

Perbaikan Akustik Ruang Gereja St. Aloysius Gonzaga, Sleman Yogyakarta

Frengky Benediktus Ola¹, Nimas Sekarlangit², Adiana Hemas Desira³

^{1,2,3}Departemen Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Atma Jaya Yogyakarta

E-mail: ¹frengky.ola@uajy.ac.id, ²nimas.sekarlangit@uajy.ac.id, ³adianahemasd@gmail.com

Abstrak

Studi ini mengidentifikasi dua masalah utama pada akustik ruang: pencegahan suara yang tidak diinginkan dan pengkondisian suara yang diinginkan pada ruang ibadah Gereja St. Aloysius Gonzaga, Mlati, Sleman. Hasil studi dengan metode simulasi pada model eksisting menunjukkan bahwa kondisi eksisting memiliki nilai RT60 yang jauh dari standar acuan, dengan nilai STI bervariasi antara 46% hingga 61%. Dua opsi perbaikan diajukan; opsi pertama berfokus pada modifikasi material tanpa mengubah bentuk ruang, menghasilkan peningkatan signifikan pada nilai RT60 dan STI. Opsi kedua, yang mencakup perubahan bentuk plafon dan penggunaan material lebih sedikit, menunjukkan hasil lebih merata dalam nilai STI tetapi belum memenuhi standar RT60. Meskipun opsi pertama mungkin terdengar lebih baik dalam kualitas akustik yang ingin dicapai, opsi kedua lebih mudah dan ekonomis untuk diimplementasikan. Berdasarkan pertimbangan teknis dan non-teknis, Pastor Paroki dan komite pembangunan gereja mempertimbangkan untuk membuat keputusan terakhir tentang opsi perbaikan mana yang harus diadopsi. Studi ini menekankan peran pentingnya perencanaan kualitas ruang akustik dalam mendukung kegiatan ibadah dan komunikasi dalam gereja.

Kata kunci: akustik ruang, gereja Katolik, perbaikan akustik, kualitas ruang, simulasi

Abstract

This study identified two main problems in room acoustics: prevention of unwanted sound and conditioning of desired sound in the worship space of St. Aloysius Gonzaga Church, Mlati, Sleman. The results of the study with the simulation method on the existing model show that the existing conditions have RT60 values that are far from the reference standard, with STI values varying between 46% and 61%. Two improvement options were proposed; the first option focused on material modification without changing the shape of the space, resulting in significant improvements in RT60 and STI values. The second option, which included changing the shape of the ceiling and using fewer materials, showed more even results in STI values but fell short of meeting the RT60 standard. While the first option may sound better in terms of the acoustic quality to be achieved, the second option is easier and more economical to implement. Based on technical and non-technical considerations, the Parish Priest and the church building committee considered making the final decision on which improvement option to adopt. This study emphasizes the important role of acoustic space quality planning in supporting worship and communication activities within the church.

Keywords: room acoustics, Catholic church, acoustic improvement, room quality, simulation

1. PENDAHULUAN

Pada pelaksanaan ibadah gereja Katolik terdapat sebuah tata aturan dan runtutan pelaksanaan ibadah yang dikenal dengan sebutan Liturgi. Pada liturgi gereja Katolik semua penyelenggara dan peserta ibadah dapat mengambil bagian dalam kegiatan peribadatan sesuai dengan porsinya. Kegiatan peribadatan dipimpin oleh seorang Pastor dan dibantu oleh beberapa petugas misa yaitu; ajudah yang membantu pemimpin misa dalam melaksanakan liturgi-liturgi yang hanya dilakukan oleh pemimpin misa, lektor yang bertugas sebagai pembaca kitab suci,

pemazmur sebagai soloist antar bacaan. Selain itu juga terdapat petugas-petugas yang berkewajiban sebagai pembawa kidung-kidung nyanyian dan petugas pembawa persembahan umat, dan tentunya yang terakhir adalah umat itu sendiri [1].

Pada tata perayaan gereja Katolik ada saat dimana kegiatan didominasi oleh nyanyian solo, nyanyian oleh petugas koor, dan nyanyian yang dilakukan bersama dengan umat. Adapun saatnya kegiatan didominasi oleh vokal tunggal, dan vokal bersama-sama. Dapat dilihat bahwa dalam tata Liturgi gereja Katolik yang kaitannya dengan akustika ruang memiliki rentang fungsi yang sangat lebar mulai dari vokal tunggal hingga nyanyian (musik) secara massal. Selain dari keterlibatan pelaku kegiatan, kesakralan dari tiap-tiap tahap kegiatan juga menjadi perhatian dalam pelaksanaan kegiatan [2]. Puncak dari segala kegiatan peribadatan dan iman Katolik adalah saat Liturgi Ekaristi, saat puncak dimana dibutuhkan ketenangan jiwa dan raga untuk berjumpa dan berkomunikasi dengan Tuhan [3].

