



**KAJIAN AKUSTIK BANGUNAN PADA GEDUNG KEBAKTIAN  
GEREJA KRISTEN JAWI WETAN  
DI JEMBER**

**SKRIPSI**

Oleh  
**PHINGKAN GALUH KUSUMANING WAHYU**  
**NIM 091810201041**

**JURUSAN FISIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS JEMBER  
2016**



**KAJIAN AKUSTIK BANGUNAN PADA GEDUNG KEBAKTIAN  
GEREJA KRISTEN JAWI WETAN  
DI JEMBER**

**SKRIPSI**

**diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat  
untuk menyelesaikan Program Studi Fisika (S1)  
dan mencapai gelar Sarjana Sains**

Oleh

**PHINGKAN GALUH KUSUMANING WAHYU  
NIM 091810201041**

**JURUSAN FISIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS JEMBER  
2016**

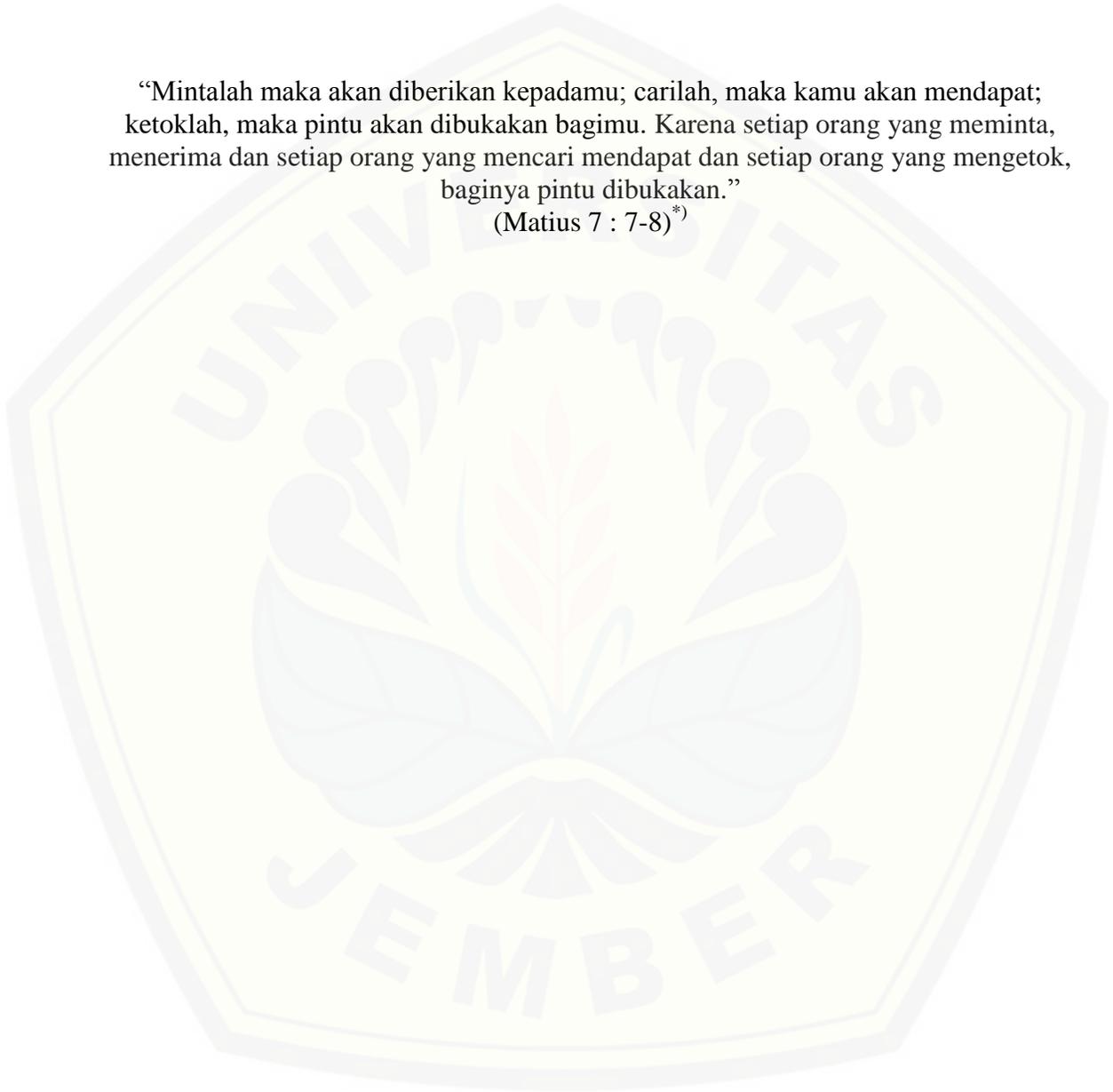
## PERSEMBAHAN

Saya persembahkan skripsi ini dengan penuh rasa cinta, syukur dan terima kasih yang sebesar-besarnya untuk:

1. Kedua orang tuaku tercinta Bapak Agus Misri dan Ibu Murtini yang senantiasa memberikan doa dan restu kepada ananda dengan segenap kasih sayang selama ini;
2. Kakakku tersayang Eko Krisdiyanto yang selalu memberiku semangat dan motivasi selama ini;
3. Kedua keponakanku tercinta yang senantiasa mendoakanku selama ini;
4. Yoonjae yang selalu memberikan rasa sayang, cinta kasih, dan semangat;
5. Citra yang telah memberikan waktunya untuk menggantikan pekerjaanku dan memberikan doa yang sangat berguna bagiku;
6. Teman-teman seperjuangan angkatan 2009 yang telah memberikan keceriaan, semangat dan doa selama ini;
7. Dorman yang senantiasa memberikan kebahagiaan, dorongan serta semangat selama ini.

**MOTO**

“Mintalah maka akan diberikan kepadamu; carilah, maka kamu akan mendapat; ketoklah, maka pintu akan dibukakan bagimu. Karena setiap orang yang meminta, menerima dan setiap orang yang mencari mendapat dan setiap orang yang mengetok, baginya pintu dibukakan.”  
(Matius 7 : 7-8)\*)



---

\*)Lembaga Alkitab Indonesia. 2002. *Alkitab dengan Kidung Jemat*. Jakarta : LAI.

**PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Phingkan Galuh Kusumaning Wahyu

NIM : 091810201041

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul “*Kajian Akustik Bangunan Pada Gedung Kebaktian Gereja Kristen Jawi Wetan Di Jember*” adalah benar-benar hasil karya saya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi manapun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Penelitian ini merupakan bagian dari penelitian bersama dosen dan mahasiswa dan hanya dapat dipublikasikan dengan mencantumkan nama dosen pembimbing.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa ada tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 27 Juni 2016

Yang menyatakan,

Phingkan Galuh K. W.

NIM 091810201041

**SKRIPSI**

**KAJIAN AKUSTIK BANGUNAN PADA GEDUNG KEBAKTIAN  
GEREJA KRISTEN JAWI WETAN  
DI JEMBER**

Oleh

**Phingkan Galuh Kusumaning Wahyu  
NIM 091810201041**

Pembimbing :

Dosen Pembimbing Utama	: Pugh Hiskiawan, S.Si., M.Si.
Dosen Pembimbing Anggota	: Ir. Misto, M.Si

**PENGESAHAN**

Skripsi berjudul “Kajian Akustik Bangunan Pada Gedung Kebaktian Gereja Kristen Jawi Wetan Di Jember” telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember pada:

Hari :  
Tanggal :  
Tempat : Fakultas MIPA Universitas Jember

**Tim Penguji:**

<b>Ketua</b>	<b>Sekretaris</b>
Dosen Pembimbing Utama	Dosen Pembimbing Anggota

Puguh Hiskiawan, S.Si., M.Si.  
NIP. 19741215202121001

Anggota I

Ir. Misto, M.Si  
NIP. 195911211991031002

Anggota II

Dr. Edy Supriyanto, S.Si, M.Si  
NIP. 196712151998021001

Endhah Purwandari, S.Si., M.Si  
NIP. 198111112005012001

Mengesahkan  
Dekan,

Drs. Sujito, Ph.D  
NIP.196102041987111001

## RINGKASAN

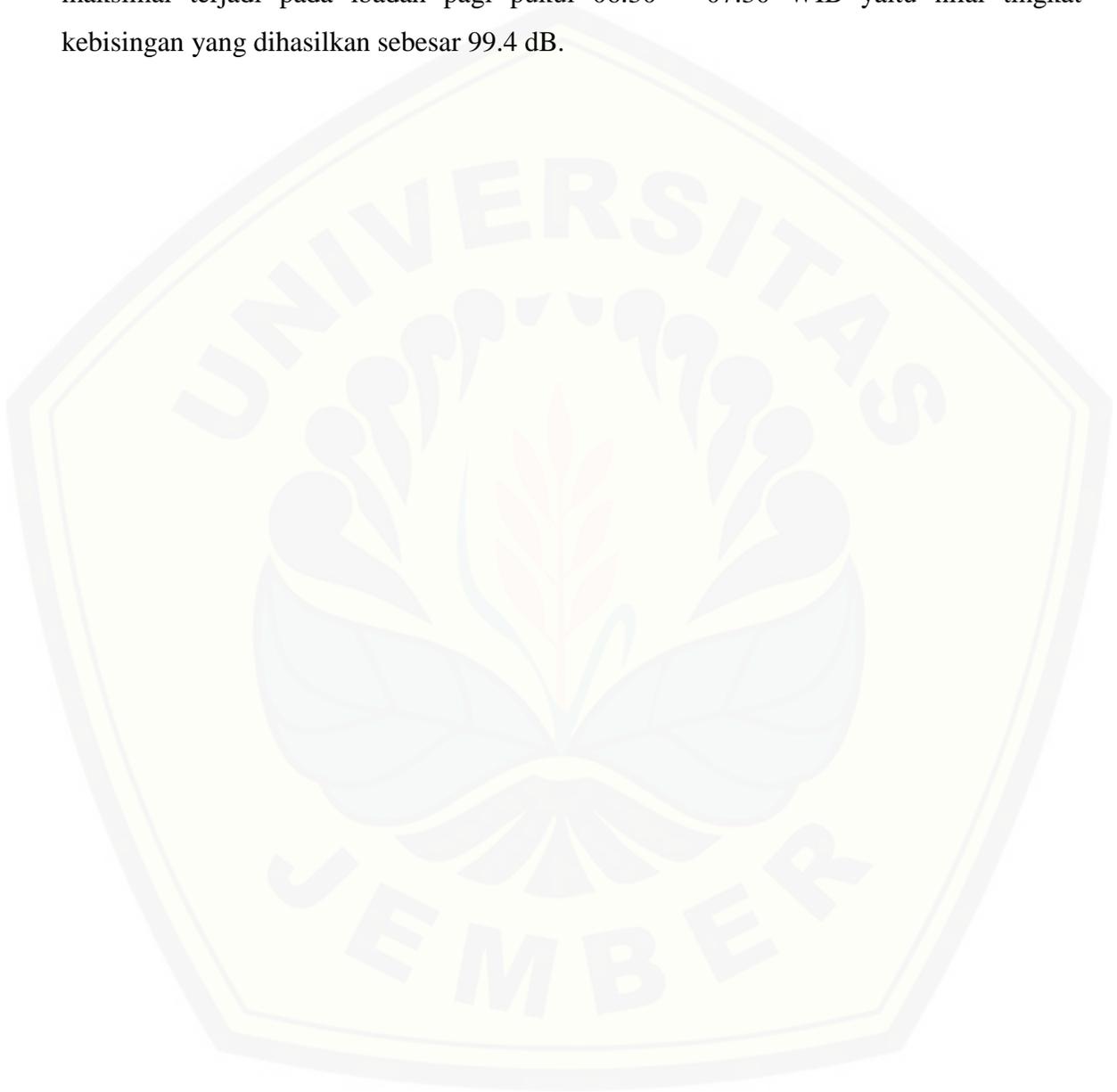
**Kajian Akustik Bangunan Pada Gedung Kebaktian Gereja Kristen Jawi Wetan Di Jember;** Phingkan Galuh Kusumaning Wahyu; 2016; 40 halaman; Jurusan Fisika Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

Gereja adalah bangunan ibadat bagi umat beragama Kristen yang mewadahi kegiatan spiritual bagi jemaatnya. Berbagai bentuk desain gereja telah tercipta sejak berabad-abad silam. Seiring berkembangnya agama Kristen, bentuk dari bangunan gereja menjadi makin variatif. Hal ini menyebabkan tingkat kualitas akustik pada setiap bangunan gereja menjadi berbeda-beda. Kondisi akustik yang baik sangat diperlukan bagi fasilitas umum seperti tempat ibadah.

