium (Studi Kasus: Auditorium Gedung Kuliah Umum 1 Institut Teknologi Sumatera)

Verza Dillano Gharata ^{1*}, Widi Dwi Satria ², Rahmad Hidayat ³, Jinan Diva Calista ⁴,
Anisah Shafiyah Muchlas Bastari ⁵

¹²³⁴⁵ Program Studi Arsitektur, Jurusan Teknologi Infrastruktur dan Kewilayahan, Institut
Teknologi Sumatera

Email: verza.gharata@ar.itera.ac.id*

ABSTRAK

Auditorium pada umumnya digunakan untuk mengadakan pertemuan, pertunjukan, dan kegiatan lainnya dengan jumlah tertentu. Salah satu faktor yang menunjang kenyamanan sebuah auditorium adalah bunyi (akustik). Pada ruang Auditorium Gedung Kuliah Umum 1 Institut Teknologi Sumatera (GKU 1 ITERA) akan dilakukan studi kasus untuk melihat kualitas suara yang ada di auditorium ini. Dalam kenyamanan suara pada sebuah auditorium, tentunya terdapat beberapa elemen yang harus diperhatikan seperti material yang dipilih serta mebel yang ada pada auditorium. Selain itu, tinggi dan panjang bangunan akan mempengaruhi kualitas akustik suatu ruangan dikarenakan persebaran suaranya harus merata. Hal tersebut juga dapat dipertimbangkan untuk peletakan posisi pengeras suara pada ruangan. Data penelitian diambil menggunakan metode pengamatan langsung. Pengamatan tersebut meliputi jenis material yang digunakan, pengukuran dimensi dan jarak menggunakan laser meter, elemen arsitektur di dalamnya yang isinya melingkupi elemen dinding, lantai, plafon, jendela, dan furnitur. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, ada beberapa hal yang harus diperhatikan untuk meningkatkan kualitas suara pada auditorium, antara lain jumlah pengeras suara untuk peningkatan intensitas suara, penambahan bahan peredam agar tidak ada gema yang berlebihan, penempatan mebel yang harus dikoordinasikan lebih awal kepada pihak stakeholder yang terkait, dan juga perlu dilakukan simulasi akustik sehingga diperoleh waktu dengung yang sesuai standar untuk fungsi auditorium.

Kata kunci: Auditorium, Kualitas Akustik, Waktu Dengung,

ABSTRACT

Auditoriums are generally used to hold a certain number of meetings, performances, and other activities. One of the factors that support the comfort of an auditorium is sound (acoustics). In the Auditorium room of the Public Lecture Building 1 of the Sumatra Institute of Technology (GKU 1 ITERA) a case study will be carried out to see the sound quality in this auditorium. In terms of sound comfort in an auditorium, of course there are several elements that must be considered such as the material chosen and the furniture in the auditorium. In addition, the height and length of the building will affect the acoustic quality of a room because the sound distribution must be even. This can also be considered for placing the position of the speaker in the room. The research data was taken using the direct observation method. These observations include the type of material used, measurement of dimensions and distances using a laser meter, architectural elements in which the contents include elements of walls, floors, ceilings, windows, and furniture. Based on the research that has been done, there are several things that must be considered to improve the sound quality in the auditorium, including the number of loudspeakers to increase sound intensity, the addition of damping materials so that there is no excessive echo, the placement of furniture which must be coordinated in advance with relevant stakeholders. related, and it is also necessary to carry out acoustic simulations in order to obtain a standard reverberation time for the auditorium function.

Keywords: Auditorium, Acoustic Quality, Reverberation Time,

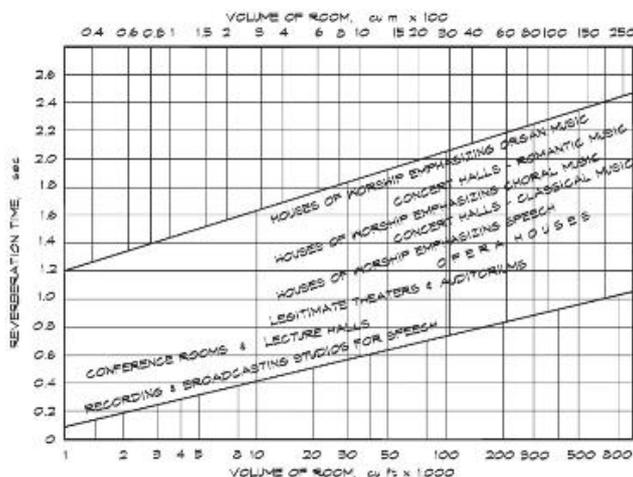
1. PENDAHULUAN

Institut Teknologi Sumatera (ITERA) adalah salah satu universitas negeri yang tengah mengalami perkembangan pesat di Kota Bandar Lampung. Setiap tahun, jumlah mahasiswa yang diterima di ITERA terus meningkat. Sejak didirikan pada tahun 2014, sudah hampir 5.740 mahasiswa diterima dalam 32 program studi [1]. Penambahan mahasiswa yang cukup banyak di setiap tahun harus diimbangi dengan penambahan fasilitas penunjang pendidikan. Institut Teknologi Sumatera saat ini mengalami perkembangan fisik bangunan yang cukup cepat. Contohnya seperti pembangunan gedung laboratorium, gedung perkuliahan baru, dan asrama mahasiswa [2]. Salah satu fasilitas yang harus dimiliki sebuah kampus adalah ruang Auditorium. Ruang Auditorium yang disediakan oleh Institut Teknologi Sumatera salah satunya terletak pada Gedung Kuliah Umum 1 (GKU 1).

Ruang Auditorium Gedung Kuliah Umum 1 Institut Teknologi Sumatera (GKU 1 ITERA) adalah bangunan atau ruangan yang berfungsi sebagai ruang untuk mengadakan pertemuan, pertunjukan, dan kegiatan lainnya dengan jumlah pengguna tertentu. Auditorium biasanya digunakan sebagai penunjang pendidikan formal dan non-formal yang ada di ITERA. Terdapat beberapa kegiatan yang biasanya dilaksanakan di Auditorium GKU 1 ITERA, yaitu pertunjukan kesenian, bidang olahraga, dan kegiatan seremonial seperti hari *dies natalis*, seminar, maupun *workshop*.

Menurut Ellizar (2018) menyatakan bahwa kenyamanan fisik suatu bangunan melibatkan aspek kenyamanan visual, termal dan akustik [3]. Kenyamanan akustik berkaitan dengan kebisingan dengan satuan decibel [4]. Kejelasan ucapan dalam kebisingan dipengaruhi oleh banyak hal dan faktor yang berbeda, baik pendengaran dan non pendengaran. Meskipun gangguan pendengaran *sensorineural* terutama ditandai dengan gangguan sensorik seperti peningkatan ambang batas dan distorsi sinyal pendengaran, ada juga banyak faktor kognitif yang mempengaruhi individu kemampuan untuk memahami pembicaraan, terutama di hadapan kebisingan latar belakang, gema, atau situasi yang membuat sulit untuk memahami pembicaraan lainnya [5]. Auditorium memerlukan kejelasan sumber suara agar maksud yang terkandung di dalam suara tersebut diterima dengan baik oleh pendengar (*speech intelligibility*). Doelle (1972) menyebutkan pengendalian akustik dalam arsitektur memiliki dua sasaran: (a) Memaksimalkan sumber bunyi yang diinginkan; dan (b) Peniadaan atau meminimalisir sumber bunyi yang tidak diinginkan[6].