Dalam penanganan akustik ruang, selalu dimulai dengan bagaimana usaha desain yang dapat dilakukan untuk mengurangi kebisingan dari luar sampai mendekati batas kebutuhan yang disarankan, insulasi suara yang baik diperlukan untuk menghindari pengaruh suara yang mengganggu selama kegiatan penyembahan dan meditasi serta pada saat tertentu dapat memberikan privasi dan kepercayaan diri, barulah kemudian dilakukan optimalisasi akustik ruang peribadatan sesuai dengan kebutuhan akustika ruang [4]. Pada penataan akustik ruang ibadah khususnya Gereja Katolik jika dikaitkan dengan tata peribadatan gereja, perlu memperhatikan beberapa saran diantaranya; suara yang didengar sebaiknya adalah suara yang terkesan alami dan mampu ditangkap dengan baik dalam kondisi vokal (berbicara) atau dalam kondisi bernyanyi secara massal (musik), selain itu juga terbentuknya lingkungan akustik yang mampu memberikan kesan meruang sehingga terjalin koneksi antar umat dalam kaitannya dengan fungsi gereja sebagai tempat berkumpul seiman [4][5].

Pengukuran kualitas kondisi eksisting menunjukkan nilai waktu dengung pada frekuensi tengah sebesar 2,57 – 2,65 detik. Volume ruangan gereja sebesar 3500 m³. Untuk volume ruangan sebesar itu, standar nilai waktu dengung untuk fungsi gereja adalah sebesar 1,2 sampai 1,5 detik untuk frekuensi tengah. Untuk frekuensi bawah membutuhkan nilai waktu dengung yang lebih tinggi. Sedangkan waktu dengung untuk frekuensi atas disarankan memiliki nilai yang sama atau lebih rendah dari frekuensi tengah. Kondisi kualitas akustik ruang yang jauh dari standar acuan membutuhkan upaya perbaikan lewat perencanaan perbaikan elemen pembentuk ruang.



Gambar 1. Hasil pengukuran kualitas akustik ruang kondisi eksisting
Sumber: Data lapangan, 2024

2. METODE

Mengatasi karakteristik akustik ruang dapat dicapai dengan berfokus pada tiga elemen: komposisi bentuk interior, pemilihan bahan, dan posisi sistem penguat suara. Dalam studi ini, penekanannya hanya pada pemilihan bahan dan penempatan sistem penguat suara. Perbaikan pada faktor bentuk ruang akan berpengaruh pada karakter bangunan membutuhkan biaya yang lebih besar sehingga tidak menjadi prioritas analisis untuk perbaikan kualitas akustik ruang [6].

Dua hal yang perlu diperhatikan terkait akustik ruangan adalah pencegahan suara yang tidak diinginkan (*unwanted sound*) dan pengkondisian suara yang diinginkan (*wanted sound*). Mengurangi suara yang tidak diinginkan berkaitan dengan bagaimana eksterior ruangan diperlakukan, karena ini adalah komponen utama bangunan yang berinteraksi dengan kebisingan dari lingkungan luar. Sebaliknya, pengkondisian suara yang diinginkan melibatkan pengaturan ruang di dalam bangunan [7].

Desain akustik area ibadah gereja akan dilakukan melalui pengukuran lapangan dan teknik simulasi dengan menggunakan komputer dan perangkat lunak. Pengukuran lapangan membantu mengetahui kualitas akustik ruang saat ini, sehingga dapat menjadi tolak ukur perbaikan. Menggunakan perangkat lunak desain berbasis simulasi secara signifikan menguntungkan dalam menurunkan biaya desain jika dibandingkan dengan pendekatan uji coba yang mengharuskan pembelian produk/bahan akustik untuk pengujian di dalam bangunan. Material akustik biasanya memiliki karakteristik yang unik, yang sering kali menghasilkan biaya yang lebih tinggi. Selain itu, menggunakan teknik simulasi untuk desain akustik dapat menghasilkan efisiensi waktu desain yang lebih besar.