Peneliti melakukan pengukuran tentang tingkat akustik di tempat ibadah yang ada di Kabupaten Jember yaitu Gereja Kristen Jawi Wetan (GKJW) Jember. Tempat ibadah yang akan diteliti terbagi menjadi dua tempat yaitu GKJW Jl. Karimata dan GKJW Jl. Mawar Jember. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat akustik pada tempat ibadah khususnya di GKJW Jember. Pengukuran dilakukan pada hari minggu dalam waktu kurang lebih satu jam ketika proses peribadatan tengah berlangsung. Dengan menggunakan alat *Sound Level Meter* tipe AZ8922, pengambilan data dilakukan di tengah – tengah ruangan gereja dengan interval 10 menit dengan pembacaan hasil dilakukan setiap 1 menit.

Dari data yang telah didapatkan selanjutnya akan diolah menggunakan perangkat *microsoft excel* kemudian hasilnya akan dibandingkan dengan baku tingkat kebisingan PERMENLH no.48 tahun 1996 untuk mengetahui tingkat kebisingan di gereja tersebut. Apakah sudah sesuai dengan batas zona kebisingan di tempat ibadah dengan mengacu pada peraturan yang telah dikeluarkan oleh pemerintah. Hasil yang

didapatkan secara umum menunjukkan bahwa tingkat kebisingan yang terukur dari Gereja Kristen Jawi Wetan Jember berada di atas syarat bising dengan tingkat kebisingan maksimal terjadi pada ibadah pagi pukul 06.30 – 07.30 WIB yaitu nilai tingkat kebisingan yang dihasilkan sebesar 99.4 dB.



## PRAKATA

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Kajian Akustik Bangunan Pada Gedung Kebaktian Gereja Kristen Jawi Wetan Di Jember”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Jurusan Fisika fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

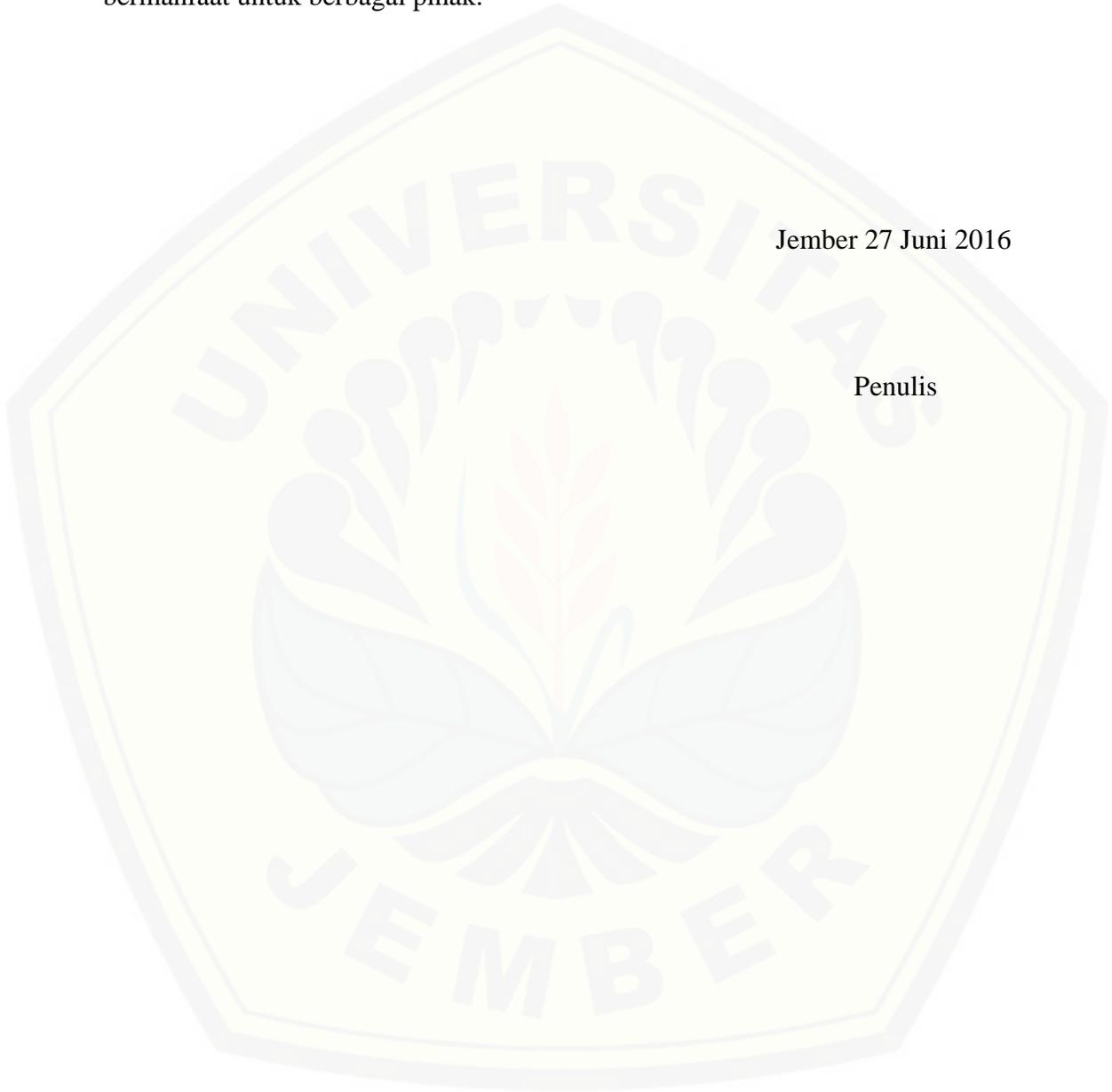
Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terimakasih kepada:

1. Bapak Puguh Hiskiawan S.Si., M.Si. selaku Dosen Pembimbing Utama dan Bapak Ir. Misto M.Si. selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah meluangkan waktu, tenaga pikiran dan bimbingan dalam penulisan skripsi ini;
2. Bapak Dr. Edy Supriyanto, S.Si, M.Si selaku Penguji I dan Ibu Endhah Purwandari S.Si., M.Si. selaku Penguji II yang memberikan kritik, saran dan masukan yang membangun dalam penulisan skripsi ini;
3. Sahabat saya Helmi, Ovie, Rara, Septian dan teman-teman lainnya yang telah membantu dalam pengambilan data penelitian dan yang telah berjuang bersama-sama demi sebuah gelar Sarjana Sains;
4. Seluruh staf dan karyawan FMIPA Universitas Jember yang telah membantu dalam hal administrasi maupun non administrasi terutama Narto, Pak Ji, Pak Budi dan Ansori;

Penulis juga menerima segala kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini. Akhirnya penulis berharap, semoga skripsi ini dapat bermanfaat untuk berbagai pihak.

Jember 27 Juni 2016

Penulis



**DAFTAR ISI**

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL.....</b>	<b>i</b>
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN.....</b>	<b>ii</b>
<b>HALAMAN MOTTO.....</b>	<b>iii</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN.....</b>	<b>iv</b>
<b>HALAMAN PEMBIMBINGAN.....</b>	<b>v</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN.....</b>	<b>vi</b>
<b>RINGKASAN.....</b>	<b>vii</b>
<b>PRAKATA.....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xx</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN.....</b>	<b>xxi</b>
<b>BAB 1. PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
<b>1.1 Latar Belakang.....</b>	<b>1</b>
<b>1.2 Rumusan Masalah.....</b>	<b>3</b>
<b>1.3 Batasan Masalah.....</b>	<b>3</b>
<b>1.4 Tujuan Penelitian.....</b>	<b>3</b>
<b>1.5 Manfaat Penelitian.....</b>	<b>3</b>
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>4</b>
<b>2.1 Bunyi.....</b>	<b>4</b>
2.1.1 Tekanan dan Intensitas Bunyi.....	4
2.1.2 Sumber Bunyi.....	8
2.1.3 Pemantulan bunyi.....	9

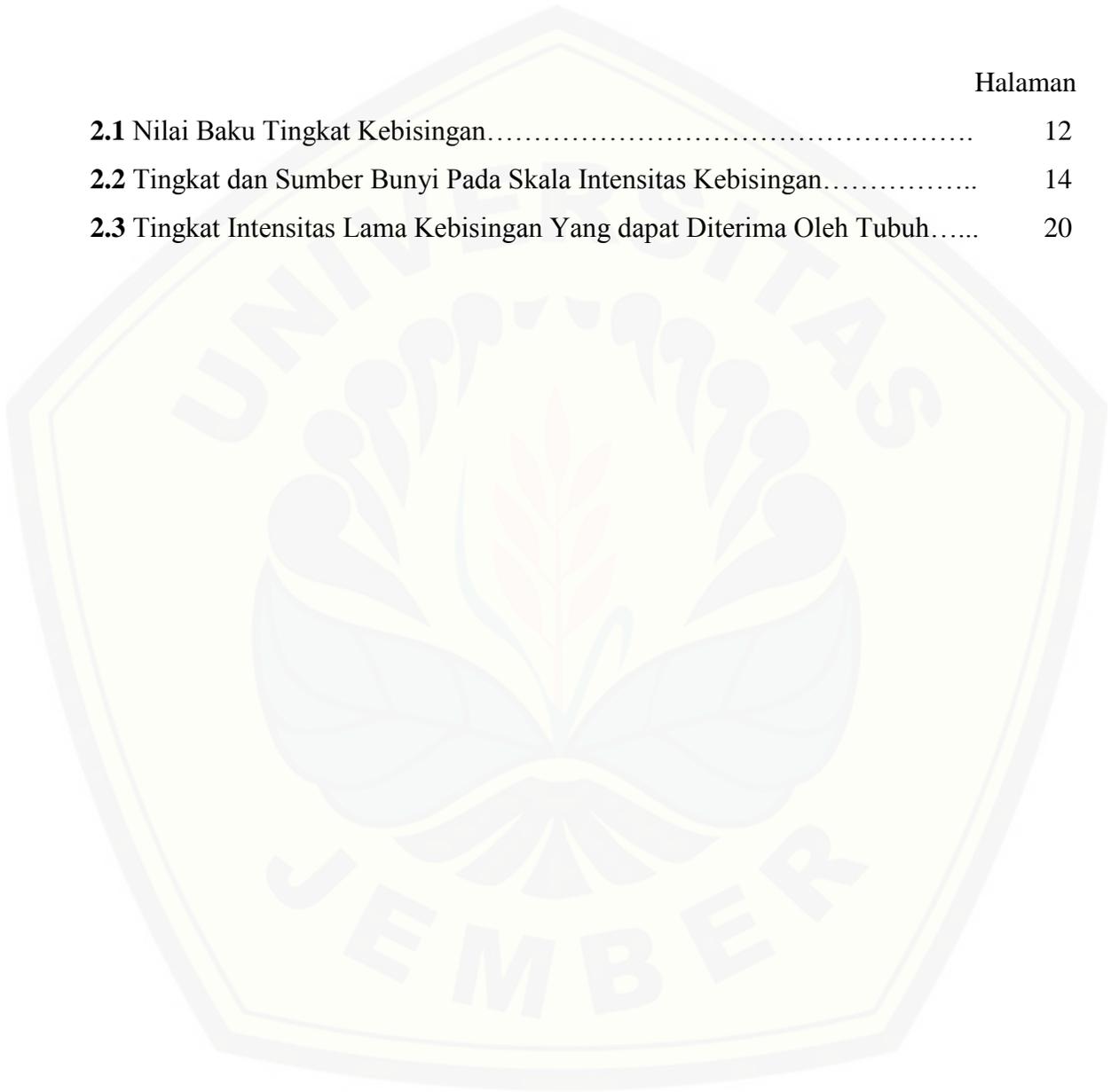
2.1.4 Penyerapan Bunyi.....	10
2.1.5 Difusi Bunyi (Penyebaran Bunyi).....	11
2.1.6 Difraksi Bunyi (Pembelokan Bunyi).....	11
<b>2.2 Kebisingan.....</b>	<b>11</b>
2.2.1 Pengertian Kebisingan.....	11
2.2.2 Klasifikasi Kebisingan.....	13
2.2.3 Sumber Kebisingan.....	14
<b>2.3 Pengukuran Kebisingan.....</b>	<b>15</b>
<b>2.4 Sound Level Meter .....</b>	<b>18</b>
<b>2.5 Pengaruh Kebisingan Terhadap Kesehatan.....</b>	<b>19</b>
<b>2.6 Gereja Kristen Jawi Wetan (GKJW).....</b>	<b>22</b>
<b>BAB 3. METODE PENELITIAN.....</b>	<b>24</b>
<b>3.1 Tempat dan Waktu Penelitian.....</b>	<b>24</b>
3.1.1 Tempat penelitian.....	24
3.1.2 Waktu penelitian.....	26
<b>3.2 Alat dan Bahan.....</b>	<b>26</b>
<b>3.3 Alur Penelitian .....</b>	<b>27</b>
3.3.1 Studi Awal .....	28
3.3.2 Penetapan Lokasi Penelitian.....	28
3.3.3 Observasi.....	28
3.3.4 Pengambilan Data.....	28
3.3.5 Pengolahan data.....	30
3.3.6 Analisa Data.....	30
<b>BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>32</b>
<b>4.1 Hasil.....</b>	<b>32</b>
4.1.1 Tingkat Kebisingan Bangunan di GKJW Jember.....	32
<b>4.2 Pembahasan.....</b>	<b>34</b>
<b>BAB 5. PENUTUP.....</b>	<b>38</b>
<b>5.1 Kesimpulan.....</b>	<b>38</b>