Reverberation Time/waktu dengung adalah waktu yang dibutuhkan agar bunyi turun hingga 60 dB dalam satuan detik. Semakin lama bunyi gaung, maka aktivitas percakapan dalam suatu ruang akan semakin bias. Ruang Auditorium adalah salah satu ruangan yang memerlukan aktivitas pembicaraan yang jelas. Waktu dengung untuk ruangan Auditorium adalah berkisar 0,6 detik -0,8 detik [7].



Gambar 1. Nilai Waktu Dengung Optimum untuk Berbagai Macam Fungsi dan Volume Ruang pada Rentang Frekuensi Menengah (500-1000 Hz)

Sumber : Akustik Lingkungan [6]

Selain tidak nyaman bagi pengguna bangunan, akibat dari perencanaan akustik yang buruk menimbulkan kebisingan dari dalam dan luar ruangan. Kebisingan berlebih dari luar bangunan masuk ke dalam ruangan melalui proses transmisi. Kebisingan akan berdampak pada fisik dan psikologis manusia. Secara fisik kebisingan akan menimbulkan ketulian jika terpapar dalam jangka waktu yang lama (Tabel 1).

Tabel 1. Persyaratan Kesehatan Lingkungan Kerja mengenai Lama Paparan Kebisingan

Tingkat Keras (dB)	Lama Paparan Diijinkan/ Per Hari
82	16 jam
85	8 jam
88	4 jam
91	2 jam
97	1 jam
100	0,25 jam

Sumber : SK.405/Menkes RI/SK/XI/2002 [8]

Secara psikologis akan menimbulkan cemas, kurang konsentrasi, dan depresi. Sebuah studi kasus-kontrol besar di wilayah bandara internasional Frankfurt menunjukkan bahwa paparan kebisingan lalu lintas yang berlebih dari pesawat terbang, lalu lintas jalan raya, dan rel kereta api dapat menyebabkan depresi [9]. Ilmu Akustik adalah ilmu yang mengkaji semua gejala dan sifat bunyi. Awalnya, akustik banyak dipelajari dan dikembangkan dalam ilmu fisika saja. Namun, kini ilmu akustik dikaji dari berbagai bidang [10]. Dalam bidang arsitektur, akustik dikaji dalam arsitektural akustik.

Arsitektural Akustik adalah teknologi yang digunakan untuk merancang ruangan, struktur, dan konstruksi dalam suatu ruang tertutup, termasuk sistem mekanikal pendukungnya, dengan tujuan meningkatkan kualitas akustik di dalam suatu ruangan untuk keperluan seperti pidato, musik, atau gabungan keduanya [11]. Arsitektural Akustik mengarah pada usaha-usaha yang ditempuh untuk peningkatan kualitas bunyi agar penyebarannya merata, jelas, bulat, dan mantap. Perbaikan kualitas bunyi dalam ruangan dapat dilakukan dengan mempertimbangkan faktor-faktor berikut: tingkat kebisingan latar belakang yang sesuai baku, penyebaran bunyi secara merata dalam tingkat keras dan kejelasan yang cukup, waktu dengung yang sesuai, dan ketiadaan gema [12].

Dengan desain arsitektural yang baik, suara-suara yang diinginkan dapat dinikmati dengan sempurna oleh pendengarnya. Dan suara-suara yang tidak dikehendaki/yang mengganggu pendengaran dapat dihindari. *Audience* yang duduk pada jarak sekitar 12 m dari panggung bisa mendengarkan dengan baik bunyi asli/sumber bunyi. Sedangkan *audience* yang duduknya lebih dari 12 m membutuhkan bantuan pemantulan untuk dapat mendengar bunyi asli dengan lebih jelas (Tabel 2).

Tabel 2. Selisih Jarak Bunyi Asli dan Pantul Berpengaruh terhadap Kualitas Akustik Ruang

Selisih jarak tempuh bunyi	Kualitas Pemantulan
Kurang dari 8,5m	Baik untuk percakapan dan musik
8,5m – 12,2 m	Baik untuk percakapan tetapi kurang baik untuk musik
12,2 m- 15,2 m	Kurang baik untuk keduanya
15,2 m – 20,7 m	Tidak baik
Lebih dari 20,7 m	Muncul Echo yang dapat memburkan bunyi asli dan bunyi pantul

Sumber : Akustika Bangunan (2006) [13]

2. METODOLOGI

Penelitian ini bersifat eksplanatori dan bertujuan untuk menjelaskan hubungan sebab akibat antara dua variabel atau lebih. Peneliti menguji hipotesis dengan mengontrol variabel yang mungkin mempengaruhi hasil dan dengan mengumpulkan data yang dapat diukur secara numerik.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah studi kasus. Pendekatan studi kasus ini menganalisis suatu kasus atau contoh tertentu secara mendalam untuk memahami fenomena atau konsep yang lebih luas.

2.1 Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah pengamatan terhadap ruang Auditorium yang berada di lantai empat Gedung Kuliah Umum 1 Institut Teknologi Sumatera. Sampel data diambil ketika Auditorium sedang digunakan untuk penyelenggaraan *workshop* oleh Program Studi Arsitektur Lanskap Institut Teknologi Sumatera sehingga *layout* ruang yang digunakan dalam penelitian mengikuti kebutuhan kegiatan tersebut.

Pada tahap awal penelitian, peneliti melakukan pengumpulan data mengenai ukuran bangunan, mebel, dan kapasitas pengguna berdasarkan hasil survei. Pada tahap pengumpulan data, peneliti mengukur luas bangunan, ketinggian plafon, serta jumlah dan jenis mebel di dalamnya. Peneliti menggunakan alat berupa meteran laser (gambar 2).



Gambar 2. Alat Meter Laser

Sumber : Hasil Survei, 2023

Pada tahap selanjutnya, peneliti melakukan analisa dan diskusi mengenai kualitas akustik yang dicapai oleh pengguna berdasarkan hasil observasi. Peneliti juga melaksanakan tinjauan persebaran bunyi pada ruang berdasarkan sumber suara yang ada pada ruang auditorium. Pada tahap akhir penelitian didapatkan identifikasi elemen elemen yang mempengaruhi kualitas akustik pada ruang auditorium. mendapatkan konfigurasi ruang yang baik untuk menjadi sebuah ruang auditorium.

2.2 Metode Analisis Data

Metode analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah menggunakan analisis kuantitatif. Penelitian kuantitatif adalah suatu proses menemukan pengetahuan yang menggunakan data berupa angka sebagai alat menganalisis keterangan mengenai apa yang ingin kita ketahui [14]. Analisis ini banyak disajikan dengan angka dalam teknik mengumpulkan data di lapangan.

Analisis penerapan prinsip akustik dalam ruangan auditorium GKU Institut Teknologi Sumatera menggunakan teori prinsip-prinsip pokok dari Arsitektural akustik dari Egan (1988), yaitu volume ruang, bentuk dan proporsi ruang, *finishing*, *layout audience* (elevasi lantai, jarak dari sumber suara ke *audience*), susunan tempat duduk dan perabot lain, dan perlakuan khusus (reflektor gantung, penyerap resonan, *diffuser*) [15].