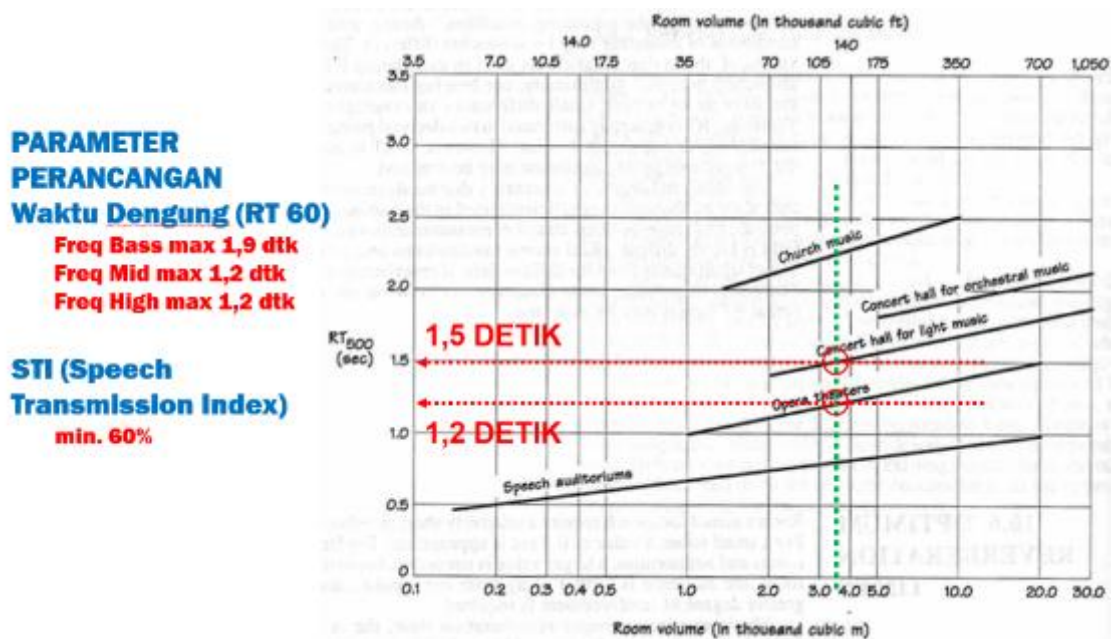
Prosedur untuk mendesain akustik ruang ibadah gereja terdiri dari tiga tahap utama: 1) mengidentifikasi secara spesifik permasalahan yang ada melalui pengukuran lapangan, 2) menyimulasikan dan menganalisis akustik ruangan dengan mempertimbangkan kualitas akustik dan konsep desain interior, dan 3) membuat gambar desain skematik dan tiga dimensi. Seluruh proses ini akan ditinjau, disusun, dan dipresentasikan kepada Pastor Paroki dan komite pembangunan gereja untuk memastikan adanya saling pengertian antara perencana dan pemilik, serta untuk menjaga transparansi selama proses berlangsung.

Desain akustik area ibadah gereja akan dieksekusi menggunakan perangkat lunak *Computer Aided Drawing* (CAD) untuk meningkatkan pemahaman tentang kondisi saat ini dan untuk memodelkan ruang interior yang ada. Untuk desain lingkungan akustik, perangkat lunak *CATT Acoustic* akan digunakan untuk menilai jumlah bahan akustik yang diperlukan dan dampaknya terhadap kualitas suara di dalam ruang. Umat gereja menghadapi masalah pendengaran yang tidak jelas selama hafalan yang diucapkan, terutama dalam liturgi yang tidak menyertakan nyanyian, sehingga hasil yang diinginkan adalah meningkatkan kejelasan hafalan yang diucapkan oleh pastor dan petugas misa.

Standar waktu dengung untuk sebuah ruang dapat dinilai dengan melihat volume atau tujuan penggunaannya. Volume yang lebih besar umumnya menghasilkan waktu dengung yang lebih lama, bahkan ketika perlakuan akustik ruang diterapkan [8]. Musik dengan melodi yang panjang, seperti genre klasik, membutuhkan waktu dengung yang lebih lama dibandingkan dengan musik yang bertempo lebih cepat seperti pop. Sebaliknya, komunikasi lisan dan aktivitas serupa mendapat manfaat dari waktu gema yang lebih pendek daripada musik. Untuk tujuan yang berhubungan dengan ucapan, waktu gema 1,2 detik direkomendasikan, sedangkan fungsi musik ringan sebaiknya 1,5 detik [9]. Nilai referensi dianggap sebagai kisaran, bukan angka tertentu, karena tujuan ruang tersebut mencakup kegiatan pidato dan musik. Keseimbangan dalam hasil harus dicapai untuk menghindari pengorbanan salah satu aktivitas.