<b>5.2 Saran.....</b>	<b>38</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>39</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>41</b>



**DAFTAR TABEL**

	Halaman
2.1 Nilai Baku Tingkat Kebisingan.....	12
2.2 Tingkat dan Sumber Bunyi Pada Skala Intensitas Kebisingan.....	14
2.3 Tingkat Intensitas Lama Kebisingan Yang dapat Diterima Oleh Tubuh.....	20

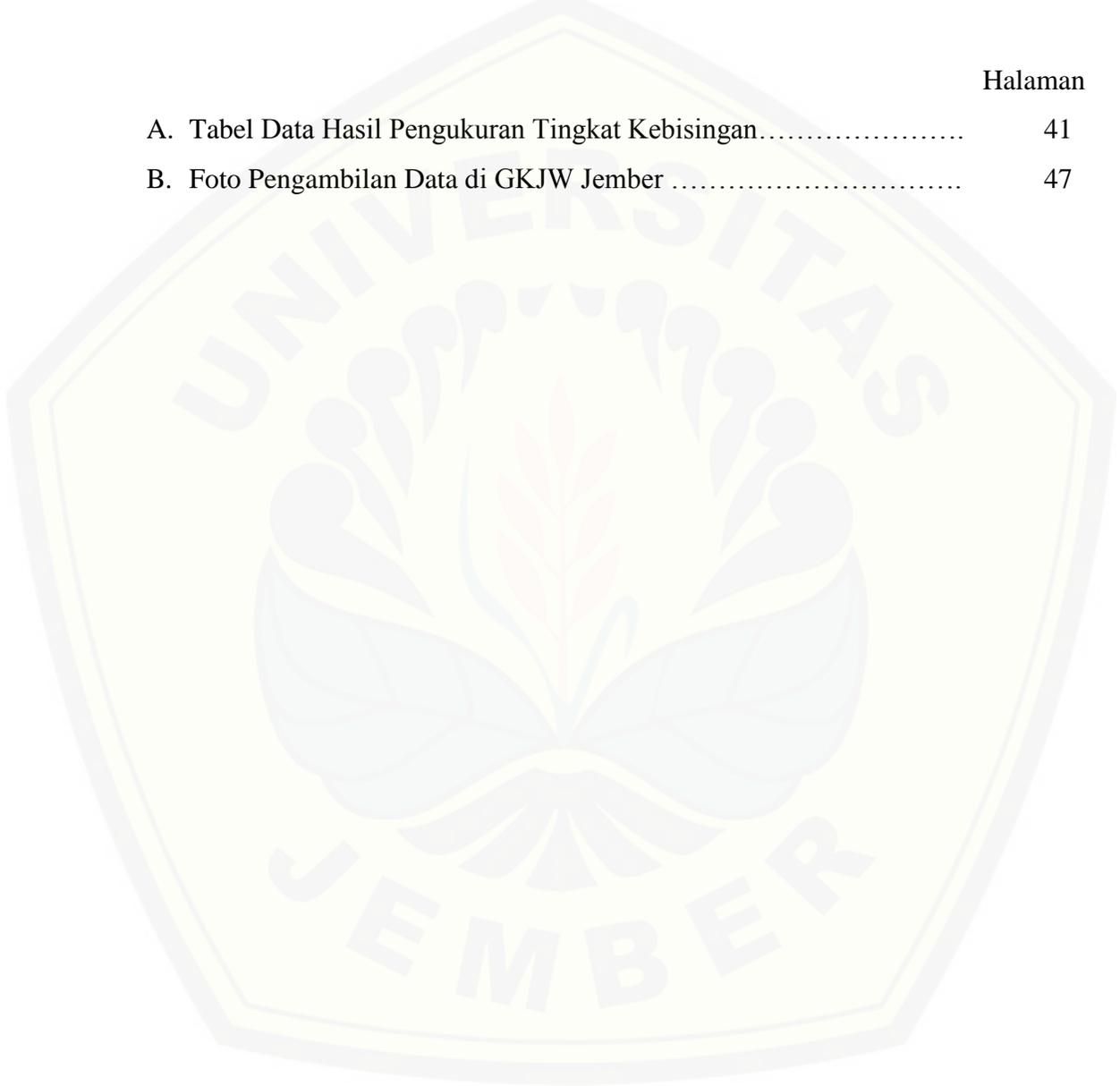


## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Penyerapan Bunyi.....	10
3.1 Peta Lokasi GKJW Karimata Jember.....	24
3.2 Peta Lokasi GKJW Jl. Mawar Jember .....	25
3.3 Bangunan Gereja GKJW Jl. Karimata dan Jl. Mawar Jember.....	25
3.4 <i>Stopwatch</i> .....	26
3.5 <i>Sound Level Meter</i> .....	26
3.6 Diagram Alir Penelitian.....	27
3.7 Denah Lokasi GKJW Karimata Jember .....	29
3.8 Denah Lokasi GKJW Jl. Mawar Jember .....	29
4.1 Grafik Tingkat Kebisingan Bangunan di GKJW Jl. Karimata Waktu Pengukuran Pagi .....	32
4.2 Grafik Tingkat Kebisingan Bangunan di GKJW Jl. Karimata Waktu Pengukuran Siang .....	33
4.3 Grafik Tingkat Kebisingan Bangunan di GKJW Jl. Mawar Waktu Pengukuran Sore .....	34
4.4 Foto pengambilan data di Gereja Kristen Jawi Wetan Jember.....	47

**DAFTAR LAMPIRAN**

	Halaman
A. Tabel Data Hasil Pengukuran Tingkat Kebisingan.....	41
B. Foto Pengambilan Data di GKJW Jember .....	47



## BAB 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Gereja adalah bangunan ibadat bagi umat beragama Kristen yang mewadahi kegiatan spiritual bagi jemaatnya. Berbagai bentuk desain gereja telah tercipta sejak berabad-abad silam. Seiring berkembangnya agama Kristen, bentuk dari bangunan gereja menjadi makin variatif. Hal ini menyebabkan tingkat kualitas akustik pada setiap bangunan gereja menjadi berbeda-beda. Kondisi akustik yang baik sangat diperlukan bagi fasilitas umum seperti tempat ibadah. Menurut Doelle (1972), apabila kondisi akustik dalam ruangan tidak dipertimbangkan maka akan mengganggu kejelasan suara yang ada dalam ruangan.

Akustik merupakan cabang dari ilmu Fisika yang mempelajari tentang suara, bagaimana suara dihasilkan, perambatannya, dan dampaknya, serta mempelajari bagaimana suatu ruang atau medium merespon suara dan karakteristik dari suara itu sendiri (Hendra, 2013). Akustik berasal dari bahasa Yunani yang berarti segala sesuatu yang berkaitan dengan pendengaran pada suatu kondisi ruang yang dapat mempengaruhi mutu bunyi (Suptandar, 2004). Akustik ruang merupakan salah satu ilmu rekayasa bunyi yang mempelajari perilaku suara di dalam suatu ruang. Akustik ruang berhubungan dengan kualitas suara pada bangunan. Setiap bangunan memiliki tingkat akustik yang berbeda. Tingkat akustik merupakan ukuran kualitas akustik suatu bangunan yang dipengaruhi oleh penilaian obyektif dan penilaian subyektif. Penilaian obyektif meliputi besaran-besaran umum yaitu parameter akustik, sedangkan penilaian subyektif berdasarkan penilaian dari manusia (Doelle, 1972).

