

Tingkat Kebisingan dan Perambatan Suara Akibat Bunyi Luar Pada Gereja Masehi Injili Minahasa (GMIM) Kampus Unsrat dan GMIM Bethesda Manado

Sangkertadi¹⁾, Ronald Manganguwi¹⁾

¹⁾Program Studi Magister Arsitektur, Program Pascasarjana
Universitas Sam Ratulangi, Manado, Indonesia
email: sangkertadi@unsrat.ac.id

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kontribusi dinding dan arsitektur ruang serta jarak gedung ke jalan terhadap reduksi bising dari luar kedalam bangunan, dan distribusi bunyi yang terjadi. Studi kasus pada 2 gereja yaitu gereja GMIM Kampus Unsrat dan gereja GMIM Bethesda Ranotana di Kota Manado. Sebuah sumber bunyi di letakkan di luar ruang dekat pagar pada jarak 12 m terhadap gedung, dengan kuat bunyi konstan namun bervariasi antara 60 sampai dengan 100 dB dengan tahapan setiap 10 dB. Kuat bunyi dihitung dan diukur pada setiap jarak 2 m diruang luar dan dalam Gereja. Pengukuran menggunakan alat *sound level meter*. Perhitungan menggunakan teori akustik ruang dan software I_Simpa. Hasilnya menunjukkan bahwa konfigurasi arsitektur selubung dan ruang bangunan kedua gereja tersebut dalam keadaan kosong hanya mampu mereduksi bising sebesar 2.2 dan 3.7 dB, dengan jendela terbuka. Dengan sumber suara 100 dB di ruang luar, hasil pengukuran di ruang dalam pada kedua gereja mencapai 69.3 dB(A) dan 56.4 dB(A). Rentang bunyi tersebut masih tergolong bising dan belum memenuhi syarat kenyamanan bunyi untuk jenis bangunan ibadah menurut SNI. Visualisasi distribusi bunyi dengan menggunakan software I_Simpa, menunjukkan peran bukaan pintu dan jendela yang menyebabkan kebocoran bunyi kedalam ruangan.

Kata kunci: Akustika; bising; dinding; gereja

Noise Level and Sound Propagation Due to Outside Sound at GMIM Church Unsrat Campus and GMIM Bethesda Manado

ABSTRACT

This research aims to determine the contribution of walls and architectural interior, and the distance of the building to the road to the reduction of noise from outside into the building as well as the distribution of sound that occurs. Case studies on 2 churches: the GMIM Church of Unsrat Campus and the GMIM Bethesda Ranotana Church, both in Manado City. A sound source was placed outside the room near the fence at 12 m from the building. The sound source was constant but varied from 60 to 100 dB with steps every 10 dB. Sound reception was calculated and measured every 2 m distance at outside and inside. Measurements were carried out using sound level meter. Calculations by acoustic theory and I_Simpa software. The results show that the churches when room is empty, had only able to reduce the noise by 2.2 and 3.7 dB, with opened windows. When a 100 dB sound source was applied, the measurement results in the indoor of the two buildings reached 69.3 dB(A) and 56.4 dB(A). Graphical visualizations of sound distribution by using I_Simpa software, showed the role of door and opened window that cause sound leakage into the room.

Keywords: Acoustic; church; noise; wall

(Article History: Received 20-08-2021; Accepted 27-09-2021; Published 28-09-2021)