Peningkatan dalam kejelasan kualitas pengucapan dapat dinilai dengan indikator nilai D-50 (diukur pada 50ms) dan nilai STI (*Speech Transmission Index*). Definisi mengacu pada proporsi suara awal sehubungan dengan total energi suara dan dinyatakan sebagai persentase, yang berfungsi sebagai metrik untuk kejelasan dialog atau ucapan [6]. Kejernihan pengucapan ucapan juga berkorelasi negatif dengan waktu dengung (RT) ruangan. STI berfungsi sebagai ukuran untuk menilai bagaimana sistem transmisi suara berdampak pada kejelasan ucapan. Untuk

memastikan komunikasi manusia yang jelas, nilai STI minimum yang direkomendasikan untuk ruang ibadah, seperti gereja, berkisar antara 0,45 hingga 0,75 (cukup hingga baik), dengan mempertimbangkan tujuan ruangan untuk kegiatan pidato dan musik [10]. Upaya untuk meningkatkan akustik ruang akan berkonsentrasi pada peningkatan kejelasan komunikasi lisan bagi mereka yang mendengarkan. Oleh karena itu, variabel atau parameter yang akan dianalisis meliputi nilai waktu dengung (RT60), nilai STI, dan D-50. Pengukuran akan dilakukan di berbagai titik di dalam area audien. Nilai yang diperoleh di lokasi-lokasi tersebut akan dibandingkan dengan hasil simulasi perbaikan dan standar kualitas akustik yang telah ditetapkan untuk ruangan tersebut. Pengukuran akan dilakukan pada ketinggian 1,1 meter, yang sejajar dengan ketinggian rata-rata telinga orang dewasa saat duduk. Selain menilai titik pengukuran tertentu, evaluasi menyeluruh terhadap area penonton juga akan dilakukan. Penekanan analisa nilai hasil simulasi yang akan dibandingkan adalah pada frekuensi 500 Hz dan 1 kHz yaitu frekuensi suara manusia (pidato). Meskipun demikian pengamatan pada rentang frekuensi keseluruhan juga perlu dilakukan agar tidak mengorbankan fungsi musik.

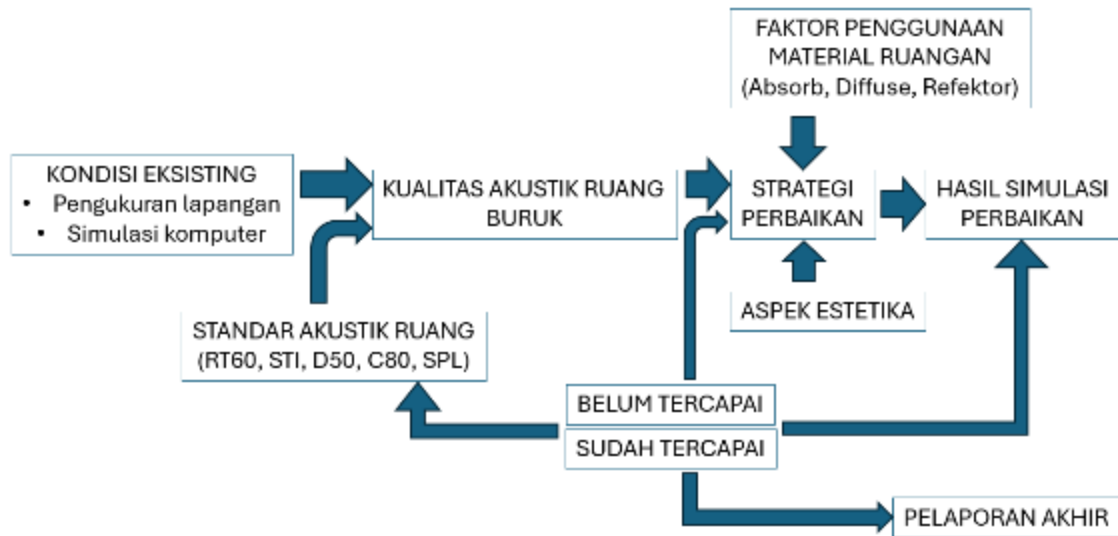


Gambar 2. Rujukan nilai waktu dengung sesuai fungsi ruang
 Sumber: Analisis Tim Perencana, 2022 (grafik- Thorburn, 2008)

Tabel 1. Rujukan kualitas akustik ruang untuk gereja St. Aloysius Gonzaga - Mlati

Variabel ukur	Nilai rujukan
Waktu dengung 500 Hz (RT60)	1.2 – 1.5 detik
Waktu dengung 2 – 4 kHz (RT60)	1.2 – 1.5 detik
Waktu dengung 125 – 250 Hz (RT60)	1.7 – 1.9 detik
Speech Transmission Indeks (STI)	60%
Clarity (C80)	0-8