Setiap bangunan memiliki kualitas akustik yang berbeda sesuai dengan fungsinya (Sarwono, 2008). Suasana religius sangat penting dalam beribadah. Gereja sebagai tempat ibadah diharapkan dapat menyediakan suasana religius yang dimaksud sehingga para jemaat (pengguna) gereja dapat lebih khusuk dalam

menjalankan ibadah. Salah satu penunjang suasana religius antara lain konsentrasi pada kegiatan ibadah dan juga minimnya gangguan baik dari dalam ataupun luar ruangan yang tentunya berkaitan dengan maksimalnya kegiatan yang berada didalam ruangan. Kegiatan yang sering dilakukan di dalam gereja adalah kegiatan yang banyak memerlukan kejelasan penyampaian suara misalnya pada saat khotbah dan puji - pujian. Penyampaian suara ini harus sampai pada jemaat dengan baik untuk menjaga kekhusukan selama beribadah. Jika suaranya tidak dapat terdengar dengan jelas oleh setiap jemaat di seluruh ruangan maka jemaat tidak dapat berkonsentrasi dan memiliki kecenderungan mengantuk atau berbisik-bisik. Keadaan seperti ini tidak efektif dikarenakan pesan moral tidak dapat ditangkap dengan baik oleh jemaat.

Peneliti melakukan pengukuran tentang tingkat akustik di tempat ibadah yang ada di Kabupaten Jember yaitu Gereja Kristen Jawi Wetan (GKJW) Jember. Tempat ibadah yang akan diteliti terbagi menjadi dua tempat yaitu GKJW Jl. Karimata dan GKJW Jl. Mawar Jember. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat akustik pada tempat ibadah khususnya di gereja GKJW Jember. Pengukuran dilakukan pada hari minggu dalam waktu kurang lebih satu jam ketika proses peribadatan tengah berlangsung. Dengan menggunakan alat *Sound Level Meter* tipe AZ8922, pengambilan data dilakukan di tengah – tengah ruangan gereja dengan interval 10 menit dengan pembacaan hasil dilakukan setiap 1 menit. Dari data yang telah didapatkan selanjutnya akan diolah menggunakan perangkat *microsoft excel* kemudian hasilnya akan dibandingkan dengan baku tingkat kebisingan PERMENLH no.48 tahun 1996 untuk mengetahui tingkat kebisingan di gereja tersebut. Apakah sudah sesuai dengan batas zona kebisingan di tempat ibadah dengan mengacu pada peraturan yang telah dikeluarkan oleh pemerintah.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Adapun rumusan masalah dari penelitian ini adalah bagaimana tingkat kebisingan pada gedung kebaktian di Gereja Kristen Jawi Wetan Jember pada saat kebaktian berlangsung ?

## **1.3 Batasan Masalah**

Batasan masalah dalam penelitian ini, meliputi:

1. Tempat ibadah yang dipilih adalah Gereja Kristen Jawi Wetan di Jl. Karimata dan Jl. Mawar Jember.
2. Penelitian dilakukan pada hari Minggu waktu kegiatan rutin tempat ibadah.
3. Acuan yang digunakan yaitu PERMENLH no.48 tahun 1996 tentang tingkat kebisingan pada tempat ibadah sebesar 55 dB.

## **1.4 Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui tingkat kebisingan pada gedung kebaktian di Gereja Kristen Jawi Wetan Jember pada saat kebaktian berlangsung.

## **1.5 Manfaat Penelitian**

Manfaat dari penelitian ini adalah :

1. Dari hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai tingkat kebisingan di Gereja Kristen Jawi Wetan Jember.
2. Dari hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai acuan untuk penelitian berikutnya.
3. Membantu memberi rekomendasi pada Gereja Kristen Jawi Wetan Jember untuk mengurangi tingkat kebisingan yang diterima jika terjadi kebisingan yang melebihi batas yang ditentukan.

## BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Bunyi

Getaran sumber suara dapat menyebabkan terjadinya gelombang rambatan energi mekanis dalam medium udara menurut pola rambatan longitudinal. Getaran sumber suara ini mengganggu keseimbangan molekul–molekul udara disekitarnya sehingga molekul–molekul udara ikut bergetar. Rambatan gelombang ini dikenal sebagai suara atau bunyi (Sasongko, 2000). Beberapa pengertian suara menurut para ahli selain yang diungkapkan tadi, suara atau bunyi adalah variasi tekanan yang merambat melalui udara dan dapat dideteksi oleh telinga manusia (Confer, 1994). Suara berarti gangguan mekanik dalam medium gas, cair atau padat dikarenakan getaran molekul (Bell, 1996). Selain itu suara merupakan gangguan fisik dalam suatu medium (seperti gas, cairan, atau padatan) yang dapat dideteksi oleh telinga manusia. Medium perambatan suara harus mempunyai massa dan bersifat elastis, sehingga gelombang suara tidak dapat merambat melalui ruang hampa (Harris, 1979). Telinga manusia sangat peka dan mampu mendeteksi gelombang bunyi sampai batas intensitas yang sangat rendah. Suatu gelombang bunyi dapat diterima bergantung pada frekuensi, amplitudo dan bentuk gelombang.

#### 2.1.1 Tekanan dan Intensitas Bunyi

Gelombang longitudinal, khususnya gelombang yang terdengar sebagai bunyi apabila masuk ke telinga dalam daerah frekuensi 20-20.000 Hz disebut sebagai gelombang bunyi. Gelombang bunyi yang masuk ke telinga, mengakibatkan partikel-partikel udara yang berada pada selaput gendang bergetar pada frekuensi dan amplitudo tertentu, dan dapat pula dikatakan bahwa getaran tersebut merupakan variasi tekanan udara pada selaput gendang telinga. Tekanan udara yang ada pada selaput gendang tersebut naik melebihi tekanan atmosfer, lalu turun kembali sampai

di bawah tekanan atmosfer dengan gerak harmonik yang memiliki frekuensi sama dengan frekuensi pada partikel udara yang sebelumnya. Selisih antara tekanan udara pada selaput gendang dengan tekanan atmosfer disebut sebagai amplitudo tekanan. Amplitudo tekanan berbanding lurus dengan amplitudo perpindahan (Zemansky *et al.*, 1999).

Perubahan turun naiknya tekanan yang disebabkan oleh getaran partikel udara karena adanya bunyi disebut sebagai tekanan bunyi, biasanya telinga selalu tanggap terhadap jangkauan tekanan bunyi yang sangat lebar walaupun tekanannya sendiri sangat kecil (Prasetio, 1985). Bunyi terlemah mempunyai variasi tekanan maksimum sebesar 1000 Hz, untuk amplitudo perpindahan yang sama dengan amplitudo tekanan kira-kira sebesar  $10^{-9}$  cm, sehingga jika dilihat dari variasi ini telinga manusia merupakan organ yang sangat peka (Zemansky *et al.*, 1999).

Prasetio (1985) menyatakan bahwa penyimpangan pada tekanan atmosfer, yang disebabkan oleh getaran partikel udara karena adanya gelombang bunyi, disebut tekanan bunyi. Skala standar, yang digunakan untuk mengukur tekanan bunyi dalam akustik fisis mempunyai jangkauan yang lebar, dan menyebabkan susah digunakan. Skala tersebut menunjukkan perhitungan, bahwa telinga manusia tidak tanggap terhadap perubahan tekanan bunyi pada semua tingkat intensitas, apabila cara tersebut dilakukan dengan sama. Karena alasan tersebut di atas maka untuk skala diukur secara logaritmik, yang disebut dengan *skala decibel* (dB), terdapat kata *Bel* dituliskan untuk menghormati Alexander Graham Bell. Intensitas bunyi adalah banyaknya energi bunyi yang dihasilkan suara per satuan luas, yang satuannya diukur dengan  $\text{watt/m}^2$ . Sedangkan untuk tingkat bunyi sama dengan tekanan bunyi itu sendiri. Untuk energi suatu sumber bunyi acuan dari tingkat bunyi adalah sebesar  $10^{-12} \text{ W/m}^2$  (Satwiko, 2005).

Intensitas bunyi dalam arah tertentu pada suatu titik merupakan laju dari energi bunyi rata-rata yang ditransmisikan dalam arah lewat satu satuan luasan yang tegak lurus pada arah tersebut yang dilewati. Secara praktis, tingkat intensitas bunyi

sama dengan tingkat tekanan bunyi (Prasetio, 1985). Intensitas gelombang yang merambat merupakan jumlah rata-rata energi yang dibawa per satuan waktu oleh gelombang per satuan luas permukaan yang tegak lurus pada arah rambatan (Zemasky *et al.*, 1999).

Terdapat tiga aspek bunyi atau suara: pertama, adanya sumber bunyi sumber gelombang bunyi merupakan benda yang bergerak. Kedua, energi dipindahkan dari sumber dalam bentuk gelombang bunyi longitudinal. Ketiga, bunyi dideteksi oleh telinga atau sebuah alat (Giancoli, 2001).

Pada dasarnya suara memiliki karakteristik yang dibagi menjadi 2, yaitu :

1. Karakteristik fisik gelombang suara

- a. Frekuensi

Frekuensi dan intensitas menentukan sifat dari bunyi. Frekuensi adalah jumlah banyaknya getaran atau gelombang dalam setiap detiknya (*cps = cycles per second*), dengan satuan hertz (Hz). Bunyi yang dapat diterima oleh manusia mempunyai batas frekuensi antara 20 – 20.000 Hz. Apabila frekuensi yang kurang dari 20 Hz disebut infrasonik, sedangkan yang lebih dari 20.000 Hz disebut ultrasonik dan tidak dapat didengar oleh manusia. Kecepatan rambatan suara tergantung pada medium dan suhu, tetapi pada saat suhu 20°C perambatan suara pada medium udara sebesar 344 m/s (Wardhana, 2001).

- b. Periode

Periode adalah waktu yang diperlukan untuk satu kali melakukan getaran.

- c. Amplitudo

Amplitudo pada gelombang suara adalah tingkat gerakan molekul udara dalam gelombang, yang memiliki nilai simpang paling jauh. Apabila nilai amplitudo besar maka lebih keras molekul udara untuk mengenai gendang telinga dan lebih keras suara yang didengar (Tambunan, 2005).

#### d. Panjang Gelombang

Frekuensi sangat erat hubungannya dengan panjang gelombang. Panjang gelombang merupakan jarak antara dua gelombang yang saling berdekatan dengan perpindahan dan kecepatan partikel. Sehingga dengan mengetahui kecepatan dan frekuensi bunyi dapat dihasilkan panjang gelombang. Panjang gelombang suara yang dapat didengar telinga manusia mulai dari beberapa sentimeter sampai kurang lebih 20 meter (Wahyu, 2003).

#### 2. Karakteristik mekanik gelombang suara

- a. Pemantulan gelombang Suara
- b. Penggabungan gelombang suara
- c. Kualitas suara

Untuk menyatakan kualitas bunyi atau suara digunakan pengertian sebagai berikut:

1. Frekuensi bunyi, yaitu jumlah getaran per detik. Satuan bunyi dinyatakan dalam herzt (Hz).
2. Intensitas bunyi, yaitu perbandingan tegangan suara yang datang dan tegangan suara standar yang dapat didengar oleh manusia normal pada frekuensi 1000 Hz dinyatakan dalam desibel (dB).

Pada umumnya di lingkungan kerja, sumber bunyi disebabkan oleh beberapa komponen sumber suara, yaitu antara lain :

- a. *Fluid turbulence*, bising yang terjadi oleh getaran yang diakibatkan benturan antara partikel dalam fluida (aliran gas, air atau material cair) dalam pipa. Apalagi yang berkaitan dengan proses penambahan tekanan (*high pressure processe*) dan pencampuran. Demikian juga pada proses transportasi material padatan seperti batu, kerikil, dan lain-lain pasti menimbulkan kebisingan.
- b. *Moving and vibration part*, bising yang diakibatkan oleh gesekan, benturan atau ketidakseimbangan gerakan bagian mesin atau peralatan. Seperti pada proses

penggergajian kayu, penggilingan, turbin, pompa yang menimbulkan kebisingan dengan tingkat kebisingan antara 80 dB – 120 dB.

- c. *Temperatur difference*, bising yang terjadi karena adanya pemuaian dan penyusutan fluida, seperti terjadi pada mesin jet pesawat.
- d. *Electrical equipment*, bising yang disebabkan oleh efek perubahan fluks elektromagnetik pada bagian inti yang terbuat dari logam, seperti generator dan motor listrik (Quadrant Utama, 2002 dalam Saputra, 2007).

### 2.1.2 Sumber Bunyi

Sumber bunyi adalah sumber getaran yang dihasilkan dari suatu gelombang bunyi (Soedjo, 1986). 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 (Soedjo, 2004).

Satwiko (2005) juga menyatakan bahwa 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 (Satwiko, 2005).

Sumber-sumber bunyi pada dasarnya memancarkan gelombang bunyi ke segala arah, pada daerah yang tidak ada permukaan pemantulannya, namun walaupun demikian intensitas yang dipancarkan dapat menjadi sangat nyata. Pola-pola pemancaran yang akan berubah pada frekuensi gelombang bunyi yang dipancarkan. Gejala demikian jelas yaitu, pada suara manusia, pada instrumen musik, pada pengeras suara, dan juga pada banyak lagi sumber-sumber bunyi yang lainnya (Prasetio, 1985).

Dalam merancang suatu sumber bunyi, tidak hanya memperhatikan faktor bahwa sumber bunyi dapat diarahkan saja. Akan tetapi juga harus memperhatikan apabila suatu permukaan yang berosilasi 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 (Zemansky *et al.*, 1999).

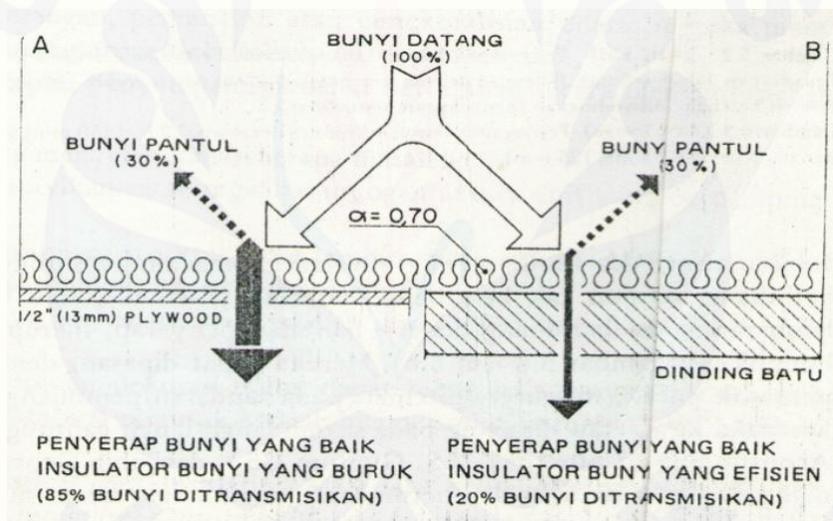
### 2.1.3 Pemantulan Bunyi

Permukaan yang keras, rata, seperti beton, bata, batu, atau gelas, memantulkan hampir semua energi bunyi yang jatuh padanya. