

## Perencanaan Perbaikan Akustik Ruang dengan Metode Bertingkat Studi Kasus: Ruang Ibadah GPdI El-Shaddai Magelang

Frengky Benediktus Ola<sup>1</sup>, Yustina Banon Wismarani<sup>1</sup>, Adiana Hemas Desira<sup>1</sup>  
Departemen Arsitektur - Universitas Atma Jaya Yogyakarta, Jl. Babarsari 44 Janti Sleman DIY<sup>1</sup>  
Email: frengky.ola@uajy.ac.id

**Abstract** — *Worship activities that involve sermons (speeches) and music from a full band require more complex room acoustic management. The results of measuring the existing condition of the acoustic quality of the GPdI El Shaddai Magelang room, the reverberation time of the existing condition shows that the RT value is still high in the range of 1.7 - 1.9 seconds from the reference value of 1.4 to 1.6 seconds, so improvements are needed. The lack of knowledge about room acoustic design means that churches need experts who can help in realizing improvement plans. The acoustic design of the church prayer room will be carried out using field measurement methods and simulations using computers and software. The standard reference values for room acoustics are RT60, D50, and C80—improvement concept with tiered recommendations starting from minimum, medium to advanced levels. The three levels of improvement provide an improvement impact. The advanced level provides the best results and answers all standard reference value demands. However, the advanced level also results in more construction, visual appearance, and budget changes. The decision on the level of improvement to be used is entirely the Church's right.*

**Keywords** — repairs, room acoustics, prayer rooms

**Abstrak**— Kegiatan ibadah yang melibatkan khotbah (pidato) dan musik dari instrumen band lengkap membutuhkan penanganan akustik ruang yang lebih kompleks. Hasil pengukuran kondisi eksisting kualitas akustik ruang GPdI El Shaddai Magelang waktu dengung kondisi eksisting menunjukkan nilai RT yang masih tinggi dikisaran angka 1.7 - 1.9 detik dari nilai rujukan 1.4 sampai 1.6 detik sehingga diperlukan perbaikan. Gereja membutuhkan profesional yang dapat membantu dalam membuat rencana perbaikan karena mereka tidak memiliki pengetahuan tentang desain akustik ruang. Pengukuran lapangan dan simulasi akustik akan digunakan untuk merancang ruang ibadah gereja. Nilai rujukan standar akustik ruang adalah RT60, D50 dan C80. Konsep perbaikan dengan rekomendasi berjenjang mulai dari level minimum, medium hingga advance. Ketiga level perbaikan memberikan dampak perbaikan. Level advance memberikan hasil terbaik dan menjawab semua tuntutan standar nilai rujukan. Namun level advance juga berdampak pada perubahan yang lebih banyak dari segi konstruksi, tampilan visual, dan anggaran biaya. Keputusan level perbaikan yang akan digunakan merupakan sepenuhnya hak Gereja

**Kata Kunci**— perbaikan, akustik ruang, ruang ibadah

### I. PENDAHULUAN

Gereja Pantekosta di Indonesia (disingkat GPdI) adalah salah satu lembaga Gereja Kristen di Indonesia yang mempercayai Allah yang Esa, Allah Tri-Tunggal, dalam nama kuasaNya, nama Allah Bapa, Allah Anak, dan Roh Kudus, yaitu TUHAN Yesus Kristus. GPdI percaya dan

menantikan kedatangan kedua Tuhan Yesus Kristus—bukan sebagai bayi seperti di Natal, tetapi sebagai Raja di atas semua raja. Nama GPdI digunakan untuk menggantikan nama Organisasi *De Pinkstergemeente in Nederlandsch Oost Indie*. GPdI merupakan salah satu aliran denominasi Pantekosta terbesar.

Bangunan gereja GPdI terletak di jalan Tentara Pelajar Selatan nomer 11, kota Magelang. Bangunan terdiri dari 4 lantai, dan ruang ibadah berada di lantai 2 dan 3 dan berhadapan langsung dengan jalan raya, sehingga pertimbangan kebisingan dari jalan raya perlu dipertimbangkan. Bangunan juga berada di lingkungan yang padat, sehingga pertimbangan penanganan kebisingan dari dalam keluar perlu dipikirkan.

Kegiatan ibadah yang melibatkan khotbah (pidato) dan musik dari instrumen band lengkap membutuhkan penanganan akustik ruang yang lebih kompleks. Kedua fungsi tersebut terkadang mendatangkan konflik pada kebutuhan pengondisian akustik ruang [1]. Kegiatan pidato membutuhkan kejelasan bunyi yang tinggi untuk memudahkan penangkapan kejelasan suku kata, untuk mencapai tujuan ini, ruangan perlu memiliki nilai dengung yang rendah [2]. Sedangkan kegiatan musik membutuhkan waktu dengung yang tinggi agar bunyi antar nada dapat mengalun dengan indah dan membawa kesan yang agung [3]. Penggunaan alat musik elektrik memungkinkan jika desain ruangan dibuat memiliki nilai RT yang rendah. Usaha mencapai alunan musik yang baik dan kesan agung dapat diperoleh dengan pemanfaatan sistem kontrol elektronik [4][5]. Hasil pengukuran waktu dengung kondisi eksisting menunjukkan nilai RT yang masih tinggi dikisaran angka 1.7 - 1.9 detik.