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Bentuk dan Proporsi Ruang Auditorium

Ruang auditorium yang dijadikan objek dalam penelitian ini berada di Gedung Kuliah Umum 1 Institut Teknologi Sumatera. Sampai dengan tahun 2023, Institut Teknologi Sumatera memiliki total 8 auditorium. Di setiap gedung perkuliahan di Institut Teknologi Sumatera memiliki auditorium di lantai paling atas. Dalam satu gedung perkuliahan umumnya terdapat dua auditorium. Gedung Kuliah Umum 1 sering digunakan untuk perkuliahan mata kuliah umum seperti Agama, Bahasa Inggris, Matematika, Pengantar Komputer, dan lain-lain. Ruang auditorium Gedung Kuliah Umum 1 sangat membantu selain untuk proses perkuliahan umum dalam skala sedang-besar, ruang auditorium bisa digunakan untuk pertunjukan kesenian, bidang olahraga, dan kegiatan seremonial seperti hari *dies natalis*, seminar, maupun *workshop*.



Gambar 3. Gedung Kuliah Umum 1 Institut Teknologi Sumatera
Sumber : Hasil Survei, 2023

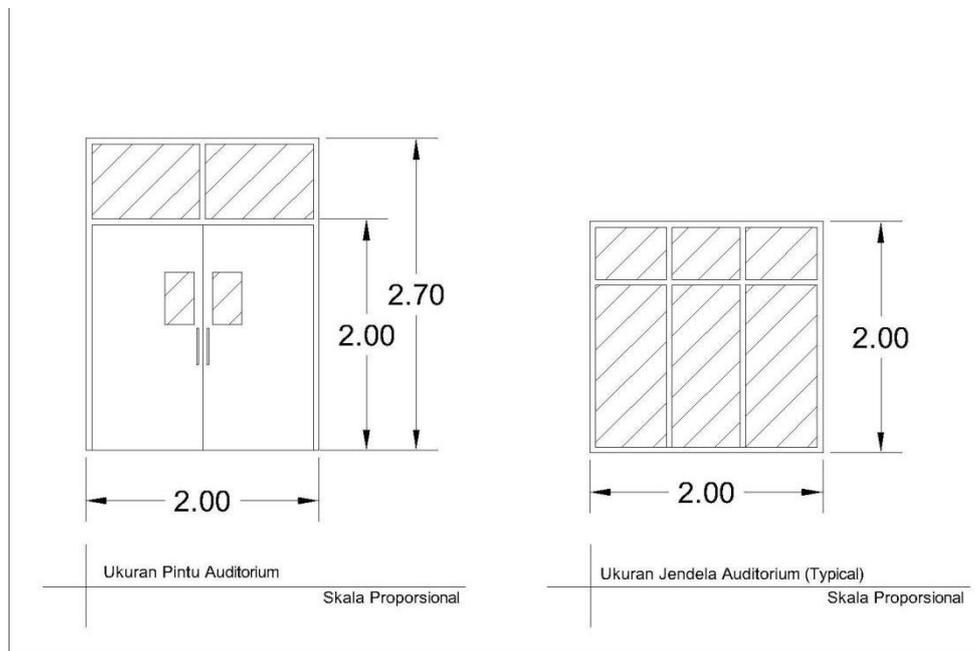
Bentuk gubahan massa gedung kuliah umum 1 Institut Teknologi Sumatera berbentuk kotak. Secara umum bentuk tersebut hampir sama dengan gedung-gedung kuliah di Institut Teknologi Sumatera. Namun pada gedung kuliah umum 1 Institut Teknologi Sumatera pada bagian atas bangunan terdapat tambahan atap perisai yang dibawahnya merupakan ruang auditorium 1 ini (Gambar 3). Desain atap perisai khusus di gedung kuliah umum 1 ini awalnya dirancang untuk pemantulan suara merata untuk semua *audience*.



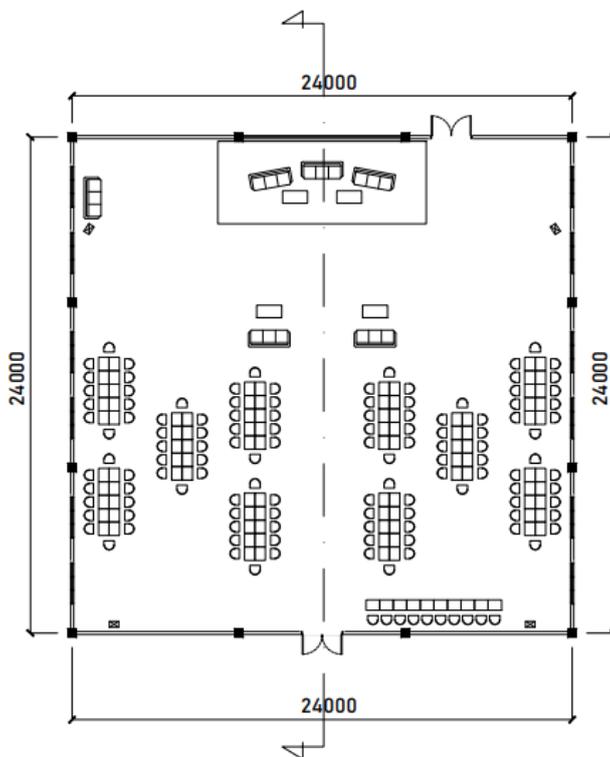
Gambar 4. Ruang Auditorium Gedung Kuliah Umum 1 Institut Teknologi Sumatera
Sumber : Hasil Survei, 2023

Ruang Auditorium 1 ini memiliki bentuk kotak dan plafon yang mengerucut ke atas sesuai dengan atap perisai gedung kuliah umum 1. Dari hasil pengukuran di lapangan didapatkan dimensi ruang Auditorium 1 ini adalah panjang 24 meter dan lebar 24 meter. Ruang auditorium ini memiliki 12 jendela. Masing-masing jendela dengan ukuran *typical* masing-masing adalah panjang 2 meter, dan

tinggi 2 meter. Terdapat 1 pintu dalam ruang auditorium ini dengan ukuran panjang 2 meter, dan tinggi 2,7 meter (Gambar 5) . Kemudian dari data pengukuran langsung di lapangan, peneliti mengolah dimensi ruangan menjadi sebuah denah skematik seperti yang terlihat pada gambar 6.



Gambar 5. Gambar Ukuran Pintu dan Jendela Tipikal di Ruang Auditorium GKU 1 Itera
Sumber : Hasil Survei, 2023



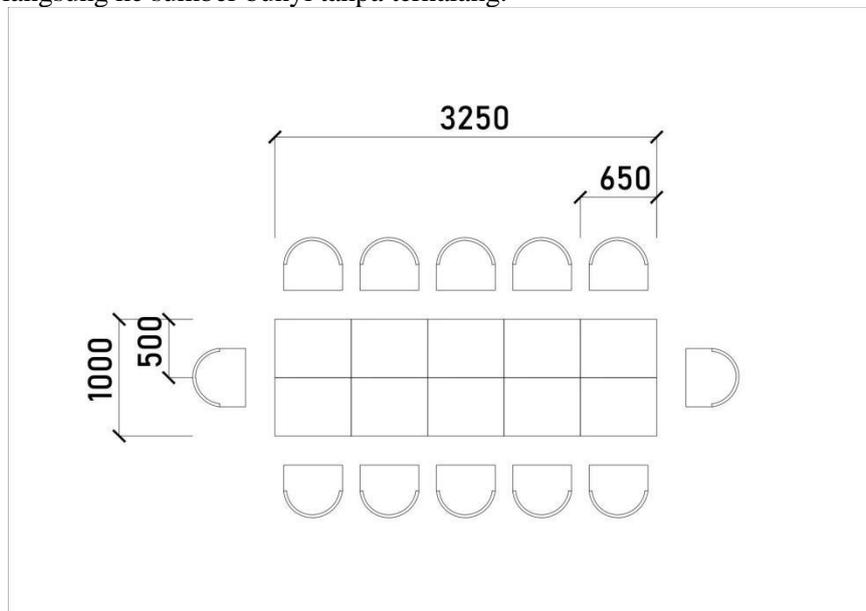
Gambar 6. Denah Ruang Auditorium GKU 1 Institut Teknologi Sumatera
Sumber : Hasil Survei, 2023

3.2. Pengaturan Kursi audience

Pada ruang kelas Auditorium GKU 1 Institut Teknologi Sumatera ini terdapat 214 meja, 230 kursi, dan 6 sofa yang dapat digunakan oleh mahasiswa, dosen, tenaga pendidik, dan panitia kegiatan *workshop*. Layout kursi diatur membentuk persegi panjang dengan 2 kursi saling berhadapan. Setiap kelompok mahasiswa dalam kegiatan *workshop* berisi 12 kursi dan 10 meja yang saling berhadapan (lihat gambar 7).

Di barisan depan Auditorium GKU 1 Institut Teknologi Sumatera ini terdapat 6 buah sofa yang digunakan oleh tamu penting dan dosen Insitut Teknologi Sumatera dalam acara *workshop* ini. Ukuran Sofa secara umum sama yaitu dengan panjang 190 cm dan lebar 75 cm. Terdapat 2 area meja kelompok *workshop* di dalam ruang auditorium. Pada sisi kiri auditorium yang berisi 5 kelompok mahasiswa kegiatan *workshop* dan pada sisi kanan auditorium yang berisi 5 kelompok mahasiswa kegiatan *workshop*. Pada sisi kanan auditorium ada tambahan 10 pasang meja dan kursi untuk panitia *workshop*. Pada bagian depan auditorium terdapat 6 sofa dan 3 meja yang digunakan oleh dosen, tamu penting *workshop*, dan pembicara *workshop* (lihat gambar 6). Jarak meja antar kelompok kegiatan *workshop* adalah 1 meter.

Penyusunan *layout* seperti ini tidak efektif untuk kegiatan belajar mengajar/seminar/*workshop*, karena saat melihat dan mendengar informasi dari pembicara *workshop*, *audience* akan merasa tidak nyaman secara visual karena harus memiringkan kepala atau menggeser kursi sehingga dapat melihat pembicara *workshop* berbicara dengan baik. Namun pada sesi *workshop* yang dimana terdapat kegiatan saling berdiskusi dan kegiatan langsung *workshop* disini terlihat susunan meja lebih baik dikarenakan antara peserta kegiatan *workshop* dapat melihat langsung dan berhadapan langsung. Pada ruang yang membutuhkan kualitas akustik yang baik seperti auditorium, kelas idealnya *audience* berada di tempat duduk yang menguntungkan baik dalam hal visual dan kejelasan berbicara, sehingga disarankan arah duduk mahasiswa seharusnya diatur menghadap langsung ke arah pembicara *workshop*. Selain itu, desain lantai disarankan memiliki kemiringan sehingga secara visual mahasiswa dapat melihat langsung ke sumber bunyi tanpa terhalang.



Gambar 7. Layout Kursi dan Meja Ruang Auditorium GKU 1

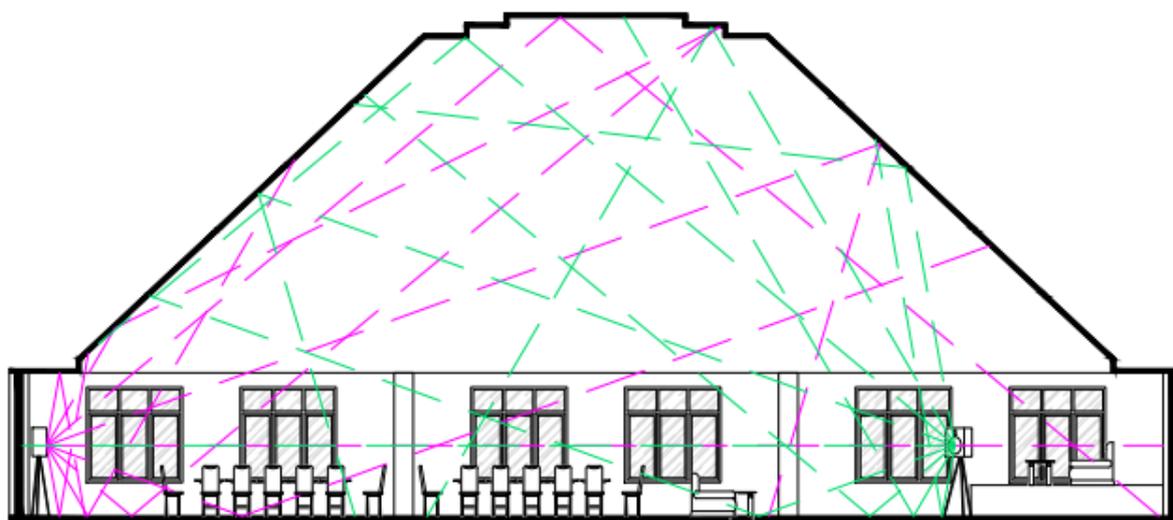
Sumber : Hasil Survei, 2023

3.3. Jarak Sumber Suara dengan audience

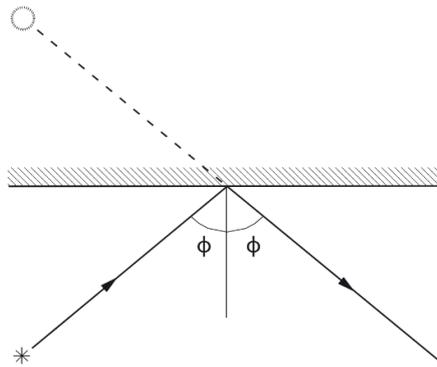
Berdasarkan hasil analisa simulasi pola penyebaran suara di auditorium GKU 1 Institut Teknologi Sumatera, persebaran suara pada Auditorium GKU 1 ITERA secara umum sudah cukup merata (Gambar 8). Sudut pantul pada distribusi suara secara vertikal disimulasikan dengan teori sudut

suara datang dan sudut yang dipantulkan sama (Gambar 9). Dalam simulasi distribusi suara secara vertikal, terdapat beberapa area yang kurang maksimal dalam menerima suara. Area yang kurang maksimal distribusi pantulan suara secara vertikal adalah area depan (area C) dan beberapa area A. Masalah ini dapat diselesaikan dengan *redesign* bentuk plafon dan juga bisa menggunakan plafon akustik. Sedangkan untuk distribusi secara horizontal, hampir semua area menerima suara. Diperkirakan suara akan diterima secara merata setelah bunyi mengenai titik pantul sebanyak dua hingga tiga kali. Namun karena bentuk ruangan auditorium berbentuk persegi maka dari hasil simulasi ditemukan ada berkas suara yang dipantulkan dinding kembali ke sumber suara, sehingga menimbulkan gaung. Hal ini dapat diselesaikan dengan menggunakan panel dinding yang berbentuk gerigi (tidak lurus) atau penggunaan panel akustik. Menurut Christina (2008), selisih jarak bunyi 8,5 meter-12,2 meter merupakan jarak yang paling ideal antar sumber bunyi dan pendengar [13]. Dalam hal ini jarak ini ideal untuk percakapan bukan untuk kegiatan musik. Fungsi dan kegiatan-kegiatan di Auditorium GKU 1 Institut Teknologi Sumatera ini lebih mengutamakan kejelasan suara dibandingkan fungsi untuk musik.

Pada gambar 9, terlihat jarak sumber bunyi ke titik C dimana disana terdapat sofa untuk tamu penting *workshop* yang memiliki jarak sekitar 6 meter dari sumber bunyi. Sehingga untuk titik C sendiri masih jelas dapat mendengarkan percakapan pemateri (sumber bunyi) secara alami. Titik A diisi oleh peserta *workshop*. Titik A memiliki jarak 10 meter dari sumber bunyi sehingga masih dalam jarak yang cukup ideal untuk percakapan. Percakapan dalam kegiatan ini meliputi percakapan diskusi antar peserta *workshop*, dan percakapan diskusi antar pemateri *workshop* dan peserta *workshop*. Pada titik B yang dimana masih ada peserta *workshop* dalam jangkauan ini, jarak antara sumber bunyi adalah 17,5 meter. Sehingga pada titik B sudah tidak ideal untuk percakapan antara pemateri *workshop* dan peserta *workshop* dengan suara alami. Kekurangan tersebut diminimalisir dengan penggunaan *speaker* pada ujung-ujung ruangan sehingga suara masih dapat terdengar di titik A dan titik B.

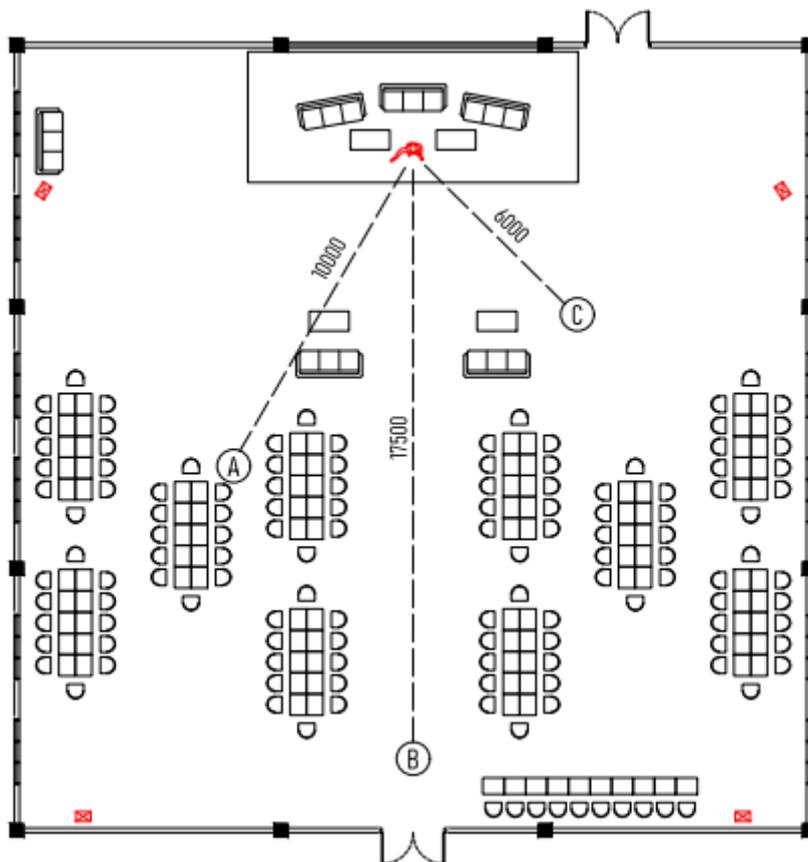


Gambar 8. Potongan Auditorium dan Pola Penyebaran Suara di Auditorium GKU 1 ITERA
Sumber : Hasil Survei, 2023



Gambar 9. Sudut Suara Datang dan Sudut yang Dipantulkan Sama

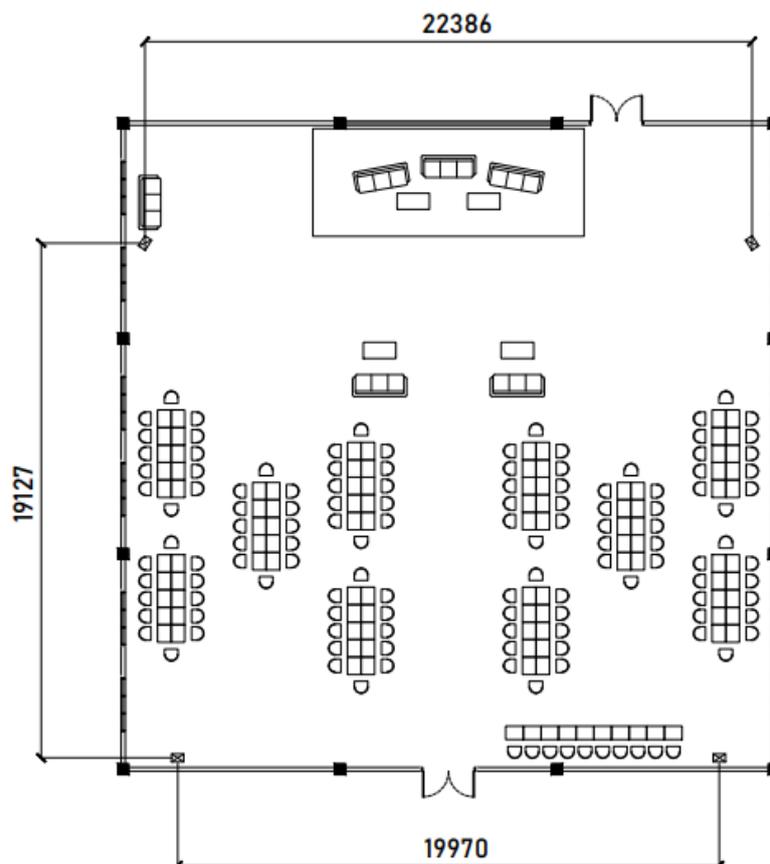
Sumber : Acoustics and Architectural Design (2010) [16]



Gambar 10. Jarak Sumber Bunyi ke Audience

Sumber : Hasil Survei, 2023

Bunyi dari penguas suara tidak boleh tertangkap oleh mikrofon agar tidak terjadi *feedback* (suara mendengung). Posisi mikrofon perlu diluar cakupan bunyi penguas suara. Dalam hal ini, posisi mikrofon berubah-ubah karena menyesuaikan fungsi kegiatan ketika pengambilan sampel, namun biasanya posisi mikrofon berada di atas panggung (Gambar 10). Pada saat dilakukan pengamatan langsung ketika *workshop* berlangsung, suara yang tersebar melalui *speaker* paling depan juga turut tertangkap oleh mikrofon sehingga menimbulkan *feedback*. Namun penempatan *speaker* pada bagian belakang (dekat pintu utama) turut membantu memberikan kejelasan suara pada peserta *workshop* yang duduk di area belakang (bagian B). Secara umum, persebaran bunyi pada Auditorium GKU 1 ITERA masih kurang baik.



Gambar 11. Posisi dan Jarak antar Pengeras Suara pada Auditorium GKU 1
 Sumber : Hasil Survei, 2023

Berdasarkan Satwiko (2008), penempatan pengeras suara dalam Auditorium GKU 1 ITERA menggunakan tipe tersebar (*distributed*), yaitu rangkaian pengeras suarta berada di sekitar ruangan dengan ketinggian rendah [17]. Tipe ini digunakan untuk mengutamakan kejelasan bunyi ketimbang arah bunyi, mengingat fungsi ruang ketika pengambilan sampel sebagai area *workshop*.

Posisi pengeras suara pada Auditorium GKU 1 ITERA memiliki jarak terjauh sebesar 22,386 meter serta jarak terdekat sebesar 19,127 meter (Gambar 11).

Jarak distribusi antar-pengeras suara menurut Egan (1988) dengan studi kasus Auditorium GKU 1 ITERA.

$$s = 1,4 \times (h-1,2) \text{ m}$$

$$s = 1,4 \times (10,525-1,2) \text{ m}$$

$$s = 13,055 \text{ m}$$

Berdasarkan perhitungan di atas, jarak antar-pengeras suara yang ideal sebesar 13,055 meter. Sehingga posisi pengeras suara eksisting dapat dinilai kurang baik karena memiliki jarak yang melebihi jarak ideal.

3.4. Desain Ketinggian Plafon

Egan menyatakan bahwa kekerasan (*loudness*) ditentukan berdasarkan volume ruangan, peredaman bunyi, serta bentuk sisi depan ruangan [15]. Plafon dalam perencanaan arsitektur merupakan salah satu bagian dari estetika ruangan yang didukung dengan teknik pencahayaan yang baik. Selain dari segi estetika, plafon juga merupakan elemen pemantul bunyi yang akan berpengaruh pada pola penyebaran suara di dalam ruang.



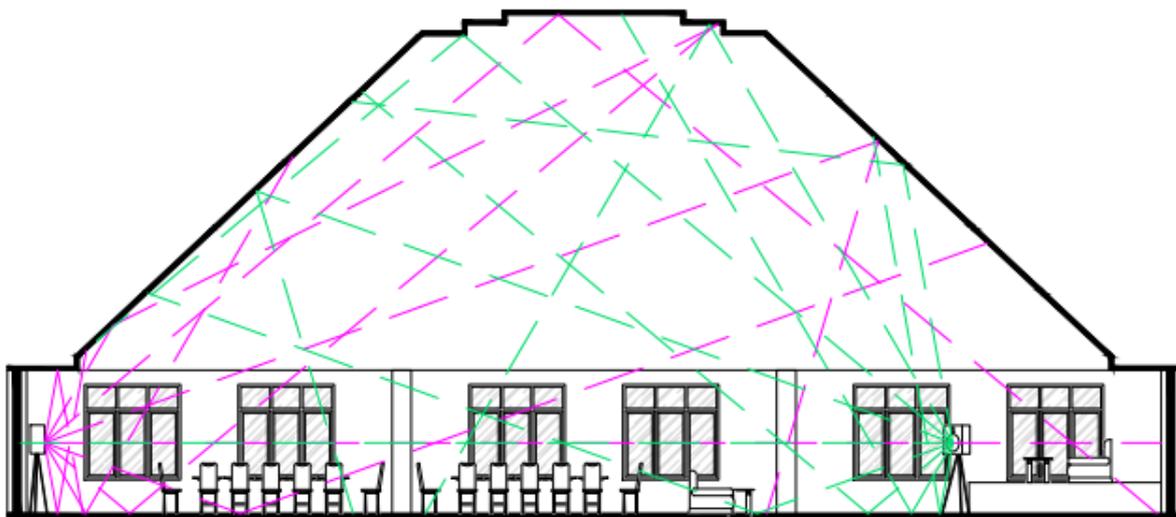
Gambar 12. Foto Bentuk Plafon Ruang Auditorium GKU 1

Sumber : Hasil Survei, 2023

Material plafon pada ruang Auditorium GKU 1 Institut Teknologi Sumatera seluruhnya menggunakan elemen plafon gypsum. Namun berbeda dengan desain plafon ruangan pada umumnya di Institut Teknologi Sumatera, desain plafon ruang auditorium GKU 1 ini memiliki desain yang tinggi di tengah dengan cekungan berbentuk menyerupai sebuah perisai (Gambar 12). Hal ini tentu berpengaruh pada pemantulan bunyi pada ruangan yang lebih baik daripada plafon yang tidak berbentuk dan datar/rata. Jarak plafon perlu ditempatkan dengan ketinggian yang sesuai, sehingga pantulan suara tepat sampai. Plafon yang terlalu tinggi menyebabkan pantulan suara tidak tepat sasaran dan bunyi menjadi gema (*echo*) karena pantulan suara yang berkepanjangan.

Ketinggian langit-langit yang ideal umumnya memiliki rasio $1/3$ hingga $2/3$ dari lebar ruangan. Ruangan besar seperti ruang auditorium menggunakan rasio yang rendah. Jika lebar ruangan auditorium GKU 1 Institut Teknologi Sumatera ini adalah 24 meter maka ketinggian langit-langit yang ideal adalah sekitar 8 meter. Ketinggian plafon Auditorium GKU 1 Institut Teknologi Sumatera adalah 10 meter sehingga sedikit lebih tinggi dari ketinggian plafon yang disarankan.

Plafon berbentuk kubah pada ruang Auditorium GKU 1 Institut Teknologi Sumatera berbentuk trapesium sama kaki ditambah bentuk persegi pada bagian paling atas kubah. Luas 1 sisi trapesium sama kaki adalah $150,2\text{m}^2$. Luas plafon yang berbentuk persegi adalah 64 m^2 . Sehingga jika diakumulasikan luas total plafon ruang auditorium GKU 1 Institut Teknologi Sumatera adalah $664,8\text{ m}^2$.



Gambar 13. Potongan Pemantulan Suara Ruang Auditorium GKU 1

Sumber : Hasil Survei, 2023

Hasil simulasi penyebaran suara pada ruang auditorium GKU 1 Institut Teknologi Sumatera dapat dilihat pada gambar 13. Dari hasil simulasi tersebut, ditemukan suara cukup menjangkau beberapa area di tempat duduk audience. Dapat disimpulkan pada elemen desain ketinggian plafon, ruang auditorium 1 GKU Institut Teknologi Sumatera cukup baik. Hal ini juga didukung dengan penggunaan pengeras suara/ speaker pada beberapa titik ruang auditorium sehingga suara dapat menjangkau setiap titik tempat duduk *audience*.

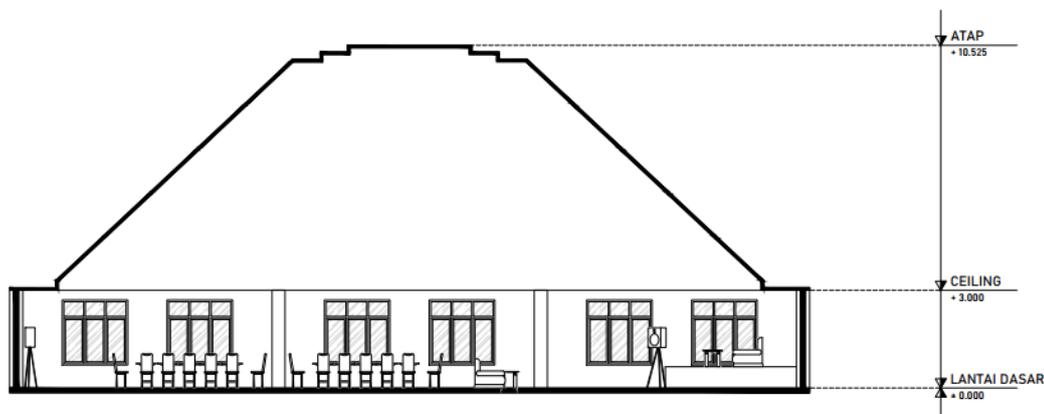
3.5. Material Akustik Interior

Gedung GKU 1 Institut Teknologi Sumatera memiliki massa bangunan berbentuk kotak. Bentuk ruangan Auditorium GKU 1 Institut Teknologi Sumatera juga memiliki bentuk kotak dengan atap menyerupai kubah. Dari bentuk ruangan tersebut secara visual, ruangan dirancang untuk kebutuhan akustik yang baik. Tetapi selain bentuk ruangan, diperlukan juga pemilihan material akustik untuk mendukung kebutuhan akustik yang lebih baik. Pemilihan material akustik harus dipikirkan oleh perancang dengan pertimbangan terhadap reaksi *absorption* dan *reflection* yang dihasilkan oleh sifat bunyi/suara. Ketika material yang digunakan pada sebuah ruangan tidak mampu menyerap serta memantulkan suara dengan baik maka akan menimbulkan cacat akustik berupa gaung, gema, dan pemantulan dengan waktu tunda yang lama [18].

Pada ruang Auditorium GKU 1 Institut Teknologi Sumatera tidak ditemukan material absorpsi ataupun reflektor pada permukaan dinding. Akibat dari tidak ada perancangan material tersebut, terkadang suara akan terdengar bergema atau bergaung. Hal ini tentu dapat mengganggu proses percakapan di dalam ruangan, termasuk di dalamnya kegiatan workshop, pengajaran yang biasa dilakukan di dalam ruangan ini. Material kursi di dalam GKU Institut Teknologi Sumatera ini adalah kursi metal tanpa kain sehingga kursi tidak dapat berfungsi sebagai penyerap bunyi. Material plafon GKU 1 Institut Teknologi Sumatera menggunakan gypsum. Sebaiknya menggunakan material akustik yang dapat memantulkan suara secara merata pada plafon untuk penyebaran suara yang lebih baik. Pada permukaan lantai masih menggunakan lantai keramik biasa berukuran 50cm x 50cm tanpa ada lapisan yang bersifat *absorber*.

3.6. Kemiringan Lantai audience

Lantai ruang yang membutuhkan penanganan akustik yang baik umumnya disarankan memiliki kemiringan maksimal 1:8 atau kemiringan maksimal 7,125 derajat. Ruang Auditorium Gedung GKU 1 Institut Teknologi Sumatera tidak memiliki kemiringan (Gambar 14). Hal ini akan berdampak pada audience di tengah dan paling belakang memiliki kesulitan dalam hal visual dan kenyamanan mendengar (jika tidak memakai pengeras suara). Namun karena ruang auditorium GKU 1 Institut Teknologi Sumatera menggunakan *speaker* maka kejelasan dalam mendengar cukup baik namun secara visual tetap terganggu. Masalah visual juga dikurangi dengan penggunaan panggung portabel untuk pembicara/pemateri *workshop*.



Gambar 14. Potongan Ruang Auditorium GKU 1 Institut Teknologi Sumatera

Sumber : Hasil Survei, 2023

3.7. Waktu Dengung Tanpa audience

Berikut Tabel 3 yang berisi data waktu dengung pada ruang Auditorium gedung GKU 1 Institut Teknologi Sumatera, dengan kondisi tidak ada *audience*.

Tabel 3. Perhitungan Waktu Dengung Auditorium tanpa audience

No	Elemen	Bahan	Koefisien Serapan Bunyi (α)	Luas (S), M^2	$S\alpha$
1	Plafon	Papan Gypsum, setebal 1/2 "	0,04	664,8	26,59
2	Dinding	Batu Bata (Dicat)	0,02	288	5,76
		Kaca	0,12	48	5,76
		Pintu Kayu	0,08	5,4	0,43
3	Lantai	Keramik (50cm x50cm)	0,01	576	5,76
4	Furniture	Kursi Metal	0,22	57,5	12,65
		Sofa	0,60	8,55	5,13
		Meja Kayu	0,06	69,55	4,17
5	Total ($\Sigma S\alpha$)				66,25

Sumber : Hasil Analisa (2023)

Waktu dengung (*Reverbration Time*) ruang Auditorium tanpa *audience* :

$$\begin{aligned}
 RT &= 0,16V / \Sigma S\alpha \\
 &= 0,16 \times 5094 / 66,25 \\
 &= 12,3 \text{ s}
 \end{aligned}$$

3.8. Waktu Dengung Dengan audience

Berikut Tabel 4 yang berisi data waktu dengung pada ruang Auditorium gedung GKU 1 Institut Teknologi Sumatera, dengan kondisi ada *audience*.

Tabel 4. Perhitungan Waktu Dengung Auditorium dengan audience

No	Elemen	Bahan	Koefisien Serapan Bunyi (α)	Luas (S), M^2	$S\alpha$
1	Plafon	Papan Gypsum, setebal 1/2 "	0,04	664,8	26,59
2	Dinding	Batu Bata (Dicat)	0,02	288	5,76
		Kaca	0,12	48	5,76
		Pintu Kayu	0,08	5,4	0,43
3	Lantai	Keramik (50cm x50cm)	0,01	576	5,76
4	Furniture	Kursi Metal	0,22	57,5	12,65
		Sofa	0,60	8,55	5,13
		Meja Kayu	0,06	69,55	4,17
5	audience	Peserta <i>Workshop</i> berpakaian tidak formal duduk di kursi	0,84	148	124,32
5	Total ($\Sigma S\alpha$)				190,57

Sumber : Hasil Analisa (2023)

Waktu dengung (*Reverbration Time*) ruang Auditorium dengan *audience* :

$$\begin{aligned}
 RT &= 0,16V / \Sigma S\alpha \\
 &= 0,16 \times 5094 / 190,57 \\
 &= 4,2 \text{ s}
 \end{aligned}$$

4. SIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis pada penelitian kali ini, untuk mendapatkan kualitas akustik pada ruang yang sudah ada ialah memperbaiki kualitas akustik di sepanjang permukaan yang menyebabkan cacat bunyi. Kemiringan lantai pada auditorium tidak dapat diubah karena pada dasarnya ruang auditorium ini adalah ruang serbaguna. Pada lantai Auditorium GKU 1 ITERA, dibutuhkan karpet pada seluruh permukaan lantai, serta penambahan peredam suara atau dinding akustik pada sisi dinding Auditorium GKU 1 ITERA untuk menghindari gema di sekitar ruang dan menghindari *feedback*. Selain itu diperlukan plafon akustik yang lebih memadai untuk meningkatkan kualitas akustik ruangan. Untuk itu diperlukan simulasi melalui *software* untuk mendapatkan kualitas akustik yang baik dengan biaya yang relatif murah dan waktu yang lebih singkat. Simulasi *software* ini diperlukan sebelum menata ruang yang memerlukan treatment akustik yang baik.

Terdapat beberapa kendala yang didapatkan saat melaksanakan penelitian, diantaranya : 1) Kesulitan mendapatkan jumlah suara langsung yang dibutuhkan penonton. 2) Mebel yang mudah dipindahkan membuat dibutuhkan tinjauan lebih lanjut berdasarkan kegiatan yang berlangsung di dalamnya.

Secara umum, sumber pengeras suara perlu ditingkatkan jumlahnya agar bunyi dapat tersebar dengan rata dan audience dapat menerima bunyi langsung (sebelum mengenai titik pantul) agar intensitas bunyi tidak berkurang. Peningkatan jumlah material peredam pada lantai dan dinding juga perlu ditingkatkan sesuai peningkatan jumlah pengeras suara untuk menghindari gema. Jika memang ruangan ini ditujukan untuk kualitas akustik yang baik perlu ada pengurangan jumlah jendela kaca *single glass* atau mungkin pergantian jendela kaca menjadi *double glass* sehingga suara tidak mengalami transmisi melalui celah-celah jendela. Proses transmisi ini juga masih bisa ditemukan dari celah-celah *sealant* jendela yang kurang rapat dan celah pintu utama auditorium GKU 1 Institut Teknologi Sumatera.

Waktu dengung pada ruang Auditorium GKU 1 Institut Teknologi Sumatera adalah 4,2 detik- 12,3 detik. Hasil tersebut sangat jauh dari standar waktu dengung untuk ruang Auditorium yang berkisar 0,6 detik – 0,8 detik. Sehingga dari temuan ini diharapkan ruang Auditorium GKU 1 Institut Teknologi Sumatera dapat ditingkatkan untuk *treatment* akustik dan simulasi *software* sehingga pengguna ruang auditorium dapat lebih nyaman dalam mendengar dan juga dalam hal melihat (visual)

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini didukung oleh Prodi Arsitektur dan Jurusan Teknik Infrastruktur dan Kewilayahan (JTIK) Institut Teknologi Sumatera.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Kustiani and A. S. Munarwoh, “Studi Evaluasi Pasca Huni Ditinjau dari Aspek Fungsional pada Bangunan Asrama Mahasiswa Putra (TB2) Institut Teknologi Sumatera (ITERA),” *J. Arsit. UBL*, vol. 10, no. Januari, pp. 07–18, 2020.
- [2] I. Oktaviani, M. Asril, Y. Aryanti, and S. S. Leksikowati, “A Systematic Survey of Plant Biodiversity Study Within the Land of Institut Teknologi Sumatera (ITERA),” *J. Sci. Appl. Technol.*, vol. 2, no. 1, 2019, doi: 10.35472/281474.
- [3] E. Ellizar, “Implementasi Teori Pencahayaan, Termal dan Kebisingan Terhadap Kenyamanan Ruang Ibadah Pada Mesjid Al Safar Di Rest Area Km. 88 Purwakarta.,” *J. ARJOUNA*, vol. 02, no. 02, 2018.

- [4] A. Furqoni, E. Prianto, A. B. Sardjono, and G. Hardiman, "Redesain Ruang Ibadah Masjid Agung Pati," *J. RUAS (Review Urban. Archit. Stud.)*, vol. 20, no. 2, 2022, doi: 10.21776/ub.ruas.2022.020.02.4.
- [5] C. W. Miller, E. K. Stewart, Y. H. Wu, C. Bishop, R. A. Bentler, and K. Tremblay, "Working memory and speech recognition in noise under ecologically relevant listening conditions: Effects of visual cues and noise type among adults with hearing loss," *J. Speech, Lang. Hear. Res.*, vol. 60, no. 8, pp. 2310–2320, 2017, doi: 10.1044/2017_JSLHR-H-16-0284.
- [6] L. L. Doelle, *Akustik Lingkungan*. Jakarta: Erlangga, 1993.
- [7] Y. A. Sabtalistia, "Perbaikan Waktu Dengung Ruang Kuliah dengan Optimalisasi Model Ruang dan Jenis Material," *PAWON J. Arsit.*, vol. IV, no. 1, pp. 65–76, 2020.
- [8] Peraturan Pemerintah RI, *KEPUTUSAN MENTERI KESEHATAN REPUBLIK INDONESIA NOMOR 1405/MENKES/SK/XI/2002 TENTANG PERSYARATAN KESEHATAN LINGKUNGAN KERJA PERKANTORAN DAN INDUSTRI*. 2002.
- [9] C. Baudin, M. Lefèvre, P. Champelovier, J. Lambert, B. Laumon, and A. S. Evrard, "Aircraft noise and psychological ill-health: The results of a cross-sectional study in France," *Int. J. Environ. Res. Public Health*, vol. 15, no. 8, 2018, doi: 10.3390/ijerph15081642.
- [10] Y. Oktaviani, A. Syahrani, and M. Jupitasari, "Tuturan Keinterogatifan Bahasa Bugis Wajo' Isolek Di Padang Tikar: Kajian Fonetik Akustik," *J. Elektron. WACANA Em.*, vol. 10, no. 1, pp. 45–53, 2021, doi: 10.25077/we.v10.i1.158.
- [11] H. Sutanto, *Prinsip-prinsip Akustik dalam Arsitektur*. Yogyakarta: Kanisius, 2015.
- [12] C. E. Mediastika, *Material Akustik Pengendali Kualitas Bunyi pada Bangunan*. Yogyakarta: Andi Offset, 2009.
- [13] C. E. Mediastika, *Akustika Bangunan: Prinsip-prinsip dan Penerapannya di Indonesia*. Jakarta: Erlangga, 2006.
- [14] A. F. Djollong, "Tehnik Pelaksanaan Penelitian Kuantitatif (Technique of Quantitative Research)," *Istiqlah' J. Pendidik. dan Pemikir. Islam*, vol. 2, no. 1, pp. 86–100, 2014, [Online]. Available: <https://jurnal.umpar.ac.id/index.php/istiqlah/article/view/224>.
- [15] M. D. Egan, *Architectural Acoustics*. New York: McGraw-Hill, 1988.
- [16] M. Barron, *Auditorium Acoustics and Architectural Design*, 2nd ed. London: Spoon Press, 2010.
- [17] P. Satwiko, *Fisika Bangunan*. Yogyakarta: Andi Offset, 2009.
- [18] V. D. Gharata, W. D. Satria, and W. Arminda, "Penerapan Kualitas Akustik pada Ruang Kelas Studio Arsitektur (Studi Kasus: Kelas Studio Gambar Laboratorium Teknik 2, Institut Teknologi Sumatera)," *J. Arsit. TERRACOTTA*, vol. 4, no. 2, p. 123, 2023, doi: 10.26760/terracotta.v4i2.8545.