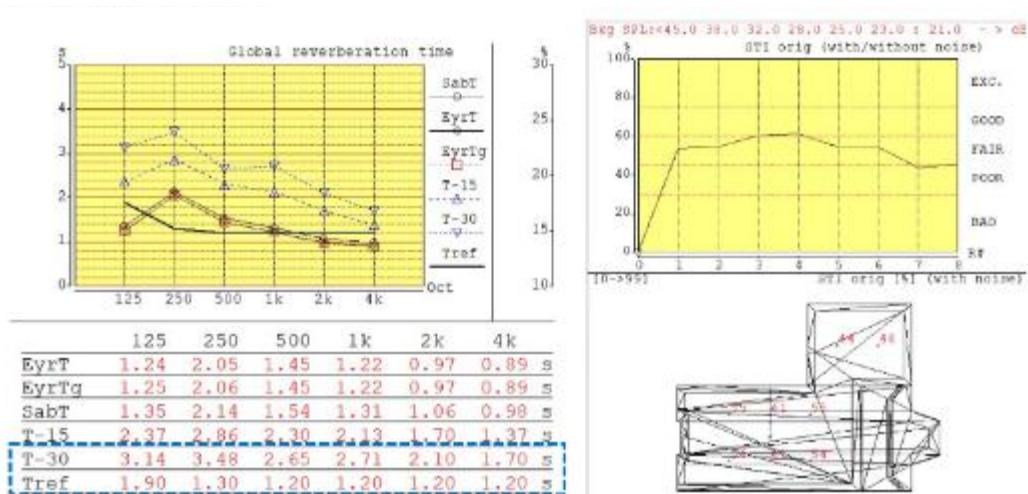
Analisis temuan akan dilakukan dengan membandingkan hasil dari simulasi model peningkatan desain dengan standar kualitas akustik ruangan. Perbandingan akan difokuskan pada parameter akustik yang relevan untuk setiap fungsi, termasuk waktu dengung (RT), nilai D-50, dan nilai STI. Nilai optimal di antara parameter-parameter tersebut akan dipilih sebagai solusi desain yang diinginkan, yang kemudian akan direpresentasikan melalui gambar desain skematik dan visualisasi 3 dimensi. Alur pikir tahapan kerja dapat dilihat pada Bagan 1.



Bagan 1. Alur pikir tahapan kerja.
Sumber: Penulis, 2024

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Studi simulasi dilakukan pada model eksisting untuk kemudian dijadikan sebagai *baseline* untuk melihat peningkatan kualitas yang dicapai dari opsi-opsi perbaikan. Strategi perbaikan mempertimbangkan beberapa aspek; 1) mengurangi bidang flat pada ruang dalam dengan strategi perubahan bentuk elemen pembentuk ruang atau memperkasar permukaan bidang ruang. 2) menggunakan kombinasi material pemecah energi bunyi (*diffuser*) dan material penyerap energi bunyi. 3) menggunakan kombinasi material serap panel, berpori dan penyerap berlubang. 4) pertimbangan berat material yang digunakan juga diperlukan karena struktur bangunan yang sudah tua. Pertimbangan di atas kemudian menghasilkan dua opsi perbaikan.



Gambar 3. Hasil simulasi kondisi eksisting
Sumber: Hasil simulasi, 2024

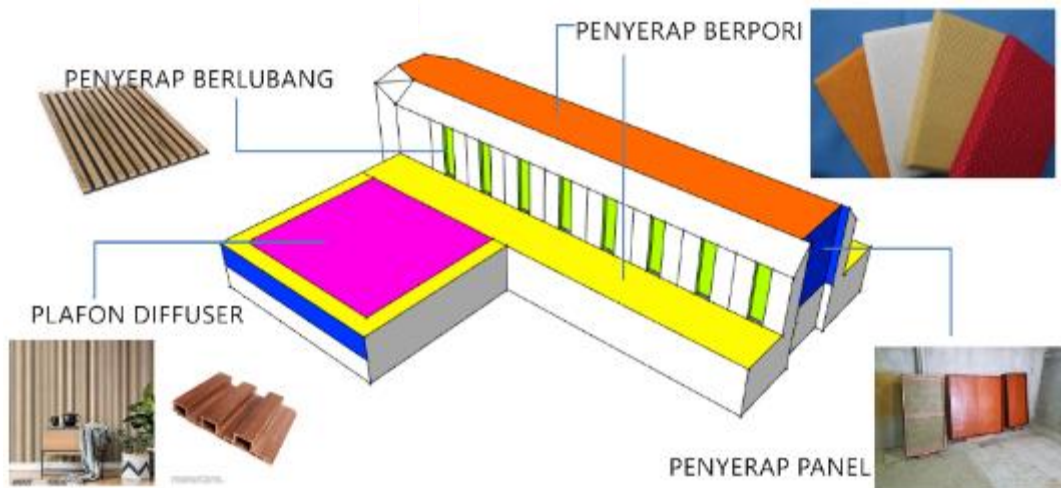
3.1. Kondisi Eksisting

Hasil simulasi pada kondisi eksisting menunjukkan nilai RT60 dari rentang 3,14 pada frekuensi bawah, 2,65 pada frekuensi tengah dan 1,7 pada frekuensi atas. Nilai ini sangat jauh dari standar acuan nilai RT60 dan nilai tersebut sejalan dengan hasil pengukuran lapangan pada Gambar 1. Kemudian dari faktor kejelasan kalimat yaitu nilai STI, nilai pada area depan mencapai 56% pada area tengah sedikit lebih baik yaitu 61%, area belakang maksimum 55% dan pada area

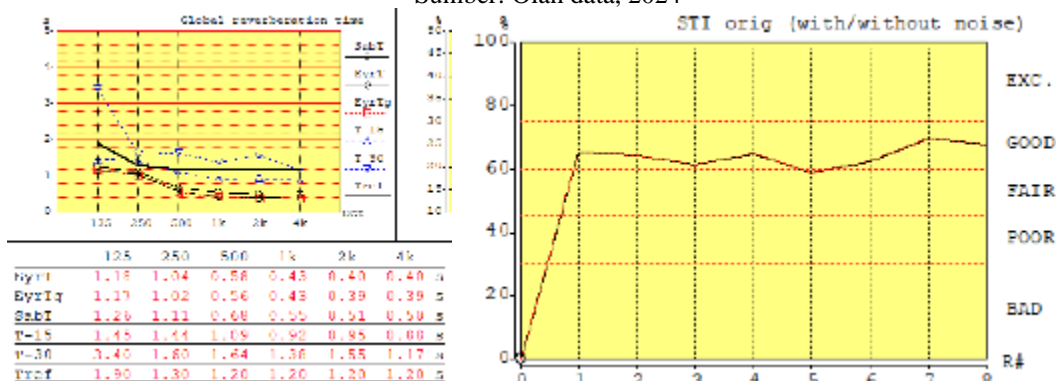
sayap memiliki nilai STI terburuk yaitu maksimum 46%.

3.2. Perbaikan Opsi 1

Konsep perbaikan pada opsi satu hanya pada aspek material pembentuk ruangan dan tidak pada perubahan bentuk elemen pembentuk ruang. Hal ini dilakukan untuk meminimalkan perombakan konstruksi bangunan. Pemilihan material mempertimbangkan kondisi struktur bangunan yang sudah tua, sehingga penambahan material akustik pada area plafon adalah material akustik yang ringan. Material akustik yang berat seperti penyerap panel (*basstrap*) dan plafon *diffuser* ditempatkan pada dinding bangunan, dan plafon area sayap yang merupakan area bangunan baru dengan struktur yang lebih baru dibandingkan dengan bangunan utama. Hasil studi menunjukkan perbaikan signifikan pada kualitas akustik ruang (RT60) khususnya pada rentang frekuensi 1 kHz sampai 4 kHz. Pada frekuensi 250 Hz dan 500 Hz hanya membutuhkan perbaikan minimum. Pada frekuensi bass 125 Hz masih membutuhkan perbaikan yang signifikan. Aspek kejelasan kalimat percakapan juga mengalami perbaikan signifikan, khususnya untuk audian di bagian depan, belakang dan sayap ruangan. Meskipun dengan perbaikan signifikan tidak membuat kualitas percakapan yang didengar audian area tengah menjadi sangat bagus. Hasil grafik STI menunjukkan kualitas percakapan yang diterima semua titik amatan menjadi lebih merata jika dibandingkan dengan kondisi eksisting (Gambar 5).

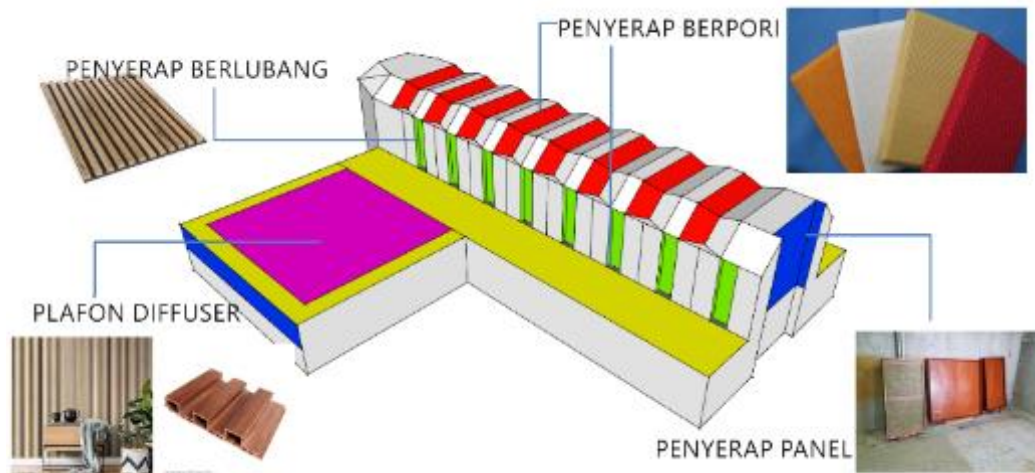


Gambar 4. Konsep perbaikan pada Opsi 1
Sumber: Olah data, 2024

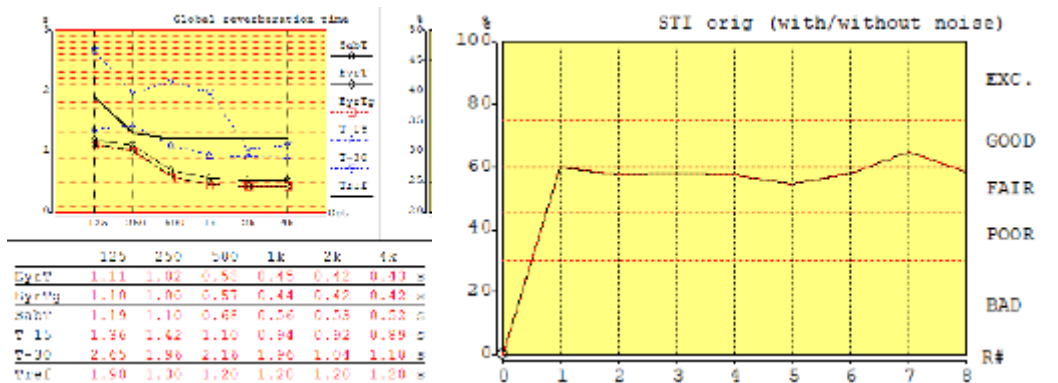


Gambar 5. Hasil simulasi perbaikan Opsi 1. RT60 (kiri) dan STI (kanan)
Sumber: Hasil simulasi, 2024

3.3. Perbaikan Opsi 2



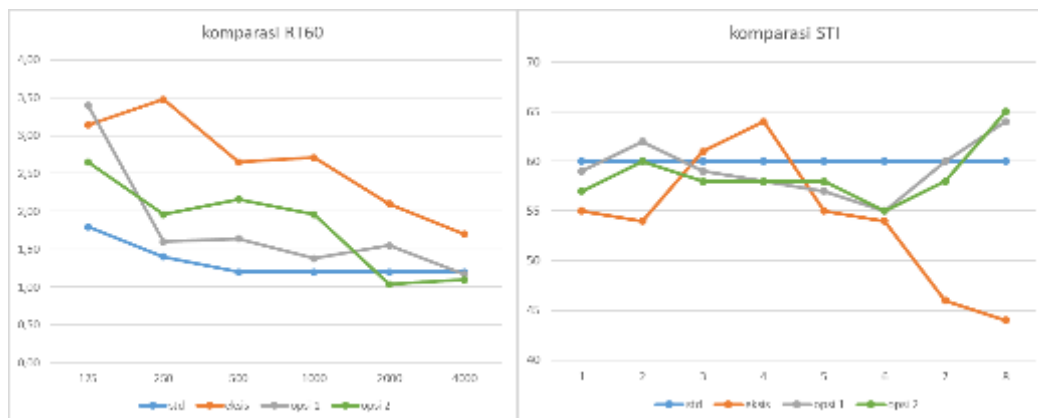
Gambar 6. Konsep perbaikan pada Opsi 2
Sumber: Olah data, 2024



Gambar 7. Hasil simulasi perbaikan Opsi 2. RT60 (kiri) dan STI (kanan)
Sumber: Hasil simulasi, 2024

Perbaikan pada Opsi 2 menggabungkan perbaikan dari aspek bentuk ruang dan material pembentuk ruang. Pertimbangan pada opsi ini adalah adanya rencana perbaikan rangka atap dan material atap bangunan, sehingga opsi ini diusulkan agar jika digunakan proses konstruksi dapat dilaksanakan bersamaan. Perbaikan pada aspek bentuk plafon juga dapat mengurangi kebutuhan material akustik bangunan yang memiliki harga mahal. Hasil studi pada Gambar 7 menunjukkan perbaikan nilai RT60 belum mencapai nilai rujukan. Nilai STI belum memenuhi standar acuan meskipun demikian nilai STI lebih merata jika dibandingkan dengan Opsi 1.