Gambar 1. Hasil pengukuran nilai RT60 di lantai bawah (kiri) dan lantai atas (kanan)

Tidak dapat dipungkiri bahwa seiring dengan perkembangan jaman perlakuan akustik ruang mulai bergeser dari mengandalkan suara langsung dari sumber suara tunggal

atau kelompok ke sumber suara elektrik atau speaker. Mulai dari ruangan dengan volume besar seperti ruang pentas, auditorium sampai ruang kecil seperti ruang kelas dengan audience di bawah 30 orang sudah mulai menggunakan speaker sebagai sumber bunyi. Hal yang sama juga terjadi pada ruang ibadah gereja GPDI Magelang. Sumber suara pada ruang ibadah sudah mengandalkan sumber suara elektrik meskipun tidak dapat sepenuhnya karena sumber suara langsung dari pembicara juga bercampur dengan suara speaker, demikian juga dengan paduan suara gereja, juga sudah menggunakan microphone sebagai panangkap suara langsung untuk kemudian diperkeras dengan speaker.

Untuk mencapai kualitas suara yang natural dalam perencanaan elektroakustik setidaknya akan diperlukan, selain menggunakan mikrofon berkualitas tinggi, penguat suara dan amplifier, bahwa suara yang dihasilkan oleh penguat suara mencapai pendengar dari sekitar arah yang sama di mana ia melihat pembicara yang sebenarnya atau sumber suara alami, selain itu penentuan jumlah dan sebaran speaker juga bergantung dari besar ruang dan panjang ruang dari sumber suara asli dan geometri ruang [6][7]. Penataan speaker yang ada memberikan dapat efek yang tidak nyaman bagi audience, dikarenakan ada kemungkinan saling tumpang tindih antara masing-masing sumber suara pada beberapa area. Selain itu perasaan disorientasi audio-visual dapat terjadi karena konsentrasi visual tertuju pada altar dimana pusat dari segala kegiatan peribadatan terjadi disana.

Ruang ibadah memerlukan perbaikan dalam desain akustiknya, baik dari segi sumber bunyi maupun desain fisik ruang. Gereja membutuhkan profesional yang dapat membantu melaksanakan rencana tersebut karena mereka tidak memiliki tenaga ahli yang cukup paham tentang akustik ruang, mulai dari studi bentuk dan material, ide desain hingga gambar pra-rancangan yang dapat dikembangkan menjadi gambar bestek. Karena area yang semakin padat, masalah kebisingan harus dipertimbangkan sebelum melakukan perbaikan akustik ruang.

## II. METODE PENGABDIAN

Perangkat lunak dan metode pengukuran lapangan akan digunakan untuk merancang akustik ruang ibadah gereja. Pengukuran lapangan dapat membantu menentukan kualitas akustik ruang saat ini untuk perbaikan. Untuk menekan biaya perencanaan, menggunakan metode simulasi lebih mudah dan murah jika dibandingkan dengan uji coba lapangan. Material akustik biasanya mahal karena memiliki kualitas khusus. Metode simulasi dalam perancangan akustik juga menghemat waktu perancangan.

### A. Alat yang digunakan

Pengukuran kondisi kualitas akustik eksisting dilakukan menggunakan alat PAA3 dan balon. Balon akan menghasilkan bunyi yang keras dan alat PAA3 akan mengukur nilai RT60 hasil dari impuls ruang kondisi eksisting. Untuk proses penggalan data kondisi saat ini dan modeling interior ruang yang ada, perancangan akustik ruang ibadah gereja akan dilakukan dengan menggunakan software CAD. Software Autodesk Ecotect 2010 akan digunakan dalam perancangan akustik ruang untuk menganalisis pergerakan bunyi di dalam ruang dan menentukan kombinasi

peletakan dan jenis loudspeaker yang tepat pada objek studi. Perangkat lunak CATT Acoustic untuk menentukan jenis dan jumlah material akustik yang diperlukan dan dampaknya terhadap kualitas bunyi setelah perbaikan.

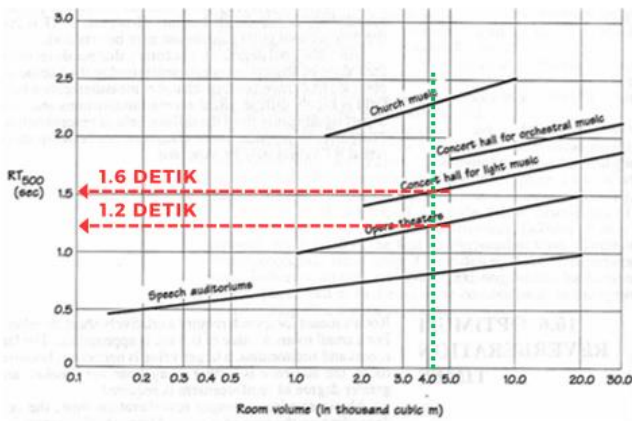
### B. Variabel yang ditinjau

Ketidaktejelasan dalam mendengar lafal saat pembacaan firman dan khotbah adalah masalah bagi umat gereja, sehingga kondisi masa depan yang dicita-citakan adalah peningkatan kejelasan mendengar lafal yang diucapkan oleh pendeta dan petugas ibadah. Target perbaikan adalah pada unsur pengucapan (speech) dan kejernihan bunyi.