PENDAHULUAN

Masalah kebisingan tak dapat dihindari, apabila letak bangunan gereja terletak dipinggir jalan dengan volume lalu lintas yang ramai. Paparan bising secara konstan sangat terasa bagi manusia didalamnya akibat

kebisingan lalu lintas jalan raya (Mavrin *et al.*, 2018). Kebisingan juga termasuk kategori polusi lingkungan yang membahayakan bagi Kesehatan dan sudah sering terjadi (Drew *et al.*, 2017; Septiana & Widowati, 2017). Bangunan yang dirancang dengan konsep

penghawaan alami, senantiasa menerapkan bukaan lebar untuk ventilasi. Hal ini berdampak pada adanya transmisi bunyi bising yang masuk kedalam ruangan melalui lubang jendela dan pintu terbuka. Ini menjadi masalah baru yang perlu dikaji, untuk mencari solusi desain dalam rangka mengurangi bunyi bising didalam ruang. Namun terlebih dahulu perlu diketahui berapa nilai bunyi bising yang berhasil menembus bukaan jendela. Bukaan lebar memang beresiko menerima kebisingan lingkungan luar dan mengganggu komunikasi di dalam ruang (Subagio, 2017).

Dalam penelitian ini dilakukan kajian akustika mengenai bunyi bising yang masuk pada ruangan bangunan ibadah, yakni pada kasus gereja GMIM Kampus UNSRAT dan gereja GMIM Bethesda Ranotana, keduanya di Kota Manado. Kedua gereja ini dipilih karena terletak di dekat jalan yang berpotensi menimbulkan bunyi bising. Selain itu jarak bangunan terhadap pagar, tergolong relatif tidak dekat yakni lebih dari 10 m, yang dianggap berpotensi mereduksi bunyi bising cukup baik. Selain itu, kedua gereja tersebut juga dirancang dengan konsep penghawaan alami, dimana terdapat bukaan lebar untuk ventilasi, yang beresiko meneruskan bunyi bising dari luar. Dinding terbuat dari pasangan batu bata diplester semen dan dicat putih. Pada halaman terdapat beberapa pohon, rumput, dan semak bunga, namun tidak tergolong padat. Bangunan ibadah seperti gereja ini perlu dilindungi terhadap resiko bunyi bising, karena bising akan mengganggu kekhusukan umat dalam melaksanakan proses beribadah. Bangunan gedung ibadah gereja, di ruang dalamnya harus memenuhi standar maksimal kebisingan sebesar 35 dB untuk yang berkapasitas sd 250 orang (SNI 03-6386-2000). Kedua kasus dalam penelitian ini adalah gereja dengan kapasitas sekitar 200 orang. Namun sebaliknya ternyata ada yang melakukan studi tentang tingkat suara dari dalam gereja yang justru bisa berdampak menimbulkan polusi suara terhadap lingkungan sekitarnya (Bojongo, 2020; Gemade & Inja, 2020; Christan & Eberechi, 2019), dan yang berdampak kebisingan pada jemaat didalamnya (Ibekwe, 2018). Konfigurasi jendela yang terbuka masih dapat mereduksi bunyi bising meskipun tidak besar, namun dengan bukaan yang tidak terbuka sepenuhnya masih diharapkan mendapatkan reduksi bising yang cukup baik. Mediastika

(Mediastika *et al.*, 2018) melakukan percobaan laboratorium untuk mengetahui peluang jendela terbuka terhadap reduksi bising. Hasil penelitiannya menunjukkan bahwa jendela yang dibuka miring 10 derajat, masih mampu mereduksi 5 dB. Sedangkan apabila miringnya hanya 5 derajat, mampu mereduksi sebesar 7 dB. Kajian Du *et al.* (2019) tentang reduksi bising karena ventilasi kaca dengan permeabilitas sekitar 20%, hasilnya menunjukkan adanya peluang reduksi bising sekitar 8 sd 12 dB yang tergantung pada oktaf yang diterapkan. Sedangkan hasil penelitian dari Barbara Locher, dkk (Locher *et al.*, 2018) tentang *transmission loss* jendela terbuka pada apartemen, menunjukkan hasil bahwa pengurangan kebisingan dapat terjadi sebesar 10 dB, dimana ruang dalamnya tergolong bukan ruang yang memiliki serapan bunyi yang cukup baik.

