

**PENGUKURAN TINGKAT KENYAMANAN AKUSTIK  
MASJID ULUL ALBAB UNIVERSITAS ISLAM NEGERI  
SUMATERA UTARA MEDAN**

**SKRIPSI**

**SARIPAH AINI HARAHAH  
75154029**



**PROGRAM STUDI FISIKA  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUMATERA UTARA  
MEDAN  
2020**

**PENGUKURAN TINGKAT KENYAMANAN AKUSTIK  
MASJID ULUL ALBAB UNIVERSITAS ISLAM NEGERI  
SUMATERA UTARA MEDAN**

**SKRIPSI**

*Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Mencapai Gelar Sarjana Sains (S.Si.)  
Dalam Ilmu Fisika*

**SARIPAH AINI HARAHAH  
75154029**



**PROGRAM STUDI FISIKA  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUMATERA UTARA  
MEDAN  
2020**

## PERSETUJUAN SKRIPSI

Hal : Surat Persetujuan Skripsi

Lamp : -

Kepada Yth.,  
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi  
Universitas Islam Negeri Sumatera Utara Medan

*Assalamu'alaikum Wr. Wb.*

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk, dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan, maka kami selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi saudara,

Nama : Saripah Aini Harahap  
Nomor Induk Mahasiswa : 75154029  
Program Studi : Fisika  
Judul : Pengukuran Tingkat Kenyamanan Akustik  
Masjid Ulul Albab Universitas Islam Negeri  
Sumatera Utara Medan

dapat disetujui untuk dapat segera *dimunaqasyahkan*. Atas perhatiannya kami ucapkan terimakasih.

*Wassalamu'alaikum Wr. Wb.*

Medan, 30 Januari 2020 M  
05 Jumadil Akhir 1441 H

Komisi Pembimbing,

Pembimbing Skripsi I,



Dr. Abdul Halim Daulay, S.T., M.Si.  
NIP. 19811106 200501 1 003

Pembimbing Skripsi II,



Zubair Aman Daulay, S.T., M.M.  
NIP. 57201031

## SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Saripah Aini Harahap  
Nomor Induk Mahasiswa : 75154029  
Program Studi : Fisika  
Judul : Pengukuran Tingkat Kenyamanan Akustik  
Masjid Ulul Albab Universitas Islam Negeri  
Sumatera Utara Medan

menyatakan bahwa skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri, kecuali beberapa kutipan dan ringkasan yang masing-masing disebutkan sumbernya. Apabila di kemudian hari ditemukan plagiat dalam skripsi ini maka saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dan sanksi lainnya sesuai dengan peraturan yang berlaku.

Medan, 30 Januari 2020



Saripah Aini Harahap  
NIM. 75154029



**KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUMATERA UTARA MEDAN  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI**

Jl. IAIN No. 1 Medan 20235

Telp. (061) 6615683-6622925, Fax. (061) 6615683  
Url: <http://saintek.uinsu.ac.id>, E-mail: [saintek@uinsu.ac.id](mailto:saintek@uinsu.ac.id)

**PENGESAHAN SKRIPSI**

Nomor: 051/ST/ST.V.2/PP.01.1/02/2020

Judul : Pengukuran Tingkat Kenyamanan Akustik Masjid Ulul  
Albab Universitas Islam Negeri Sumatera Utara Medan  
Nama : Saripah Aini Harahap  
Nomor Induk Mahasiswa : 75154029  
Program Studi : Fisika  
Fakultas : Sains dan Teknologi

Telah dipertahankan di hadapan Dewan Penguji Skripsi Program Studi Fisika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sumatera Utara Medan dan dinyatakan **LULUS**.

Pada hari/tanggal : Kamis, 30 Januari 2020  
Tempat : Ruang Sidang Fakultas Sains dan Teknologi

Tim Ujian Munaqasyah,  
Ketua,

Dr. Abdul Halim Daulay, S.T., M.Si.  
NIP. 19811106 200501 1 1003

Dewan Penguji,

Penguji I,

Dr. Abdul Halim Daulay, S.T., M.Si.  
NIP. 19811106 200501 1 1003

Penguji II,

Zubair Aman Daulay, S.T., M.M.  
NIP. 57201031

Penguji III,

Mulkan Iskandar Nasution, M.Si.  
NIB. 1100000120

Penguji IV,

Ety Jumiati, S.Pd., M.Si.  
NIB. 1100000072

Mengesahkan,  
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi  
UIN Sumatera Utara Medan,

Dr. H. M. Jamil, M.A.  
NIP. 19660910 199903 1 002

## ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat kenyamanan akustik Masjid Ulul Albab Universitas Islam Negeri Sumatera Utara Medan, yang memiliki total volume ruang sebesar  $7730,262 \text{ m}^3$ . Pada lantai satu terdapat 16 titik ukur dan pada lantai dua 18 titik ukur. Pengukuran menggunakan *Sound Level Meter* (SLM) tipe GM1356 dan analisis data penelitian menggunakan *software Surfer Golden* versi 16. Berdasarkan hasil penelitian dan analisis yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa tingkat Bising Latar Belakang (*Background noise*) pada masjid lantai satu dan dua masing-masing adalah sebesar 43,62 dan 39,18 dB yang mana telah memenuhi standar Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup (KMNLH 1996) No. KEP-48 MENLH/11/1996 untuk tingkat kenyamanan pada tempat ibadah atau masjid yaitu sebesar 55 dB. Persebaran suara pada masjid lantai satu dan dua (dengan dan tanpa *loudspeaker*) menyebar secara merata, hal ini ditunjukkan dari hasil selisih antara besar rata-rata TTB di setiap titik dengan nilai minimum atau maksimum TTB pada setiap titik ukur memiliki hasil selisih kurang dari 6 dB. Untuk standar Waktu Dengung atau *Reverberation Time* (RT) dengan volume ruang masjid sebesar  $7730,262 \text{ m}^3$  adalah 2,25 sekon, dan Waktu Dengung (RT) pada masjid yang diperoleh dengan SLM adalah rata-rata sebesar 2,395 sekon dan dengan perhitungan rumus sabine yaitu sebesar 3,325 sekon, maka hasil tersebut membuktikan bahwa waktu dengung (RT) pada masjid belum memenuhi standar waktu dengung (RT) pada masjid.

**Kata-kata kunci:** *Background noise*, *Reverberation Time* (RT), *Sound Level Meter* (SLM), dan Tingkat Tekanan Bunyi (TTB).

## **ABSTRACT**

*This study aims to determine the level of acoustic comfort at the Ulul Albab Mosque, Islamic State University of North Sumatra, Medan, which has a total number the volume of the room is 7730,262 m<sup>3</sup>. On the first floor there are 16 measuring points and on the second floor 18 measuring points. Measurements using Sound Level Meter (SLM) type GM1356 and research data analysis using Surfer Golden software version 16. Based on the results of the research and analysis that has been done, it can be concluded that the level of background noise on the first and second floor mosques, respectively. amounted to 43.62 and 39.18 dB which have met the standards of the Decree of the State Minister for the Environment (KMNLH 1996) No. KEP-48 MENLH / 11/1996 for the level of comfort at a place of worship or a mosque, which is 55 dB. The sound distribution in the first and second floor mosques (with and without loudspeakers) is evenly distributed, this is indicated by the difference between the average TTB at each point and the minimum or maximum TTB value at each measuring point has a difference of less than 6 dB . For the standard Reverberation Time (RT) with the volume of 7730,262 m<sup>3</sup> the mosque space is 2.25 seconds, and the humming time (RT) at the mosque obtained by SLM is an average of 2.395 seconds and by calculating the sabine formula that is equal to 3.325 seconds, then these results prove that the reverberation time (RT) at the mosque has not met the reverberation time standard (RT) at the mosque.*

**Key Words:** *Background noise, Reverberation Time (RT), Sound Level Meter (SLM), and Sound Pressure Level (TTB).*

## KATA PENGANTAR

### بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِیْمِ

Syukur Alhamdulillah kepada Allah SWT atas rahmatNya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Pengukuran Tingkat Kenyamanan Akustik Masjid Ulul Albab Universitas Islam Negeri Sumatera Utara Medan”.

Penulisan skripsi ini dapat diselesaikan dengan bantuan baik moril maupun materiil serta dorongan dan arahan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Prof. Dr. Saidurrahman, M.Ag. selaku Rektor Universitas Islam Negeri Sumatera Utara Medan.
2. Dr. H. M., Jamil, M.A. selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sumatera Utara Medan.
3. Dr. Abdul Halim Daulay, S.T., M.Si. selaku Ketua Program Studi Fisika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sumatera Utara Medan. Sekaligus Pembimbing I yang telah memberikan arahan dengan penuh kesabaran serta meluangkan waktu memberikan ide, masukan, saran, dan motivasi selama penyusunan skripsi.
4. Muhammad Nuh, S.Pd., M.Pd. selaku Sekretaris Program Studi Fisika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sumatera Utara Medan.
5. Zubair Aman Daulay, S.T., M.M. selaku pembimbing II dan dosen Instrumentasi Akustik yang telah membimbing dengan sabar serta meluangkan waktu memberikan saran dan motivasi selama penyusunan skripsi.
6. Ety Jumiati, S.Pd, M.Si. selaku dosen Penasihat Akademik yang telah meluangkan waktu memberikan arahan selama penyusunan skripsi.
7. Kedua orang tua, Almarhumah Ibunda Tercinta Marhani Dalimunthe yang telah menjadi *Madrasah Al-ula* dan Ayahanda Syahnan Harahap yang selalu



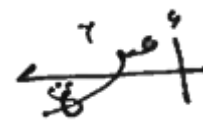
memberikan doa, dukungan, dan kasih sayang serta kakak dan adik-adik saya tercinta.

8. Keluarga besar Alumni Pondok Pesantren Uswatun Hasanah Al-Musri'1 yang senantiasa memberikan nasihat, semangat, dan motivasi.
9. Teman-teman seperjuangan Stambuk 2015 Fisika yang telah banyak membantu dalam penyelesaian penulisan skripsi.
10. Sahabat terbaik [Fikri, Ramidin, Rizky Wahyuni, Uswatun Hasanah, Nina Wahyuni] yang selalu memberi semangat dan nasihat dalam empat tahun terakhir ini serta selalu memberikan dukungan untuk mempercepat proses skripsi.
11. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu, terima kasih untuk selalu memberikan bantuan moral dan spiritual.

Akhir kata, penulis hanya dapat berdoa semoga karya tulis yang dengan tulus dan ikhlas penulis susun serta jauh dari kesempurnaan ini dapat bermanfaat dan menambah wawasan keilmuan. Kritik dan saran yang sifatnya membangun terhadap penelitian ini sangat penulis harapkan sehingga penelitian selanjutnya akan lebih sempurna.

Medan, 30 Januari 2020

Penulis,



Saripah Aini Harahap  
NIM. 75154029

## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>i</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>ii</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>iii</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>v</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>viii</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>ix</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	<b>x</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Batasan Masalah .....	3
1.4 Tujuan Penelitian .....	3
1.5 Manfaat Penelitian .....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>4</b>
2.1 Bunyi .....	4
2.1.1 Deskripsi Bunyi .....	4
2.1.2 Sumber Bunyi .....	5
2.1.3 Karakteristik bunyi .....	6
2.1.4 Gelombang Bunyi .....	8
2.2 Kebisingan .....	10
2.2.1 Tipe-tipe Kebisingan .....	11
2.2.2 Zona Kebisingan .....	11
2.3 <i>Sound Level Meter</i> (SLM) .....	12
2.4 Bising Latar Belakang ( <i>Background Noise</i> ) .....	13
2.5 Tingkat Tekanan Bunyi (TTB).....	14
2.6 Akustik Ruang .....	15
2.6.1 Perilaku Bunyi Di Dalam Ruang .....	15
2.6.2 Akustik dan Bentuk Geometrik Ruang .....	16
2.6.3 Waktu Dengung atau <i>Reverberation Time</i> (RT) .....	17

2.7 Penelitian yang Relevan .....	18
2.8 Hipotesis .....	21
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>22</b>
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian .....	22
3.2 Alat-Alat Penelitian .....	22
3.3 Diagram Alir Penelitian .....	24
3.4 Studi Lapangan .....	25
3.5 Penentuan lokasi pengambilan data.....	25
3.6 Pengambilan data menggunakan SLM.....	26
3.7 Pengolahan Data Dengan <i>Software Surfer Golden</i> dan Rumus <i>Sabine</i> .....	27
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>29</b>
4.1 Hasil .....	29
4.1.1 Bising Latar Belakang ( <i>Background Noise</i> ) Lantai Satu .....	29
4.1.2 <i>Noise Mapping</i> Bising Latar Belakang ( <i>Background Noise</i> ) Lantai Satu .....	30
4.1.3 Bising Latar Belakang ( <i>Background Noise</i> ) Lantai Dua .....	31
4.1.4 <i>Noise Mapping</i> Bising Latar Belakang ( <i>Background Noise</i> ) Lantai Dua .....	32
4.2 Tingkat Tekanan Bunyi (TTB) Lantai Satu .....	33
4.2.1 <i>Noise Mapping</i> TTB Lantai Satu Dengan <i>Loudspeaker</i> .....	35
4.2.2 <i>Noise Mapping</i> TTB Lantai Satu Tanpa <i>Loudspeaker</i> .	36
4.2.3 Tingkat Tekanan Bunyi (TTB) Lantai Dua .....	37
4.2.4 <i>Noise Mapping</i> TTB Lantai Dua Dengan <i>Loudspeaker</i>	39
4.2.5 <i>Noise Mapping</i> TTB Lantai Dua Tanpa <i>Loudspeaker</i> ..	40
4.3 Waktu dengung atau <i>Reverberation Time</i> (RT).....	41
4.3.1 Waktu Dengung atau <i>Reverberation Time</i> (RT) dengan SLM .....	41

4.3.2 Waktu Dengung atau <i>Reverberation Time</i> (RT) dengan Rumus <i>Sabine</i> .....	43
4.4 Pembahasan .....	44
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b> .....	<b>46</b>
5.1 Kesimpulan .....	46
5.2 Saran .....	46
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	<b>48</b>
<b>LAMPIRAN-LAMPIRAN</b> .....	<b>51</b>

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar</b>	<b>Judul Gambar</b>	<b>Halaman</b>
2.1	Kategori Nilai NC.....	13
2.2	Perilaku Bunyi Dalam Ruang .....	15
2.3	Bentuk Geometri Ruang .....	17
3.1	Diagram Alir Penelitian Masjid Ulul Albab.....	24
3.2	Denah Lokasi Masjid Ulul Albab Lantai Satu.....	25
3.3	Denah Lokasi Masjid Ulul Albab Lantai Dua .....	26
3.4	Gambar Pengolahan Data Pada <i>Software</i> .....	27
4.1	Peta Kontur Bising Latar Belakang ( <i>Background Noise</i> ) Lantai Satu 2D .....	30
4.2	Peta Kontur Bising Latar Belakang ( <i>Background Noise</i> ) Lantai Satu 3D .....	30
4.3	Peta Kontur Bising Latar Belakang ( <i>Background Noise</i> ) Lantai Dua 2D .....	32
4.4	Peta Kontur Bising Latar Belakang ( <i>Background Noise</i> ) Lantai Dua 3D .....	32
4.5	Peta Kontur TTB Lantai Satu Dengan <i>Loudspeaker</i> 2D ....	35
4.6	Peta Kontur TTB Lantai Satu Dengan <i>Loudspeaker</i> 3D ....	35
4.7	Peta Kontur TTB Lantai Satu Tanpa <i>Loudspeaker</i> 2D .....	36
4.8	Peta Kontur TTB Lantai Satu Tanpa <i>Loudspeaker</i> 3D .....	36
4.9	Peta Kontur TTB Lantai Dua Dengan <i>Loudspeaker</i> 2D .....	39
4.10	Peta Kontur TTB Lantai Dua Dengan <i>Loudspeaker</i> 3D .....	39
4.11	Peta Kontur TTB Lantai Dua Tanpa <i>Loudspeaker</i> 2D .....	40
4.12	Peta Kontur TTB Lantai Dua Tanpa <i>Loudspeaker</i> 3D .....	40
4.13	Nilai Waktu Dengung (RT) yang Disarankan Untuk Masjid	45

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel</b>	<b>Judul Tabel</b>	<b>Halaman</b>
3.1	Pengolahan Data Menggunakan <i>Software Surfer Golden</i> .....	27
4.1	Hasil Rata-rata Bising Latar Belakang ( <i>Background Noise</i> ) Lantai Satu .....	29
4.2	Hasil Rata-rata Bising Latar Belakang ( <i>Background Noise</i> ) Lantai Dua .....	31
4.3	Hasil Rata-rata TTB Lantai Satu.....	33
4.4	Hasil Rata-rata TTB Lantai Dua .....	37
4.5	Hasil waktu dengung (RT) Rumus <i>Sabine</i> .....	43
4.6	Hasil Tingkat Kemerataan TTB.....	44

## DAFTAR LAMPIRAN

<b>Lampiran</b>	<b>Judul Lampiran</b>	<b>Halaman</b>
1	Satu Set <i>Sound Level Meter</i> (SLM) tipe GM1356 .....	51
2	Pengambilan Data Menggunakan SLM .....	52
3	Tampilan Data Pada Laptop Saat Menggunakan SLM .....	53
4	Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor:Kep-48/MENLH/11/1996 .....	54
5	Syarat Kemerataan TTB .....	55
6	Syarat Waktu Dengung atau <i>Reverberation Time</i> (RT) .....	56
7	Volume Ruang Masjid Lantai Satu .....	57
8	Volume Mihrab Masjid Lantai Satu .....	58
9	Volume Tiang Masjid.....	59
10	Volume Ruang Masjid Lantai Dua .....	60
11	Volume Kubah Masjid .....	61
12	Luas Mihrab dan Keliling Tiang Masjid .....	62
13	Luas Jendela Masjid .....	63
14	Luas Langit-langit Masjid Lantai Satu .....	65
15	Luas Langit-langit Lantai Dua dan Kubah Masjid.....	66
16	Luas Ambal dan Pintu Masjid Lantai Satu .....	67
17	Luas Keramik Masjid .....	68
18	Luas Dinding Biasa Masjid Lantai Satu .....	69
19	Luas Dinding Biasa Masjid Lantai Dua .....	70

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Masjid merupakan tempat ibadah utama bagi umat Islam di seluruh dunia, termasuk di Indonesia. Hampir seluruh kegiatan ibadah umat Islam berpusat di masjid. Masjid sebagai institusi utama dalam masyarakat Islam dapat berfungsi sebagai tempat sholat, pusat ibadah, pusat ilmu pengetahuan, tempat pembinaan, tempat mempertemukan manusia dengan *Nur Illahi*, kegiatan sosial dan politik, juga berfungsi sebagai tempat pertemuan.

Masjid merupakan sarana ibadah umat Islam yang dapat menampung jamaah dalam jumlah yang banyak, namun seiring berjalannya waktu bangunan ini memiliki fungsi lain yang tidak hanya digunakan sebagai tempat peribadatan. Fungsi tersebut sering ditemui dalam studi kasus masjid yang terdapat di area kampus, contohnya pada Masjid Ulul Albab Universitas Islam Negeri Sumatera Utara Medan. Masjid Ulul Albab merupakan masjid kampus dengan berbagai kegiatan rohani Universitas Islam Negeri Sumatera Utara Medan baik sebagai sentral kegiatan islam maupun sebagai tempat untuk kajian ilmu yang berlangsung hampir setiap hari dari waktu subuh hingga pukul 21.00 WIB.

Kenyamanan dan kekhusukan beribadah sangat dipengaruhi oleh kondisi mendengar di dalam ruang masjid. Diharapkan di dalam ruang masjid suara dapat didengar dengan keras, jelas, dan estetis, atau memenuhi kriteria *loudness clarity or intelligibility and liveness of sound*. Kondisi nyaman secara audio dituntut dan menjadi salah satu kriteria penting dalam rancangan ruang dengar seperti halnya masjid, di mana kondisi ini akan berpengaruh terhadap terlaksananya dengan sempurna aktivitas ibadah yang meliputi ibadah sholat, ceramah/*khotbah* dan pembacaan ayat-ayat suci Al-quran (Mariani, 2008).

Allah SWT berfirman dalam Q.S al-Mu'minuun ayat 1-2:

قَدْ أَفْلَحَ الْمُؤْمِنُونَ، الَّذِينَ هُمْ فِي صَلَاتِهِمْ خَاشِعُونَ



Artinya: “Sesungguhnya beruntunglah orang-orang yang beriman, yaitu orang-orang yang khusyu’ dalam shalatnya” (QS. Al-Mu’minun: 1-2).

Dari ayat di atas dapat dijelaskan bahwa Allah memerintahkan agar kita khusyu’ dalam beribadah, sifat khusyu’ adalah kelembutan, dan kerendahan diri dalam hati manusia kepada Allah Ta’ala. Maka jika hati manusia khusyu’, pendengaran, penglihatan, kepala, wajah, dan semua anggota badannya ikut khusyu’ bahkan semua yang bersumber dari anggota badannya.

Kinerja akustik di Indonesia menyebutkan lima persyaratan umum akustik untuk ruang masjid, yaitu kekerasan suara yang mencukupi, distribusi suara yang merata, waktu dengung yang optimum yang berpengaruh pada kejelasan pembicaraan, bebas dari cacat akustik, dan tingkat bising yang rendah.

Kebisingan adalah bunyi yang tidak dikehendaki karena tidak sesuai dengan ruang dan waktu sehingga dapat menimbulkan gangguan kenyamanan dan kesehatan manusia. Bunyi dikatakan normal bila bernilai maksimal 50 dB, dan dianggap sebagai kebisingan bila bernilai di atas 50 desibel (dB). Standar baku tingkat kebisingan yang dianut adalah Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup (KMNLH) No. 48 tahun 1996, agar kenyamanan di dalam bangunan terjaga. Dicantumkan nilai baku dari tingkat kebisingan pada tempat ibadah adalah 55 dB (KMNLH, 1996).

Karakter suara atau kualitas suara menggambarkan fitur-fitur tertentu dari suara yang mengidentifikasi ke pendengar. Identifikasi sumber bisa sangat penting dalam menentukan gangguan yang dirasakan. Fitur akustik yang relevan dapat mencakup kualitas bunyi dan frekuensi, impulsif, keseimbangan relatif frekuensi tinggi dan rendah, dan kemantapan atau ketidakteraturan suara. Penentu utama dari efek kualitas suara adalah konten informasi dalam suara. Hingga taraf tertentu ini akan bervariasi dari satu pendengar ke pendengar lainnya.

Pada penelitian kali ini akan dianalisis tingkat kenyamanan akustik dalam Masjid Ulul Albab Universitas Islam Negeri Sumatera Utara Medan dengan menggunakan alat ukur *Sound Level Meter* (SLM) tipe GM1356.

## 1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dari penelitian ini adalah bagaimana tingkat kenyamanan akustik Masjid Ulul Albab Universitas Islam Negeri Sumatera Utara Medan?

## 1.3 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Penelitian dilakukan di Masjid Ulul Albab Universitas Islam Negeri Sumatera Utara Medan.
2. Pengukuran bising latar belakang (*Background Noise*), Tingkat Tekanan Bunyi (TTB) dan waktu dengung (*Reverberation Time*) di dalam Masjid menggunakan *Sound Level Meter* (SLM) tipe GM1356.
3. Analisis data penelitian menggunakan *software Surfer Golden* versi 16.
4. Perhitungan waktu dengung menggunakan rumus *sabine* dengan frekuensi 125, 250, 500, 1000, 2000 dan 4000 Hz.

## 1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah, tujuan dari kegiatan penelitian ini adalah untuk mengetahui tingkat kenyamanan akustik Masjid Ulul Albab Universitas Islam Negeri Sumatera Utara Medan.

## 1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Untuk memperkaya khazanah keilmuan di bidang fisika khususnya di bidang akustik.
2. Sebagai informasi bagi pengelola masjid agar dapat melakukan optimalisasi tingkat kenyamanan akustik masjid.
3. Sebagai salah satu rujukan bagi peneliti lain yang berniat melakukan dan mengembangkan penelitian sejenis.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Bunyi**

##### **2.1.1 Deskripsi Bunyi**

Bunyi atau suara diklasifikasikan menjadi 3 yaitu pembicaraan (*speech*), musik (*sound*), dan kebisingan (*noise*) bunyi atau suara. Bunyi dapat didengar oleh telinga disebabkan oleh bergetarnya selaput telinga karena terkena gelombang longitudinal di udara, gelombang longitudinal tersebut berasal dari bunyi yang digetarkan di udara sekelilingnya. Dengan demikian bunyi berlalu sebagai gelombang di udara dan udara berlaku sebagai mediumnya, bunyi yang dihasilkan tersebut tidak lain adalah sumber getaran. Getaran dapat bersumber dari medium-medium seperti kawat, batang, atau pun sejenisnya (Pawitro, 2014). Bunyi juga dapat didefinisikan sebagai gelombang getar mekanis di dalam udara ataupun pada benda padat, yang dalam prosesnya menghasilkan suara yang dapat didengar oleh telinga manusia yang masih dalam keadaan normal, dengan rentangnya antara 20-20.000 Hz. Biasanya telinga manusia mempunyai kepekaan terhadap rentang bunyi 20-20.000 Hz sesuai dengan umur dan pertambahannya umurnya. Selain rentang frekuensi tersebut, terdapat rentang frekuensi di bawah 20 Hz yang disebut dengan bunyi infra dan di atas 20.000 Hz disebut dengan bunyi ultra (Suryono, 2012).

Frekuensi getaran digunakan untuk menetapkan *pitch* dan intensitas bunyi diatur oleh laju energi yang ditransmisikan sepanjang gelombang, analisis bunyi disebut juga analisis getaran. Jika tekanan udara seimbang pada  $t=0$  dianggap mempunyai amplitudo tekanan akustik nol maka tekanan udara yang diakibatkan oleh pemampatan (kerapatan molekul besar) udara akan mempunyai tekanan akustik positif sedangkan yang diakibatkan oleh kerapatan molekul kecil disebut mempunyai tekanan akustik negatif (Sukamto, 2011).

### 2.1.2 Sumber Bunyi

Sumber bunyi adalah sumber getaran yang dihasilkan dari suatu gelombang bunyi. Sumber getaran tersebut menggetarkan semua medium yang ada di sekelilingnya. Adapun wujud-wujud dari sumber bunyi dibedakan menjadi sumber bunyi sebagai senar atau disebut juga dawai, pita, dan permukaan (Metawati, 2013).

Sumber bunyi dapat berupa benda-benda yang mampu bergetar seperti senar gitar, tali suara manusia atau disebut juga dengan pita suara, *loudspeaker*, serta bunyi tepuk tangan. Penerima bunyi tersebut adalah telinga manusia, ada juga suatu alat yang dapat menerima bunyi yaitu *microphone*. Media yang digunakan untuk perambatan suatu bunyi, dapat berupa zat-zat seperti gas, cair, maupun zat padat. Bunyi harus merambat dengan media perantara, karena jika tanpa media perantara, sumber bunyi tersebut tidak mampu merambat sampai ke penerima bunyi yang disebut dengan pendengaran. Gelombang bunyi mampu merambat secara langsung melalui udara dari sumber bunyi ke pendengar. Sebelum sampai ke telinga pendengar, biasanya gelombang bunyi dapat terpantul beberapa kali terlebih dahulu pada permukaan-permukaan bangunan atau yang lainnya, yang akhirnya akan menentukan karakter dari bunyi yang diterima oleh telinga pendengar (Kasim H, 2015).

Sumber-sumber bunyi pada dasarnya memancarkan gelombang bunyi ke segala arah. Pola-pola pemancaran yang dihasilkan akan berubah pada frekuensi gelombang bunyi yang dipancarkan. Gejala yang sangat jelas yaitu, pada suara manusia, pada instrumen musik, pada penguat suara, dan juga pada banyak lagi sumber - sumber bunyi yang lainnya. Dalam merancang suatu sumber bunyi, tidak hanya diperhatikan faktor bahwa sumber bunyi dapat diarahkan saja. Akan tetapi juga harus memperhatikan apabila suatu permukaan yang beresilansi besar dibandingkan dengan panjang gelombang dari pancaran gelombang-gelombang, maka sebagian besar energi bunyi merambat lurus dari sumber dalam suatu berkas gelombang bidang. Hubungan fase antara tekanan dengan kecepatan partikel dalam suatu gelombang bidang adalah sedemikian rupa sehingga menyebabkan energi itu bergerak menjauhi sumber (Rusjadi, 2011).

Jika sebuah sumber bunyi dapat ditinjau sebagai sebuah titik, maka intensitas di suatu jarak  $r$  dari sumber itu berbanding terbalik dari  $r^2$ . Ini secara langsung didapat dari kekekalan energi, jika daya keluaran dari sumber itu adalah  $P$  maka intensitas rata-rata  $I_1$  melalui sebuah bola dengan jari-jari  $r_1$  dan luas permukaan  $4\pi r_1^2$  adalah:

$$I_1 = \frac{P}{4\pi r_1^2}$$

Intensitas rata-rata  $I_2$  melalui sebuah bola dengan jari-jari  $r_2$  yang berbeda diberikan oleh pernyataan yang serupa. Jika tidak ada energi yang diserap di antara kedua bola itu, maka daya  $P$  haruslah sama untuk keduanya, dan

$$4\pi r_1^2 I_1 = 4\pi r_2^2 I_2.$$

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{r_2^2}{r_1^2}$$

Maka intensitas  $I$  di sebarang jarak  $r$  berbanding terbalik dengan  $r^2$ . Hubungan “kuadrat terbalik” ini juga berlaku untuk berbagai situasi aliran energi lainnya dengan sebuah sumber titik. Seperti cahaya yang dipancarkan oleh sebuah sumber titik (Setiyowati, 2013).

### 2.1.3 Karakteristik Bunyi

Terdapat dua karakteristik bunyi, yaitu karakteristik fisik gelombang bunyi dan karakteristik mekanik gelombang bunyi. Karakteristik fisik gelombang bunyi meliputi periode, frekuensi, amplitudo, dan panjang gelombang. Sedangkan karakteristik mekanik gelombang bunyi meliputi kualitas bunyi, penggabungan gelombang bunyi, dan pemantulan gelombang bunyi.

#### a. Periode (T)

Periode adalah waktu yang diperlukan oleh gelombang untuk membentuk satu siklus lengkap yang dinyatakan dalam detik.

#### b. Frekuensi (f)

Frekuensi adalah jumlah getaran (*vibrasi*) dalam satu gelombang osilasi yang dilakukan oleh sebuah partikel setiap detiknya, ditentukan dalam satuan Hertz (Hz), yaitu jumlah dari golongan-golongan yang sampai di telinga setiap

detiknya. Frekuensi merupakan gejala fisis objektif yang dapat diukur oleh instrumen kebisingan, telinga manusia mampu mendengar frekuensi di antara 20 Hz – 20 kHz dan sensitivitas terhadap frekuensi-frekuensi tersebut berbeda-beda (Massikki, 2011).

Berdasarkan frekuensinya, bunyi dibagi menjadi 3:

1. Infrasonik (frekuensi 0 – 16 Hz)

Frekuensi ini tidak dapat ditangkap oleh indera pendengaran manusia, misalnya getaran gempa, tanah longsor, getaran truk, dan lain-lain;

2. Audiosonik (frekuensi 20 Hz - 20 kHz)

Frekuensi ini dapat ditangkap oleh indera pendengaran manusia, misalnya suara pembicaraan, suara lonceng, dan lain-lain.

3. Ultrasonik (frekuensi > 20 kHz)

Frekuensi ini tidak dapat ditangkap oleh indera pendengaran manusia, misalnya getaran yang dihasilkan magnet listrik, getaran kristal pizoelektrik, ultrasonografi (USG), terapi panas pada penderita kaku sendi (diatermi), teknologi ESWL untuk memecahkan batu saluran kemih dan lain-lain, karena memiliki daya tembus yang cukup besar (Halliday, 2012).

Hubungan antara  $f$  dengan periode  $T$  dinyatakan sebagai:

$$f = \frac{1}{T} \text{ [Hz]}$$

Sedangkan besaran frekuensi sudut dapat dinyatakan sebagai:

$$\omega = 2 \pi f \text{ [rad/s]}$$

c. Amplitudo (A)

Amplitudo adalah pergeseran maksimum dari suatu kuantitas yang berosilasi dihitung dari titik keseimbangannya. Pendekatan matematis yang digunakan untuk mengatasi masalah ini adalah dengan melakukan operasi akar rata-rata kuadrat terhadap waktu atau yang dikenal dengan harga *root mean square* (RMS), sehingga untuk tekanan udara yang berubah terhadap waktu pada suatu titik tertentu, selama terjadi propagasi gelombang suara dapat dinyatakan secara matematis sebagai berikut:

$$(p(t))^2_t = \frac{1}{T} \int p(t)^2 dt$$

Dimana  $p(t)$  adalah tekanan udara yang berubah terhadap waktu dalam fungsi *sinus* atau *cosinus* dengan besaran  $\text{Newton}/\text{m}^2$  ( $\text{N}/\text{m}^2$ ) dan  $T$  adalah integrasi terhadap waktu. Harga rms-nya dinyatakan sebagai berikut:

$$p_{rms} = \sqrt{[p(t)^2]_t} \text{ atau :}$$

$$[p(t)^2]_t = \frac{p^2}{2} \text{ dan } p_{rms} = \frac{p}{\sqrt{2}}$$

Harga rms inilah yang ditunjukkan oleh alat ukur akustik misalnya *Sound Level Meter*. Jadi tekanan suara adalah harga rms dari tekanan udara yang berubah terhadap waktu, sebagai akibat dari propagasi gelombang suara, dibandingkan dengan tekanan seimbangnya.

#### d. Panjang gelombang ( $\lambda$ )

Panjang gelombang merupakan jarak antara 2 gelombang yang saling berdekatan dengan perpindahan dan kecepatan partikel. Hubungan antara  $\lambda$  dengan  $f$  dinyatakan sebagai berikut (Hendola, 2018).

$$\lambda = \frac{c}{f}$$

### 2.1.4 Gelombang Bunyi

Gelombang bunyi adalah vibrasi molekul-molekul zat dan saling berinteraksi satu sama lain yang terkoordinasi menghasilkan gelombang serta mentransmisikan energi, namun tidak terjadi perpindahan partikel. Manusia mampu mendengar bunyi saat gelombang bunyi (getaran) di udara atau medium lain sampai ke gendang telinga manusia. Bunyi didengar sebagai rangsangan-rangsangan pada telinga oleh getaran-getaran melalui media elastis, sehingga timbul adanya penyimpangan tekanan udara (Rony, 2014). Gelombang bunyi terdiri atas molekul-molekul udara yang bergetar merambat ke segala arah, molekul-molekul yang berdesakan di beberapa tempat akan menghasilkan wilayah tekanan tinggi, akan tetapi di tempat lain merenggang dan akan menghasilkan wilayah tekanan rendah. Gelombang bertekanan rendah dan tinggi secara bergantian bergerak di udara, menyebar dari sumber bunyi. Kemudian gelombang bunyi ini menghantarkan bunyi ke telinga manusia (Halliday, 2010).

Berdasarkan medium perambatan, gelombang dikelompokkan menjadi 2, yaitu gelombang mekanik dan gelombang elektromagnetik. Gelombang mekanik

adalah gelombang yang memerlukan medium di dalam perambatannya, contoh: gelombang bunyi, gelombang perambatan air, dan gelombang pada tali. Hakikat gelombang mekanik adalah gelombang terjadi karena adanya usikan yang merambat, sedangkan mediumnya tetap. Jadi, gelombang merupakan rambatan pemindahan energi yang tanpa diikuti pemindahan massa medium (Pawitro, 2014). Selain itu, dari segi arah penjarannya, gelombang terbagi menjadi 2, yaitu gelombang transversal dan longitudinal. Gelombang longitudinal adalah suatu gerak gelombang di mana arah getaran mediumnya sama dengan arah dari perpindahan energi (arah getaran sama dengan arah rambatan) contoh: gelombang bunyi. Bunyi adalah getaran yang ditransmisikan oleh zat cair, padat, atau gas sebagai zat perantara dalam bentuk rapatan dan regangan dari medium yang dapat dideteksi oleh telinga. Karena sifat penjarannya seperti itu, bunyi dikatakan pula sebagai gelombang tekanan. Bunyi termasuk dalam golongan longitudinal dan cepat rambatnya tergantung kepada medium yang dilaluinya (Young, 2013). Secara teoretis, bunyi dapat dijelaskan dengan kecepatan osilasi atau frekuensi yang diukur dalam Hertz (Hz) dan amplitudo atau kenyaringan bunyi dengan pengukuran dalam desibel (dB).

Karena telinga peka terhadap jangkauan intensitas yang begitu lebar maka biasanya digunakan skala intensitas logaritmik. Intensitas bunyi (*sound intensity level*)  $\beta$  sebuah gelombang bunyi didefinisikan oleh persamaan:

$$\beta = (10 \text{ dB}) \log \frac{I}{I^\circ}$$

Dalam persamaan ini  $I^\circ$  adalah sebuah intensitas acuan yang dipilih sebesar  $10^{-12} \text{ W/m}^2$  mendekati ambang pendengaran manusia pada 1000 Hz. Ingat kembali bahwa “log” berarti logaritma untuk basis 10 (Aufa, 2012).



## 2.2 Kebisingan

Kebisingan berasal dari kata bising yang artinya semua bunyi yang mengalihkan perhatian, mengganggu, atau berbahaya bagi kegiatan sehari-hari. Bising umumnya didefinisikan sebagai bunyi yang tidak diinginkan dan juga dapat menyebabkan polusi lingkungan. Suara adalah sensasi atau rasa yang dihasilkan oleh organ pendengaran manusia, ketika gelombang-gelombang suara dibentuk di udara sekeliling manusia melalui getaran yang diterimanya (Djalnte, 2010).

Keputusan Menteri Lingkungan Hidup (1996) mendefinisikan bahwa kebisingan adalah bunyi yang tidak diinginkan dari usaha atau kegiatan dalam tingkat dan waktu tertentu yang dapat menimbulkan gangguan kesehatan manusia dan kenyamanan lingkungan. Kebisingan juga didefinisikan sebagai getaran-getaran yang tidak teratur, dan memperlihatkan bentuk yang tidak biasa. Faktor-faktor yang mempengaruhinya antara lain adalah pola intensitas, frekuensi, dan pembangkitan (Setiawan, 2010).

Kebisingan itu sendiri biasanya dianggap sebagai bunyi yang tidak dikehendaki. Bunyi terjadi ketika telinga manusia mendengar pada tekanan kecil yang naik turun di udara, yang disebabkan oleh pergerakan getaran dari benda padat. Kebisingan dapat dideskripsikan dalam beberapa istilah dari tiga variabel yaitu amplitudo, frekuensi, dan pola waktu. Ketiga variabel tersebut dapat dijelaskan sebagai berikut:

### a. Amplitudo

Kerasnya dari suatu bunyi bergantung pada amplitudo dari naik turunnya tekanan atmosfer di atas dan di bawah yang digabungkan dengan gelombang suara. Dan besarnya berlaku pada tekanan suara dalam gelombang suara yang dinyatakan dalam *root-mean-square* (rms).

### b. Frekuensi

Suara adalah fluktuasi dari tekanan udara. Bilangan dari terjadinya fluktuasi waktu dalam satu detik disebut frekuensi. Dalam akustik frekuensi dinyatakan dalam satuan Hertz (Hz). Hubungan frekuensi dengan panjang gelombang bunyi dinyatakan dalam:

$$f\lambda = v$$

c. Pola waktu

Karakteristik penting yang ketiga dari kebisingan yaitu variasi dalam waktu (Rusjadi, 2011).

### 2.2.1 Tipe-tipe Kebisingan

Kebisingan memiliki kriteria, yaitu tingkat kebisingan terendah yang disyaratkan untuk ruangan tertentu menurut fungsi utama dari ruangan tersebut. Jika kriteria kebisingan dari suatu ruang telah diketahui, maka akan dapat diketahui bagaimana cara mengurangi kebisingan tersebut. Pengurangan kebisingan adalah dengan mengurangi besar kekuatan bunyi yang diterima untuk memperkecil tingkat kebisingan yang dihasilkan (Satwiko, 2005).

Kebisingan dapat dibagi dalam beberapa tipe, yaitu:

1. Kebisingan kontinu dengan spektrum frekuensi yang luas (*wide band noise*), misalnya mesin, kipas angin, dan lain-lain.
2. Kebisingan kontinu dengan spektrum frekuensi sempit (*narrow band noise*), misalnya gergaji sirkuler, katup gas, dan lain-lain.
3. Kebisingan terputus-putus (*intermittent*), misalnya lalu lintas, suara pesawat terbang di bandara, dan lain-lain.
4. Kebisingan impulsif (*impact or impulsive noise*), seperti tembakan bedil atau meriam dan ledakan.
5. Kebisingan impulsif berulang, misalnya mesin tempa di perusahaan.

### 2.2.2 Zona Kebisingan

Peraturan Menteri Kesehatan RI No. 718 tahun 1987 tentang kebisingan pada kesehatan dibagi menjadi empat zona wilayah yaitu:

1. Zona A adalah zona untuk tempat pendidikan, rumah sakit, tempat perawatan kesehatan atau sosial. Intensitas tingkat kebisingannya berkisar 35 – 45 dB.
2. Zona B adalah untuk perumahan, tempat pendidikan, dan rekreasi. Membatasi angka kebisingan antara 45 – 55 dB.
3. Zona C antara lain perkantoran, pertokoan, perdagangan, pasar. Dengan kebisingan sekitar 50 – 60 dB.
4. Zona D untuk lingkungan industri, pabrik, stasiun kereta api dan terminal bus. Tingkat kebisingan berkisar 60 – 70 dB (Setiawan, 2010).

### 2.3 *Sound Level Meter (SLM)*

Standar alat untuk mengukur kebisingan adalah *Sound Level Meter (SLM)*. Pengukuran dalam SLM dikategorikan dalam tiga jenis karakter respon frekuensi, yaitu ditunjukkan dalam skala A, B, dan C. Skala A yang ditemukan paling dapat mewakili batas pendengaran manusia dan respon telinga manusia terhadap kebisingan, termasuk kebisingan yang dapat menimbulkan gangguan pendengaran. Skala A tersebut dinyatakan dalam satuan dBA (Djalnte, 2010).

Mekanisme kerja dari SLM adalah apabila ada benda bergetar, maka akan menyebabkan terjadinya perubahan tekanan udara yang mana perubahan tersebut dapat ditangkap oleh alat ini, sehingga akan menggerakkan meter petunjuk atau jarum petunjuk. Alat untuk mengukur ambang pendengaran adalah Audiometer dan SLM adalah untuk mengukur suara. Nilai ambang pendengaran adalah suara yang paling lemah yang dapat didengar manusia. Audiogram adalah *chart* hasil pemeriksaan *audiometri* (Pawitro, 2014).

Pengukur kebisingan yang terdapat dalam KMNLH No. 48 (1996) dapat dilakukan dengan dua cara yaitu:

1. Cara sederhana.

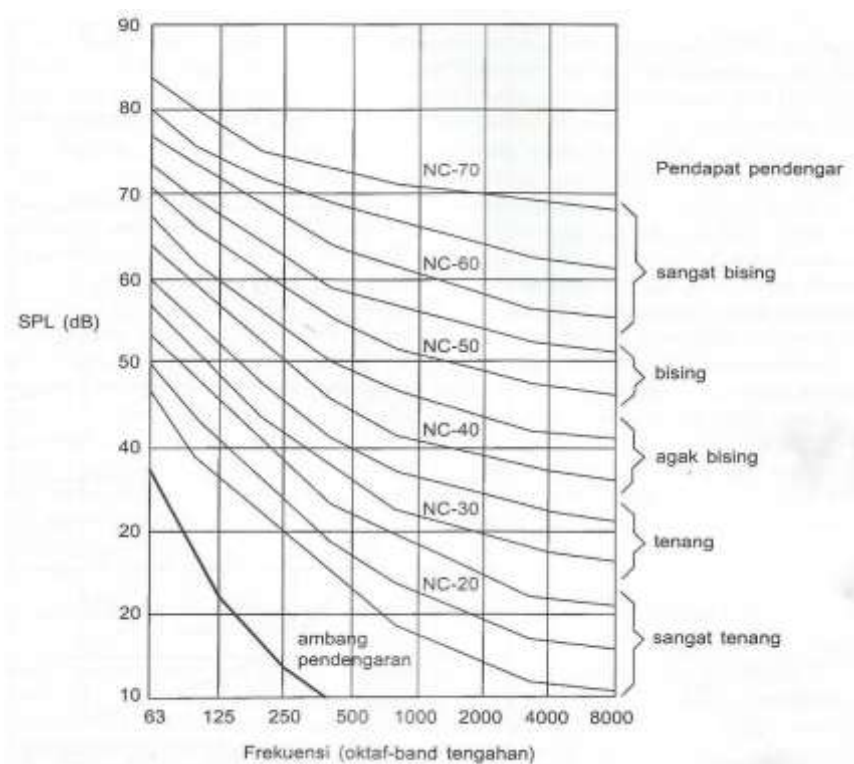
Dengan sebuah *Sound Level Meter*, biasa diukur tingkat tekanan bunyi dB (A) selama 10 menit untuk tiap pengukuran. Pembacaan dilakukan setiap 5 detik.

2. Cara langsung

Dengan sebuah *integrating Sound Level Meter* yang mempunyai fasilitas pengukuran LTMS, yaitu Leq dengan waktu ukur setiap 5 detik, dilakukan pengukuran selama 10 menit (KMNLH, 1996).

## 2.4 Bising Latar Belakang (*Background Noise*)

Bising latar belakang (*Background Noise*) adalah bunyi di sekitar kita yang muncul secara tetap dan stabil pada tingkat tertentu. Untuk daerah yang bukan di kawasan industri perlu ditetapkan tingkat bising latar belakang yang diizinkan. syarat bising Latar Belakang atau (*Background Noise*) yang diperbolehkan untuk masjid sebagai bangunan ibadah, menurut Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Tahun 1996 yaitu 55 dB (MENLH, 1996).



**Gambar 2.1: Kategori Nilai NC  
(Mediastika, 2005)**

*Noise criteria* (NC) adalah standar bangunan yang menggunakan satu nilai indeks adalah untuk mendeskripsikan tingkat kebisingan pada suatu ruangan dalam rentang frekuensi tertentu. *Noise criteria* (NC) dikembangkan oleh insinyur MEP (Mekanik, elektrik, dan plumbing), bersama dengan ahli bangunan lainnya dan insinyur akustik di *America National Standards Institute* (ANSI). Satu nilai NC mewakili satu kurva unik yang terbentang pada rentang frekuensi pita oktaf dari 63 Hz dan 8.000 Hz (Baron, 2010).

## 2.5 Tingkat Tekanan Bunyi (TTB)

Kekerasan suara dalam ruang diukur dengan Tingkat Tekanan Bunyi (TTB) dalam skala desibel (dB). TTB adalah nilai yang menunjukkan perubahan tekanan di dalam udara karena adanya perambatan bunyi. Nilai TTB ini menunjukkan besar tingkat tekanan bunyi yang diterima oleh pendengar disuatu titik. Nilai TTB menunjukkan kekuatan atau kekerasan suara yang ditangkap oleh pendengar pada suatu titik dalam ruang dengan jarak tertentu dari sumber suara. Jika bunyi yang dipancarkan dari sumber suara dapat ditangkap dengan kekerasan yang sama oleh pendengar pada semua posisi/titik dalam ruang, maka dikatakan distribusi suara dalam ruang tersebut merata (Bari, 2016). Salah satu metode untuk menilai pemerataan distribusi tingkat tekanan bunyi adalah dengan cara menghitung selisih antara besar rata-rata TTB di setiap titik dengan nilai minimum atau maksimum TTB. Apabila hasil selisih tersebut kurang dari 6 dB maka dikatakan bahwa distribusi tingkat tekanan bunyi merata disetiap titik. Sebaliknya, jika hasil selisih tersebut lebih dari 6 dB maka distribusi TTB tidak merata disetiap titik (Indrani, 2007).

Bel atau lebih umumnya desibel (dB) adalah satuan skala taraf intensitas bel ( $10 \text{ dB} = 1 \text{ bel}$ ) ditemukan oleh penemu telepon bernama Alexander Graham Bell (1847 – 1922). Perpindahan amplitudo di telinga manusia berkisar pada rentang  $10^{-5}$  m untuk bunyi paling keras dapat ditoleransi hingga  $10^{-11}$  m dan bunyi paling kecil yang masih dapat dideteksi suatu angka dengan perbandingan sebesar  $10^{-6}$ . Karena telinga peka terhadap jangkauan intensitas yang begitu lebar maka biasanya digunakan skala intensitas logaritmik. Intensitas bunyi (*sound intensity level*)  $\beta$  sebuah gelombang bunyi didefinisikan oleh persamaan:

$$\beta = (10 \text{ dB}) \log \frac{I}{I_0}$$

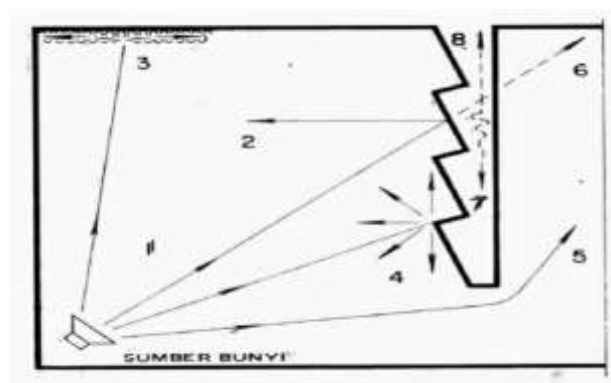
Dalam persamaan ini  $I_0$  adalah sebuah intensitas acuan yang dipilih sebesar  $10^{-12} \text{ W/m}^2$  mendekati ambang pendengaran manusia pada 1000 Hz. Perlu diingat kembali bahwa “log” berarti logaritma untuk basis 10 (Malik, 2010).

## 2.6 Akustik Ruang

Kecepatan bunyi (*sound*) adalah gelombang getaran mekanis di dalam udara atau benda padat yang masih bisa ditangkap oleh telinga manusia dengan rentan frekuensi antara 20 – 20.000 Hz. Bunyi merupakan transmisi energi yang diterima melalui sensasi telinga dan otak. Kecepatan bunyi (*sound velocity*) merupakan kecepatan rambat gelombang bunyi pada suatu media, dengan satuan meter/detik. Kecepatan bunyi tidak tergantung pada frekuensinya. Kecepatan rambat bunyi di udara adalah 340 meter/detik. Frekuensi bunyi (*sound frequency*) adalah jumlah getaran setiap detik dan diukur dengan satuan Hertz (Hz). Frekuensi menentukan tinggi rendahnya bunyi. Semakin tinggi frekuensi, semakin tinggi bunyi. Frekuensi standar yang dipilih sebagai wakil yang penting dalam arsitektur lingkungan adalah 125, 250, 500, 1000, 2000, dan 4000 Hz. Sedangkan percakapan manusia berada pada 600 – 4000 Hz (Mubarok, 2017).

### 2.6.1 Perilaku Bunyi Di Dalam Ruang

Dalam perancangan objek arsitektur, perancang akan menemui permasalahan akustik yang berhubungan dengan ruang tertutup. Beberapa gejala akustik pada ruang tertutup sebagai hasil dari pendekatan dengan akustik geometrik, yaitu pemantulan bunyi, penyerapan bunyi, difusi bunyi, difraksi bunyi, dengung, dan resonansi ruang (Baron 2010).



**Gambar 2.2** Perilaku Bunyi Dalam Ruang  
(Doelle, 1993)

Kelakuan bunyi dalam ruang tertutup dapat berupa:

1. Bunyi datang atau berlangsung
2. Bunyi pantul

3. Bunyi yang diserap oleh permukaan
4. Bunyi yang difus atau yang disebar
5. Bunyi difraksi atau bunyi yang dibelokkan
6. Bunyi yang diteruskan

Proses perambatan gelombang bunyi pada ruang tertutup tidak sama dengan ruang terbuka. Bidang-bidang pembatas ruangan seperti dinding, lantai, dan plafon, menyebabkan proses perambatan gelombang bunyi ke segala arah mengalami pembatasan. Bunyi yang merambat di dalam ruang akan mengalami berbagai peristiwa bergantung pada karakteristik bidang pembatas dan jenis frekuensi bunyi, seperti refleksi, difusi, absorpsi, difraksi, dan refraksi (Hendola, 2018)

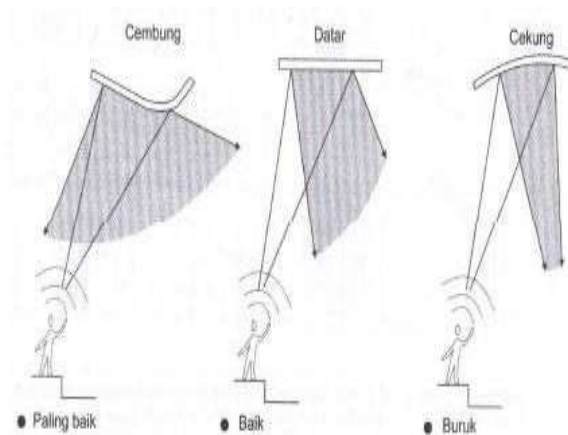
### **2.6.2 Akustik dan Bentuk Geometri Ruang**

Bentuk merupakan salah satu unsur yang turut mendukung pengkondisian akustik suatu ruang sebagai elemen nonstruktural, tapi bisa juga sebagai elemen struktural. Bentuk geometris ruang berdasarkan kondisi akustik menjadi tiga, antara lain bentuk cekung, cembung, dan datar.

Bentuk cekung bersifat pemusatan suara yang tidak menyebar. Bentuk ini menimbulkan efek vokal point atau sebagai pusat arah pantulan suara dan memunculkan gema yang merambat. Permukaan cekung akan memantulkan cahaya terfokus ke titik yang sama. Pendengar di titik itu akan mendengar suara yang sangat keras dan yang jauh dari situ akan mendapat sedikit suara. Oleh karena itu bentuk ini adalah akustik yang buruk yang dapat menyebabkan gema.

Bentuk cembung merupakan sebuah bentuk pemantulan suara yang baik karena memiliki sifat penyebar gelombang suara yang mendukung kondisi difusi akustik ruang. Bentuk cembung ini bisa menciptakan kejelasan penyampaian suara dari berbagai arah yang cukup luas dan menyebar.

Bentuk akustik datar memiliki sifat yang paling sederhana dan jelas. Bentuk akustik datar akan memberikan suara yang jelas kepada penonton yang duduk di baris paling belakang tanpa cacat dan perbedaan tempo penerimaan (Hendola, 2018).



**Gambar 2.3 Bentuk Geometri Ruang  
(Mediastika, 2005)**

### 2.6.3 Waktu Dengung atau *Reverberation time* (RT)

Waktu dengung atau *Reverberation time* (RT) adalah waktu yang diperlukan untuk meluruhkan energi bunyi sebesar 60 dB sejak sumber dimatikan. Parameter RT pada umumnya dijadikan acuan awal dalam mendesain suatu ruangan. Untuk melakukan pengukuran RT dapat menggunakan konsep energi impuls dengan cara melakukan perekaman respon ruangan terhadap sinyal impuls yang dibunyikan di dalam ruangan tersebut. Kualitas pemantulan dengung (*reverberation*) ditentukan oleh waktu dengung atau *Reverberation time* (RT). Pelemahan ini sangat bergantung pada kemampuan pantul bidang-bidang pembatas ruang, seperti lantai, dinding, dan plafon (Metawati, 2013). Semakin keras dan licin permukaan pembatas, maka pelemahan bunyi semakin lambat. Nilai RT juga dapat dicari dari data ruangan dengan melakukan perhitungan menggunakan rumus *sabine* berikut ini:

$$RT = \frac{55,3}{c} \cdot \frac{V}{A}$$

$c$  = Kecepatan suara di udara (343 m/s)

$$RT = \frac{55,3}{343} \cdot \frac{V}{A}$$

$$= 0,16 \frac{V}{A}$$

$$RT = 0,16 (V/\Sigma S\alpha)$$



Dengan:  $RT$  = Waktu dengung (detik)

$V$  = volume ruang ( $m^3$ )

$\Sigma S\alpha$  = penyerapan total ( $m^2$ )

Nilai  $RT$  ideal suatu ruangan sangat bergantung pada fungsi ruang dan volume ruang secara utuh. Jenis ruang dibedakan menjadi dua, yaitu ruang yang dipergunakan untuk kegiatan bercakap-cakap (*speech*) dan ruang yang dipergunakan untuk kegiatan musik. Karakteristik permukaan bidang mempengaruhi terjadinya pantulan, serapan, dan sebaran bunyi. Pantulan yang terjadi terus menerus mengakibatkan terjadinya waktu dengung yang lebih panjang. Bangunan masjid adakalanya memerlukan waktu dengung lebih panjang, agar suara alunan ayat-ayat Al Qur'an terdengar lebih merdu dan syahdu. Namun kondisi ideal waktu dengung untuk sumber bunyi suara imam atau khatib tetap menjadi standar utama. Waktu dengung untuk ruangan untuk aktivitas 1 – 2 detik (Prawisasra, 2017). Aktivitas yang dilakukan di dalam masjid adalah aktivitas ibadah seperti sholat berjamaah, ceramah agama, dan pembacaan ayat suci. Seluruh aktivitas tersebut dikategorikan sebagai aktivitas percakapan (*speech*) sehingga waktu dengung ideal untuk masjid adalah  $RT$  ideal ruang percakapan (Hendola, 2018).

## 2.7 Penelitian yang Relevan

Para peneliti sebelumnya tidak sedikit yang membahas tentang masalah kenyamanan akustik pada tempat ibadah yaitu masjid, baik dari segi tingkat kebisingannya maupun tingkat dengung dari suatu ruangan. Pada tahun 2007, staf pengajar Universitas Makassar melakukan penelitian di ruang masjid Al Markaz Al Islami. Di dalam penelitian tersebut peneliti lebih memperhatikan tingkat tekanan suara, distribusi suara, tingkat bising, dan tingkat dengung. Pengukuran akustik kemudian dilakukan untuk mengetahui kondisi objektif akustik ruang masjid pada bulan November – Desember 2007, di mana terdapat perubahan sistem pengeras suara yang terpasang dalam ruang masjid dari kondisi pada pengamatan pada bulan Agustus 2007. Pengukuran mencakup parameter-

parameter objektif akustik yang mewakili faktor kekerasan suara, kejelasan suara, dan persebaran suara dalam ruang (Mariani, 2008).

Pada tahun 2017, Syahrul Mubarak, Suprayogi, dan Muh. Saladin Prawirasasra, mahasiswa Universitas Telkom Prodi S1 Teknik Fisika melakukan penelitian di masjid Syamsul Ulul yaitu optimalisasi kinerja parameter akustik dengan memodifikasi konfigurasi distribusi *speaker*. Penilaian kualitas akustik dari ruangan masjid dilakukan dengan melakukan evaluasi nilai parameter akustik yang didapat dari pengukuran lapangan. Masjid ini memiliki luas permukaan 575 m<sup>2</sup> dengan kapasitas jamaah lebih kurang 300 orang. Pengukuran lapangan dilakukan pada malam hari untuk menghindari tingkat bising latar belakang yang tinggi. Pengukuran tersebut dilakukan pada 56 titik ukur dengan menggunakan metode respon impuls. Pengukuran dilakukan menggunakan dua jenis sumber suara, yaitu *omnidirectional speaker* dan *distributed speaker*. Parameter akustik yang diukur antara lain bising latar belakang (*background noise*), waktu dengung (*reverberation time*), distribusi SPL, *sound strength* (G), D50, dan STI. Masjid Syamsul Ulum belum memenuhi rekomendasi *room for speech* pada parameter waktu dengung, STI, dan D50. Dalam penelitian ini setelah melakukan pengukuran lapangan, selanjutnya peneliti melakukan simulasi geometri kondisi aktual ruangan dan validasi, simulasi dilakukan menggunakan perangkat lunak *CATT acoustic* (Mubarak, 2017).

Pada tahun 2017, Muh. Saladin Prawirasasra dan Syahrul Mubarak, mahasiswa Universitas Telkom Prodi S1 Teknik Fisika melakukan penelitian di masjid Syamsul Ulul yaitu *Evaluation Of Acoustical Comfort In Mosque*. Masjid ini memiliki luas ukuran 24x24 m dan tinggi 9 m dengan kapasitas jamaah lebih kurang 300 orang. Pengukuran lapangan dilakukan pada malam hari untuk menghindari tingkat bising latar belakang yang tinggi. Pengukuran tersebut dilakukan pada 56 titik ukur dengan ketinggian sensor 75 cm. Pengukuran dilakukan menggunakan dua jenis sumber suara, yaitu *omnidirectional speaker* dan *distributed speaker*. Parameter akustik yang diukur antara lain bising latar belakang (*Background noise*), waktu dengung (*reverberation time*), *sound strength* (G), dan D50. (Prawisasra, 2017).

Pada tahun 2014, Elsa Fitria Bena, mahasiswa Universitas Brawijaya melakukan penelitian tentang Waktu Dengung Ruang Sholat Masjid Desa Berdasarkan Perbedaan Bentuk Plafon. Pada penelitian ini peneliti lebih mengutamakan waktu dengung ruang sholat masjid dengan berdasarkan bentuk plafon. Pada penelitian ini peneliti membahas waktu dengung pada beberapa masjid. Pada Masjid Nur Inka memiliki kapasitas 150 jamaah dengan bentuk denah didominasi bentukan persegi. Plafon ruangan Masjid Nur Inka berbentuk kubah dan volume ruang adalah  $1323,88 \text{ m}^3$ . Hasil analisis Sabine menunjukkan hasil RT 500 Hz ruang sholat Masjid Nur Inka lebih besar dari nilai standar. Hal ini menunjukkan bahwa terjadi dengung yang panjang pada ruang sholat Masjid Nur Inka sehingga kejelasan pembicaraan di dalamnya sangat buruk. Permasalahan waktu dengung pada ruang sholat ini adalah pada penggunaan material yang memiliki koefisien serap rendah (Bena, 2014).

Pada penelitian Pengukuran Tingkat Kenyamanan Akustik Masjid Ulul Albab Universitas Islam Negeri Sumatera Utara Medan sesuai dengan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup (KMNLH) No. 48 tahun 1996 tingkat kenyamanan pada tempat ibadah yaitu 55 dB. Dalam penelitian ini peneliti akan mengukur Bising Latar Belakang (*Background Noise*), tingkat tekanan bunyi (TTB), dan waktu dengung atau *Reverberation time* (RT) dalam masjid sesuai titik yang telah ditentukan. Pada masjid lantai satu terdapat 16 titik ukur dan di lantai dua terdapat 18 titik ukur, jarak antara satu titik ukur dengan titik ukur lainnya 4,4 m, jarak antara titik ukur dengan jendela dan dinding 4,4 m. Sumber suara yang digunakan dengan tingkat frekuensi sebesar 500 Hz, karena tingkat kenyamanan berbicara manusia sebesar 500 Hz. Dalam penelitian kali ini akan menggunakan alat *Sound Level Meter* (SLM) tipe GM1356 dan analisis data penelitian menggunakan *software Surfer Golden* versi 16.

## **2.8 Hipotesis**

Hipotesis penelitian ini adalah Pengukuran Tingkat Kenyamanan Akustik Masjid Ulul Albab Universitas Islam Negeri Sumatera Utara Medan dapat diketahui dengan alat *Sound Level Meter* (SLM) tipe GM1356. Hasil pengukuran diharapkan dapat memenuhi tingkat kenyamanan akustik sesuai dengan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup (KMNLH) No. 48 tahun 1996 pada tempat ibadah.

## **BAB III**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

#### **3.1 Waktu dan Tempat Penelitian**

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan November sampai dengan bulan Desember 2019. Lokasi objek penelitian dilakukan di Masjid Ulul Albab Universitas Islam Negeri Sumatera Utara Medan, Jalan IAIN No. 1 Medan.

#### **3.2 Alat-alat Penelitian**

Alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu:

1. Satu set peralatan SLM (*Sound Level Meter*) tipe GM1356

Merupakan alat utama dalam penelitian kebisingan. SLM yang digunakan adalah SLM digital yang mampu mengukur Tingkat Tekanan Bunyi (TTB) efektif dalam desibel (dB). SLM digital tipe GM1356 memiliki parameter teknis sebagai berikut:

1. Perangkat ini telah dirancang untuk memenuhi Standar Komite Listrik Internasional: IEC PUB 651 TYPE2 dan Standar nasional AS: ANSI S1.4 TYPE2.
2. Rentang pengukuran:
  - 30 ~ 130 dBA
  - 35 ~ 130 dBC
3. Akurasi:  $\pm 1,5$  dB.
4. Resolusi: 0,1 dB.
5. Respon frekuensi: 31,5 Hz ~ 8,5 kHz.
6. Tingkat pengukuran:
  - 30 ~ 130 dB
  - 40 ~ 90 dB
  - 50 ~ 100 dB
  - 60 ~ 110 dB
  - 80 ~ 130 dB
7. Filter koreksi: A dan C

Filter A digunakan untuk mengukur kebisingan sekitar (setara dengan sensitivitas telinga manusia). Filter C datar digunakan untuk mengukur tingkat kebisingan yang dihasilkan oleh perangkat mekanis.

8. Mode pengukuran: Cepat/Lambat.
9. Frekuensi pengambilan sampel: 2 kali/detik.
10. Standar kalibrasi: 94 dB ~ 1 KHz.
11. Mikropon: 1/2 inci kapasitif polarisasi.

## 2. *Stopwatch*

*Stopwatch* digunakan untuk mengukur interval waktu.

## 3. Meteran

Meteran digunakan untuk mengukur jarak antara posisi titik ukur dengan dinding dan jendela.

## 4. Tripod

Tripod digunakan untuk menjaga stabilitas alat *Sound Level Meter* (SLM).

## 5. *Software Surfer Golden* versi 16

*Software Surfer Golden* versi 16 digunakan untuk menggambar denah lokasi masjid dan membuat gambar *contour map* 2D dan 3D.

## 6. *Software SketchUp* versi 17

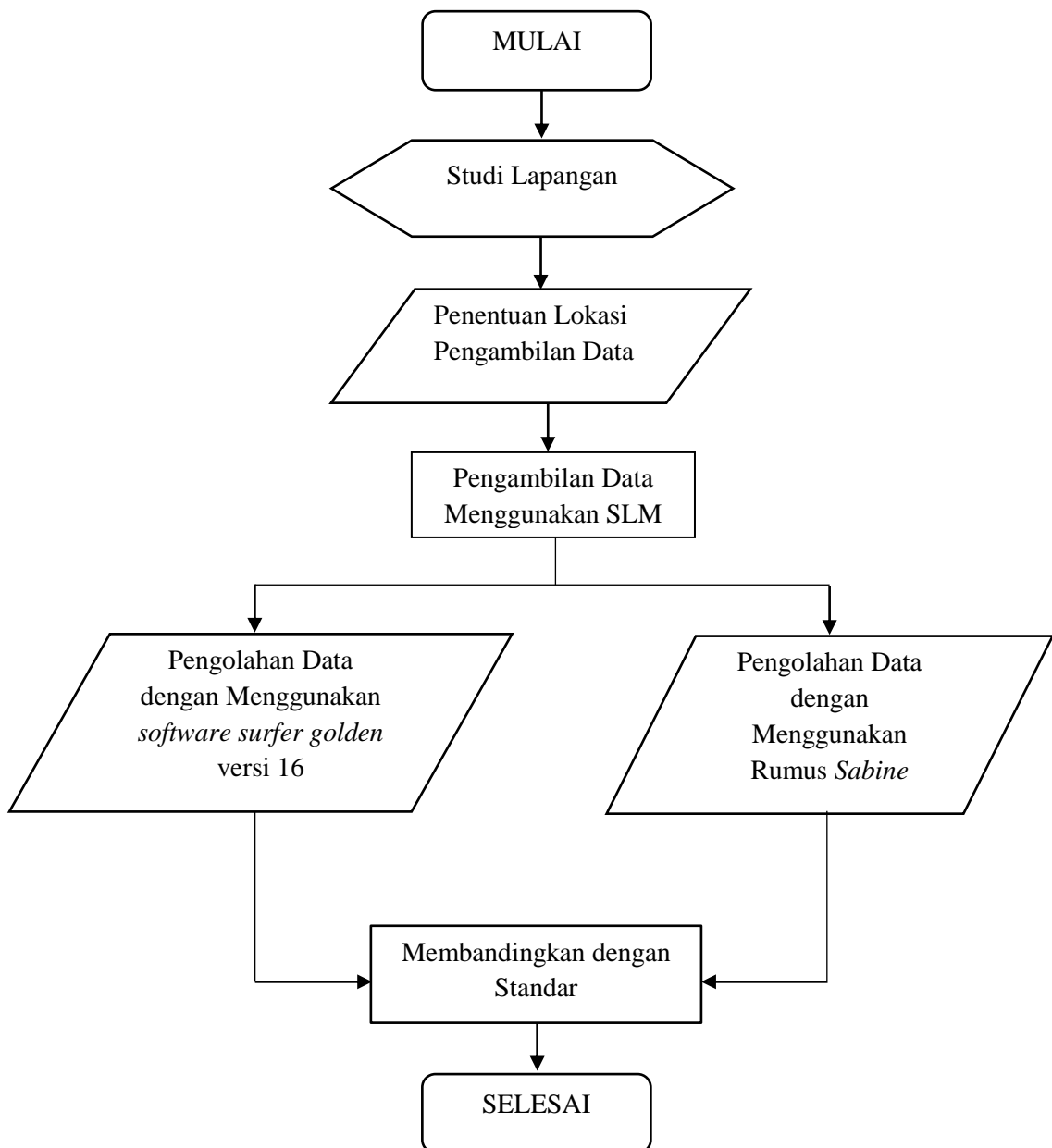
*Software SketchUp* versi 17 digunakan untuk menggambar seluruh elemen-elemen pada masjid.

## 7. loudspeaker

loudspeaker digunakan sebagai sumber suara.

### 3.3 Diagram Alir Penelitian

Tahap-tahap kegiatan penelitian secara garis besar ditunjukkan dalam diagram alir pelaksanaan penelitian, seperti pada gambar 3.1 di bawah ini:



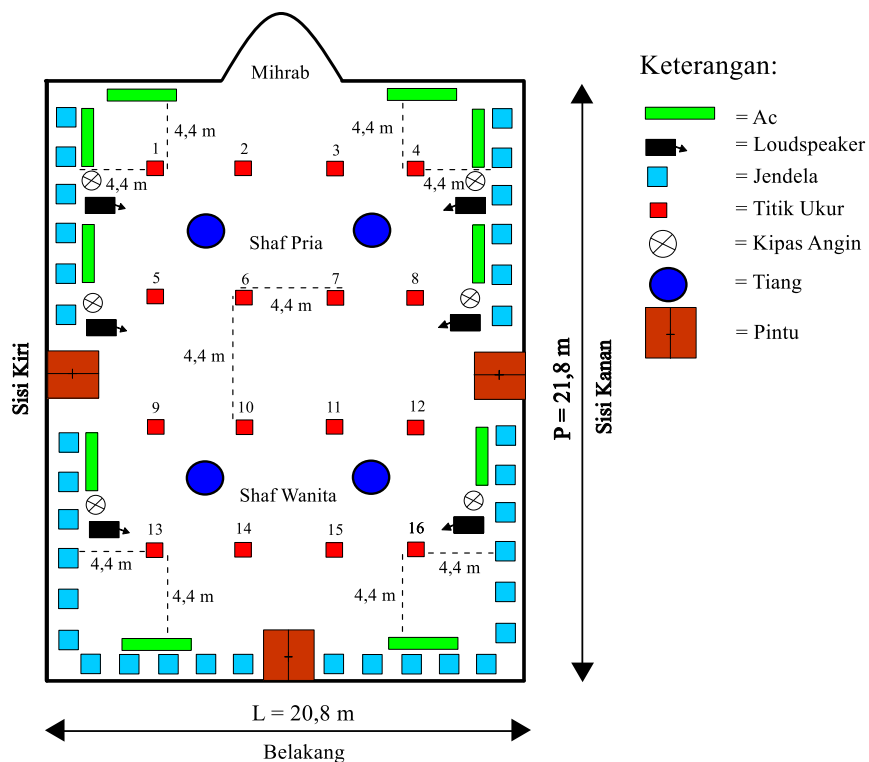
**Gambar 3.1: Diagram Alir Penelitian Tingkat Kenyamanan Akustik Masjid Ulul Albab**

### 3.4 Studi Lapangan

Studi lapangan merupakan tahap awal sebelum melakukan penelitian, studi lapangan ini dilakukan guna mengetahui bagaimana keadaan lokasi sebelum penelitian. Tahap studi lapangan dilakukan secara langsung ke lokasi penelitian yaitu di Masjid Ulul Albab Universitas Islam Negeri Sumatera Utara Medan, pada lantai satu dan lantai dua. Untuk mendapatkan informasi dan data-data yang diperlukan dalam penelitian.

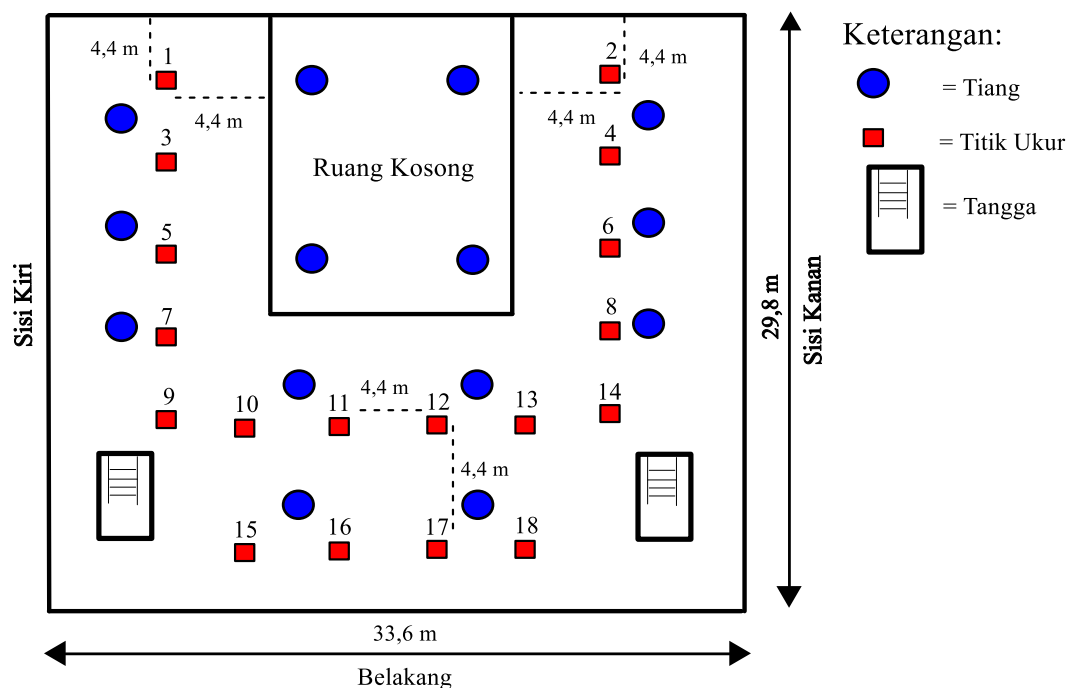
### 3.5 Penentuan Lokasi Pengambilan Data

Penentuan lokasi pengambilan data ini dilakukan dengan mengukur jarak sumber bunyi dengan beberapa titik ukur yang telah ditentukan. Pada lantai satu terdapat 16 titik ukur dan di lantai dua terdapat 18 titik ukur, jarak ketinggian lantai satu dan lantai dua 4,5 m. Jarak antara titik ukur dengan titik ukur lainnya 4,4 m dan jarak titik ukur dengan dinding dan jendela 4,4 m. Di bawah ini adalah denah lokasi pada Masjid Ulul Albab lantai satu dan lantai dua:



**Gambar 3.2: Denah Lokasi Pengambilan Data Masjid Ulul Albab Lantai Satu**





**Gambar 3.3: Denah Lokasi Pengambilan Data Masjid Ulul Albab Lantai Dua**

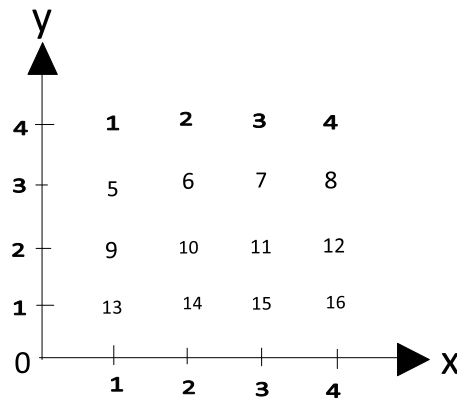
### 3.6 Pengambilan Data Menggunakan SLM

Pengambilan data Bising Latar Belakang (*Background Noise*), tingkat tekanan bunyi (TTB) dan waktu dengung (RT) menggunakan SLM tipe GM1356 dengan ketinggian alat SLM diatur ke 75 cm atau setinggi telinga manusia dalam posisi duduk, sebelum penelitian alat SLM dapat dipastikan sudah terhubung dengan laptop yang akan menampilkan data yang diperoleh. Untuk mengurangi tingkat kebisingan yang terbaca oleh alat SLM maka pengukuran dilakukan pada malam hari setelah sholat Isya. Pintu dan jendela masjid keadaan tertutup, kipas angin (Ac) dalam keadaan *off*. Pengambilan data TTB dalam penelitian ini dengan dan tanpa *loudspeaker*, dan sumber suara dengan nilai frekuensi 500 Hz diletakkan di mihrab/tempat imam. Sumber suara yang dibunyikan akan ditangkap oleh alat SLM tipe GM1356 pada setiap titik ukur, pengambilan data dihitung selama 100 detik. Pengambilan data waktu dengung (RT) rata-rata pada masjid menggunakan letusan balon sebagai sumber suara dan SLM tipe GM1356 sebagai alat ukurnya, dengan jarak 3m antara sumber suara dengan SLM tipe GM1356, Percobaan dilakukan di dua titik ukur, di bagian shaf pria dan wanita.

### 3.7 Pengolahan Data Dengan *Software Surfer Golden* dan Rumus Sabine

#### a. Pengolahan Data Dengan *Software Surfer Golden* versi 16

Data yang telah diperoleh selanjutnya dibuat peta kontur atau pola perambatan suara, yang menyebar dengan menggunakan *software surfer golden* versi 16, secara 2D dan 3D. Di bawah ini adalah contoh tabel pengolahan data dengan menggunakan *Software Surfer Golden* versi 16:



**Gambar 3.4: Pengolahan Data Pada *Software***

**Tabel 3.1: Pengolahan Data Menggunakan *Software Surfer Golden* versi 16**

X	Y	Titik Ukur	Data [dB]
1	1	13	82,71
1	2	9	81,93
1	3	5	82,14
1	4	1	87,94
2	1	14	82,74
2	2	10	84,32
2	3	6	83,32
2	4	2	89,39
3	1	15	82,95
3	2	11	84,12
3	3	7	88,33
3	4	3	89,33
4	1	16	82,91
4	2	12	84,24
4	3	8	88,32
4	4	4	85,49

Pada tabel 3.1 di atas yang telah diperoleh dapat menghasilkan peta kontur 2D dan 3D dengan menggunakan *Software Surfer Golden* versi 16.

**b. Rumus Sabine**

Untuk memperoleh nilai waktu dengung atau *Reverberation Time* (RT) yang ideal pada suatu ruangan, dihitung volume ruangan dan koefisien serapan yang terdapat pada ruangan tersebut. Selanjutnya untuk hasil dari pengukuran tersebut dianalisis sesuai dengan rumus *sabine* di bawah ini:

$$RT = 0,16 \frac{V}{\Sigma S \alpha} \text{ (detik)}$$

Keterangan:

RT = Waktu dengung (detik)

V = Volume ruang (m<sup>3</sup>)

$\Sigma S \alpha$  = penyerapan total (*Sabine*)

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Hasil

##### 4.1.1 Bising Latar Belakang (*Background Noise*) Lantai Satu

Di bawah ini adalah hasil Bising Latar Belakang (*Background Noise*) pada Masjid Ulul Albab Universitas Islam Negeri Sumatera Utara Medan di setiap titik ukur pada lantai satu menggunakan alat ukur *Sound Level Meter* (SLM) tipe GM1356:

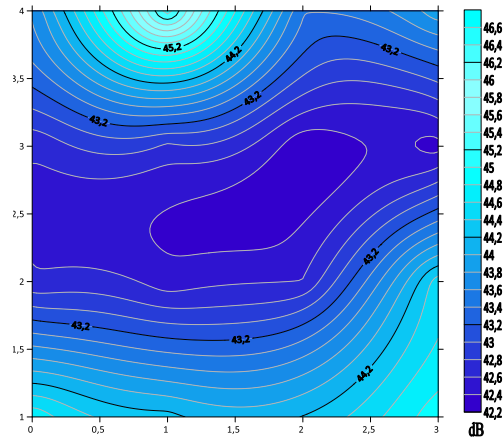
**Tabel 4.1. Hasil Rata-rata Bising Latar Belakang  
(*Background Noise*) Lantai Satu**

<b>Titik Ukur</b>	<b>Tingkat Kebisingan di lantai satu [dB]</b>
1	43,62
2	46,51
3	43,42
4	43,93
5	42,64
6	42,75
7	42,25
8	42,33
9	42,65
10	42,49
11	42,61
12	44,51
13	44,75
14	44,27
15	44,21
16	44,92
<b>Rata-rata</b>	<b>43,62</b>

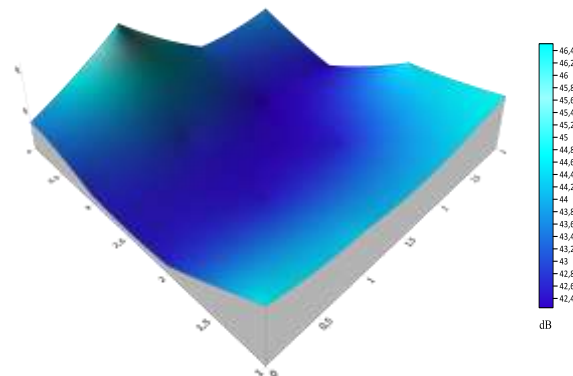
Dari tabel 4.1 dapat dilihat hasil penelitian Bising Latar Belakang (*Background Noise*) pada Masjid Ulul Albab Universitas Islam Negeri Sumatera Utara Medan lantai satu diperoleh hasil rata-rata sebesar 43,62 dB. Nilai tersebut telah memenuhi standar Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. KEP-48 MENLH/11/1996 pada Masjid yaitu sebesar 55 dB. (KMNLH 1996).

#### 4.1.2 *Noise Mapping* Bising Latar Belakang (*Background Noise*) Lantai Satu

Di bawah ini adalah hasil *Noise Mapping* Bising Latar Belakang (*Background Noise*) Lantai Satu di setiap titik ukur yang berbentuk peta kontur 2D dan 3D yang dihasilkan oleh *software Surfer Golden*.



**Gambar 4.1: Peta Kontur Bising Latar Belakang (*Background Noise*) Lantai Satu 2D**



**Gambar 4.2: Peta Kontur Bising Latar Belakang (*Background Noise*) Lantai Satu 3D**

Pada Peta Kontur Bising Latar Belakang (*Background Noise*) Lantai Satu di atas pada titik ukur tertentu terdapat nilai yang tinggi, hal tersebut disebabkan karena di titik ukur tersebut bagian depan dinding masjid dekat mihrab arah barat memiliki nilai yang tinggi sehingga perolehan nilai desibel lebih tinggi. Serta disebabkan oleh pantulan bunyi dari luar ruangan yang masuk ke dalam ruang masjid melalui lubang kecil yang ada di masjid.

### 4.1.3 Bising Latar Belakang (*Background Noise*) Lantai Dua

Di bawah ini adalah hasil Bising Latar Belakang (*Background Noise*) pada Masjid Ulul Albab Universitas Islam Negeri Sumatera Utara Medan di setiap titik ukur pada lantai dua menggunakan alat ukur *Sound Level Meter* (SLM) tipe GM1356:

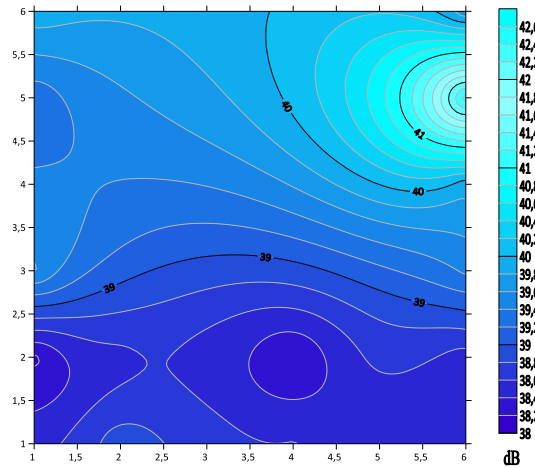
**Tabel 4.2. Hasil Rata-rata Bising Latar Belakang (*Background Noise*) Lantai Dua**

Titik Ukur	Tingkat Kebisingan di lantai dua [dB]
1	39,92
2	39,63
3	39,27
4	42,52
5	39,43
6	39,88
7	39,62
8	39,44
9	38,16
10	38,55
11	38,52
12	38,19
13	38,66
14	38,51
15	38,93
16	38,72
17	38,61
18	38,57
<b>Rata-rata</b>	<b>39,18</b>

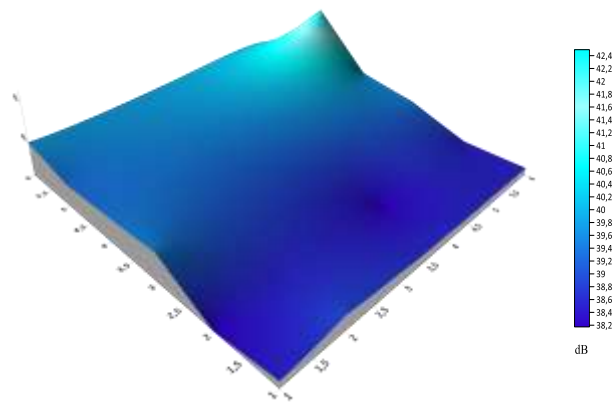
Dari tabel 4.2 dapat dilihat hasil penelitian Bising Latar Belakang (*Background Noise*) pada Masjid Ulul Albab Universitas Islam Negeri Sumatera Utara Medan lantai dua diperoleh hasil rata-rata yaitu sebesar 39,18 dB. Nilai tersebut telah memenuhi standar Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. KEP-48 MENLH/11/1996 pada masjid yaitu sebesar 55 dB. (KMNLH 1996).

#### 4.1.4 *Noise Mapping* Bising Latar Belakang (*Background Noise*) Lantai Dua

Di bawah ini adalah hasil *Noise Mapping* Bising Latar Belakang (*Background Noise*) Lantai Satu di setiap titik ukur yang berbentuk peta kontur 2D dan 3D yang dihasilkan oleh *software Surfer Golden*.



**Gambar 4.3: Peta Kontur Bising Latar Belakang (*Background Noise*) Lantai Dua 2D**



**Gambar 4.4: Peta Kontur Bising Latar Belakang (*Background Noise*) Lantai Dua 3D**

Pada Peta Kontur Bising Latar Belakang (*Background Noise*) lantai dua di atas pada titik ukur tertentu terdapat nilai yang tinggi, hal tersebut disebabkan karena di titik ukur tersebut bagian samping dinding masjid arah timur memiliki nilai yang tinggi sehingga perolehan nilai desibel lebih tinggi. Serta disebabkan oleh pantulan bunyi dari luar ruangan yang masuk ke dalam ruang masjid melalui lubang kecil yang ada di masjid.

#### 4.2 Tingkat Tekanan Bunyi (TTB) Lantai Satu

Pada penelitian ini pengambilan data dilakukan dalam masjid dengan kondisi hening di mana semua kipas angin dalam keadaan *off* dan pintu masjid dalam keadaan tertutup. Sumber bunyi yang digunakan memiliki tingkat tekanan bunyi (TTB) sebesar 90 dB dengan frekuensi 500 Hz. Di bawah ini adalah nilai TTB yang diperoleh pada setiap titik ukur lantai satu:

**Tabel 4.3 Hasil Rata-rata TTB Lantai Satu**

Titik Ukur	Tingkat Kebisingan dengan <i>Loudspeaker</i> [dB]	Tingkat Kebisingan tanpa <i>Loudspeaker</i> [dB]
1	87,94	55,67
2	89,39	55,62
3	89,33	55,78
4	85,49	55,94
5	82,14	54,39
6	83,32	55,82
7	88,33	55,62
8	87,32	54,72
9	81,93	55,52
10	84,71	55,92
11	84,12	55,75
12	84,28	55,24
13	82,71	53,88
14	83,74	54,78
15	83,95	54,24
16	82,91	53,63
<b>Rata-rata</b>	<b>85,11</b>	<b>55,15</b>

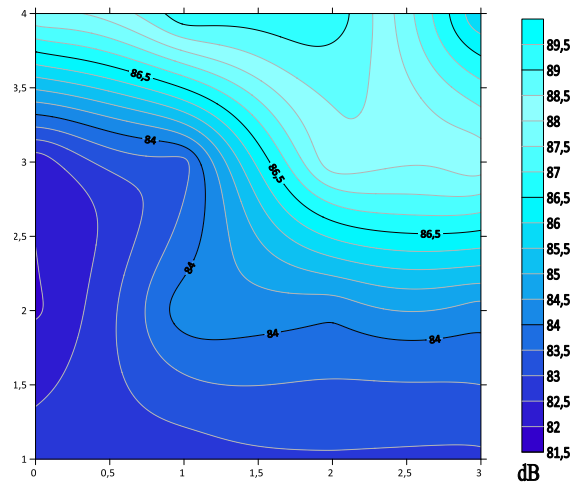
Pada tabel 4.3 dengan *loudspeaker* dan tanpa *loudspeaker* yang diperoleh telah menyebar secara merata, hal ini didasarkan pada besar selisih nilai rata-rata TTB pada semua titik ukur terhadap nilai maksimum dan minimum. Angka yang menjadi batas penilaian pemerataan distribusi TTB adalah 6 dB. Secara teoretis, perubahan tingkat bunyi sebesar 6 dB efeknya mulai dapat dirasakan.



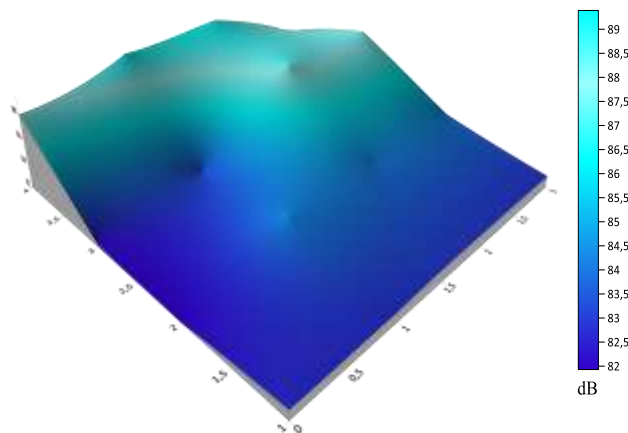
Tanpa *loudspeaker* dapat dilihat bahwa pada titik ukur 5 diperoleh 54,39 dB dan pada titik ukur 6 diperoleh 55,82 dB, hal tersebut disebabkan karena bunyi yang diterima oleh titik ukur 5 dari sumber bunyi lebih kecil dari yang diperoleh titik ukur 6 karena posisi titik ukur 5 di belakang tiang masjid. Pada titik ukur 8 diperoleh 54,72 dB dan di titik ukur 7 diperoleh 55,62 dB, hal tersebut disebabkan karena bunyi yang diterima oleh titik ukur 8 dari sumber bunyi lebih kecil dari yang diperoleh titik ukur 7 karena posisi titik ukur 8 di belakang tiang masjid. Pada titik ukur 13 di peroleh 53,88 dB dan pada titik ukur 14 diperoleh 54,78 dB, hal tersebut disebabkan karena bunyi yang diterima oleh titik ukur 13 dari sumber bunyi lebih kecil dari yang diperoleh titik ukur 14 karena posisi titik ukur 13 di belakang tiang masjid. Pada titik ukur 16 diperoleh 53,63 dB dan pada titik ukur 15 diperoleh 54,24 dB, hal tersebut disebabkan karena bunyi yang diterima oleh titik ukur 16 dari sumber bunyi lebih kecil dari yang diperoleh titik ukur 15 karena posisi titik ukur 16 di belakang tiang masjid. Dengan demikian, distribusi TTB dalam ruang masjid lantai satu berdasarkan metode penilaian Indrani (2007) telah menyebar secara merata. Karena, selisih antara besar rata-rata TTB di setiap titik ukur dengan nilai minimum atau maksimum tersebut kurang dari 6 dB maka dikatakan bahwa distribusi TTB merata disetiap titik. Sebaliknya, jika hasil selisih tersebut lebih dari 6 dB maka distribusi TTB tidak merata disetiap titik (Indrani, 2007).

#### 4.2.1 Noise Mapping TTB Lantai Satu Dengan Loudspeaker

Di bawah ini adalah hasil persebaran bunyi atau TTB di setiap titik ukur lantai satu menggunakan *loudspeaker* yang berbentuk peta kontur 2D dan 3D yang dihasilkan oleh *software Surfer Golden*.



**Gambar 4.5 : Peta Kontur TTB Lantai Satu dengan Loudspeaker 2D**

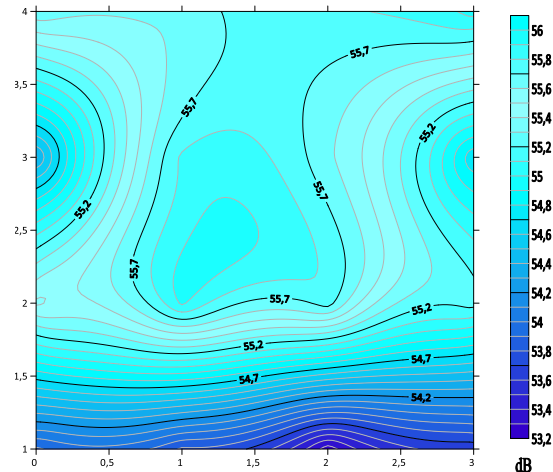


**Gambar 4.6 : Peta Kontur TTB Lantai Satu dengan Loudspeaker 3D**

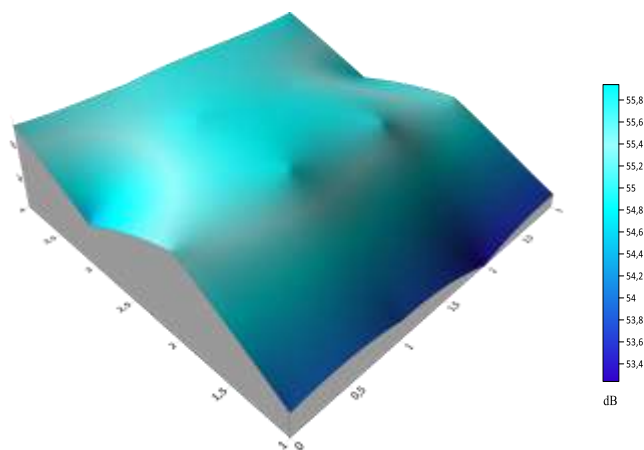
Pada Peta Kontur lantai satu dengan *loudspeaker* di atas terlihat adanya persebaran suara yang homogen atau tingkat pemerataan distribusi bunyi yang baik, hal ini disebabkan karena posisi *loudspeaker* yang baik berada di samping yang mengakibatkan bunyi terdengar sampai ke belakang dan hasil yang diperoleh menyebar secara merata.

#### 4.2.2 Noise Mapping TTB Lantai Satu Tanpa Loudspeaker

Di bawah ini adalah hasil persebaran bunyi atau TTB di setiap titik ukur lantai satu tanpa *loudspeaker* yang berbentuk Peta Kontur 2D dan 3D yang dihasilkan oleh *software Surfer Golden*.



**Gambar 4.7: Peta Kontur TTB Lantai Satu Tanpa Loudspeaker 2D**



**Gambar 4.8: Peta Kontur TTB Lantai Satu Tanpa Loudspeaker 3D**

Pada Peta Kontur lantai satu tanpa *loudspeaker* di atas terlihat adanya persebaran suara yang homogen atau tingkat pemerataan distribusi bunyi yang baik, hal ini disebabkan karena hasil yang diperoleh di setiap titik dari sumber suara merata sampai ke titik yang jauh dari sumber bunyi yang mengakibatkan hasil yang diperoleh menyebar secara merata.

### 4.2.3 Tingkat Tekanan Bunyi (TTB) Lantai Dua

Pada penelitian ini pengambilan data dilakukan dalam masjid dengan kondisi hening di mana semua kipas angin dalam keadaan *off* dan pintu masjid dalam keadaan tertutup. Sumber bunyi yang digunakan memiliki tingkat tekanan bunyi (TTB) sebesar 90 dB dengan frekuensi 500 Hz. Di bawah ini adalah nilai TTB yang diperoleh pada setiap titik ukur lantai dua:

**Tabel 4.4. Hasil Rata-rata TTB Lantai Dua**

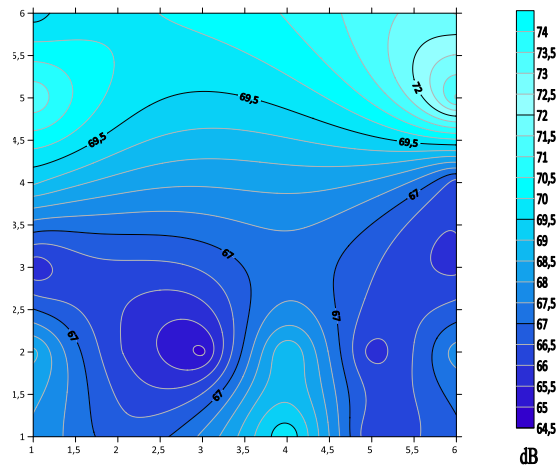
Titik Ukur	Tingkat Kebisingan dengan <i>Loudspeaker</i> [dB]	Tingkat Kebisingan tanpa <i>Loudspeaker</i> [dB]
1	69,27	52,74
2	71,47	52,53
3	71,41	52,75
4	73,58	52,89
5	69,08	52,84
6	66,24	52,76
7	65,61	52,31
8	65,86	52,84
9	68,66	52,67
10	67,70	51,42
11	66,07	52,55
12	64,86	52,81
13	69,00	51,53
14	65,77	52,74
15	66,67	51,92
16	67,62	52,74
17	69,95	52,51
18	66,02	51,76
<b>Rata-rata</b>	<b>68,04</b>	<b>52,46</b>

Pada tabel 4.4 dengan *loudspeaker* dan tanpa *loudspeaker* yang diperoleh telah menyebar secara merata, hal ini didasarkan pada besar selisih nilai rata-rata TTB pada semua titik ukur terhadap nilai maksimum dan minimum. Angka yang menjadi batas penilaian pemerataan distribusi TTB adalah 6 dB. Secara teoretis, perubahan tingkat bunyi sebesar 6 dB efeknya mulai dapat dirasakan.

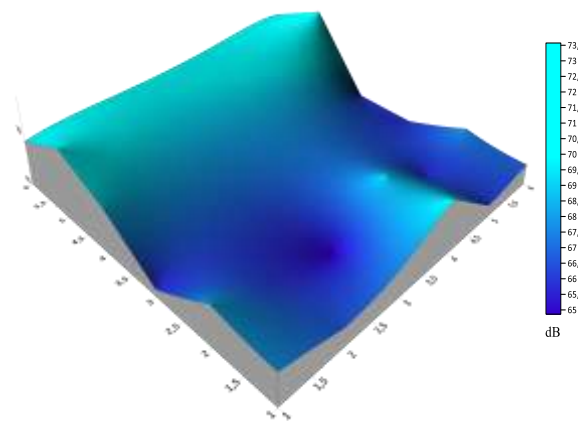
Tanpa *loudspeaker* dapat dilihat bahwa pada titik ukur 10 diperoleh 51,42 dB dan pada titik ukur 11 diperoleh 52,55 dB, hal tersebut disebabkan karena bunyi yang diterima oleh titik ukur 10 dari sumber bunyi lebih kecil dari yang diperoleh titik ukur 11 karena posisi titik ukur 10 di belakang tiang masjid. Pada titik ukur 13 diperoleh 51,53 dB dan pada titik ukur 12 diperoleh 52,81 dB, hal tersebut disebabkan karena bunyi yang diterima oleh titik ukur 13 dari sumber bunyi lebih kecil dari yang diperoleh titik ukur 12 karena posisi titik ukur 13 di belakang tiang masjid. Pada titik ukur 15 diperoleh 51,92 dB dan pada titik ukur 16 diperoleh 52,74 dB, hal tersebut disebabkan karena bunyi yang diterima oleh titik ukur 15 dari sumber bunyi lebih kecil dari yang diperoleh titik ukur 16 karena posisi titik ukur 15 di belakang tiang masjid. Pada titik ukur 18 diperoleh 51,76 dB dan pada titik ukur 17 diperoleh 52,51 dB, hal tersebut disebabkan karena bunyi yang diterima oleh titik ukur 18 dari sumber bunyi lebih kecil dari yang diperoleh titik ukur 17 karena posisi titik ukur 18 di belakang tiang masjid. Dengan demikian, distribusi TTB dalam ruang masjid lantai dua berdasarkan metode penilaian Indrani (2007) telah menyebar secara merata. Karena, selisih antara besar rata-rata TTB di setiap titik ukur dengan nilai minimum atau maksimum tersebut kurang dari 6 dB maka dikatakan bahwa distribusi TTB merata disetiap titik. Sebaliknya, jika hasil selisih tersebut lebih dari 6 dB maka distribusi TTB tidak merata disetiap titik (Indrani, 2007).

#### 4.2.4 Noise Mapping TTB Lantai Dua Dengan Loudspeaker

Di bawah ini adalah hasil persebaran bunyi TTB di setiap titik ukur lantai dua menggunakan *loudspeaker* yang berbentuk peta kontur 2D dan 3D yang dihasilkan oleh *software Surfer Golden*.



**Gambar 4.9: Peta Kontur TTB Lantai Dua dengan Loudspeaker 2D**

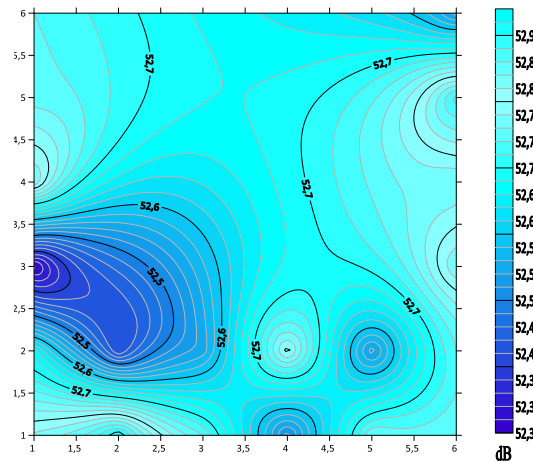


**Gambar 4.10: Peta Kontur TTB Lantai Dua dengan Loudspeaker 3D**

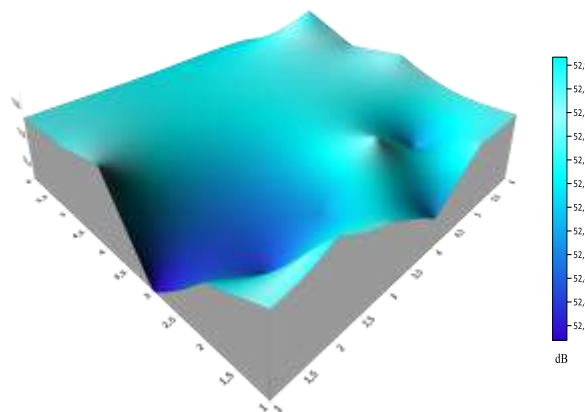
Pada Peta Kontur lantai dua dengan *loudspeaker* di atas terlihat adanya persebaran suara yang homogen atau tingkat pemerataan distribusi suara yang baik, hal ini disebabkan karena hasil yang diperoleh di setiap titik dari sumber suara merata sampai ke titik yang jauh dari sumber bunyi yang mengakibatkan hasil yang diperoleh menyebar secara merata.

#### 4.2.5 Noise Mapping TTB Lantai Dua Tanpa Loudspeaker

Di bawah ini adalah hasil persebaran suara di setiap titik ukur lantai dua tanpa *loudspeaker* yang berbentuk Peta Kontur 2D dan 3D yang dihasilkan oleh *software Surfer Golden*.



**Gambar 4.11: Peta Kontur TTB Lantai Dua Tanpa Loudspeaker 2D**



**Gambar 4.12: Peta Kontur TTB Lantai Dua Tanpa Loudspeaker 3D**

Pada Peta Kontur lantai dua tanpa *loudspeaker* di atas terlihat adanya persebaran suara yang homogen atau tingkat pemerataan distribusi suara yang baik, hal ini disebabkan karena hasil yang diperoleh di setiap titik dari sumber suara merata sampai ke titik yang jauh dari sumber bunyi yang mengakibatkan hasil yang diperoleh menyebar secara merata.

### 4.3 Waktu Dengung atau *Reverberation Time* (RT)

#### 4.3.1 Waktu Dengung atau *Reverberation Time* (RT) dengan SLM

Pada penelitian ini pengambilan data dilakukan dalam masjid dengan kondisi hening di mana semua kipas angin dalam keadaan *off* dan pintu masjid dalam keadaan tertutup. Di bawah ini adalah nilai Waktu Dengung (RT) yang diperoleh pada titik ukur shaf pria dan wanita:

##### 1. Titik Ukur Shaf Pria

$$X_a = 85,7 \text{ dB}$$

$$X_b = 60,7 \text{ dB}$$

$$Y_a = 0 \text{ s}$$

$$Y_b = 1 \text{ s}$$

$$X_c = 65,7 \text{ dB}$$

$$Y_c \text{ (RT}_{20}) = ?$$

$$\frac{X_b - X_a}{X_c - X_a} = \frac{Y_b - Y_a}{Y_c - Y_a}$$

$$\frac{60,7 \text{ dB} - 85,7 \text{ dB}}{65,7 \text{ dB} - 85,7 \text{ dB}} = \frac{1 - 0}{Y_c - 0}$$

$$-25 \cdot Y_c = -20 \text{ dB} \cdot \text{sekon}$$

$$Y_c = 0,8 \text{ s}$$

$$Y_c \text{ (RT}_{60}) = 0,8 \times 3 = 2,4 \text{ s}$$

##### 2. Titik Ukur Shaf Wanita

$$X_a = 82,3 \text{ dB}$$

$$X_b = 57,2 \text{ dB}$$

$$Y_a = 0 \text{ s}$$

$$Y_b = 1 \text{ s}$$

$$X_c = 62,3 \text{ dB}$$



$$Y_c (RT_{20}) = ?$$

$$\frac{X_b - X_a}{X_c - X_a} = \frac{Y_b - Y_a}{Y_c - Y_a}$$

$$\frac{57,2 \text{ dB} - 82,3 \text{ dB}}{62,3 \text{ dB} - 82,3 \text{ dB}} = \frac{1 - 0}{Y_c - 0}$$

$$-25,1 Y_c = -20 \text{ dB. sekon}$$

$$Y_c = 0,796 \text{ s}$$

$$Y_c (RT_{60}) = 0,796 \times 3 = 2,39 \text{ s}$$

Dari hasil waktu dengung (RT) dengan SLM telah diperoleh pada titik ukur shaf pria dan wanita sebesar 2,4 dan 2,39 sekon dengan rata-rata sebesar 2,395 sekon. Hasil waktu dengung atau *Reverberation Time* (RT) yang diperoleh belum memenuhi standar waktu dengung yang diperbolehkan untuk masjid yaitu sebesar 2,25 detik untuk volume ruangan sebesar 7730,262 m<sup>3</sup>.

### 4.3.2 Waktu Dengung atau *Reverberation Time* (RT) dengan Rumus *sabine*

Berikut ini adalah perhitungan waktu dengung atau *Reverberation Time* (RT) menggunakan rumus *sabine*. Setelah volume ruangan masjid dan luas seluruh masjid diketahui dapat disimpulkan dalam tabel di bawah ini:

**Tabel 4.5: Hasil Waktu Dengung (RT) Rumus *Sabine***

Material	Luas (A)	S 125	S125 x A	S 250	S250 x A	S 500	S500 x A	S 1000	S1000 x A	S 2000	S2000 x A	S 4000	S4000 x A
Mihrab keramik	8,253	0,01	0,082	0,01	0,082	0,01	0,082	0,01	0,082	0,02	0,165	0,02	0,165
Tiang keramik	12,847	0,01	0,128	0,01	0,128	0,01	0,128	0,01	0,128	0,02	0,256	0,02	0,256
Kusen jendela kayu	39,986	0,05	1,999	0,07	2,799	0,05	1,999	0,04	1,599	0,04	1,599	0,04	1,599
Kaca jendela	18,72	0,04	0,748	0,04	0,748	0,03	0,561	0,03	0,561	0,02	0,374	0,02	0,374
Langit2 lantai 1 & 2	704,828	0,08	56,386	0,08	56,386	0,08	56,386	0,08	56,386	0,09	63,434	0,09	63,434
Ambal	453,44	0,15	68,016	0,37	167,772	0,65	294,736	0,73	331,012	0,81	367,286	0,83	376,355
Pintu kayu	17,55	0,05	0,8775	0,07	1,228	0,05	0,877	0,04	0,702	0,04	0,702	0,04	0,702
Dinding keramik	130,815	0,01	1,308	0,01	1,308	0,01	1,308	0,01	1,308	0,02	2,616	0,02	2,616
Dinding biasa yang di cat	1010,25	0,08	80,821	0,08	80,821	0,08	80,821	0,08	80,821	0,09	90,922	0,09	90,922
Total absorption			210,366		311,272		436,898		472,599		527,354		536,423
Volume ruang			7730,26		7730,26		7730,26		7730,262		7730,262		7730,262
RT 60 (detik)			5,879		3,974		2,831		2,617		2,345		2,305
RT 60 rata-rata (detik)	<b>3,325</b>												

$$RT = 0,16 \frac{V}{\sum S \alpha} \text{ (detik)}$$

$$RT \text{ rata-rata} = 3,325 \text{ detik}$$

Dari hasil waktu dengung yang diperoleh menggunakan rumus *Sabine* dapat diperoleh sebesar 3,325 detik. Hasil waktu dengung atau *Reverberation Time* (RT) yang diperoleh belum memenuhi standar waktu dengung yang diperbolehkan untuk masjid yaitu sebesar 2,25 detik untuk volume ruangan sebesar 7730,262 m<sup>3</sup>.

#### 4.4 Pembahasan

Ruang masjid terdiri dari lantai satu dan lantai dua dimana pada lantai satu arah barat terdapat mihrab. Volume masjid lantai satu dan lantai dua sebesar 7730,262 m<sup>3</sup>. Pengukuran tingkat kenyamanan akustik pada lantai satu terdapat 16 titik ukur dan pada lantai dua terdapat 18 titik ukur pengukuran ini dilakukan setelah sholat isya dengan menggunakan alat *Sound Level Meter* (SLM) tipe GM1356.

Tingkat Bising Latar Belakang (*Background noise*) pada lantai satu dan dua masing-masing memiliki rata-rata sebesar 43,62 dan 39,18 dB. Berdasarkan hasil yang telah diperoleh bahwa tingkat Bising Latar Belakang (*Background noise*) pada lantai satu dan dua dinilai telah memenuhi standar Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup (KMNLH 1996) No. KEP-48 MENLH/11/1996 yaitu pada tabel baku tingkat kebisingan pada tempat ibadah atau masjid sebesar 55 dB.

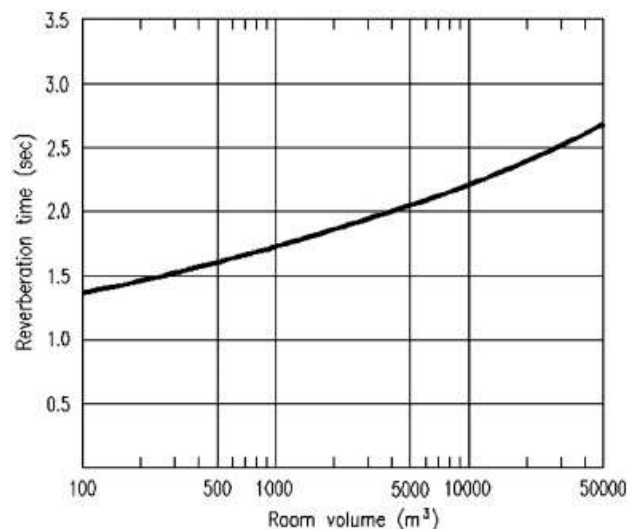
**Tabel 4.6 Hasil Tingkat Kemerataan TTB**

TTB	Masjid Lantai Satu		Masjid Lantai Dua	
	Memakai Loudspeaker	Tanpa Loudspeaker	Memakai Loudspeaker	Tanpa Loudspeaker
Maximum	89,39	55,94	73,58	52,89
Everage	85,11	55,15	68,04	52,46
Minimum	81,93	53,63	64,86	51,42
Maximum - Average	4,28	0,79	5,54	0,43
Minimum - Average	3,18	1,52	3,18	1,04

Tingkat tekanan bunyi (TTB) pada lantai satu dan dua menggunakan sumber bunyi sebesar 90 dB yang diletakkan di mihrab atau tempat imam. TTB pada lantai satu dengan *loudspeaker* dan tanpa *loudspeaker* masing-masing memiliki rata-rata sebesar 85,11 dan 55,15 dB dan TTB pada lantai dua dengan *loudspeaker* dan tanpa *loudspeaker* masing-masing memiliki rata-rata sebesar 68,04 dan 52,46 dB.

Berdasarkan pada tabel 4.6, selisih nilai rata-rata TTB terhadap nilai maksimum dan minimum pada lantai satu dengan dan tanpa loudspeaker adalah 4,28, 0,79 dB dan 3,18, 1,52 dB, lantai dua dengan dan tanpa loudspeaker adalah

5,54, 0,43 dB dan 3,18, 1,04 dB. Dengan demikian hasil TTB yang telah diperoleh pada lantai satu dan dua mengalami persebaran bunyi yang merata. Hal ini ditunjukkan dari hasil tingkat tekanan bunyi (TTB) pada setiap titik ukur memiliki hasil selisih kurang dari 6 dB.



**Gambar 4.13: Nilai Waktu Dengung (RT) yang Disarankan Untuk Masjid (Mutbul Kayili, 2005)**

Hasil waktu dengung atau *Reverberation Time* (RT) dengan SLM telah diperoleh di dua titik ukur shaf pria dan wanita sebesar 2,4 dan 2,39 sekon dengan rata-rata sebesar 2,395 sekon. Sedangkan hasil waktu dengung (RT) yang diperoleh dengan menggunakan rumus *Sabine* yaitu  $RT = 0,16 V/S.\alpha$  (sekon) dengan koefisien serapan 125, 250, 500, 1000, 2000 dan 4000 Hz adalah sebesar 3,325 detik. Hasil waktu dengung (RT) pada masjid Ulul Albab Universitas Islam Negeri Sumatera Utara Medan yang telah diperoleh dengan SLM dan rumus *sabine* membuktikan bahwa waktu dengung (RT) pada Masjid belum memenuhi standar waktu dengung (RT) pada ruang ibadah atau masjid yaitu 2,25 sekon dengan volume ruangan sebesar 7730,262 m<sup>3</sup>.

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa tingkat Bising Latar Belakang (*Background noise*) pada masjid lantai satu dan dua masing-masing adalah sebesar 43,62 dan 39,18 dB yang mana telah memenuhi standar Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup (KMNLH 1996) No. KEP-48 MENLH/11/1996 untuk tingkat kenyamanan pada tempat ibadah atau masjid yaitu sebesar 55 dB. Persebaran suara pada masjid lantai satu dan dua (dengan dan tanpa *loudspeaker*) menyebar secara merata, hal ini ditunjukkan dari hasil selisih antara besar rata-rata TTB di setiap titik dengan nilai minimum atau maksimum TTB pada setiap titik ukur memiliki hasil selisih kurang dari 6 dB. Untuk standar Waktu Dengung atau *Reverberation Time* (RT) dengan volume ruang masjid sebesar 7730,262 m<sup>3</sup> adalah 2,25 sekon, dan Waktu Dengung (RT) pada masjid yang diperoleh dengan SLM adalah rata-rata sebesar 2,395 sekon dan dengan perhitungan rumus sabine yaitu sebesar 3,325 sekon, maka hasil tersebut membuktikan bahwa waktu dengung (RT) pada masjid belum memenuhi standar waktu dengung (RT) pada masjid.

#### **5.2 Saran**

Berikut ini adalah beberapa hal yang dapat disarankan terkait penelitian ini:

1. Peneliti berharap agar pihak Masjid Ulul Albab Universitas Islam Negeri Sumatera Utara Medan yang berwenang memasang *loudspeaker* juga pada lantai dua agar lantai dua dapat berfungsi dan digunakan para Jama'ah atau mahasiswa yang ada di Universitas Islam Negeri Sumatera Utara Medan.

2. Penelitian selanjutnya agar bertujuan untuk menanggulangi kebisingan dan memasang bahan material penyerap pada Masjid Ulul Albab Universitas Islam Negeri Sumatera Utara Medan untuk kejelasan suara yang lebih baik dan tingkat kebisingan yang bersesuaian dengan standar Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup (KMNLH 1996) No. KEP-48 MENLH/11/1996 pada tempat ibadah.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aufa, N. (2012). *Tipologi Ruang Dan Wujud Arsitektur Masjid Tradisional Kalimantan Selatan*. Journal of Islamic Architecture, 1(2).
- Baron, Michael. (2010). *Auditorium Accoustics And Architectural Design*. E & FN Spon, London.
- Bena Elsa Fitria, Dkk. (2014). *Waktu Dengung Ruang Sholat Masjid Desa Berdasarkan Perbedaan Bentuk Plafon*. Jurnal RUAS, 12 (2), 1693-3702.
- Djalnte, S. (2010). *Analisis Tingkat Kebisingan Di Jalan Raya Yang Menggunakan Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas (APIL) (Studi Kasus Simpang Ade Swalayan)*. Jurnal SMARTek. 8 (4): 280-300.
- F. Bari, G. A. Supriyanto, and Warsito. (2016). "Perancang Alat Deteksi Pola Perambatan Suara Dengan Metode Multi Titik Menggunakan Komunikasi Protocol TPC/IP WIZ110SR Studi Kasus: Ruang Ibadah Masjid Al Wasi'I Universitas Lampung". Teor dan Apl. Fis., Vol. 4, no. 02, pp. 15-20.
- Hendola, feby. dkk. (2018). *Peran Elemen Alam Pada Sequence Ruang Ibadah Studi Kasus Masjid Bahrul Ulum, Tangerang Selatan*. Jurnal Arsitektur. 2 (2) : 129-140.
- Halliday. dkk. (2012). *Fisika Dasar jilid 1 Edisi 7*. Jakarta: Eerlangga.
- Halliday. dkk. (2010). *Fisika Dasar jilid 3 Edisi 7*. Jakarta: Erlangga.
- H. C. Indrani, S. N. N. Ekasiwi, and W. A. Asmoro. (2007). "Analisis Kinerja Akustik Pada Ruang Auditorium Multifungsi Studi kasus: Auditorium Universitas Kristen Petra, Surabaya," Dimens. Inter. Univ. Kristen Petra, vol. 5, no. 1, pp. 1–11.
- Kurniawan, S,. (2014). *Masjid Dalam Lintasan Sejarah Umat Islam. Khatulistiwa*. Jurnal IAIN Pontianak, 4 (2) : 212-258.
- KMNLH. (1996). *Baku tingkat kebisingan*. Jakarta: Menteri Lingkungan Hidup.
- Kasim H, Putra A, Nor M J M. (2015) *The Acoustical Characteristics Of The Sayyidina Abu Bakar Mosque*, UTeM Journal of Engineering Science and Technology 10, No. 1
- Kayili, M., (2005) *Acoustic Solutions in Classing Ottoman Architecture*. Foundation for Science Technology and Civilization. May 2005.

- Lawrence, A. (1970). *Architectural Acoustics, Applied Science*. London: Applied Science Publishers Ltd.
- Mariani & Nurlaela, R., (2008). *Deskripsi kondisi akustik ruang masjid al markaz al islami makassar*. Jurnal SMARTek. 6 (4): 246– 260.
- Massikki, M. N. (2011). *Desain Akustik Ruang Sholat Masjid Agung Darussalam Palu*. Jurnal Ruang. 2 (1): 14-27.
- Malik, A. & Bharoto. (2010). *Studi Eksplorasi 140 Potensi Proporsi Golden Section Pada Perwujudan Arsitektur Masjid Vernakular*. Local Wisdom- Jurnal Ilmiah Online, II(4), pp.20–28.
- Mediastika, C. E. (2005). *Akustik Bangun, Prinsip-prinsip dan Penerapan di Indonesia*. Jakarta: Erlangga.
- Metawati, N *et al.* (2013). *Evaluasi Pemenuhan Standar Tingkat Kebisingan Kelas di SMPN 23 Bandung*. Bandung: Universitas Pendidikan Indonesia. INVOTEC. Vol. 9, No. 2. Agustus 2013: 145-156.
- Mubarok, syahrul. dkk. (2017). *Optimalisasi Kinerja Parameter Akustik Dengan Memodifikasi Konfigurasi Distribusi Speaker Pada Masjid Syamsul Ulum*. Jurnal e-Proceeding of Engineering, 4 (1): 689-696.
- Pawitro, U. et al., (2014). *Kajian Ekspresi Ruang Luar dan Ruang Dalam pada Bangunan Masjid Al – Irsyad Kota Baru Parahyangan Ditinjau Dari Sustainable Design*. Jurnal Reka Karsa, 2 (2) : 1–12.
- Prasetio, L. (1985). *Akustik Lingkungan Institusi Teknologi*. Sepuluh November Surabaya. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Prawirasasra, M. S & Mubarok, S. (2017). *Evaluation of acoustical comfort in mosque*. Jurnal International Conference on Aerospace, Mechanical and Mechatronic Engineering. IOP Publishing IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 211 (2017) 012021 doi:10.1088/1757-899X/211/1/012021.
- Rusjadi, D., dan Palupi, M. R. (2011). *Kajian Metode Sampling Pengukuran Kebisingan Dari Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 48 Tahun 1996*. Jurnal Standarisasi, 13 (3) : 176-183.
- Setiyowati, E. & Nastiti N. E., S. (2008). *Nilai Akustik Ruang pada Masjid-Masjid di Daerah Permukiman dengan Bentuk Plafon yang Berbeda*. Jurnal Rekayasa Perancangan. 4 (2).



- Suryono. (2012). *Kajian Akustik Masjid Akhmad Yani Manado*. Jurnal Sabua. 4 (1): 48-58.
- Soegijanto. (2001). Penelitian Kinerja Akustik Masjid di Indonesia. *Laporan Hasil Hibah Bersaing Perguruan Tinggi IX*. Bandung.
- Sukamto, (2011). *Penelitian Makna Arsitektur Masjid Pakualaman Dalam Tinjauan Kosmologi Jawa*. Analisa, XVIII (02), pp.211–227.
- User's guide. (2012). *Countouring and 3D Surface Mappin for Scientists and Engineers*. United States of America: Golden Software, Inc. Halaman1-35.
- Setiawan, F. N. (2010). *Tingkat Kebisingan Pada Perumahan Di Perkotaan* . Jurnal Teknik Sipil dan Perencanaan, No. 2, Vol 12-Juli 2010 191-200.
- Young, Hugh D. dkk. (2013). *Fisica Universitaria Con Fisica Moderena*. Mexico, Pearso.

**Lampiran 1:**

Satu Set *Sound Level Meter* (SLM) tipe GM1356



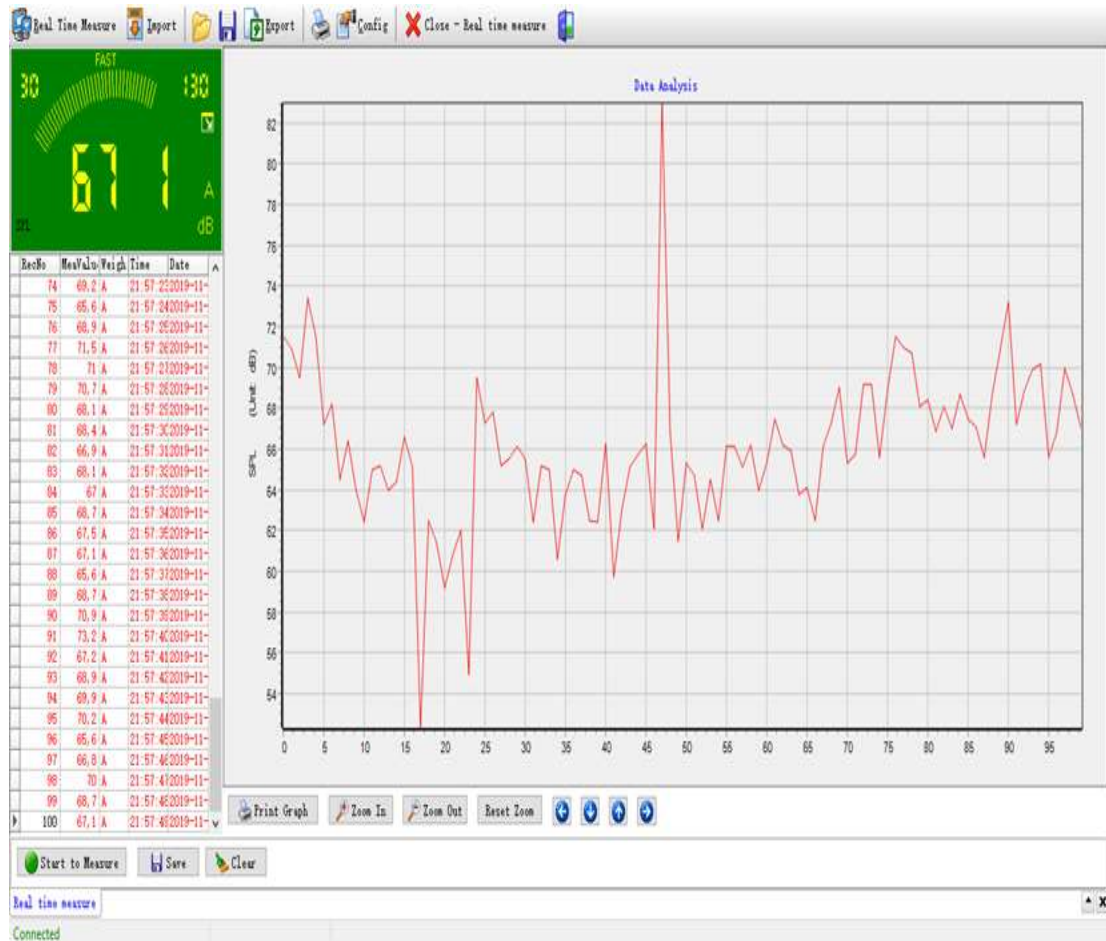
**Lampiran 2:**

Pengambilan Data Menggunakan SLM



### Lampiran 3:

Tampilan Data Pada Laptop Saat Menggunakan SLM



**Lampiran 4:**

Syarat bising *Background Noise* Keputusan menteri Negara lingkungan hidup

Nomor: Kep-48/MENLH/11/1996

**Baku Tingkat Kebisingan**

Peruntukan Kawasan/ Lingkungan Kegiatan	Tingkat Kebisingan dB (A)
a. Peruntukan Kawasan	
1. Perumahan dan Pemukiman	55
2. Perdagangan dan Jasa	70
3. Perkantoran dan Perdagangan	65
4. Ruang Terbuka Hijau	50
5. Industri	70
6. Pemerintahan dan Fasilitas Umum	60
7. Rekreasi	70
8. Khusus:	
- Bandar udara	
- Stasiun Kereta Api	
- Pelabuhan Laut	70
- Cagar Budaya	60
b. Lingkungan Kegiatan	
1. Rumah Sakit atau sejenisnya	55
2. Sekolah atau sejenisnya	55
3. tempat ibadah atau sejenisnya	55

Keterangan :

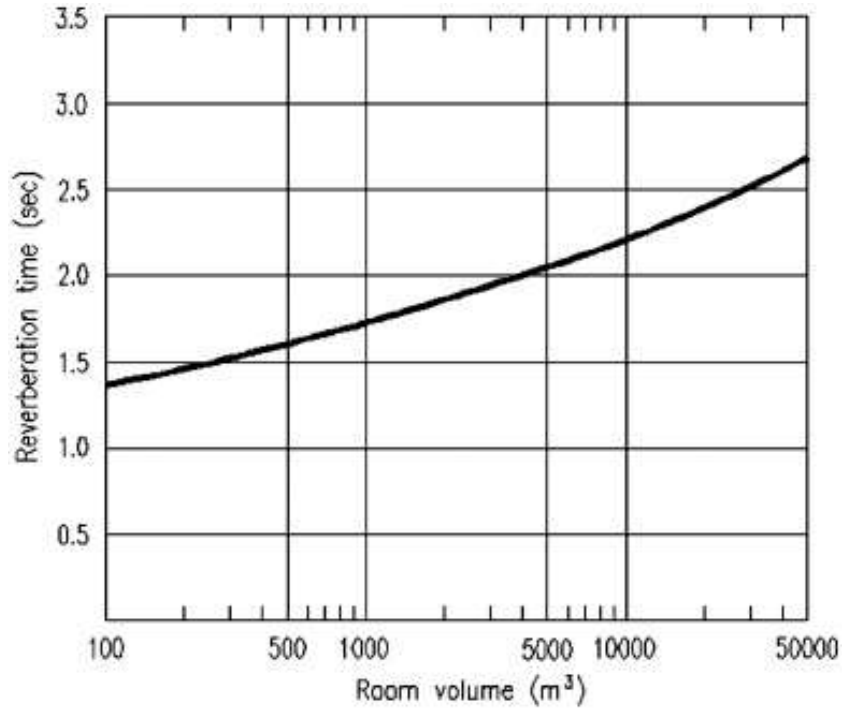
\*) disesuaikan dengan ketentuan Menteri Perhubungan

**Lampiran 5:**

Syarat persebaran suara Tingkat Tekanan Bunyi (TTB) untuk menilai pemerataan distribusi tingkat tekanan bunyi yang merata atau homogen pada masjid dengan metode penilaian Indrani adalah dengan cara menghitung selisih antara besar rata-rata TTB di setiap titik dengan nilai minimum atau maksimum TTB. Apabila hasil selisih tersebut kurang dari 6 dB maka dikatakan bahwa distribusi tingkat tekanan bunyi merata disetiap titik. Sebaliknya, jika hasil selisih tersebut lebih dari 6 dB maka distribusi TTB tidak merata disetiap titik (Indrani, 2007).

**Lampiran 6:**

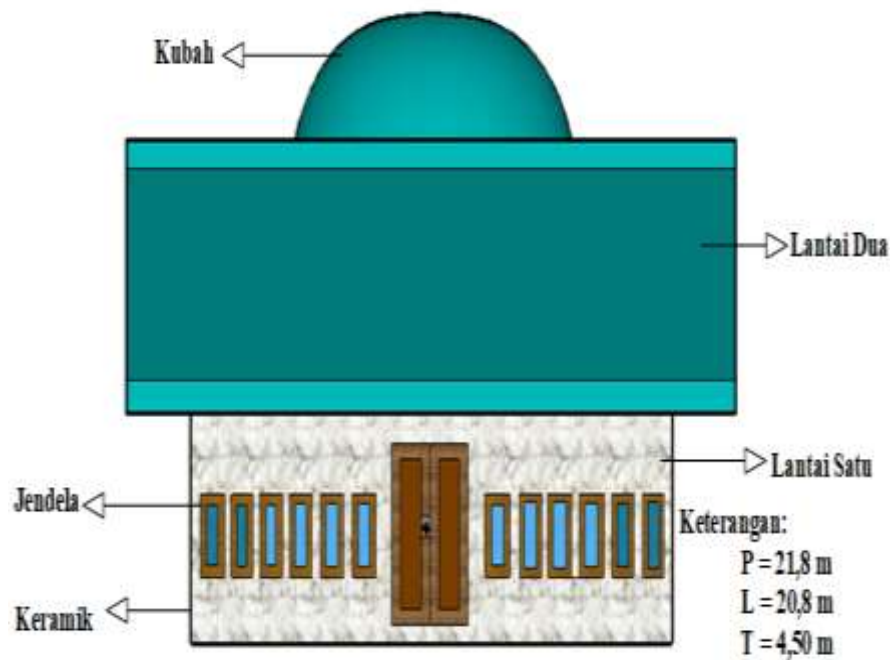
Syarat Waktu Dengung atau *Reverberation Time* (RT) sesuai dengan volume ruangan sebesar 7730,262 m<sup>3</sup> pada masjid yaitu 2,25 detik (Mutbul Kayili, 2005)



**Lampiran 7:**

Hasil Perhitungan Waktu Dengung atau *Reverberation Time* (RT).

Volume Ruang Masjid Lantai Satu



**Ukuran Ruang Masjid Lantai Satu**

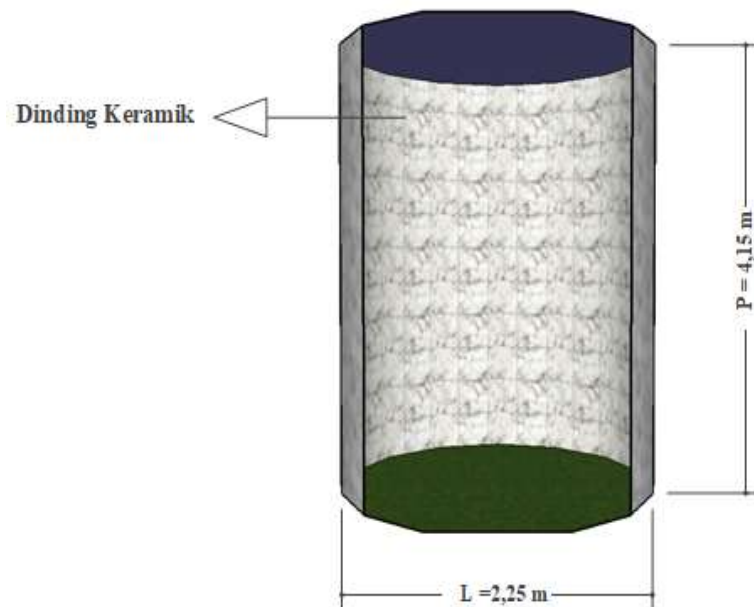
Penyelesaian  $V_1$  Ruang lantai satu:

$$\begin{aligned}
 V_1 &= p \times l \times t \\
 &= 21,8 \text{ m} \times 20,8 \text{ m} \times 4,50 \text{ m} \\
 &= 2040,480 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$



**Lampiran 8:**

## Volume Mihrab Masjid

**Ukuran Mihrab Masjid Lantai Satu**Penyelesaian  $V_2$  mihrab:

$$V_2 = \text{Luas alas} \times \text{tinggi}$$

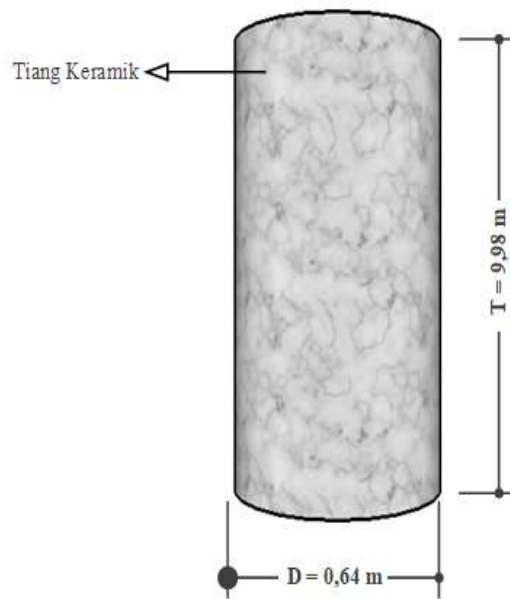
$$= \frac{\pi r^2}{2} \cdot t$$

$$= \frac{22}{7} \cdot 1,125^2 \text{ m} / 2 \cdot 4,15 \text{ m}$$

$$= 8,253 \text{ m}^3$$

**Lampiran 9:**

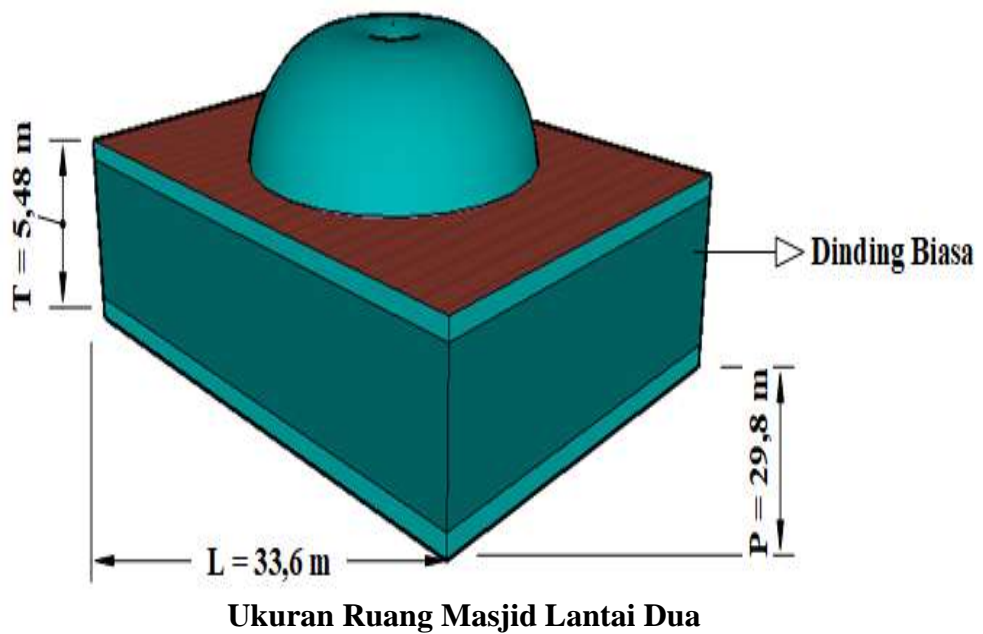
## Volume Tiang Masjid

**Ukuran Tiang Masjid Lantai Satu**Penyelesaian  $V_{\text{tiang}}$ 

$$\begin{aligned}
 V_{\text{tiang}} &= \pi r^2 \cdot t \cdot \text{Jumlah Tiang} \\
 &= \frac{22}{7} \cdot 0,32^2 \text{ m} \cdot 9,98 \text{ m} \cdot 4 \text{ tiang} \\
 &= 12,847 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

**Lampiran 10:**

## Volume Ruang Masjid Lantai Dua



Penyelesaian  $V_3$  ruang lantai dua:

$$\begin{aligned}V_3 &= p \times l \times t \\&= 29,8 \text{ m} \times 33,6 \text{ m} \times 5,48 \text{ m} \\&= 5487,014 \text{ m}^3\end{aligned}$$

**Lampiran 11:**

## Volume Kubah Masjid

Penyelesaian  $V_4$  Kubah:

$$\begin{aligned}
 V_4 &= \frac{1}{2} \cdot \frac{4}{3} \cdot \pi r^3 \\
 &= \frac{1}{2} \cdot \frac{4}{3} \cdot \frac{22}{7} \cdot (4,625 \text{ m})^3 \\
 &= \frac{44}{21} \cdot (4,625 \text{ m})^3 \\
 &= \frac{44}{21} \cdot (98,932 \text{ m})^3 \\
 &= 207,362 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

Hasil dari seluruh volume ruang yang ada di dalam masjid ditotalkan kemudian dikurangi dengan volume tiang yang ada di dalam masjid:

$$\begin{aligned}
 V_{\text{total}} &= V_1 + V_2 + V_3 + V_4 - V_{\text{tiang}} \\
 &= 2040,480 \text{ m}^3 + 8,253 \text{ m}^3 + 5487,014 \text{ m}^3 + 207,362 \text{ m}^3 - 12,847 \text{ m}^3 \\
 &= 7743,109 \text{ m}^3 - 12,847 \text{ m}^3 \\
 V_{\text{total}} &= 7730,262 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

**Lampiran 12:**

## Luas Mihrab Masjid

Penyelesaian:

$$\begin{aligned}\text{Luas dinding mihrab} &= \frac{2\pi r}{2} \cdot t \\ &= \frac{22}{7} \cdot 1,125 / 2 \cdot 4,15 \text{ m} \\ &= 7,336 \text{ m}^2\end{aligned}$$

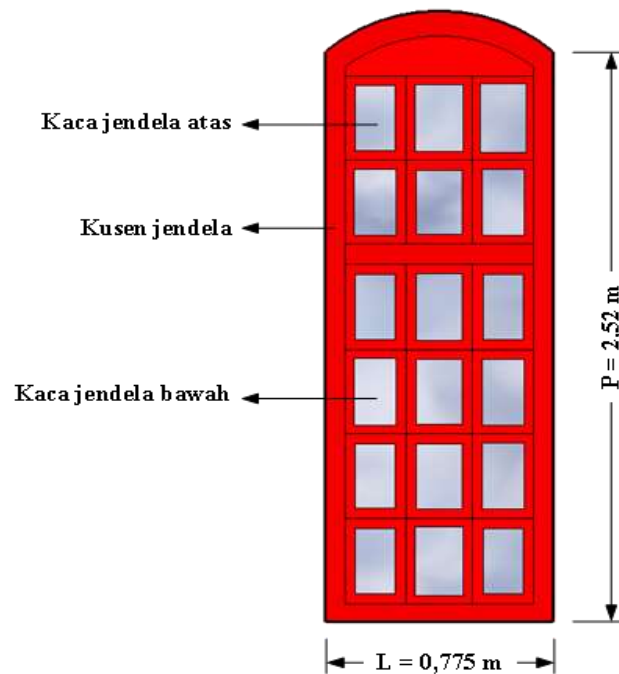
## Luas Keliling Tiang Masjid

Penyelesaian:

$$\begin{aligned}\text{Luas dinding tiang} &= 2 \pi r \cdot t \\ &= 2 \pi r \times 9,98 \text{ m} \times 4 \text{ tiang} \\ &= 2 \cdot \frac{22}{7} \cdot 0,32 \text{ m} \times 9,8 \text{ m} \times 4 \text{ tiang} \\ &= 25,846 \text{ m}^2\end{aligned}$$

### Lampiran 13:

#### Luas Jendela Masjid



**Ukuran Jendela Masjid Lantai Satu**

Pada Masjid Ulul Albab Universitas Islam Negeri Sumatera Utara Medan lantai satu terdapat 36 jendela. Di setiap jendela terdapat bagian-bagian, seperti kusen, jendela bagian atas, dan jendela bagian bawah. Pada jendela bagian atas terdapat 6 kaca jendela dan jendela bagian bawah terdapat 12 kaca jendela.

➤ Kusen jendela Masjid

Penyelesaian:

$$p = 2,52 \text{ m}$$

$$l = 0,775 \text{ m}$$

$$L = 2,35 \text{ m} \times 0,77 \text{ m}$$

$$= 1,953 \text{ m}^2$$

$$\text{Luas total kusen} = 0,864 \times 42 \text{ jendela}$$

$$= 39,985 \text{ m}^2$$

➤ Kaca jendela atas

Penyelesaian:

$$p = 0,209 \text{ m}$$

$$l = 0,106 \text{ m}$$

$$L = 0,209 \text{ m} \times 0,106 \text{ m}$$

$$= 0,0221 \text{ m}^2$$

$$\text{Total kaca atas} = 0,0221 \text{ m} \times 6 \text{ kaca jendela}$$

$$= 0,133 \text{ m}^2$$

➤ Kaca jendela bawah

Penyelesaian:

$$p = 0,304 \text{ m}$$

$$l = 0,106 \text{ m}$$

$$L = 0,304 \text{ m} \times 0,106 \text{ m}$$

$$= 0,0322 \text{ m}^2$$

$$\text{Total kaca bawah} = 0,0322 \text{ m}^2 \times 12 \text{ kaca jendela}$$

$$= 0,387 \text{ m}^2$$

$$= \text{Total kaca atas} + \text{Total kaca bawah}$$

$$= 0,133 + 0,387 = 0,52 \text{ m}^2$$

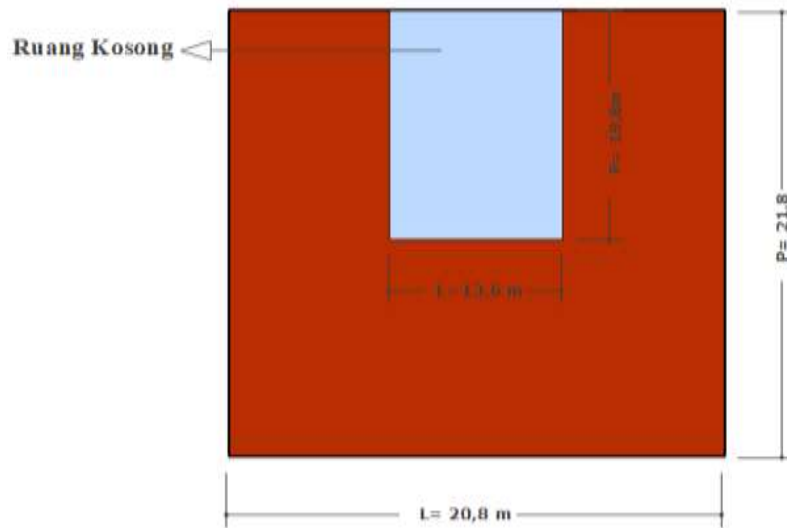
$$\text{Total luas kaca keseluruhan} = 0,52 \text{ m}^2 \times 36 \text{ Jendela}$$

$$= 18,720 \text{ m}^2$$

$$\text{Luas kusen} = \text{Luas total kusen} - \text{Luas kaca Jendela}$$

$$= 65,142 \text{ m}^2 - 18,720 \text{ m}^2$$

$$= 46,422 \text{ m}^2$$

**Lampiran 14:****Luas Langit-langit Lantai Satu Masjid****Ukuran Langit-langit Masjid Lantai Satu**

Penyelesaian:

Luas Langit-langit Keseluruhan

$$p = 21,8 \text{ m}$$

$$l = 20,8 \text{ m}$$

$$L_{\text{langit-langit}} = 21,8 \text{ m} \times 20,8 \text{ m}$$

$$= 453,44 \text{ m}^2$$

$$L_{\text{Ruang terbuka}} \quad p = 19,8 \text{ m}$$

$$l = 13,6 \text{ m}$$

$$L_{\text{langit-langit bagian terbuka}} = 19,8 \text{ m} \times 13,6 \text{ m}$$

$$= 269,280 \text{ m}^2$$

Luas total langit-langit lantai satu = luas langit-langit – luas ruangan terbuka

$$= 453,440 \text{ m}^2 - 269,280 \text{ m}^2$$

$$= 184,160 \text{ m}^2$$



**Lampiran 15:****Luas Langit-langit Lantai Dua Masjid**

Penyelesaian:

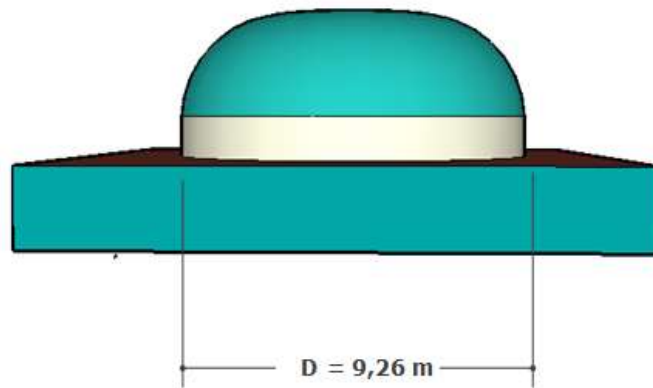
Langit-langit

$$p = 21,8 \text{ m}$$

$$l = 20,8 \text{ m}$$

$$L_{\text{langit-langit}} = 21,8 \text{ m} \times 20,8 \text{ m}$$

$$= 453,44 \text{ m}^2$$

**Luas Kubah Masjid****Ukuran Kubah Masjid Lantai Dua**

Penyelesaian:

$$\begin{aligned} \text{Luas kubah } \frac{1}{2} \text{ lingkaran} &= \frac{4\pi r^2}{2} \\ &= 2\pi r^2 \\ &= 2 \cdot \frac{22}{7} \cdot (4,625 \text{ m})^2 \\ &= 134,455 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} L_{\text{total langit-langit lantai 2}} &= \text{luas langit-langit} + \text{luas kubah} - \text{Luas tutup alas kubah} \\ &= 453,44 \text{ m}^2 + 134,455 \text{ m}^2 - 67,228 \text{ m}^2 \\ &= 587,895 \text{ m}^2 - 67,228 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Luas total Langit-langit lantai dua =  $520,668 \text{ m}^2$

Luas total seluruh langit-langit = luas langit-langit lantai satu + luas langit-langit lantai dua  
 $= 184,160 \text{ m}^2 + 520,668 \text{ m}^2$

Luas total seluruh langit-langit =  $704,828 \text{ m}^2$

### Lampiran 16:

Luas Ambal Masjid

Penyelesaian:

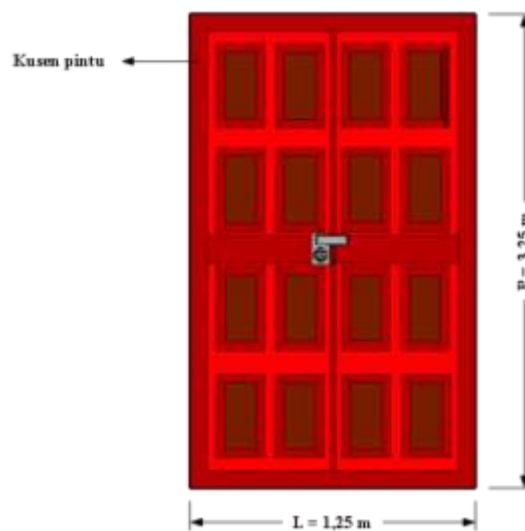
$$p = 21,8 \text{ m}$$

$$l = 20,8 \text{ m}$$

$$L = p \times l$$

$$\begin{aligned} \text{Luas total ambal masjid} &= 21,8 \text{ m} \times 20,8 \text{ m} \\ &= 453,44 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Luas Pintu Masjid



**Ukuran Pintu Masjid Lantai Satu**

Penyelesaian:

$$P = 3,25 \text{ m}$$

$$l = 1,80 \text{ m}$$

$$L = 3,25 \text{ m} \times 1,80 \text{ m}$$

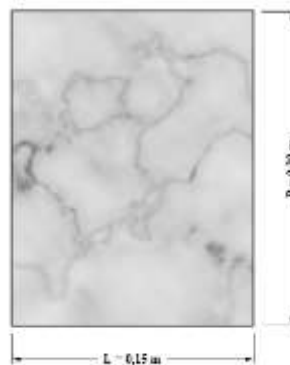
$$= 5,850 \text{ m}^2$$

$$\text{Luas total pintu masjid} = 5,850 \text{ m}^2 \times 3 \text{ pintu}$$

$$= 17,550 \text{ m}^2$$

### Lampiran 17:

#### Luas Dinding Keramik Masjid



#### Ukuran Keramik Masjid Lantai Satu

Penyelesaian:

$$L_{\text{keramik}} = P \times l$$

$$= 0,30 \text{ m} \times 0,15 \text{ m}$$

$$= 0,045 \text{ m}^2$$

➤ Dinding keramik depan

$$= 9 \text{ keramik} \times 95 \text{ keramik} \times \text{Luas keramik}$$

$$= 855 \text{ keramik} \times 0,045 \text{ m}^2$$

$$= 38,475 \text{ m}^2$$

➤ Dinding keramik belakang

Penyelesaian:

$$= 41 \text{ keramik} \times 36 \text{ jendela} \times \text{Luas keramik}$$

$$= 1476 \text{ keramik} \times 0,045 \text{ m}^2$$

$$= 66,420 \text{ m}^2$$

➤ Dinding keramik mihrab

Penyelesaian:

$$\begin{aligned}
 &= 12 \text{ keramik} \times 48 \text{ keramik} \times \text{Luas keramik} \\
 &= 576 \text{ keramik} \times 0,045 \text{ m}^2 \\
 &= 25,920 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

Total seluruh keramik di jumlahkan:

$$\begin{aligned}
 &= \text{keramik depan} + \text{keramik belakang} + \text{keramik mihrab} \\
 &= 38,475 \text{ m}^2 + 66,420 \text{ m}^2 + 25,920 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

$$\text{Total keramik} = 130,815 \text{ m}^2$$

### Lampiran 18:

Luas Dinding Biasa Lantai Satu Masjid

Penyelesaian:

$$p = 21,8 \text{ m}$$

$$l = 20,8 \text{ m}$$

$$t = 1,5 \text{ m}$$

$$= \text{sisi} \times p \times t$$

$$\text{Total sisi 2 sisi P} = 2 \text{ sisi} \times 21,8 \text{ m} \times 1,5 \text{ m}$$

$$= 65,4 \text{ m}^2$$

$$= \text{sisi} \times l \times t$$

$$\text{Total sisi 2 sisi l} = 2 \text{ sisi} \times 20,8 \text{ m} \times 1,5 \text{ m}$$

$$= 62,4 \text{ m}^2$$

$$= \text{total 2 sisi P} + \text{total 2 sisi l}$$

$$\text{Hasil total 2 dinding biasa lantai satu} = 65,4 \text{ m}^2 + 62,4 \text{ m}^2$$

$$= 127,8 \text{ m}^2$$

**Lampiran 19:**

## Luas Dinding Biasa Lantai Dua

Penyelesaian:

$$p = 29,8 \text{ m}$$

$$l = 33,6 \text{ m}$$

$$t = 4,5 \text{ m}$$

$$= \text{sisi} \times p \times t$$

$$\text{Total sisi 2 sisi P} = 2 \text{ sisi} \times 29,8 \text{ m} \times 5,48 \text{ m}$$

$$= 326,608 \text{ m}^2$$

$$= \text{sisi} \times l \times t$$

$$\text{Total sisi 2 sisi l} = 2 \text{ sisi} \times 33,6 \text{ m} \times 5,48 \text{ m}$$

$$= 368,256 \text{ m}^2$$

$$= \text{total 2 sisi P} + \text{total 2 sisi l}$$

$$\text{Hasil total 2 dinding biasa lantai satu} = 326,608 \text{ m}^2 + 368,256 \text{ m}^2$$

$$= 694,864 \text{ m}^2$$

$$= \text{total dinding biasa lantai satu} + \text{total dinding lantai dua}$$

$$= 127,8 \text{ m}^2 + 694,864 \text{ m}^2$$

$$\text{Total seluruh dinding biasa} = 822,664 \text{ m}^2$$

$$\text{Total dinding biasa} + \text{total keramik} + \text{kusen jendela} + \text{kusen pintu}$$

$$= 822,664 \text{ m}^2 + 104,895 \text{ m}^2 + 65,142 \text{ m}^2 + 17,550 \text{ m}^2$$

$$= 1010,251 \text{ m}^2$$