Standar utama dalam akustik ruang adalah nilai waktu dengung (RT60) [8] [9]. Jika mempertimbangkan volume dan fungsi sebuah ruang, Beberapa teori menemukan bahwa waktu dengung lebih lama berkaitan dengan volume ruang yang lebih besar. Ini berlaku terlepas dari perlakuan akustik ruang. Musik klasik dan sejenisnya, yang memiliki alunan nada dan ritme yang panjang, membutuhkan waktu dengung yang lebih panjang dibandingkan musik pop dan sejenisnya, yang memiliki irama yang lebih cepat. Kegiatan pidato atau sejenisnya, di sisi lain, membutuhkan nilai RT60 yang lebih pendek dibandingkan dengan ruang dengan penekanan pada fungsi musik. Nilai waktu dengung yang disarankan untuk kasus ini adalah 1,2 – 1,6 detik untuk frekuensi tengah (500-1000 Hz), 2,0-2,2 detik untuk frekuensi bass, dan  $\leq 1,4$  detik untuk frekuensi tinggi. Karena fungsi ruang tidak sepenuhnya ditujukan untuk pidato atau musik, tetapi untuk keduanya, nilai yang diambil sebagai acuan adalah nilai rentang daripada nilai pasti. Untuk menghindari ketidakpuasan pada salah satu jenis kegiatan, hasil perbaikan harus disepakati untuk kepuasan kedua fungsi.

Nilai D50, yang merupakan pengurangan energi bunyi pada waktu 50 millisecond, dapat digunakan untuk mengukur kualitas kejelasan lafal. Kejelasan percakapan atau pidato diukur dengan rasio perbandingan antara bunyi pertama dengan energi bunyi total. Nilai minimum D50 untuk kejelasan lafal adalah 60%, dan nilai RT ruang berbanding terbalik dengan kejelasan lafal [10]. Nilai standar C80, yaitu minimal 0 dan maksimal +8, digunakan untuk mengukur kejernihan bunyi. Pengukuran akan dilakukan pada titik-titik tertentu dalam sampel audian. Selanjutnya, nilai variabel saat ini akan dibandingkan dengan standar acuan kualitas akustik ruang dari simulasi perbaikan. Tinggi titik sampling pengukuran adalah 1,1 meter, yang merupakan tinggi telinga rata-rata orang dewasa saat duduk. Penekanan analisa nilai hasil simulasi yang akan dibandingkan adalah pada frekuensi 500 Hz dan 1kHz yaitu frekuensi suara manusia (pidato). Meskipun demikian pengamatan pada rentang fekuensi keseluruhan juga perlu dilakukan agar tidak mengorbankan fungsi musik.

Hasil analisis akan diperoleh dengan membandingkan hasil simulasi model perbaikan desain dengan standar acuan kualitas akustik ruang. Analisis akan dilakukan dengan membandingkan nilai waktu dengung (RT60/T30), nilai D-50, dan nilai C80. Nilai terbaik dominan akan dipilih sebagai solusi terbaik untuk perbaikan desain, dan kemudian akan digambarkan dalam bentuk skema perancangan dan visualisasi 3D.



Gambar 2. Penentuan nilai RT60 untuk frekuensi tengah dengan volume ruang 4200 m<sup>3</sup>

### III. HASIL DAN PEMBAHAAN

Perbaikan kualitas akustik ruang melewati beberapa tahapan; 1) pengukuran kondisi kualitas akustik ruang saat ini. 2) studi perbandingan standar rujukan dengan kondisi eksisting. 3) penelusuran masalah pada desain eksisting. 4) rekomendasi konsep perbaikan. 5) studi simulasi dan analisis hasil terhadap nilai rujukan. 6) finalisasi desain dan draft rencana anggaran biaya.

Pengukuran kondisi kualitas akustik eksisting menggunakan alat PAA3 dan balon. Balon dipecahkan di tengah ruangan dan alat PAA3 mengukur pada posisi-posisi sampling dalam ruang. Posisi sampling pada depan, tengah dan pojok area audian, baik di lantai bawah maupun di balkon sehingga total terdapat 6 titik pengukuran. Bunyi yang dihasilkan balon berada pada rentang frekuensi tengah dan atas [11]. Sehingga hasil pengukuran akan dibandingkan dengan standar nilai RT60 frekuensi tengah. Pada Tabel 1. Hasil pengukuran nilai RT60 kondisi eksisting menunjukkan dari 6 titik sampling pengukuran, hanya satu titik yang memiliki nilai sesuai dengan rujukan.

Tabel 1. Hasil pengukuran nilai RT60 kondisi eksisting

Titik pengukuran	Nilai ukur	Nilai Rujukan
Lt bawah tengah	1,69 dtk	1,2 – 1,6 dtk
Lt bawah blkg	1,99 dtk	
Lt bawah Pojok	1,90 dtk	
Lt balkon Tengah	1,78 dtk	
Lt balkon blkg	1,98 dtk	
Lt balkon pojok	1.47 dtk	

Bentuk permukaan ruang mempengaruhi kualitas akustik dalam ruangan [12][13]. Ruangan dengan pembukaan yang dominan kasar cenderung akan memecah energi bunyi sehingga mengurangi kecenderungan dengung dan echo yang Panjang. Tingkat kekasaran juga mempengaruhi efek diatas. Semakin kasar semakin baik. Jenis material yang digunakan dalam ruang juga mempengaruhi kualitas akustik ruang [14]. Semakin dominan material keras maka semakin lama energi bunyi akan bertahan dalam ruangan dan akan

berdampak pada nilai RT60 yang tinggi dan memperburuk parameter kualitas akustik ruang lainnya.

Kondisi ruangan eksisting masih dominan menggunakan material yang keras. Dinding ruangan menggunakan pasangan dinding bata yang di plester aci, beberapa bagian menggunakan material tambahan yang berfungsi sebagai material diffuse yang memecah anergi bunyi, namun dominan dinding plester aci bertindak sebagai pemantul energi bunyi. Lantai menggunakan keramik pada lantai bawah dan lantai laminate pada beton di lantai balkon. Kursi yang digunakan adalah kursi busa dengan lapisan kulit sintesis, jenis kursi ini membantu mengurangi energi bunyi dalam ruangan dengan bertindak sebagai penyerap. Plafon ruangan menggunakan papan gypsum yang juga bersifat pemantul bunyi. Sedangkan di beberapa bagian terdapat jendela kaca dan pintu kayu solid yang dominan berfungsi sebagai pemantul energi bunyi.



Gambar 3. Dinding ruangan yang telah menggunakan material akustik diffuser (kiri-kanan podium dan kolom bangunan)



Gambar 4. Plafon dan dinding sejajar yang (kiri) yang berpotensi flutter echo. Permukaan ruang yang dominan datar (kiri). Lorong belakang balkon (kanan) yang berpotensi menghasilkan late reverberation.

Secara garis besar ruangan dominan menggunakan material pemantul khususnya pada dinding dan plafon. Sehingga fokus penanganan ada pada bagian tersebut. Selain itu permukaan bidang ruangan masih dominan menggunakan



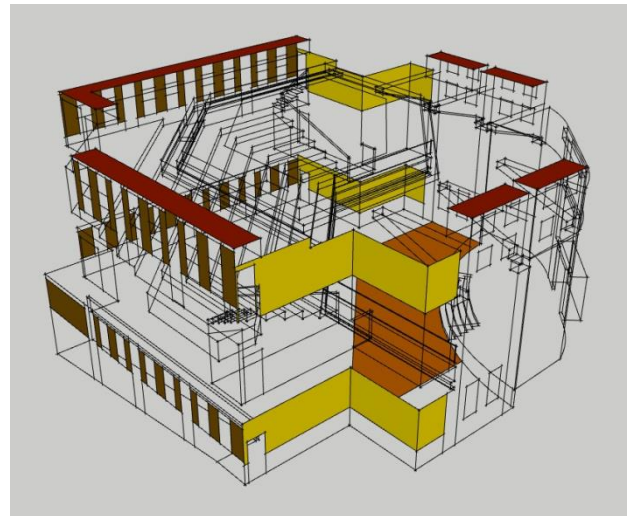
bidang datar. Kondisi ini dapat memicu terjadinya flutter echo [15] khususnya sisi depan panggung yang tidak memiliki kursi. Pantulan berulang akibat posisi lantai dan plafon yang sejajar dan tanpa material akustik akan memunculkan fenomena gangguan akustik. Pada bagian belakang lantai balkon terdapat lorong tanpa pintu yang juga berpotensi menghasilkan efek late reverberant yang akan mengganggu kualitas bunyi dalam ruang [16].

Sebagai bangunan peribadatan, setiap kegiatan pengembangan perlu mempertimbangkan ketersediaan dan penggunaan anggaran. Rekomendasi perbaikan juga perlu mempertimbangkan penggunaan anggaran untuk konstruksi. Strategi perbaikan menggunakan model berjenjang dimana pemilik ditawarkan para rekomendasi perbaikan 3 level. Level minimum dimana perbaikan berfokus pada elemen utama yang berpengaruh pada kualitas akustik ruang dengan konstruksi minimum. Level medium dengan penambahan perbaikan pada elemen pembentuk ruang, dan level advance dimana perbaikan difokuskan untuk mendapat kualitas akustik terbaik sesuai standar acuan. Ketiga level akan menghasilkan parameter yang akan dibandingkan dengan nilai acuan, model rencana perbaikan dan jenis perbaikan, kualitas bunyi yang dihasilkan, tampilan ruang setelah perbaikan dan rencana anggaran biaya. Semuanya akan menjadi bahan pertimbangan dewan gereja untuk pengambilan keputusan.

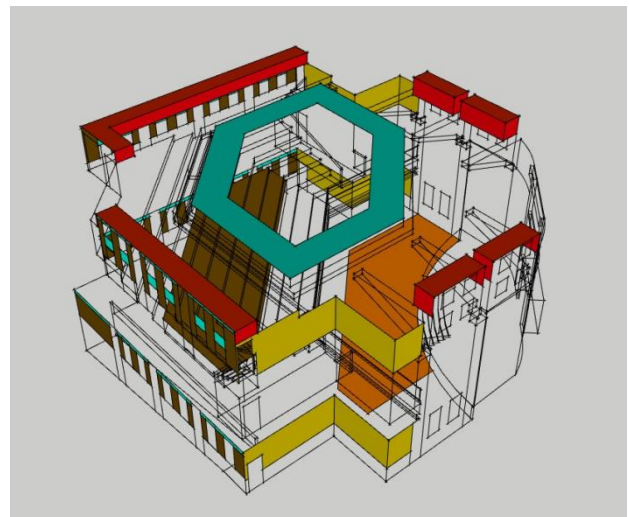
Pada perbaikan level minimum, fokus perbaikan pada area yang memungkinkan terjadi cacat akustik. Pertama untuk menghindari flutter echo maka lantai depan panggung menggunakan karpet (coklat muda) agar tidak terjadi cacat akustik karena posisi lantai dan plafon yang sejajar. Karpet tebal memiliki fungsi menyerap energi bunyi. Kedua dilakukan pemasangan material akustik di plafon ceruk (merah), karena area tersebut berpotensi mengasilkan pemantulan berulang ulang. Ketiga dilakukan pemasangan material akustik pada dinding (kuning dan coklat). Pemasangan material akustik pada dinding lebih mudah dilakukan dan juga untuk mengurangi bidang datar yang bersifat pantul. Skema peletakan material akustik level minimum dapat dilihat pada *Gambar 5*.

Perbaikan level medium adalah pengembangan dari level minimum. Pada level medium adalah level minimum dengan penambahan berikut; pemasangan material akustik di plafon ceruk (merah) ditambah dari segi luasan. Kedua pada plafon utama ada bagian yang diganti dengan material akustik (biru tosca). Beberapa area dinding dipasang material diffuser (biru muda) untuk mengurangi bidang datar. Skema peletakan material akustik level medium dapat diamati pada *Gambar 6*.

Perbaikan level advance adalah pengembangan dari level medium. Strategi peletakan level medium kemudian ditambahkan dengan beberapa pengembangan. Plafon bawah balkon (coklat) tidak hanya berperan sebagai diffuser tapi juga penyerap. Kolom-kolom dalam ruangan juga dilapis dengan material slotted panel, penyerap sekaligus diffuser. Skema peletakan material akustik level advance dapat diamati pada *Gambar 7*.



Gambar 5. Peletakan material akustik pada level minimum.



Gambar 6. Peletakan material akustik pada level medium.



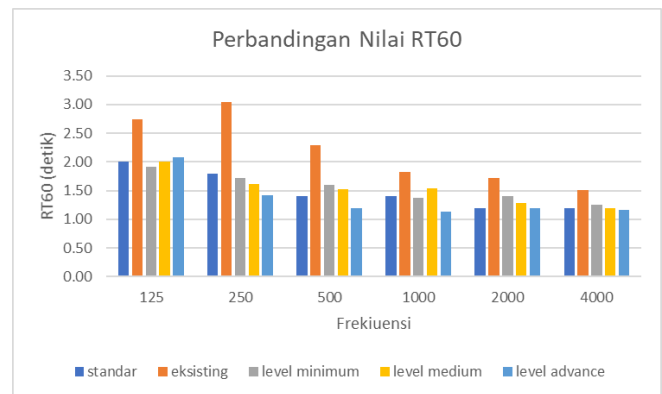
Gambar 7. Peletakan material akustik pada level advance.

Ketiga rekomendasi kemudian dilakukan uji simulasi untuk melihat pencapaian standar akustik ruang dari ketiga

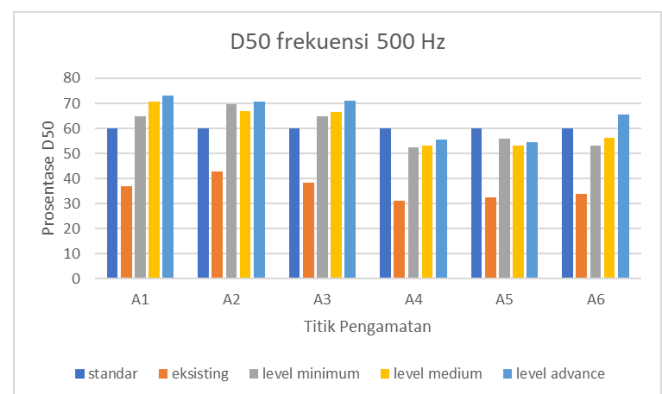
level rekomendasi. Standar pertaman yang diamati adalah nilai waktu dengung (RT60). Nilai kondisi eksisting (coklat) sangat jauh dari standar rujukan (biru), bahkan pada frekuensi 250 Hz mendekati 2 kali lipat dari rujukan. Tindakan perbaikan menunjukkan penurunan yang signifikan, dimana level advance memberikan hasil terbaik untuk semua frekuensi. Pada frekuensi 125 Hz nilai RT60 pada level minimum memberikan hasil terbaik namun secara umum semua level tetap berada dibawah atau sama dengan nilai rujukan. Perbandingan tiap level perbaikan juga sejalan dengan penurunan nilai rujukan. Level minimum memiliki nilai yang lebih tinggi dari level medium, begitu pula level medium dibandingkan dengan level advance. Perbandingan lengkap dapat dilihat pada *Grafik 1. Rekapitulasi nilai RT60*.

Studi berikutnya dilakukan pada nilai rujukan standar D50. Nilai ini berpengaruh pada kualitas laval kata dan percakapan. Pada ruang ibadah tinjauan terhadap nilai ini sangat penting karena berkaitan dengan kejelasan pembacaan firman dan khutbah. Tinjauan nilai D50 berfokus pada frekuensi tengah yaitu 500 dan 1000 Hz. Suara manusia berada pada rentang frekuensi ini. Rujukan nilai minimum D50 adalah 60%. Titik pengamatan A1-A3 berada di lantai dasar. Sedangkan A4-A6 berada di lantai balkon. Pada simulasi kondisi eksisting semua titik pengamatan memiliki nilai D50 jauh dibawah nilai rujukan. Baik level minimum, medium dan advance menghasilkan nilai D50 diatas rujukan untuk semua titik amatan di lantai bawah. Pada lantai balkon perlakuan pada model advance memberikan hasil diatas nilai rujukan. Perlakuan minimum dan medium masih dibawah nilai rujukan meskipun dengan perbedaan tidak terlalu besar. Hal ini dapat terjadi karena pada simulasi sumber bunyi diasumsikan berada di panggung sehingga pada area balkon bisa saja terjadi penurunan kualitas yang lebi tinggi dibandingkan dengan area amatan di lantai dasar. Detail dapat dilihat pada *Grafik 2 Grafik 3*.

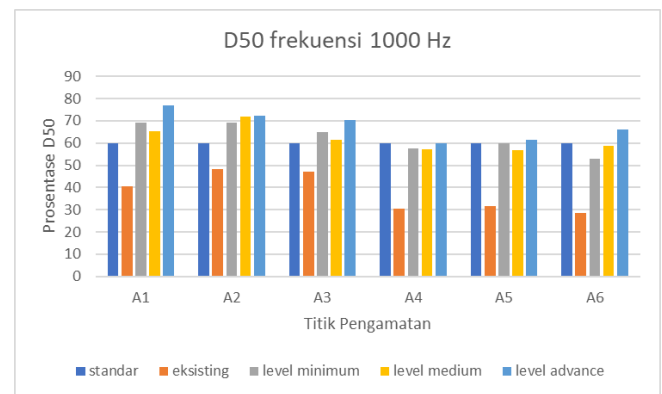
Nilai C80 berperan penting pada kejelasan atau kejernihan bunyi, terutama untuk instrumen musik. Pada ruang ibadah yang menggunakan alat musik beragam seperti GPdI nilai ini perlu ditinjau. Pengamatan hanya dilakukan pada salah satu frekuensi bawah (125 Hz), tengah (500 Hz) dan atas (4000 Hz). Ketiganya sebagai representative rentang frekuensi bunyi dalam ruang. Rentang nilai rujukan untuk standar ini adalah nol sampai positif 8. Seperti terlihat pada *Grafik 4, Grafik 5* dan, *Grafik 6*, pada frekuensi tengah kondisi eksisting nilai C80 masih negative. Sedangkan pada frekuensi bawah sedikit lebih baik dari frekuensi atas. Artinya bunyi bunyian seperti alat music pukul akan terdengar lebih jernih dibandingkan alat music petik dengan nada pada frekuensi tinggi. Hasil rekomendasi menunjukkan perbaikan yang sesuai harapan konsep, dengan urutan kualitas baik ke lebih baik; level minimum, medium, kemudian advance.



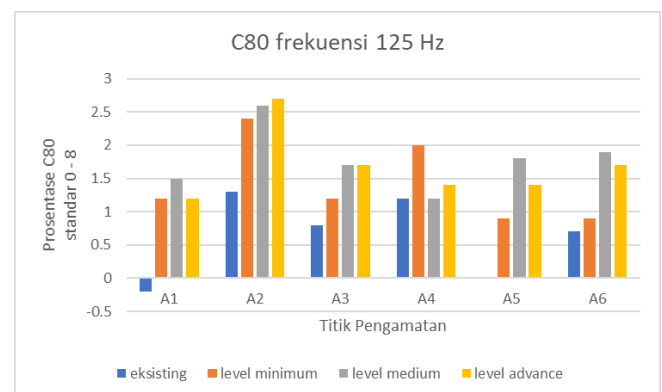
Grafik 1. Rekapitulasi nilai RT60



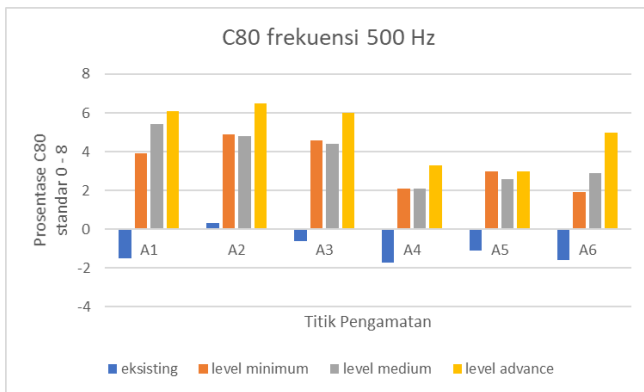
Grafik 2. Rekapitulasi nilai D50 pada frekuensi 500 Hz



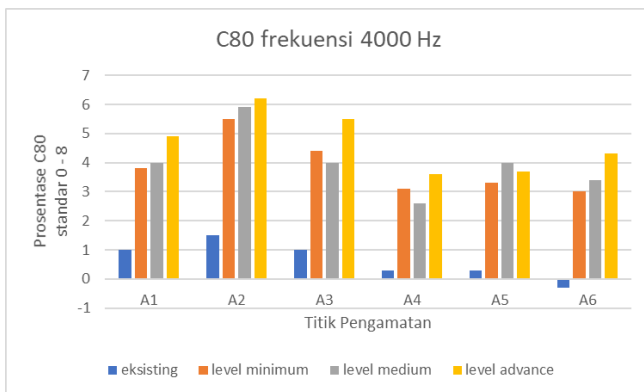
Grafik 3. Rekapitulasi nilai D50 pada frekuensi 1000 Hz



Grafik 4. Rekapitulasi nilai C80 pada frekuensi 125 Hz



Grafik 5. Rekapitulasi nilai C80 pada frekuensi 500 Hz



Grafik 6. Rekapitulasi nilai C80 pada frekuensi 4000 Hz

Hasil simulasi menunjukkan perbaikan kualitas akustik ruang sesuai harapan pada pembuatan konsep penataan. Kualitas bunyi percakapan maupun musik pada kondisi eksisting, perbaikan minimum, medium, maupun advance dapat didengar melalui link pada *Tabel 2*. Audio harus didengar menggunakan earphone atau headset atau alat bantu dengar sejenis. Kemudian dilakukan pembuatan citra visual untuk memberikan gambaran terkait tampilan ruang setelah perbaikan. Selain itu juga dilakukan perhitungan rancangan anggaran biaya kasar untuk memberikan gambaran bagi panitia pembangunan mengenai biaya renovasi. Ini akan memberikan gambaran kepada panitia untuk kemudian digunakan untuk perencanaan pembiayaan renovasi ruang.

Tabel 2. Tabel link audio kualitas bunyi eksisting dan setelah perbaikan

Pidato	Musik
<b>Eksisting</b>	
<a href="https://shorturl.at/dkDPY">https://shorturl.at/dkDPY</a>	<a href="https://shorturl.at/iDQY8">https://shorturl.at/iDQY8</a>
<b>Level minimum</b>	
<a href="https://shorturl.at/bcvFI">https://shorturl.at/bcvFI</a>	<a href="https://shorturl.at/fpBFG">https://shorturl.at/fpBFG</a>
<b>Level medium</b>	
<a href="https://shorturl.at/kxHIS">https://shorturl.at/kxHIS</a>	<a href="https://rb.gy/8rdess">https://rb.gy/8rdess</a>
<b>Level advance</b>	
<a href="https://rb.gy/k48b62">https://rb.gy/k48b62</a>	<a href="https://rb.gy/n9fdtj">https://rb.gy/n9fdtj</a>



Gambar 8. Visualisasi tampilan desain ruangan setelah perbaikan

#### IV. KESIMPULAN

Perencanaan perbaikan kualitas akustik ruang GPdI El Shaddai Magelang telah dilakukan. Hasil pengukuran dan simulasi kondisi eksisting menunjukkan bahwa nilai kualitas akustik ruang masih jauh dari standar nilai rujukan. Konsep perbaikan menggunakan sistem level untuk memudahkan pemilik bangunan untuk memutuskan level mana yang akan digunakan untuk perbaikan, baik dari segi kualitas, tampilan visual, maupun harga pekerjaan. Ketiga level perbaikan memberikan dampak perbaikan. Level advance memberikan hasil terbaik dan menjawab semua tuntutan standar nilai rujukan. Namun level advance juga berdampak pada perubahan yang lebih banyak dari segi konstruksi, tampilan visual, dan anggaran biaya. Keputusan level perbaikan yang



akan digunakan merupakan sepenuhnya hak Gereja, untuk kemudian dibuat gambar teknis rancangan dan RAB yang lebih detail.

#### UCAPAN TERIMAKASIH

Kegiatan ini didanai oleh LPPM Universitas Atma Jaya Yogyakarta, tahun anggaran 2023/2024.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ehnert, J. (2019). Of body shops, shuls, and shiraz. The Journal of the Acoustical Society of America. <https://doi.org/10.1121/1.5137035>.
- [2] Kunchur, C. (2019). Evaluating Room Acoustics for Speech Intelligibility. Open Journal of Applied Sciences. <https://doi.org/10.4236/OJAPPS.2019.97048>.
- [3] Jasińska, A., & Kin, M. (2020). THE INFLUENCE OF ROOM ACOUSTIC PARAMETERS ON THE PERCEPTION OF ROOM CHARACTERISTICS. Akustika. <https://doi.org/10.36336/akustika20203728>.
- [4] Isakov, Y. (2020). VIRTUAL ACOUSTIC RECONSTRUCTION OF THE GREAT HALL OF THE TYUMEN PHILHARMONIC ARCHITECTURE BASED ON ACTIVE FIELD CONTROL. Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta. JOURNAL of Construction and Architecture. <https://doi.org/10.31675/10.31675/1607-1859-2020-22-6-105-118>.
- [5] Koriakin, O. (2022). METHODS OF USING ARTIFICIAL REVERBERATION IN MODERN SOUND ENGINEERING. OPEN EDUCATIONAL E-ENVIRONMENT OF MODERN UNIVERSITY. <https://doi.org/10.28925/2414-0325.2022.124>.
- [6] Zhu, L., Zhao, J., Li, X., Zhang, B., Wang, Y., Wang, W., & Liu, Y. (2021). Design and simulation of acoustics for the home theatre. INTER-NOISE and NOISE-CON Congress and Conference Proceedings. <https://doi.org/10.3397/in-2021-2039>.
- [7] Vecchi, A., McLachlan, G., & Kohlrausch, A. (2020). Assessing the perceived reverberation in different rooms for a set of musical instrument sounds. bioRxiv. <https://doi.org/10.1101/2020.03.13.984542>.
- [8] Zhu, L., Zhao, J., Li, X., Zhang, B., Wang, Y., Wang, W., & Liu, Y. (2021). Design and simulation of acoustics for the home theatre. INTER-NOISE and NOISE-CON Congress and Conference Proceedings. <https://doi.org/10.3397/in-2021-2039>.
- [9] Olechowska, M., Nowoświat, A., Marchacz, M., & Kupczyńska, K. (2021). Indicative Assessment of Classroom Acoustics in Schools Built in Reinforced Concrete Technology on The Example of a School Building in Zabrze. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 1203. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/1203/2/022007>.
- [10] Kuttruff, H. (2009). Room Acoustics (5th ed.). CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9781482266450>
- [11] Ross, E., Panda, J., Ross, J., & Kushner, L. (2019). Why Balloons Make a Loud Noise When They Pop. International Journal of Acoustics and Vibration, 24, 701-706. <https://doi.org/10.20855/ijav.2019.24.41433>.
- [12] Zhao, S., Qiu, X., Cheng, E., Burnett, I., Williams, N., Burry, J., & Burry, M. (2015). Sound quality inside small meeting rooms with different room shape and fine structures. Applied Acoustics, 93, 65-74. <https://doi.org/10.1016/J.APACOUST.2015.01.020>.
- [13] Šumarac-Pavlović, D., & Mijic, M. (2007). An Insight into the Influence of Geometrical Features of Rooms on their Acoustic Response Based on Free Path Length Distribution. Acta Acustica United With Acustica, 93, 1012-1026.
- [14] Talaske, R., & Hamilton, S. (2016). The use and mis-use of reactive systems in the design of performance halls. Journal of the Acoustical Society of America, 140, 3176-3176. <https://doi.org/10.1121/1.4969983>.
- [15] Butko, D. (2017). Summer sOUNd lab data collection: teaching acoustical options for a multipurpose space through active quantifiable data exploration. , 31, 015006. <https://doi.org/10.1121/2.0000965>.

- [16] Badajoz-Davila, J., Buchholz, J., & Van-Hoesel, R. (2020). Effect of noise and reverberation on speech intelligibility for cochlear implant recipients in realistic sound environments.. The Journal of the Acoustical Society of America, 147 5, 3538 . <https://doi.org/10.1121/10.0001259>.

#### PENULIS

**Frengky Benediktus Ola, ST., MT., GP.,**  
Departemen Arsitektur, Fakultas Teknik,  
Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

**Yustina Banon Wismarani, ST., M.Sc.,**  
Departemen Arsitektur, Fakultas Teknik,  
Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

**Adiana Hemas Desira,** Departemen Arsitektur,  
Fakultas Teknik, Universitas Atma Jaya  
Yogyakarta.