Dalam kasus ini, bukaan jendela pada gereja GMIM Kampus Unsrat dan GMIM Bethesda Ranotana, luasannya sekitar 30% terhadap dinding selubung. Dengan luasan bukaan tersebut tentu memiliki pengaruh reduksi bising yang tidak signifikan apabila dibandingkan dengan studi yang pernah dilakukan oleh peneliti lain. Namun demikian melalui penelitian ini ingin diketahui besarnya reduksi bising yang terjadi pada kasus kedua Gereja tersebut, baik karena faktor jarak sumber bunyi terhadap bangunan maupun terhadap pengaruh bukaan jendela. Dengan demikian, akan dapat disimpulkan apakah ruang dalam Gereja sudah memenuhi syarat standar maksimal kebisingan atau tidak. Selain itu juga hendak diketahui pola garis kontur rambatan bunyi dari luar ke dalam.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini berjenis kuantitatif, dengan menerapkan pengukuran lapangan, perhitungan dengan *spread sheet*, dan perhitungan menggunakan paket program aplikasi (*software*).

Pengukuran

Dalam proses pengukuran kuat bunyi, di gunakan alat *sound level meter* untuk mengukur besarnya kuat bunyi dengan satuan dB(A). Sebagai sumber bunyi dioperasikan suara sebuah kendaraan bermotor roda dua secara konstan, dengan besarnya kuat bunyi sebesar 60, 70, 80, 90, 100 dB. Jadi terdapat 5

jenis kuat suara berbeda dari satu sumber bunyi. Angka 100 dB diambil berdasarkan pertimbangan standar bunyi klakson, dimana berdasarkan PP No. 55 tahun 2012 paling rendah 83 dB(A) dan paling tinggi 118 dB(A). Jarak pengukuran dilakukan setiap jarak 2 m dari sumber bunyi ke dalam ruangan. Pada setiap titik dilakukan pengukuran sebanyak 3 kali. Ketinggian alat sound level meter pada posisi 1.5 m dari lantai. Metode pengukuran juga mengacu pada lampiran II keputusan menteri lingkungan hidup nomor: KEP-48/MENLH/11/1996.

Perhitungan

Perhitungan reduksi kebisingan karena faktor jarak (antara sumber bunyi dan penerima) yang umumnya di pakai untuk kasus ruang luar, mengacu pada rumus umum rambatan bunyi yang didasarkan pada pola sebaran bunyi yang bersifat membola, dengan persamaan umum teori akustika tentang distribusi bunyi dan NR sebagai berikut (Patel, 2020)

$$I_1 = \frac{P}{4\pi(r_1)^2}; I_2 = \frac{P}{4\pi(r_2)^2}; I_n = \frac{P}{4\pi(r_n)^2};$$

dan $TI = 10 \log \frac{I}{I_0};$

$$\Delta TI = TI_2 - TI_1 = 10 \log \frac{I_2}{I_0} - 10 \log \frac{I_1}{I_0}$$

dimana *I* adalah kuat intensitas bunyi, dan *r* adalah jarak terhadap sumber bunyi, *P* adalah daya bunyi dan *TI* adalah taraf intensitas bunyi. Sedangkan reduksi kebisingan didalam bangunan karena faktor serapan bunyi ruangan penerima dan sumber bunyi di ruangan lain, dapat di estimasi dari pendekatan melalui rumus umum *Noise Reduction (NR)* (Patel, 2020) :

$$NR = TI_1 - TI_2$$

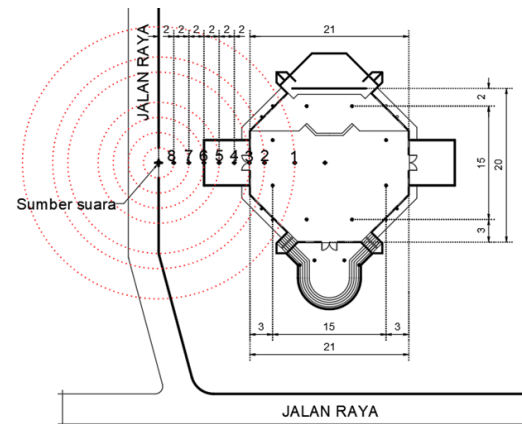
$$NR = SRI - 10 \log \frac{A_s}{\sum A_{i(2)}\alpha_{i(2)}}$$

dimana *TI₁* adalah taraf intensitas bunyi di luar, *TI₂* adalah Taraf Intensitas di ruang dalam; *SRI* adalah *Sound Reduction Index* dari dinding sekat, dan α adalah koefisien serapan bunyi dari permukaan dinding ruang penerima bunyi, *A_i* adalah luas dinding yang berkaitan di ruang penerima. *A_s* adalah luas sekat. Jadi hasil pengukuran *TI₁* dan *TI_n* selanjutnya dijadikan input pada proses perhitungan, untuk memperoleh besarnya *NR* dan *SRI*. Dalam penelitian ini nilai awal *SRI* ditetapkan sebesar 8 dB yang mengacu pada hasil penelitian oleh Du *et al.* (Du *et al.*, 2019).

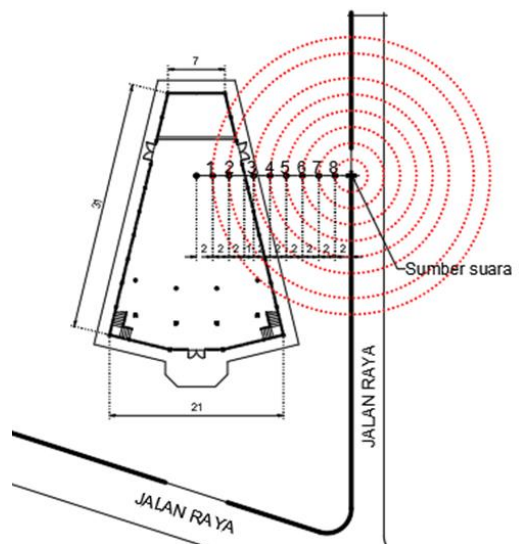
Dalam perhitungan ini ruangan dianggap terisi penuh 200 orang.

Simulasi dengan Program I_Simpa

I_Simpa adalah paket program untuk perhitungan dan visualisasi distribusi rambatan bunyi. Dalam penelitian ini, digunakan untuk perbandingan terhadap hasil perhitungan (manual) dan terhadap hasil ukur, serta untuk memvisualisasikan pola garis kontur penyebaran bunyi dari luar ke dalam bangunan. Pada proses perhitungan yang menggunakan software ini, ruangan dianggap kosong.



Gambar 1. Denah Gereja GMIM Kampus, dan posisi titik ukur



Gambar 2. Denah Gereja GMIM Bethesda dan posisi titik ukur

HASIL DAN PEMBAHASAN

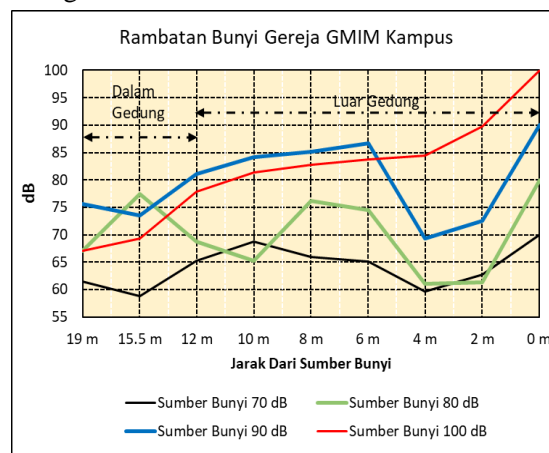
Hasil pengukuran menunjukkan adanya penurunan kuat bunyi yang cukup signifikan dari sumber bunyi di ruang luar sampai ke dalam bangunan, pada dua kasus bangunan

Gereja. Pada pengukuran di gereja GMIM Kampus, hasilnya ditampilkan pada Gambar 3. Pada gambar tersebut juga ditunjukkan adanya fluktuasi kuat bunyi pada jarak tertentu, khususnya pada kasus sumber bunyi 70 sd 90 dB. Hal ini dapat terjadi karena adanya intervensi bunyi latar selain sumber bunyi yang direncanakan. Bunyi latar tersebut dapat bersifat memperkuat atau memperlemah kuat bunyi, sebagaimana juga hasil kajian dari Mama dkk (Mama et al 2018). Dengan sumber bunyi 100 dB, ternyata dapat terdengar sampai sebesar 67.1 dB, atau terjadi *NR* (*Noise Reduction*) sebesar 32.9 dB. Namun dengan sumber bunyi 70 dB, ternyata *NR* yang tercapai hanya sebesar 8.6 dB, yang merupakan selisih dari 70 dB dengan 61.4 dB. Sebagai perbandingan, penelitian sejenis dari Mediastika (2018), menghasilkan *NR* pada kisaran 5 sampai dengan 10 dB. Adapun hasil kajian dari Du (Du et al., 2019) juga menunjukkan hasil *NR* dapat berkisar antara 8 sd 12 dB. Selain itu bunyi yang terdengar di ruang dalam ternyata masih tidak memenuhi standar kebisingan menurut SNI 03-6386-2000, yang semestinya maksimum sebesar 35 dB. Demikian pula terdapat perbedaan nilai *NR* untuk kasus dengan sumber bunyi lainnya yaitu yang 80 dB dan 90 dB. Hal yang sama juga terjadi pada pengukuran di Gereja GMIM Bethesda Ranotana (Gambar 4), dimana terdapat pula fluktuasi rambatan bunyi. Sedangkan kuat bunyi didalam ruang, ternyata juga tidak memenuhi standar kebisingan ruang ibadah Gereja. Kuat bunyi yang didengar masih jauh melampaui angka minimal.

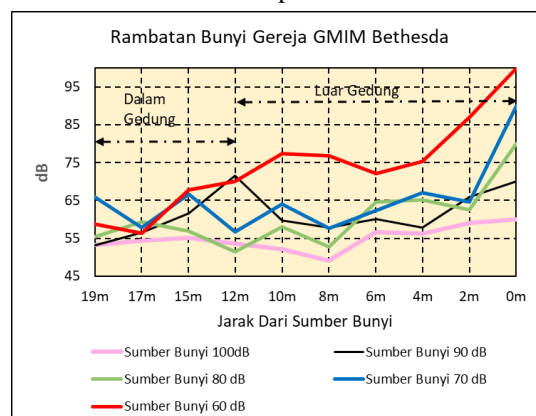
Pada kasus sumber bunyi 100 dB, dibuat perbandingan cara perhitungan manual, menggunakan program *I_Simpa*, dan hasil pengukuran. Selain itu juga di buat perhitungan seolah olah tidak ada dinding, dimana hal ini untuk mengetahui perbedaan perhitungan besar TI atau kuat bunyi di dalam ruang dan TI atau kuat bunyi yang tanpa dinding. Perbedaan tersebut adalah sama dengan *NR*, sebagaimana secara implisit tertuang pada Tabel 1 dan 2. Pada Gambar 5 dan 6, juga ditunjukkan pola rambatan penurunan kuat bunyi yang terjadi diruang luar dan ruang dalam.

Sumber bunyi 100 dB dipilih sebagai bahasan khusus karena dianggap mewakili bunyi klakson, yang mendekati dari kajian Supriatna (Supriatna et al, 2020), bahwa bunyi klakson mobil pada umumnya antara 90 sd

102 dB. Hasil perbedaan TI tersebut menunjukkan berapa besarnya *NR* karena kontribusi arsitektur dinding dan akustik ruang, atau menunjukkan peluang besarnya akumulasi *SRI* dan faktor serapan bunyi dari ruang.



Gambar 3. Hasil pengukuran pada Gereja GMIM Kampus



Gambar 4. Hasil pengukuran pada Gereja GMIM Bethesda

Besarnya peluang reduksi bising tersebut disajikan pada Tabel 3. Pada Tabel tersebut, nampak bahwa pada Gereja GMIM Kampus, ternyata reduksi bising secara teoretis dengan perhitungan *NR* berkisar antara 8.7 sd 12.7 dB dalam keadaan ruangan terisi 200 orang. Sedangkan dari hasil simulasi *software* hanya berkisar 2 sd 2.2 dB dalam keadaan ruangan kosong, sementara itu dari hasil pengukuran bisa mencapai *NR* sebesar 7.5 dB. Demikian pula pada kasus Gereja GMIM Bethesda, dimana secara teoretis nilai *NR* sebesar sekitar 5.9 sd 6.4 dB apabila terisi penuh orang pemakai ruangan. Sedangkan apabila kosong, hanya mampu tereduksi sekitar 2.3 sd 3.4 dB berdasarkan simulasi menggunakan *software I_Simpa*, sedangkan menurut hasil pengukuran, *NR* berpeluang sampai sebesar 16.2 dB dibandingkan apabila

tidak ada selubung, dalam keadaan tidak ada pengunjung. Sebagai pembandingan hasil pengukuran pada Gereja Puh Sarang yang bukaanya seluas 50% terhadap selubung, hanya mampu mereduksi bising sebesar sekitar 11 dB pada frekuensi 500 sd 1000 Hz (Poetiray, *et al.*, 2015).

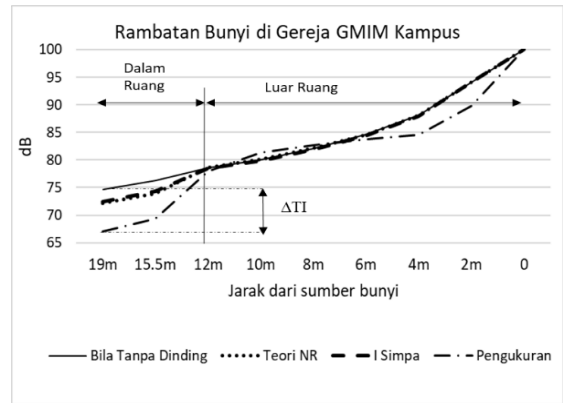
Tabel 1. Perbandingan Hasil Perhitungan dan Pengukuran Kuat Bunyi (dB), pada Gereja GMIM Kampus

Model Perhitungan/ Pengukuran	Titik Penerima/ Jarak terhadap sumber bunyi								
	19m	15.5m	12m	10m	8m	6m	4m	2m	0m
Teori rambat bunyi (Asumsi Tanpa Selubung Bangunan)	75	76.3	79	80	82	85	88	94	100
Perhitungan Teori NR	65.9	63.6	79	80	82	85	88	94	100
Simulasi Software I Simpa dg Menerapkan Selubung Bangunan	72	74.3	79	80	82	84	88	94	100
Hasil pengukuran	67	69.3	78	81	83	84	85	90	100

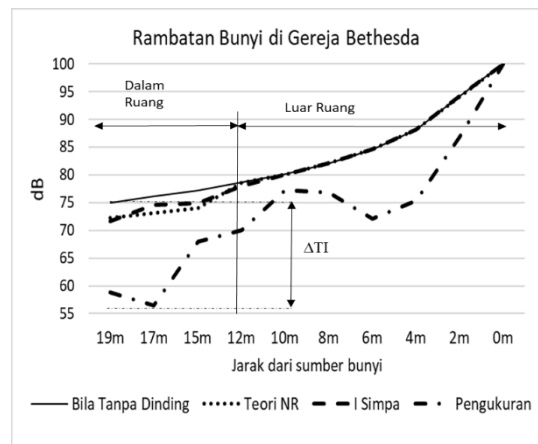
Tabel 2. Perbandingan Hasil Perhitungan dan Pengukuran Kuat Bunyi (dB), pada Gereja GMIM Bethesda

Model Perhitungan/ Pengukuran	Titik Penerima/ Jarak terhadap sumber bunyi									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Teori rambat bunyi (Asumsi Tanpa Selubung Bangunan)	75	76.1	77	79	80	82	85	88	94	100
Perhitungan Teori NR	69	69.9	70.8	78.6	80.1	82.1	84.6	88.1	94.1	100
Simulasi Software I Simpa dg Menerapkan Selubung Bangunan	71.6	74.6	74.9	78	80	82	85	88	94	100
Hasil pengukuran	59	56.4	68	70	77	77	72	75	87	100

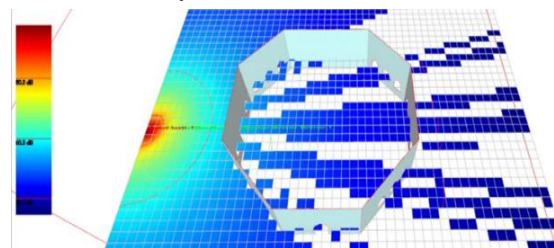
Selanjutnya dengan menggunakan software I_Simpa, dapat diketahui pola distribusi bunyi mulai dari sumber bunyi sampai pada titik pendengaran di ruang dalam (Gambar 7 dan 8). Nampak pada visualisasi distribusi suara, rambatan tetap bersifat sferis, atau membola, dan Nampak juga adanya peran dinding sebagai penghalang rambatan. Setelah bunyi masuk kedalam ruangan, maka intensitas bunyi sudah berkurang, dimana pola rambatannya hanya dipengaruhi oleh lubang pintu atau jendela pada dinding bangunan.



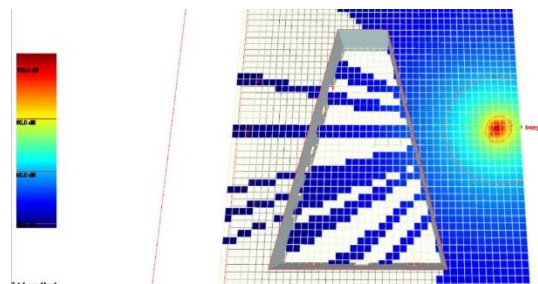
Gambar 5. Rambatan bunyi di Gereja GMIM Kampus dengan sumber bunyi 100dB



Gambar 6. Rambatan bunyi di Gereja GMIM Kampus dengan sumber bunyi 100dB



Gambar 7. Distribusi intensitas bunyi pada Gereja GMIM Kampus



Gambar 8. Distribusi intensitas bunyi pada Gereja GMIM Bethesda

Tabel 3. Peluang NR

Metode	Gereja GMIM Kampus	Gereja GMIN Bethesda	Ruang
Teori NR	8.7 sd 12.7 dB	5.9 sd 6.4 dB	Terisi 200 orang
Simulasi I Simpa	2 sd 2.2 dB	2.3 sd 3.4 dB	Kosong
Pengukuran	7 sd 7.5 dB	9.3 sd 16.2 dB	Kosong

KESIMPULAN

Dari hasil perhitungan, pengukuran dan simulasi dengan *software* terhadap kualitas bunyi didalam ruang Gereja GMIM Kampus UNSRAT dan GMIM Bethesda Ranotana, dapat disimpulkan bahwa tingkat bunyi di dalam ruang masih tergolong tidak memenuhi standar mutu kebisingan berdasarkan SNI. Tingkat reduksi bunyi bising karena faktor dinding dan arsitektur ruang dalam, secara teoretis hanya sedikit, atau tidak signifikan, yaitu hanya mencapai angka 2 sd 3.4 dB, dalam keadaan ruang kosong. Namun berdasarkan pengukuran bisa mencapai 16.2 dB pada Gereja GMIM Bethesda dan 7.5 dB pada Gereja GMIM Kampus. Adapun pola distribusi rambatan bunyi kedalam ruangan, menunjukkan adanya pengaruh dari luasnya bukaan pintu, jendela dan lubang ventilasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Bojongo, M.B.P. 2020. Regulations of noise pollution emitted by revival churches and the well-being of neighboring populations in Cameroon. *Environmental Economics*, **11(1)**:82-95.
- Christian, O. & Eberechi, A. 2019. Emergent Religious Bodies and Noise Pollution: Perspectives on Enugu Metropolis and Environs. *Scholars International Journal of Law, Crime and Justice*, **2(9)**: 271-277.
- Drew, K., Macfarlane, R., Oiamo, T., Mullaly, M., Stefanova, D. & Campbell, M. 2017. How Loud is Too Loud? Health Impacts of Environmental Noise in Toronto. Toronto Public Health, Technical Report, Toronto, Canada.
- Du, L., Lau, S.K. & Lee, S.E. 2019. Experimental study on sound transmission loss of plenum windows. *The Journal of the Acoustical Society of America*, **146**:489-495.

- Gemade, K.C. & Inja, T. 2020. Tackling Noise Pollution in Urban Benue: The Role of the Church. *Int. Journal on Biblical and Cognate Studies*, **1**:188-205.
- Ibekwe, M. 2018. Tinnitus; an Index of Noise Pollution amongst Church Worshippers in Port Harcourt Metropolis. *Global Journal of Otolaryngol*, **18(4)**:62-66.
- Locher, B., Piquerez, A., Habermacher, M., Ragetti, M., Rösli, M., Brink, M., Cajochen, C., Vienneau, D., Foraster, M., Müller, U. & Wunderli, J.M. 2018. Differences between Outdoor and Indoor Sound Levels for Open, Tilted, and Closed Windows. *Int. Journal of Environ. Research Public Health*, **15(149)**: 2-16.
- Mama, Y., Fostich, L. & Icht, M. 2018. The impact of different background noises on the Production Effect. *Acta Psychol (Amst)*, **185**:235-242.
- Mavrin, V., Makarova, I. & Prikhodko, A. 2018. Assessment of the influence of the noise level of road transport on the state of the environment. *Transportation Research Procedia*, **36**: 514–519.
- Mediastika, C.E., Kristianro, L., Anggono, J., Suhedi, F. & Purwaningsih, H. 2018. Open windows for natural airflow and environmental noise reduction. *Architectural Science Review*, **61(5)**: 338-348.
- Patel, R. 2020. Architectural Acoustic, A guide to integrated thinking. RIBA Publishing, London.
- Poetiray, M.S.G., Ekasiwi, S.N.N. & Arifianto, D. 2015. Pengukuran Kebisingan Bangunan Gereja Terbuka. Studi Kasus Gereja Puh Sarang – Kediri. *Proceedings of The 2nd ECO-Architecture Conference (EAC 2)*:265-274.
- Septiana, N.R. & Widowati, E. 2017. Gangguan Pendengaran Akibat Bising. *HIGEIA: J. of Public Health Research and Development*, **1(1)**:73-82.
- Subagio, I. 2017. Attenuasi Bising Lingkungan dan Bukaan pada Ruang Kelas Sekolah Dasar Berventilasi Alami di Tepi Jalan Raya. *Media Matrasain*, **14(2)**:1-13.

Supriatna, U., Poniman, D. & Kosasih. 2020.
Pengaruh Jenis Klakson pada Mobil
Terhadap Tingkat Kekuatan Bunyi.
*Jurnal Mesa Jendela Informasi
Teknik*, **4(1)**:1-6.