



Analisis Karakteristik “Akustik Ruang” pada Tempat Peribadatan Menggunakan Metode *Sabine* dan Simulasi *Golden Surfer*

Galih Anindita¹, Edy Setiawan¹, Utsman Hanif¹, Ade Reza Ardiansyah²

¹ Program Studi Teknik Keselamatan dan Kesehatan Kerja, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya 60111, Indonesia

² Program Studi Teknik Otomasi, Jurusan Teknik Kelistrikan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya 60111, Indonesia

Abstrak. Kenyamanan menjalankan ibadah ditentukan oleh akustik ruang, meliputi tekanan bunyi yang memenuhi syarat, penyebaran suara yang menyeluruh, waktu dengung ideal bebas dari cacat akustik dan tingkat bising rendah. Penggunaan bahan reflector dan absorber yang tidak seimbang, berisiko mengakibatkan cacat akustik (gema, gaung dan refleksi bunyi). Persyaratan akustik ruang yang baik dalam masjid merupakan kebutuhan. Hal ini melatarbelakangi diperlukannya penelitian dengan tujuan menganalisis karakteristik “akustik ruang” Masjid Masyithoh di Perumahan Wisma Permai Surabaya dimana belum pernah diukur parameter akustik ruangnya. Metode yang digunakan adalah deskripsi kondisi objektif akustik ruang masjid dengan pengukuran langsung tingkat tekanan bunyi dan *background noise* dengan memakai *sound level meter*, serta perhitungan waktu dengung dengan metode *Sabine* yang kemudian dibandingkan dengan Kepmen Negara Lingkungan Hidup No. KEP-48 MENLH/11/1996. Untuk peta sebaran tingkat kebisingan disimulasikan dengan *golden surfer*. Hasil penelitian didapatkan nilai *background noise* ruang peribadatan Masjid Masyithoh pada masjid lantai satu dan dua masing-masing adalah sebesar 53,98 dBA dan 48,98 dBA (sesuai standar < 55dBA). Nilai tingkat tekanan bunyi rata-rata sebesar 87,5 dBA di lantai satu dan 75,2 dBA di lantai dua. Distribusi suara pada masjid lantai satu tidak menyebar secara merata dan lantai dua menyebar secara merata. Nilai *reverberation time* dengan volume ruang masjid sebesar 2.204 m³ diperoleh 4,46 detik (tidak sesuai standar, 2,2 -2,75 detik)

Kata kunci: Akustik Ruang, *Background noise*, *Reverberation Time*, *Surfer*, Tingkat Tekanan Bunyi

Abstract. The comfort of worship is greatly influenced by the acoustics of the room which include sufficient sound pressure, even sound distribution, optimum reverberation time free from acoustic defects and low noise levels. With the use reflector and absorber materials that are not balanced, it has the potential to cause echo and hum, concentration and sound shadows. Good acoustic conditions are a necessity. This is the background to the need for research with the aim analysis characteristics of “acoustic space” Masyithoh Mosque in Wisma Permai Surabaya where the acoustic parameters have never been measured. The method used is a presentation of the objective acoustic conditions of the mosque space based on direct measurements of sound pressure levels and background noise using a sound level meter, calculation of reverberation time with the Sabine method which is then compared with the Decree of the Minister of Environment No. KEP-48 MENLH/11/1996. The noise level distribution map was simulated with golden surfer. The results showed that the background noise value on the first and second floors is 53.98 dBA and 48.98 dBA respectively (according to the

standard < 55dBA). The average sound pressure level value of 87.5 dBA on the first floor and 75.2 dBA on the second floor. The sound distribution on the first floor of the mosque does not spread evenly and the second floor spreads evenly. The reverberation time value with a mosque room volume of 2,204 m³ is obtained 4.46 seconds (not according to the standard, 2.2 -2.75 seconds).

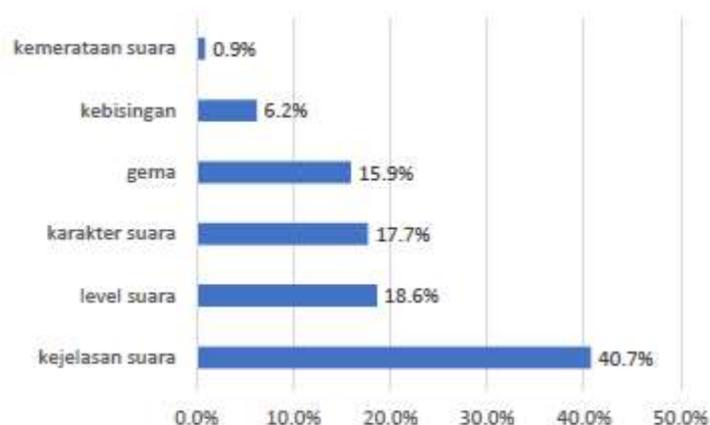
Keywords: Background noise, Reverberation Time, Room Acoustics, Sound Pressure Level, Surfer

Pendahuluan

Masjid adalah sarana bagi umat muslim untuk melakukan ibadah wajib dan sunnah. Masjid wajib memberikan kenyamanan untuk para jemaahnya melakukan beribadah (Saerozi, Riyadi, & Hamid, 2023). Masjid mempunyai manfaat tidak hanya digunakan sebagai tempat peribadatan tetapi juga digunakan untuk kegiatan rohani seperti kajian agama, ceramah agama, mengaji al-quran, diskusi, khutbah dan akad nikah (Amin, 2024). Aktifitas yang dilakukan di masjid sebagian besar terkait dengan suara manusia. Semua aktivitas tersebut membutuhkan kejelasan suara.

Dalam sebuah masjid terdapat ruangan untuk percakapan dan ruangan untuk ibadah. Kedua ruangan tersebut mempunyai karakteristik akustik ruang masing-masing (Sarwono , Panggulu, & Sudarsono, 2018). Suatu ruangan yang digunakan untuk percakapan, dikatakan dapat memberikan kenyamanan apabila waktu dengung rendah, artikulasi suara terdengar jelas dan informasi dari percakapan dapat dipahami. Sedangkan ruangan yang digunakan untuk beribadah, dikatakan dapat memberikan ketenangan dengan waktu dengung agak tinggi, suara frekuensi rendah agak dominan, suara terdengar bergema dan suara terdengar agung (Doelle, 1972).

Pada gambar 1 dapat dilihat bahwa aspek kualitas suara suatu tempat ibadah yang paling dominan untuk memberikan kenyamanan dan kekhusyukan dalam beribadah yaitu tingkat kejelasan suara yaitu sebesar 40,7% , level suara sebesar 18,6 % dan karakter suara sebesar 17,7%



Gambar 1 Parameter Ruang untuk Ibadah (Sarwono , Panggulu, & Sudarsono, 2018)

Masjid sebagai tempat ibadah, ruangan didisain untuk mendapatkan kesan yang diharapkan. Kesan yang muncul , masjid itu agung, megah, damai, luas dan sejuk. Masjid yang baik tidak harus selalu mewah namun dapat memberikan kenyamanan dari berbagai sisi, baik dari suhu dalam ruangan, pencahayaan maupun akustik (Syamsiyah & Izzati, 2021). Dengan begitu dapat membantu umat dalam melaksanakan ibadah dengan khusyuk. Tujuan utama dari

merancang bangunan masjid ditinjau dari segi akustik ruang adalah kejelasan penyajian suara imam kepada makmum ketika sholat berjamaah atau khotib kepada jemaah ketika berceramah.

Kenyamanan dan kekhusyukan melakukan ibadah ditentukan oleh kondisi mendengar dalam ruangan masjid. Suara harus terdengar jelas dan sesuai dengan standar kekerasan, kejelasan dan keaktifan suara. Akustik ruang yang baik dalam masjid bukan sebagai kemewahan tetapi merupakan keharusan (Kamal, Asniawaty, & Ishak, 2021)

Hal yang telah dijelaskan di atas, menjadikan alasan penting diperlukan penelitian menganalisis karakteristik akustik ruang pada tempat peribadatan. Dalam penelitian ini, studi kasus pada Masjid Masyithoh di Perumahan Wisma Permai yang terdiri dari dua lantai (dapat dilihat pada gambar 2), dimana jemaah tidak terbatas pada warga perumahan, tetapi banyak jemaah umum yang datang dari luar perumahan juga.



(a) Lantai 1

(b) Lantai 2

Gambar 2 Ruang Peribadatan Masjid Masyithoh

Masjid Masyithoh belum pernah diukur tingkat “akustik ruang”nya. Banyaknya pemakaian bahan *reflektor* dan *absorber* yang tidak seimbang berisiko menyebabkan cacat akustik (gema, gaung dan refleksi bunyi (Rizky & Subkiman, 2023). Penelitian dengan judul Analisis Karakteristik “Akustik Ruang” pada Tempat Peribadatan menggunakan metode *Sabine* dan *software golden surfer 11*. Analisis “akustik ruang” meliputi *background noise*, tingkat tekanan bunyi (*sound pressure level/ TTB*) dan waktu dengung (*reverberation time*)

Tujuan penelitian ini adalah menganalisis karakteristik akustik ruang, yaitu dengan membuat peta pola penyebaran suara ruang peribadatan Masjid Masyithoh, menghitung *background noise*, TTB dan *reverberation time* ruang peribadatan Masjid Masyithoh yang kemudian dibandingkan dengan standar Kepmen Lingkungan Hidup No.48 Tahun 1996.

2. Tinjauan Pustaka

Tingkat Tekanan Bunyi (TTB)

Dalam merancang sebuah ruangan, ditinjau dari segi akustik, ruangan yang baik adalah ruangan dengan tingkat tekanan bunyi yang terdistribusi merata. Pendengar akan menerima suara yang jelas dimanapun mereka berada (Indra Kusuma, Suyatno, & Prajitno, 2021). Untuk mencapai tujuan ini, suara pembicara diusahakan untuk menjalar merata, sehingga pendengar yang berada di tempat beda dapat memperoleh dan memahami informasi yang diberikan pembicara

Jika selisih tingkat tekanan bunyi maksimal dan minimum kurang dari 6 dBA, maka sumber bunyi dapat mencapai pendengar dengan posisi terjauh (Andestri, 2022). Dalam ruangan yang relatif kecil, hampir pasti bahwa tingkat tekanan bunyi tersebar merata.

Suara yang dapat ditangkap oleh manusia memiliki tekanan sebesar 20 μ Pa hingga 100 Pa (Rahmah, 2019). Jika lebih tinggi dari batas ini, bunyi tidak dapat ditangkap dan akan menyebabkan rasa sakit ditelinga. Nilai TTB ini dapat dihitung secara matematis dengan menggunakan persamaan 1. Nilai TTB adalah logaritma dari tekanan bunyi hasil pengukuran dibandingkan dengan tekanan bunyi referensi (Kadarisman & Suyatno, 2015)

$$SPL = TTB = 10 \cdot \log \left(\frac{P_{rms}}{P_{ref}} \right)^2 \quad (1)$$

dimana :

- SPL/ TTB : Tingkat tekanan bunyi (dBA).
P rms : Tekanan bunyi hasil pengukuran (Pa)
P ref : Tekanan bunyi referensi (2.10⁻⁵ Pa).

Standar tingkat kebisingan adalah batas tertinggi nilai kebisingan yang dibolehkan diterima lingkungan hingga tidak membuat masalah kesehatan manusia serta kenyamanan keadaan lingkungan. Berdasarkan Kepmen Negara Lingkungan Hidup No : KEP-48/MENLH/11/1996 tentang baku tingkat kebisingan, nilai baku mutu untuk lingkungan kegiatan tempat ibadah atau sejenisnya sebesar 55dBA.

Background Noise Level

Pengukuran *background noise* dilakukan untuk mengidentifikasi tingkat kebisingan yang timbul dari lingkungan sekitar obyek yang sedang diukur. *Background noise* adalah pengukuran tingkat suara di suatu lokasi dan waktu tertentu tanpa adanya suara-suara gangguan (Chimayati, 2017). Pengukuran ini dapat dilakukan dengan akurat, bahkan ketika *background noise* melebihi tingkat sumber sebanyak 10 dBA.

Analisis *background noise* dapat dilakukan dengan mengukur daya suara dengan sumber dimatikan. Efek *background noise* akan berkurang jika pengukuran dilakukan lebih dekat ke sumber.

Background noise dapat memengaruhi konsentrasi, produktivitas dan kesejahteraan seseorang. Berikut adalah beberapa pengaruh kebisingan latar belakang: gangguan konsentrasi, penurunan kualitas pekerjaan, stres dan kelelahan, kesulitan dalam komunikasi, menurunnya kreativitas. *Background noise* yang mengandung kata-kata dapat mengganggu dialog batin dan membuat sulit untuk fokus.

Waktu Dengung (Reverberation Time)

Besar reverberation time wajib dipantau agar suara dari sumber diterima jelas oleh pendengar. Waktu dengung untuk *speech* masjid, dianjurkan bernilai 2,20 – 2,75 detik. Analisis waktu dengung dilakukan dengan perhitungan yang dilakukan manual menggunakan persamaan *Sabine* (persamaan 2): (*Sabine*, 2019). Besar koefisien penyerapan bunyi beberapa bahan pada frekuensi 125 Hertz – 4000 Hertz dapat dilihat pada tabel 1.

$$RT = \frac{1}{6} \frac{V}{\sum \alpha \cdot A} \quad (2)$$

dimana :

V = Volume suatu ruangan (m^3)

α = Koefisien serap bunyi material pelapis

A = Luas material pelapis(m^2)

Tabel 1 Koefisien Serap dari Beberapa Material (Sabine, 2019)

Material	Frekuensi					
	125 Hertz	250 Hertz	500 Hertz	1000 Hertz	2000 Hertz	4000 Hertz
	α					
Keramik	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02
Plywood 6mm	0,3	0,4	0,14	0,16	0,12	0,1
Papan gypsum 13mm	0,29	0,1	0,05	0,04	0,07	0,09
Kusen kayu	0,05	0,07	0,05	0,04	0,04	0,04
Kaca	0,04	0,04	0,03	0,03	0,02	0,02
Karpet biasa	0,15	0,37	0,65	0,73	0,81	0,83
aluminium	0,12	0,14	0,21	0,27	0,27	0,23
Dinding biasa yang dicat	0,08	0,08	0,08	0,08	0,09	0,09

Software Golden Surfer 11

Software dipakai untuk menggambar *layout* peta kontur dua dimensi. Terdapat data koordinat XYZ yang diolah menghasilkan lembar titik-titik segi empat (*grid*) beraturan. *Grid* yaitu rangkaian garis vertikal dan horisontal pada *software Surfer* (Ramadoni, Jumingin, & Sihombing, 2021).

Software golden surfer digunakan dalam penggambaran garis kontur untuk mendefinisikan dan mengetahui karakteristik dari kontur yang dihasilkan (Farahin & Purnaningrum, 2023)

3. Metode

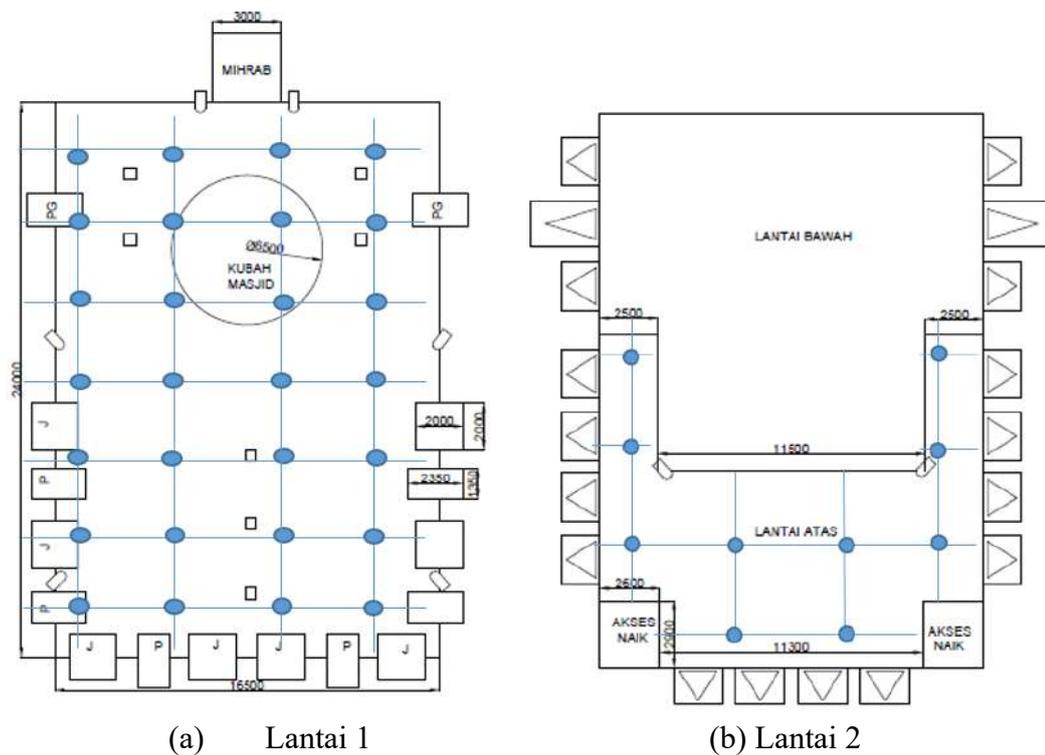
Dalam penelitian ini dilakukan pengamatan langsung keadaan di lokasi. Metode yang digunakan adalah penggambaran Situasi objektif akustik ruang masjid didasarkan pengukuran langsung tingkat tekanan bunyi dan *background noise* menggunakan *sound level meter*, serta perhitungan waktu dengung dengan metode *Sabine* yang kemudian dibandingkan dengan Kepmen Negara Lingkungan Hidup No. KEP-48 MENLH/11/1996. Untuk pola sebaran tingkat kebisingan disimulasikan dengan *golden surfer*

Sebelum melaksanakan penelitian ditentukan titik pengukuran dengan memberikan *grid* atau garis potong. Penentuan lokasi pengambilan data, dilakukan dengan memperhatikan jarak sumber bunyi dan bidang pantul (tembok, pintu dan jendela). Kegiatan penentuan titik ukur terlihat pada gambar 3.



Gambar 3. Penentuan Titik Pengukuran

Pada lantai satu terdapat 28 titik ukur dan di lantai dua terdapat 10 titik ukur, jarak ketinggian lantai satu dan lantai dua 4,5 m. Jarak antara titik ukur dengan titik ukur lainnya 4 m dan jarak titik ukur dengan dinding dan jendela 1.25 m. Pengambilan data *background noise*, tingkat tekanan bunyi (TTB) dan waktu dengung (RT) menggunakan SLM Dekko FT7933. Gambar 4 menunjukkan *lay out* titik pengukuran Masjid Masyithoh lantai satu dan lantai dua.



(a) Lantai 1

(b) Lantai 2

Gambar 4 *Lay Out* Titik Pengukuran Masjid Masyithoh

Dalam pengambilan data *background noise* tingkat kebisingan yang terbaca oleh alat SLM valid, pengukuran dilaksanakan siang hari setelah selesai sholat dhuhur. Pintu dan jendela masjid dalam kondisi tertutup, kipas angin dan AC dimatikan. Pengukuran nilai TTB pada penelitian ini, *loudspeaker* dan sumber suara yang dipakai frekuensinya sebesar 500 Hertz yang posisinya di mihrab. Sumber suara yang dibunyikan ditangkap alat ukur SLM Dekko FT7933 pada titik ukur.

Pengukuran TTB dilaksanakan dua kali, ketika kegiatan padat dan tidak padat. Kegiatan padat yaitu ketika sholat Jum’at. Kegiatan tidak pada yaitu ketika sholat dhuhur. Kondisi tersebut dilaksanakan untuk membandingkan sebaran bunyi dan intensitas bunyi dari dua kondisi tersebut.

Data yang didapatkan, kemudian dibuat peta kontur pola perambatan suara, yang terdistribusi dengan memakai *software golden surfer* 11 dua dimensi 2D.

Dalam perhitungan waktu dengung, dilakukan pengukuran dimensi ruang ibadah lantai 1 dan lantai 2, serta pencatatan material akustik Masjid Masyitoh, yang meliputi pintu, jendela, ventilasi, mihrab, dinding, lantai, tiang pancang dan kubah.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Pengukuran Nilai *Background Noise*

Pengukuran nilai *background noise* berfungsi untuk menentukan baik tidaknya nilai TTB yang didapat. Nilai TTB didapat yang baik adalah minimum 10 dBA lebih besar daripada nilai *background noise*. Data pengukuran *background noise* pada lantai 1 dapat dilihat pada tabel 1 dan untuk *background noise* pada lantai 2 dapat dilihat pada tabel 3. Data tersebut kemudian diolah menggunakan persamaan 1 diperoleh hasil rata-rata logaritmik sebesar 53,98 dBA pada lantai 1 dan 48,98 dBA pada lantai 2

Tabel 2 Data Nilai *Background Noise* Lantai Satu

X	Y	Titik Ukur	Data [dBA]
1	1	25	54,5
1	2	21	52,7
1	3	17	53,4
1	4	13	54,6
1	5	9	53,1
1	6	5	52
1	7	1	52,5
2	1	26	53,5
2	2	22	52,8
2	3	18	53,3

X	Y	Titik Ukur	Data [dBA]
2	4	14	54,1
2	5	10	53,7
2	6	6	54,1
2	7	2	55
3	1	27	54,8
3	2	23	54,5
3	3	19	53,8
3	4	15	52,5
3	5	11	54,3

X	Y	Titik Ukur	Data [dBA]
3	6	7	54,8
3	7	3	55,5
4	1	28	54,8
4	2	24	54,2
4	3	20	54,5
4	4	16	55
4	5	12	54,9
4	6	8	53,2
4	7	4	52,8
Nilai <i>Background Noise</i>			53,98

Tabel 3 Data *Background Noise* Lantai Dua

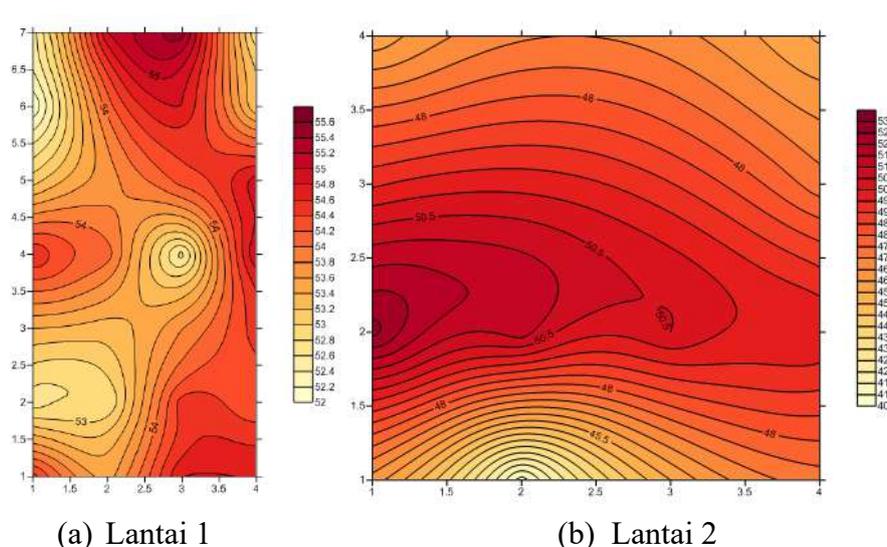
X	Y	Titik Ukur	Data [dBA]
1	2	5	52,7
1	3	3	49,4
1	4	1	45,6
2	1	9	40,7

X	Y	Titik Ukur	Data [dBA]
2	2	6	51,3
3	1	10	45,5
3	2	7	50,5

X	Y	Titik Ukur	Data [dBA]
4	2	8	50
4	3	4	47,2
4	4	2	45,4
Nilai <i>Background Noise</i>			48,98

Setelah diperoleh hasil perhitungan *background noise*, dapat dibuat pemetaan kebisingan nilai *background noise* tersebut menggunakan *golden surfer* 11. Hasil pemetaan dapat dilihat pada gambar 6. Pada peta tersebut, terlihat gradasi warna dari warna muda (krem muda) ke warna paling tua (merah tua). *Range* paling tinggi nilai *background noise*, ditandai dengan warna merah tua. Pada area tersebut, nilai *background noise* tinggi karena di area itu terdapat *loudspeaker* dan lubang kecil yang ada pada dinding atas menyebabkan pantulan bunyi dari luar ruangan masuk ke dalam ruang masjid.

Background noise level ruang masjid Masyithoh merefer pada standar Doelle (1993) dan Beranek (1992), belum sesuai syarat untuk kondisi mendengar yang baik. Merefer pada standar Kepmen Lingkungan Hidup No.48 Tahun 1996, *background noise level* lantai satu dan lantai dua ruang masjid Masyithoh memenuhi syarat (< 55dBA).



Gambar 5 Peta Kontur *Background Noise* Dua Dimensi

Tingkat Tekanan Bunyi (TTB)

Pengambilan data TTB pada masjid diukur saat waktu shalat Dhuhur dan shalat Jumat, diulang sebanyak 3 kali. Waktu shalat Dhuhur keadaan ruangan terisi 2 shaf pria penuh dan 1 shaf wanita. Ketika shalat Jumat keadaan ruangan terisi banyak jemaah, estimasi rata-rata 90% penuh.

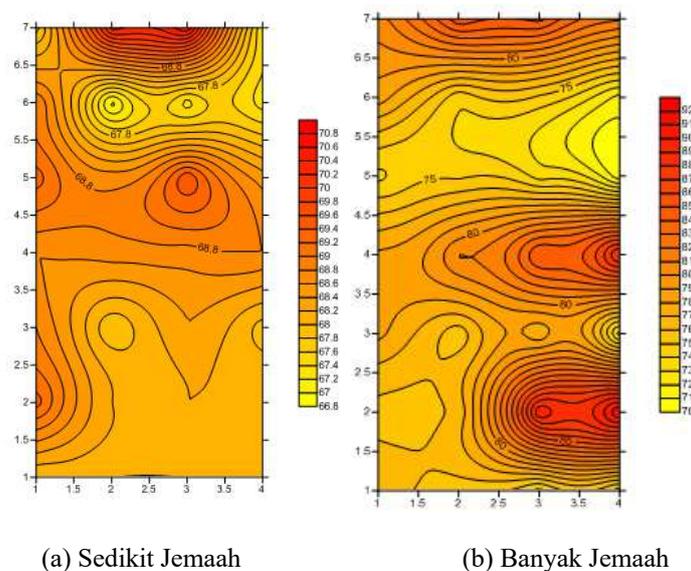
Data pengukuran TTB lantai satu dapat dilihat pada tabel 4 untuk sedikit jemaah dan banyak jemaah. Data tersebut kemudian diolah menggunakan persamaan 1 diperoleh hasil rata-rata logaritmik sebesar 73,01 dBA untuk sedikit jemaah dan 87,5 dBA untuk banyak jemaah

Tabel 4 Hasil Pengukuran TTB Lantai Satu

Lokasi Titik Ukur	Sedikit Jemaah (dBA)	Banyak Jemaah (dBA)	Lokasi Titik Ukur	Sedikit Jemaah (dBA)	Banyak Jemaah (dBA)	Lokasi Titik Ukur	Sedikit Jemaah (dBA)	Banyak Jemaah (dBA)
1 1	68	74, 69	2 4	68,7	81,1	3 7	70,8	85,4
1 2	69,3	75,6	2 5	68,7	74,8	4 1	68	73,3
1 3	68,8	78,3	2 6	66,9	74,2	4 2	68,2	92,2
1 4	68,6	78,2	2 7	70,5	85,8	4 3	67,9	72,4
1 5	69,3	73,7	3 1	68	73,5	4 4	68,8	89,5
1 6	69	78,6	3 2	68,2	90	4 5	68,5	70,2
1 7	67,7	80,5	3 3	68,4	77,2	4 6	67,3	71,6
2 1	68	75,5	3 4	68,7	85,2	4 7	67,4	82,2
2 2	68,2	76,3	3 5	69,6	73,5	Rata-rata logaritmik	73,01	87,5
2 3	67,8	75,3	3 6	67,3	74,8			

Setelah didapatkan nilai rata-rata logaritmik TTB untuk kondisi sedikit dan banyak jemaah, dapat diketahui kondisi penyebaran atau distribusi suara merata atau tidak. Pada lantai satu ketika jemaah sedikit, suara tidak menyebar (terdistribusi) secara merata di setiap titik. Selisih rata-rata TTB dengan nilai maksimum (70,8 dBA) dan nilai minimum (66,9 dBA) lebih dari 6 dBA. Pada saat kondisi banyak jemaah di lantai satu pun, suara juga tidak terdistribusi merata. Selisih rata-rata TTB dengan nilai maksimum (92,2 dBA) dan nilai minimum (76,9 dBA) lebih dari 6 dBA.

Setelah diperoleh hasil perhitungan nilai TTB, dapat dibuat pemetaan kebisingan menggunakan *golden surfer* 11. Hasil pemetaan dapat dilihat pada gambar 6. Pada peta tersebut, terlihat gradasi warna dari warna muda (krem muda) ke warna paling tua (merah tua). *Range* paling tinggi nilai TTB, ditandai dengan warna merah tua. Pada area tersebut, nilai TTB tinggi karena di area itu terdapat *loudspeaker* dan lubang kecil yang ada pada dinding atas sehingga refleksi bunyi dari luar masjid masuk ke area ibadah masjid.



Gambar 6 Peta Pola Sebaran TTB Lantai Satu Dua Dimensi

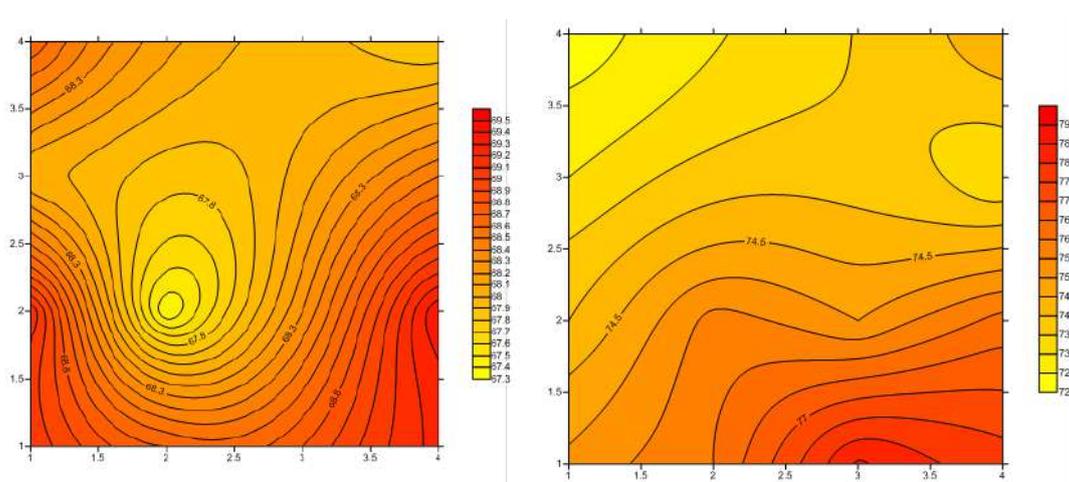
Data pengukuran TTB lantai dua dapat dilihat pada tabel 5 untuk sedikit jemaah dan banyak jemaah. Data tersebut kemudian diolah menggunakan persamaan 1 diperoleh hasil rata-rata logaritmik sebesar 68,5 dBA untuk sedikit jemaah dan 75,2 dBA untuk banyak Jemaah

Tabel 5 Hasil Pengukuran TTB Lantai Dua

Lokasi Titik Ukur		Sedikit Jemaah	Banyak Jemaah	Lokasi Titik Ukur		Sedikit Jemaah	Banyak Jemaah	Lokasi Titik Ukur		Sedikit Jemaah	Banyak Jemaah
X	Y	dBA		X	Y	dBA		X	Y	dBA	
1	2	69,2	74	2	2	67,4	75,7	4	3	68,5	73
1	3	68	73	3	1	68,8	78,6	4	4	67,8	74,5
1	4	68,7	72,2	3	2	68,3	75	Rata-rata logaritmik	68,5		75,2
2	1	68,7	76	4	2	69,4	76,2				

Setelah didapatkan nilai rata-rata logaritmik TTB untuk kondisi sedikit dan banyak jemaah, dapat diketahui kondisi penyebaran atau distribusi suara merata atau tidak. Pada lantai satu ketika jemaah sedikit, suara menyebar (terdistribusi) secara merata di setiap titik. Beda nilai rata-rata TTB dengan nilai maksimum (69,2 dBA) dan nilai minimum (67,4 dBA) tidak lebih dari 6 dBA. Pada saat kondisi banyak jemaah di lantai satu pun, suara juga terdistribusi merata. Beda nilai rata-rata TTB dengan nilai maksimum (78,6 dBA) dan nilai minimum (72,2 dBA) tidak lebih dari 6 dBA.

Setelah diperoleh hasil perhitungan nilai TTB, dapat dibuat pemetaan kebisingan menggunakan golden surfer 11. Hasil pemetaan dapat dilihat pada gambar 7. Pada peta tersebut, terlihat gradasi warna dari warna muda (krem muda) ke warna paling tua (merah tua). *Range* paling tinggi nilai TTB, ditandai dengan warna merah tua. Pada area tersebut, nilai TTB tinggi karena di area itu terdapat *loudspeaker* dan lubang kecil yang ada pada dinding atas sehingga refleksi bunyi dari luar ruangan masuk ke dalam ruang masjid.



(a) Sedikit Jemaah (b) Banyak Jemaah

Gambar 7 Peta Kontur TTB Lantai Dua 2D

Reverberation Time (RT)

Perhitungan *Reverberation Time* (RT) menggunakan rumus persamaan 2. Sebelum menghitung waktu dengung, dibutuhkan data volume total dan luas total ruang ibadah Masjid Masyithoh.

Tabel 6 Perhitungan waktu dengung Ruang Ibadah Masjid Masyithoh

Material	Luas (A) m ²	α	α 125 x A	α	α 250 x A	α	α 500 x A	α	α 1000 x A	α	α 2000 x A	α	α 4000 x A
		125 Hz		250 Hz		500 Hz		1000 Hz		2000 Hz		4000 Hz	
Mihrab keramik	36	0,01	0,36	0,01	0,36	0,01	0,36	0,01	0,36	0,02	0,72	0,02	0,72
Tiang keramik	83,5	0,01	0,84	0,01	0,84	0,01	0,84	0,01	0,84	0,02	1,67	0,02	1,67
Kusen jendela kayu	12,5	0,05	0,623	0,07	0,88	0,05	0,63	0,04	0,50	0,04	0,5	0,04	0,5
Kaca jendela	20,5	0,04	0,82	0,04	0,82	0,03	0,62	0,03	0,62	0,02	0,41	0,02	0,41
Langit2 lantai 1 & 2	528,7	0,08	42,3	0,08	42,30	0,08	42,3	0,08	42,3	0,09	47,58	0,09	47,58
Ambal	25,7	0,15	3,86	0,37	9,51	0,65	16,71	0,73	18,76	0,81	20,82	0,83	21,33
Kusen pintu kayu	5,7	0,05	0,285	0,07	0,40	0,05	0,29	0,04	0,23	0,04	0,23	0,04	0,23
Kaca pintu kayu	10,8	0,04	0,432	0,04	0,43	0,03	0,32	0,03	0,32	0,02	0,22	0,02	0,22
Ventilasi kaca	30,2	0,04	1,208	0,04	1,21	0,03	0,91	0,03	0,91	0,02	0,60	0,02	0,60
Jendela akses naik lt 2 kaca	8	0,04	0,32	0,04	0,32	0,03	0,24	0,03	0,24	0,02	0,16	0,02	0,16
Jendela kusen akses naik aluminium	1,4	0,12	0,17	0,14	0,20	0,21	0,29	0,27	0,38	0,27	0,38	0,23	0,32
pintu geser bawah kaca	4,72	0,04	0,19	0,04	0,19	0,03	0,14	0,03	0,14	0,02	0,09	0,02	0,09
Kusen pintu geser bawah aluminium	2,08	0,12	0,25	0,14	0,29	0,21	0,44	0,27	0,56	0,27	0,56	0,23	0,48
Dinding keramik	277,8	0,01	2,78	0,01	2,78	0,01	2,78	0,01	2,78	0,02	5,56	0,02	5,56
Dinding biasa yang dicat	218,6	0,08	0,36	0,08	9,51	0,08	0,36	0,08	0,36	0,09	0,72	0,09	0,72
Keramik Lantai 1 dan 2	518,8	0,01	5,19	0,01	5,19	0,01	5,19	0,01	5,19	0,02	10,38	0,02	10,38
Total <i>absorption</i>			60		75		72		74		91		91
Volume ruang			2.204		2.204		2.204		2.204		2.204		2.204
RT 60 (detik)			5,88		4,69		4,87		4,74		3,89		3,88
RT 60 rata-rata (detik)	4,66												

Berdasarkan pengukuran dan perhitungan volume total ruang ibadah masjid diperoleh sebesar 2.204 m³. Pada tabel 6 dapat dilihat rangkuman perhitungan luasan dan waktu dengung ruang ibadah Masjid Masyithoh pada frekuensi 125 Hertz, 250 Hertz, 500 Hertz,

1000 Hertz, 2000 Hertz dan 4000 Hertz. Nilai waktu dengung ruang ibadah Masjid masyithoh hasil perhitungan diperoleh hasil sebesar 4,66 detik.

4. Kesimpulan

Peta pola penyebaran suara ruang peribadatan Masjid Masyithoh menunjukkan tingkat tekanan bunyi yang tinggi terletak pada titik dekat dengan sumber bising dan celah kecil pada masjid. Hasil penelitian diperoleh nilai *background noise* pada lantai satu dan pada lantai dua yaitu 53,98 dBA dan 48,98 dBA (nilai baku mutu kebisingan masjid sebesar 55 dBA). Untuk nilai tingkat tekanan bunyi rata-rata sebesar 87,5 dBA di lantai satu dan 75,2 dBA di lantai dua. Distribusi suara pada masjid lantai satu tidak terdistribusi merata (selisih rata-rata tingkat tekanan bunyi pada setiap titik terhadap nilai minimum dan maksimum TTB lebih dari 6 dBA). Distribusi suara pada masjid lantai dua menyebar secara merata. Nilai *reverberation time* dengan volume ruang masjid sebesar 2.204 m³ diperoleh 4,46 detik, *reverberation time* masjid masih sangat tinggi (tidak memenuhi standar waktu dengung yang berada dirange 2.20 -2.75 detik). Peneliti berharap pihak manajemen Masjid Masyithoh mengkaji kondisi akustik ruang agar jemaah nyaman dan khushyuk dalam beribadah. Penelitian selanjutnya dapat memberikan solusi menanggulangi kebisingan dengan menghitung kebutuhan bahan material penyerap pada Masjid Masyithoh untuk kejelasan suara yang lebih baik dan tingkat kebisingan yang bersesuaian dengan standar Kepmen Negara Lingkungan Hidup (KMNLH 1996) No. KEP-48 MENLH/11/1996 pada tempat ibadah.

Ucapan terima kasih

Terimakasih kepada tim peneliti dan Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya untuk dukungan dan fasilitasnya sehingga penulis bisa menyelesaikan penelitian ini.

Daftar Pustaka

- Amin, M. (2024, September 18). Fungsi Masjid Tidak Hanya Sebagai Sarana Ibadah Ritual Tetapi Juga Sarana Kegiatan Kemasyarakatan. Retrieved from <https://www.setneg.go.id/>.
- Andestri, Y. (2022). *Abalisis Kenyamanan Austikk pada Masjid Baiturrahim Ulee Lheue, Banda Aceh*. Banda Aceh.
- BSN. (2024). *www.BSN.go.id*. Retrieved from <https://sparta.bsn.go.id/index.php/in/akustik/12>
- Chimayati, R. L. (2017). *Analisis Ttingkat Kebisingan yang Ditimbulkan Oleh Aktivitas Bandar Udara dan Upaya Pengelolaannya*. Surabaya. Retrieved from https://repository.its.ac.id/44427/1/3313100117-Undergraduate_Theses.pdf
- Doelle, L. L. (1972). *Akustik Lingkungan*. Jakarta: Erlangga.
- Farahin, A. N., & Purnaningrum, W. D. (2023). Pengaruh Kebisingan Terhadap Resiko Terjadinya Gangguan Suara. *Jurnal Terapi Wicara dan Bahasa*, 2, 616-623.
- Indra Kusuma, R. B., Suyatno, & Prajitno, G. (2021). Analisis dan Simulasi Optimasi Parameter Akustik Ruang pada Smart Classroom Departemen Fisika ITS. *Jurnal Sains dan Seni ITS*, Vol. 10(No. 2), 2337-3520.
- Kadarisman, R. M., & Suyatno. (2015, July 1). Analisa Bising Latar Belakang, Distribusi Tingkat Tekanan Bunyi dan Waktu Dengung di Ruang Sidang Fisika FMIPA (G-202) ITS Surabaya. 1-10. Retrieved from https://www.researchgate.net/profile/Suyatno-Msi/publication/264845452_Analisa_Bising_Latar_Belakang_Distribusi_Tingkat_Tekanan

- Bunyi dan Waktu Dengung di Ruang Sidang Fisika FMIPA (G-202) ITS Surabaya
/links/559363c908ae1e9cb4299afe/Analisa-Bising-Latar-Belakang
- Kamal, S. A., Asniawaty, & Ishak, M. T. (2021, Mei). Waktu Dengung Ruang Ibadah Masjid Besar Al-Abrar Makassar. *Jurnal Penelitian Enjiniring (JPE)*, 25(1), 21-29. doi:DOI: 10.25042/jpe.052021.03
- Rahmah, M. D. (2019). Pengukuran Kebisingan. Jakarta: Universitas Esa Unggul. Retrieved from <https://bahan-ajar.esaunggul.ac.id/kmk353/wp-content/uploads/sites/1037/2019/11/PPT-UEU-Laboratorium-K3-Pertemuan-3.pdf>
- Ramadoni, A., Jumingin, & Sihombing, S. C. (2021). Pemetaan Kebisingan Menggunakan Software Golden Surfer 11 di Kawasan Universitas PGRI Pale. *Sainmatika: Jurnal Ilmiah Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam*, 18(2). doi:DOI 10.31851/sainmatika.v18i2.6619
- Rizky, Z., & Subkiman, A. (2023, Agustus). Penggunaan Material Akustik Pada Desain Interior. *Vol 2*. Bandung.
- Sabine, W. C. (2019). design for good acoustics. collected papers on acoustics. 300. Retrieved from <https://www.scribd.com/user/472397591/Daniela-Villegas>
- Saerozi, Riyadi, A., & Hamid, N. (2023). Manajemen Masjid untuk Kemakmuran Jamaah pada Tipologi Masjid di Kabupaten Kendal. *Jurnal Manajemen Dakwah*, 1-24.
- Sarwono, J., Panggulu, K., & Sudarsono, A. S. (2018). *Panduan Pelatihan Akustik Masjid*. Bandung.
- Syamsiyah, N. R., & Izzati, H. N. (2021). Strategi Kenyamanan Termal Masjid (Studi Kasus Masjid Al-Kautsar Kertonatan, Sukoharjo, Jawa Tengah). *Jurnal Arsitektur*, 8(2). doi:10.26418/lantang.v8i2.45792