

ANALISIS DAN SIMULASI AKUSTIK RUMAH TINGGAL

Moh. Eran^{1,*} Nurhayati Kamaruddin²

^{1,*} Jurusan Arsitektur, Fakultas Teknik dan perencanaan - Universitas Pohnpei

² Jurusan Arsitektur, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer - Universitas Ihsan Sidenreng Rappang

e-mail: moheran220693@gmail.com

ABSTRACT

Noise is a problem that has a direct impact and interferes with daily human activities and even threatens the level of human comfort and health. The use of materials and the volume of space that is not appropriate in residential homes can affect the level of reverberation causing acoustic defects. As well as the sound produced by speakers from the TV which has an impact on other rooms that can cause noise. Sound pollution is quite influential on the quality of comfort, especially in the atmosphere. In this regard, to maintain comfort, efforts are needed to reduce the negative impact in the form of noise control. For this reason, in the process of planning and design of buildings, it is necessary to have appropriate spatial acoustic material engineering in residential houses that can reduce noise to meet architectural acoustic comfort standards. This paper aims to analyze and carry out simulations to determine the indoor acoustic level of residential houses. The method used is a simulation method. The building to be simulated is a residential house. The tool used in this simulation is a computer, in this case, the test analyzes acoustics in architectural design using Autodesk Ecotect Analysis. The results obtained show that the material and volume of the room greatly affect the level of acoustic performance in the room.

Keywords: Background Noise, Reverberation Time, Acoustics, Residential.

ABSTRAK

Kebisingan merupakan suatu masalah yang berdampak langsung dan mengganggu kegiatan manusia sehari-hari bahkan mengancam tingkat kenyamanan dan kesehatan manusia. Penggunaan material dan volume ruang yang tidak tepat pada rumah tinggal dapat mempengaruhi tingkat dengung sehingga menimbulkan cacat akustik. Serta Suara yang dihasilkan oleh spiker dari TV yang dampaknya terhadap ruangan lain yang dapat menimbulkan kebisingan. Pencemaran suara tersebut cukup berpengaruh bagi kualitas kenyamanan terutama dibagian suasana. Sehubungan dengan hal tersebut untuk menjaga kenyamanan, maka diperlukan usaha usaha untuk mengurangi dampak negatif tersebut berupa pengendalian kebisingan. Untuk itu dalam proses perencanaan dan desain pada bangunan dibutuhkan suatu rekayasa material akustik ruang yang tepat pada rumah tinggal yang dapat mereduksi kebisingan hingga memenuhi standar kenyamanan akustik secara arsitektural. Tulisan ini bertujuan untuk menganalisis dan melakukan simulasi untuk mengetahui tingkat akustik dalam ruangan pada rumah tinggal. Metode yang digunakan adalah metode simulasi. Bangunan yang akan di simulasi adalah rumah tinggal. Alat yang digunakan dalam simulasi ini berupa komputer, dalam hal ini pengujian menganalisis akustik dalam desain arsitektur menggunakan Autodesk Ecotect Analysis. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa Material dan volume ruang sangat mempengaruhi tingkat kinerja akustik dalam ruang.

Kata Kunci : Suara Latar Belakang, Waktu Dengung, Akustik, Rumah Tinggal

PENDAHULUAN

1. 1 Latar Belakang

Rumah merupakan sebuah bangunan kebutuhan dasar bagi setiap manusia di samping kebutuhan makanan dan pakaian. Bangunan mempunyai beberapa fungsi bagi kehidupan manusia, terutama sebagai tempat berlindung dari cuaca, keamanan, tempat tinggal, privasi, tempat menyimpan barang, dan tempat bekerja. Suatu bangunan tidak bisa lepas dari kehidupan manusia khususnya sebagai sarana pemberi rasa aman dan nyaman [1]. Rumah layak huni adalah rumah yang memenuhi persyaratan kesehatan, keselamatan dan kenyamanan. Salah satu faktor penentu kenyamanan adalah kenyamanan pendengaran. Kenyamanan pendengaran merupakan salah satu faktor yang krusial agar suatu informasi dapat diterima dengan baik, juga agar otak dapat bekerja secara maksimal. Jika diabaikan, maka gangguan dari kebisingan dapat memberi efek buruk pada kesehatan, kesejahteraan, dan kualitas hidup secara umum.

Dalam pemenuhan hal ini, maka pemahaman terkait akustik suatu bangunan sangat diperlukan agar rancangan desain sebuah bangunan dapat mengakomodasi kebutuhan kita akan kenyamanan pendengaran. Masalah yang mulai sedikit dirasakan saat ini adalah masalah kebisingan atau pencemaran suara, terutama pada rumah tinggal. Oleh karena itu Kenyamanan merupakan faktor penting yang harus diperhatikan dalam desain rumah, karena kenyamanan ruang akan mempengaruhi betah tidaknya penghuni dalam beraktivitas. Pengaruh penggunaan material dan volume ruang yang tidak tepat pada rumah tinggal dapat mempengaruhi tingkat dengung sehingga menimbulkan cacat akustik. Serta Suara yang dihasilkan oleh spiker dari TV yang dampaknya terhadap ruangan lain yang dapat menimbulkan kebisingan. Pencemaran suara tersebut cukup berpengaruh bagi kualitas kenyamanan terutama dibagian suasana.

Sehubungan dengan hal tersebut untuk menjaga kenyamanan, maka diperlukan usaha usaha untuk mengurangi dampak negatif tersebut berupa pengendalian kebisingan.

Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk mereduksi bising, khususnya pada ruangan adalah dengan memasang material penyerap kebisingan (panel akustik) pada rumah tinggal. Untuk itu dalam proses perencanaan dan desain pada bangunan dibutuhkan suatu rekayasa material akustik ruang yang tepat pada rumah tinggal yang dapat mereduksi kebisingan hingga memenuhi standar kenyamanan akustik secara arsitektural.

1.2 Tujuan

Tulisan ini bertujuan untuk menganalisis dan melakukan simulasi untuk mendapatkan kenyamanan akustik dalam ruangan pada rumah tinggal.

TINJAUAN PUSTAKA

Kenyamanan Akustik adalah kenyamanan yang berkaitan dengan bunyi/ suara. Akustik adalah salah satu cabang ilmu fisika yang punya hubungan dan berkaitan dengan gelombang bunyi dan penerapannya pada bangunan dan arah rambatan gelombang bunyi sumber bunyi lingkungannya [2] Menurut Satwiko (2009), ruang lingkup akustik yang perlu dipelajari adalah tentang suara atau bunyi. Akustik dalam arsitektur dibagi menjadi akustika ruang (room acoustics) yaitu penyelesaian bunyi yang dikehendaki dan kontrol terhadap kebisingan (noise control) yaitu penyelesaian bunyi yang tidak dikehendaki [3].

Salah satu faktor penentu kenyamanan adalah kenyamanan pendengaran. Kenyamanan pendengaran merupakan salah satu faktor yang krusial agar suatu informasi dapat diterima dengan baik, juga agar otak dapat bekerja secara maksimal. Tingkat gangguan kebisingan dapat diukur menggunakan skala berdasarkan apa yang

dirasakan manusia, seperti: merasakan adanya kebisingan, merasa terusik, merasa terganggu, sampai merasa sangat terganggu atau tidak tahan [4].

Kebisingan yang dihasilkan dari berbagai macam sumber bunyi ini membuat rasa tidak nyaman bagi manusia khususnya indra pendengaran. Kebisingan sangat mengganggu dan berdampak buruk bagi kehidupan manusia. Salah satu alternatif untuk meminimalisir kebisingan adalah dengan pemanfaatan material akustik. Material akustik dapat didefinisikan sebagai material yang berfungsi untuk menyerap dan meredam suara. Material akustik mempunyai peranan penting dalam akustik ruangan. Pemanfaatannya banyak digunakan untuk mengurangi kebisingan [5].

Tingkat gangguan kebisingan dapat diukur menggunakan skala berdasarkan apa yang dirasakan manusia, seperti: merasakan adanya kebisingan, merasa terusik, merasa terganggu, sampai merasa sangat terganggu atau tidak tahan. Telinga manusia normal dapat merasakan perbedaan suatu bunyi dengan selisih terkecil 1 dB. Berikut ambang batas pendengaran manusia :

Tabel 1 Ambang batas pendengaran manusia

Sound Pressure (Pa)	Sound Level (dB)	Contoh keadaan
200	140	Ambang batas atas pendengaran
	130	Pesawat terbang tinggal landas
20	120	Diskotik yang amat gaduh
	110	Diskotik yang gaduh
2	100	Pabrik yang gaduh
	90	Kereta api berjalan
0,2	80	Pojok perempatan jalan
	70	Mesin penyedot debu umumnya
0,02	60	Percakapan dengan berteriak
0,002	30 s.d. 50	Percakapan normal
0,0002	20	Desa yang tenang, angin berdesir
0,00002	0 s.d. 10	Ambang batas bawah pendengaran

Sumber: [4]

METODOLOGI

3.1 Metode Penelitian

Metode yang digunakan adalah metode simulasi. Bangunan yang akan di simulasi adalah rumah tinggal masyarakat. Alat yang digunakan dalam simulasi ini berupa computer, dalam hal ini pengujian mengoptimalkan akustik dalam desain arsitektur menggunakan Autodesk

Ecotect Analysis. Bahan yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah speaker yang berkarakteristik umum dengan kekuatan 80 db dan 500Hz, sumber suara dijalankan dengan cara penyebaran acak dengan ketinggian 1.5 meter.

Bangunan yang akan di simulasi adalah rumah tinggal masyarakat. Spesifikasi objek bangunan yang akan diteliti adalah sebagai berikut:

Nama : Rumah Tinggal



(a)



(b)

Gambar 1. Denah (a) ; Tampak (b)
(Sumber: Analisa Pribadi. 2023)

- Fungsi: Sebagai tempat Hunian
- Luas Bangunan: 50.8 m²
- Luas Ruang:
 - Ruang Tamu = 9 m²
 - Ruang Keluarga = 9 m²
 - Kamar 1 = 10 m²
 - Kamar 2 = 9 m²
 - Kamar 3 = 9 m²
 - Dapur = 10,5 m²
 - WC 1 = 1.8 m²
 - WC 2 = 1.5 m²
- Volume Ruang :
 - Ruang Tamu = 36 m³

- Ruang Keluarga = 36 m^3
- Kamar 1 = 40.21 m^3
- Kamar 2 = 36 m^3
- Kamar 3 = 36 m^3
- Dapur = 42 m^3
- WC 1 = 7.41 m^3
- WC 2 = 6 m^3
- e. Volume Bangunan : $239,62 \text{ m}^3$
- f. Kapasitas ruang : Ruang Tamu : ± 4 Orang, Sofa 1 set, meja, rak, karpet dan fas bunga.



Gambar 2. Ruang Tamu
(Sumber: Analisa Pribadi. 2023)

- Ruang Keluarga : ± 4 orang, sofa 1 set, meja, rak TV, karpet dan fas bunga



Gambar 3. Ruang Keluarga
(Sumber: Analisa Pribadi. 2023)

- Ruang Kamar 1 :
max 2 Orang, 1 Tempat Tidur, 1 lemari pakaian, 1 meja rias, 1 kursi, 1 Rak TV dan 1 Lampu Lantai.



Gambar 4. Kamar 1
(Sumber: Analisa Pribadi. 2023)

- Ruang Kamar 2 :
Max 1 orang, 1 Tempat Tidur, 1 lemari pakaian, 1 meja belajar, 2 kursi, 1 lampu lantai dan karpet



Gambar 5. Kamar 2
(Sumber: Analisa Pribadi. 2023)

- Ruang Kamar 3 :
Max 1 orang, 1 Tempat Tidur, 1 lemari pakaian, 1 meja belajar, 1 kursi, 1 kursi bean bag, 1 lampu lantai dan karpet.



Gambar 6. Kamar 3
(Sumber: Analisa Pribadi. 2023)

- Ruang Dapur : Kitchen set, kursi, kulkas, dan mesin cuci
- WC 1 (a) : Closet, Shower cabin
- WC 2 (b) : Closet, Shower



Gambar 7. Ruang Dapur
(Sumber: Analisa Pribadi. 2023)



(a) (b)
Gambar 8. WC 1 (a), WC 2(b)

(Sumber: Analisa Pribadi. 2023)

1.2 Teknik Pengumpulan Data Dan Jenis Data

Pengumpulan data berupa data primer dan sekunder. Data primer adalah sumber data langsung yang diperoleh peneliti sedangkan data sekunder merupakan data yang diperoleh melalui sumber yang sudah ada, seperti Jurnal, Buku ataupun artikel yang berkaitan dengan kinerja akustik perumahan masyarakat terhadap lingkungannya.

Berdasarkan data kondisi di lapangan yang diperoleh, maka pembahasan simulasi dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Membuat permodelan rumah tinggal
2. Menentukan jenis material yang digunakan pada rumah tinggal.
3. Sumber suara, yang dipakai adalah speaker yang berkarakteristik umum dengan kekuatan 10 db dan 500Hz sesuai pembangkit suara yang dilakukan pada saat simulasi. Speaker bersumber dari TV dan diletakkan di ruang keluarga
4. Jumlah pengguna ruang yang ditetapkan sebanyak 4 orang.
5. Untuk melaksanakan kalkulasi EAP (existing acoustic particles), sumber suara dijalankan dengan cara penyebaran acak bersudut tegak 90° dengan ketinggian 1.5 meter. Jumlah garis suara yang dibangkitkan untuk setiap kalkulasi adalah 100unit (diasumsikan sebanding dengan luasan bidang) dengan jumlah pantulan sebanyak 16 kali (normal pantulan berkisar antara 8-32 pantulan).
6. Melakukan simulasi akustik pada rumah tinggal masyarakat
7. Kemudian analisis hasil simulasi.

3.3 Analisis Data

Metode dalam menganalisis data dalam penelitian ini dilakukan dengan cara menggunakan analisis deskriptif yaitu dengan cara menggambarkan atau menjelaskan hasil analisis yang dihasilkan dari data pengukuran dan hasil simulasi. Deskriptif hanya berhubungan dengan hal menguraikan atau memberikan

keterangan-keterangan mengenai suatu data atau keadaan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1.2.1 Analisa Kondisi Eksisting

Bangunan rumah berada di Desa Sandana Kec. Galang Kab. Tolitoli. batas-batas bangunan lebih jelas dilihat pada gambar dibawah. Adapun batas utara adalah rumah tinggal, batas barat adalah rumah tinggal, batas selatan adalah jalan raya, batas timur adalah jalan trans.

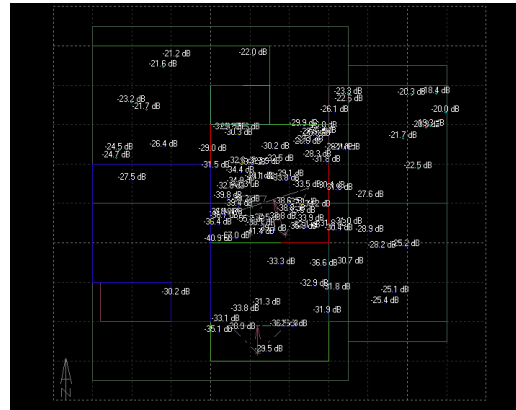


Gambar 9 Tampak atas tata massa rumah masyarakat (Sumber: Analisa Pribadi. 2023)

1.2.2 Analisa Hasil Simulasi Rumah Tinggal

a. Background Noise Existing

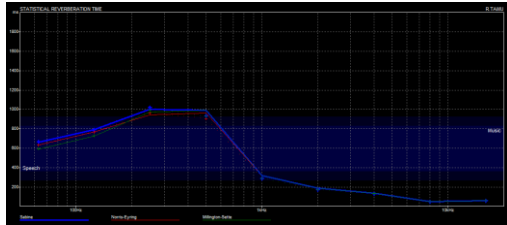
Pengukuran *Background Noise* dilakukan di 1 titik dengan diambil selama 48.0ms. bising latar belakang yang diukur dalam hal ini adalah tingkat tekanan bunyi yang dihasilkan oleh bising dari speaker TV yang ada di ruang keluarga. Dengan tingkat kekuatan bunyi 80 db dan 500Hz, Jumlah garis suara yang di gunakan 100 dan 16 kali pantulan.



di ruang keluarga, dapur, kamar 2 dan 3. Sedangkan jenis suara Masked berada di semua ruangan.

1.2.3 Analisis Waktu Dengung (Reverberation Time)

❖ Ruang Tamu

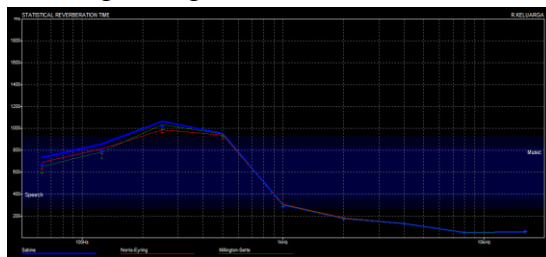


Gambar 12. Garfik Statistical Reverberation Time ruang tamu (Sumber: Data Pribadi, 2023)

Dari grafik di atas dapat diketahui bahwa Ruang tamu memiliki:

Volume: 36.000 m³
 Surface Area: 65.638 m²
 Occupancy: 1 (1 x 100%)
 Optimum RT (500Hz - Speech): 0.36 s
 Optimum RT (500Hz - Music): 0.83 s
 Volume per Seat: 36.000 m³
 Minimum (Speech): 3.553 m³
 Minimum (Music): 7.156 m³
 Most Suitable: Sabine (Uniformly distributed)
 Selected: Sabine (Uniformly distributed)

❖ Ruang Keluarga



Gambar 13 Garfik Statistical Reverberation Time ruang Keluarga (Sumber: Data Pribadi, 2023)

Dari grafik di atas dapat diketahui bahwa Ruang keluarga memiliki :

Volume: 36.000 m³
 Surface Area: 66.000 m²
 Occupancy: 1 (1 x 100%)
 Optimum RT (500Hz - Speech): 0.36 s

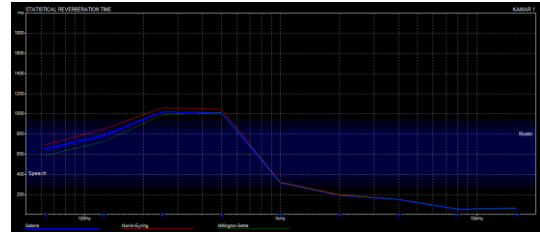
Optimum RT (500Hz - Music): 0.83 s

Volume per Seat: 36.000 m³

Minimum (Speech): 3.553 m³

Minimum (Music): 7.156 m³

❖ Ruang Kamar 1

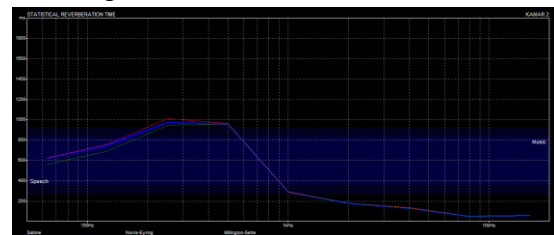


Gambar 14 Garfik Statistical Reverberation Time ruang Kamar 1 (Sumber: Data Pribadi2023)

Dari grafik di atas dapat diketahui bahwa Ruang keluarga memiliki:

Volume: 40.210 m³
 Surface Area: 76.000 m²
 Occupancy: 1 (1 x 100%)
 Optimum RT (500Hz - Speech): 0.37 s
 Optimum RT (500Hz - Music): 0.85 s
 Volume per Seat: 40.210 m³
 Minimum (Speech): 3.553 m³
 Minimum (Music): 7.156 m³
 Most Suitable: Sabine (Uniformly distributed)
 Selected: Sabine (Uniformly distributed)

❖ Ruang Kamar 2



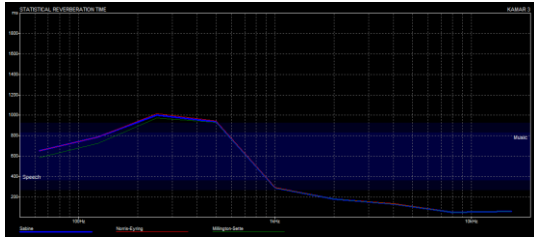
Gambar 15 Garfik Statistical Reverberation Time ruang Kamar 2 (Sumber: Data Pribadi, 2023)

Dari grafik di atas dapat diketahui bahwa Ruang keluarga memiliki:

Volume: 36.000 m³
 Surface Area: 68.660 m²
 Occupancy: 1 (1 x 100%)
 Optimum RT (500Hz - Speech): 0.36 s
 Optimum RT (500Hz - Music): 0.83 s
 Volume per Seat: 36.000 m³

Minimum (Speech): 3.553 m3
 Minimum (Music): 7.156 m3
 Most Suitable: Sabine (Uniformly distributed)
 Selected: Sabine (Uniformly distributed)

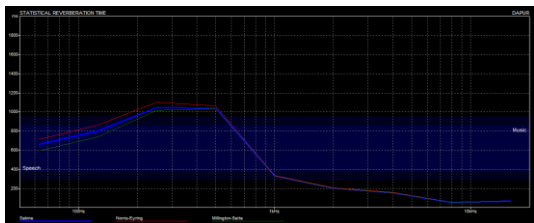
❖ Ruang Kamar 3



Gambar 16 Garfik Statistical Reverberation Time ruang Kamar 3 (Sumber: Data Pribadi, 2023)

Dari grafik di atas dapat diketahui bahwa Ruang keluarga memiliki:
 Volume: 36.000 m3
 Surface Area: 66.000 m2
 Occupancy: 1 (1 x 100%)
 Optimum RT (500Hz - Speech): 0.36 s
 Optimum RT (500Hz - Music): 0.83 s
 Volume per Seat: 36.000 m3
 Minimum (Speech): 3.553 m3
 Minimum (Music): 7.156 m3
 Most Suitable: Sabine (Uniformly distributed)
 Selected: Sabine (Uniformly distributed)

❖ Ruang Dapur

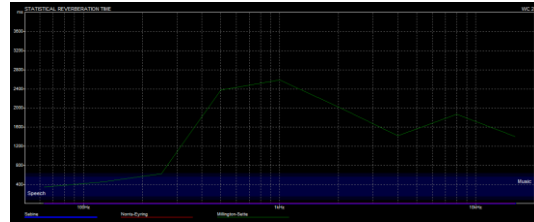


Gambar 17 Garfik Statistical Reverberation Time Dapur (Sumber: Data Pribadi, 2023)

Dari grafik di atas dapat diketahui bahwa Ruang keluarga memiliki:
 Volume: 42.000 m3
 Surface Area: 81.000 m2
 Occupancy: 1 (1 x 100%)
 Optimum RT (500Hz - Speech): 0.38 s
 Optimum RT (500Hz - Music): 0.86 s
 Volume per Seat: 42.000 m3
 Minimum (Speech): 3.553 m3

Minimum (Music): 7.156 m3
 Most Suitable: Sabine (Uniformly distributed)
 Selected: Sabine (Uniformly distributed)

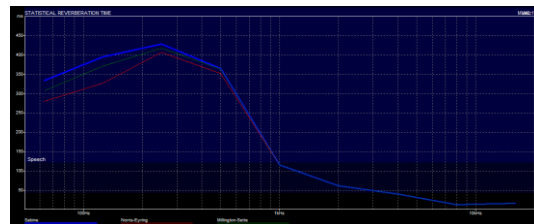
❖ Ruang WC 1



Gambar 18 Garfik Statistical Reverberation Time WC 1 (Sumber: Data Pribadi, 2023)

Dari grafik di atas dapat diketahui bahwa Ruang keluarga memiliki:
 Volume: 7.410 m3
 Surface Area: 1674.683 m2
 Occupancy: 1 (1 x 100%)
 Optimum RT (500Hz - Speech): 0.15 s
 Optimum RT (500Hz - Music): 0.56 s
 Volume per Seat: 7.410 m3
 Minimum (Speech): 3.553 m3
 Minimum (Music): 7.156 m3
 Most Suitable: Norris-Eyring (Highly absorbant)
 Selected: Sabine (Uniformly distributed)

❖ Ruang WC 2



Gambar 19 Garfik Statistical Reverberation Time WC 2 (Sumber: Data Pribadi, 2023)

Dari grafik di atas dapat diketahui bahwa Ruang keluarga memiliki:
 Volume: 6.000 m3
 Surface Area: 23.000 m2
 Occupancy: 1 (1 x 100%)
 Optimum RT (500Hz - Speech): 0.12 s
 Optimum RT (500Hz - Music): 0.52 s
 Volume per Seat: 6.000 m3
 Minimum (Speech): 3.553 m3

Minimum (Music): 7.156 m3

Most Suitable: Sabine (Uniformly distributed)

Selected: Sabine (Uniformly distributed)

PEMBAHASAN

4.2.2 Material, Sumber Suara Dan Volume Ruang Terhadap Kinerja Akustik Rumah Tinggal.

1. Material

- Dinding : Bata 110mm dengan plester 10mm di kedua sisinya.
- Lantai : Pelat beton setebal 100mm di atas tanah ditambah ubin keramik
- Plafon: Langit-langit papan plester gantung 10mm, pada balok 200mm sebagai celah udara. Tidak ada isolasi.
- Pintu: Kayu pinus inti padat tebal 40mm
- Jendela: Panel kaca tunggal dengan bingkai kayu
- Atap: Atap stainless steel bergelombang

4.2.3 Analisa Hasil Simulasi Rumah Tinggal

1. Background Noise Existing

Pengukuran *Background Noise* dilakukan di 1 titik dengan diambil selama 48.0ms. bising latar belakang yang diukur dalam hal ini adalah tingkat tekanan bunyi yang dihasilkan oleh bising dari speaker TV yang ada di ruang keluarga. Dengan tingkat kekuatan bunyi 80 db dan 500Hz, Jumlah garis suara yang di gunakan 100 dan 16 kali pantulan

2. Pola Penyebaran Bunyi

- *show relative to direct* rumah tinggal dengan waktu berlalu 48.0ms
- Dari hasil simulasi diperoleh hasil db disetiap ruang, dimana ruang tamu berkisar antara 29.5 db – 36.6db, pada ruang keluarga diperoleh hasil dB 28.3 dB -40.9 dB. Pada ruang kamar 1 diperoleh hasil dB berkisar antara 27.5 dB sampai 30.2 dB. Pada ruang kamar 2 hasil dB diperoleh 25.0 dB - 30.7 dB. Pada kamar 3 diperoleh hasil dB sebesar 20.0dB – 27.6 dB. Sedangkan pada dapur diperoleh

hasil dB sebesar 21.2 dB – 29.0 dB. Pada Wc 1, hasil dB yang diperoleh sebesar 27.5 dB – 30.2 dB. Dan pada Wc 2 diperoleh hasil dB sebesar 37.8 dB.

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 KESIMPULAN

Berdasarkan simulasi yang sudah di lakukan, desain akustik ruang pada rumah tinggal yang di hasilkan adalah :

1. Nilai waktu dengung yang di hasilkan oleh sumber suara memiliki nilai rata-rata sebesar 0.36 detik.
2. Material dan volume ruang sangat mempengaruhi tingkat kinerja akustik dalam ruang,
3. Pada objek rumah yang di simulasi memiliki efek suara yang kurang baik untuk kenyamanan pengguna ruang tersebut.

5.2 SARAN

Berdasarkan kesimpulan yang di dapat, diperoleh beberapa hal yang di anjurkan dalam pemanfaatan akustik ruang.

1. Harus memperhatikan peletakan sumber suara agar dapat menghasilkan suaran yang sesuai dengan apa yang di inginkan.
2. Dalam pembangunan rumah tinggal harus memperhatikan jenis material yang di gunakan, dan menyesuaikan dengan volume ruang agar tidak menghasilkan penyebaran dan dengung suara yang terlalu lama.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] H. Daniel and A. Maisarah, “TALENTA Conference Series Strategi Desain Bangunan yang Memperhatikan Lingkungan,” vol. 06, pp. 4–7, 2023, doi: 10.32734/lwsa.v6i1.1662.
- [2] M. I. H. dan E. P. Bagus Wicaksono1*, “KAJIAN RAGAM KENYAMANAN PADA RUANG TAMU RUMAH TINGGAL DI SEMARANG DI ERA PANDEMI COVID-19,” pp. 15–20, 2021.
- [3] A. Sastika and S. E. Febrina, “Efektifitas Pemakaian Material Akustik pada Gereja Bethel Indonesia (GBI) Musi Palembang

Palembang,” pp. 63–72, 2022.

- [4] P. D. Christina F. Mediastika, *Akustik bangunan*. 2005.
- [5] F. Y. Kartikasari, M. F. Erlangga, N. E. Widiyanti, L. Subagiyo, and H. Santoso,