Komparasi hasil dari kondisi eksisting dan opsi perbaikan pada Grafik 1 menunjukkan bahwa nilai kualitas akustik ruang dalam gereja saat ini berada jauh dibandingkan standar acuan. Nilai yang baik hanya pada faktor STI untuk audien yang duduk di area tengah namun dengan nilai RT60 yang masih tinggi faktor dengung ruang masih akan cukup mengganggu. Perbaikan pada Opsi 1 menunjukkan perbaikan signifikan pada nilai RT60 dan STI, dengan total luasan material akustik yang diimplementasikan seluas 705 m². Perbaikan pada opsi kedua menunjukkan nilai STI yang baik, meskipun belum memenuhi nilai rujukan untuk RT60 khususnya pada frekuensi tengah, dengan penerapan material akustik seluas 640 m² dan perbaikan pada bentuk plafon utama. Kedua alternatif menghasilkan perbaikan baik pada nilai RT60 maupun pada nilai STI jika dibandingkan dengan kondisi eksisting.



Grafik 1. Komparasi nilai RT60 (kiri) dan STI (kanan)
Sumber: Olah data, 2024

Pertimbangan opsi yang akan digunakan dalam perbaikan fisik tentunya tidak hanya dari aspek kualitas akustik saja tapi juga dari aspek kemudahan implementasi, ketersediaan biaya dan kemudahan perawatan. Pada aspek kemudahan implementasi kedua opsi perbaikan memiliki tingkat kerumitan yang sama, sedangkan dari aspek pembiayaan, opsi kedua cenderung lebih murah karena menggunakan material akustik yang lebih sedikit, jika diasumsikan nilai material akustik yang akan dipasang adalah Rp. 500.000,-/m² maka opsi kedua terhitung lebih murah Rp 32.500.000,- dibandingkan dengan opsi pertama. Pada aspek perawatan kedua opsi memiliki tingkat kerumitan yang sama. Pertimbangan pemilihan opsi yang akan digunakan kembali kepada keputusan Romo Paroki dan panitia Pembangunan gereja tentunya dengan mempertimbangkan aspek-aspek di atas.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Studi perbaikan kualitas akustik ruang pada gereja St. Aloysius Gonzaga, Mlati, Sleman telah dilakukan. Hasil menunjukkan pada kondisi eksisting memiliki kualitas yang jauh dari standar nilai rujukan. Dua opsi perbaikan diajukan untuk bahan pertimbangan. Kedua opsi menunjukkan perbaikan pada kualitas akustik ruang. Opsi pertama menunjukkan kualitas yang lebih baik dari opsi kedua pada nilai amatan RT60 dan STI. Pertimbangan pemilihan opsi perbaikan yang akan diimplementasikan tidak hanya dari segi kualitas akustik ruang tapi juga dari aspek pelaksanaan, biaya, dan pemeliharaan. Pada pertimbangan non akustik opsi kedua lebih unggul dibandingkan opsi pertama. Keputusan implementasi diserahkan kepada Romo Paroki dan panitia pembangunan gereja dengan mempertimbangkan faktor teknis dan non teknis di atas.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kegiatan ini menggunakan pendanaan LPPM UAJY tahun anggaran 2023/2024. Terima kasih atas dukungan Romo Paroki, panitia Pembangunan dan seluruh umat Gereja St. Aloysius Gonzaga, Mlati, Sleman.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] N. Niven, *Tata perayaan Ekaristi : Buku Umat / Konferensi Waligereja Indonesia*. KWI, 2005.
- [2] K. C. Manning, N. J. Watkins, and K. H. Anthony, "The people or the steeple? An examination of sacramental architecture among parishioners," *J. Inst. Sacred Archit.*, vol. 16, no. Fall, pp. 17–19, 2009.
- [3] T. Filthaut, *Church Architecture and Liturgical Reform*. Helicon, 1968.
- [4] L. L. Doelle, "Environmental acoustics," 1972.
- [5] Y. B. Mangunwijaya, *Wastu citra: pengantar ke ilmu budaya bentuk arsitektur, sendi-sendi filsafatnya, beserta contoh-contoh praktis*. PT Gramedia Pustaka Utama, 2009.
- [6] H. Kuttruff, "Room acoustics," *Room Acoust.*, pp. 1–374, Oct. 2018, doi:

- 10.1201/9781482266450/ROOM-ACOUSTICS-HEINRICH-KUTTRUFF.
- [7] H. Sutanto, *Prinsip-prinsip akustik dalam arsitektur*. PT Kanisius, 2015.
- [8] M. Long, *Architectural acoustics*. Elsevier, 2005.
- [9] Thorburn, "Acoustics in Architecture - A Master Class | AIA Webinar - YouTube," 2018. <https://www.youtube.com/watch?v=puTEhkLhLp8> (accessed Dec. 20, 2024).
- [10] A. P. O. Carvalho, "Relations between rapid speech transmission index (RASTI) and other acoustical and architectural measures in churches," *Appl. Acoust.*, vol. 58, no. 1, pp. 33–49, 1999, doi: 10.1016/S0003-682X(98)00071-1.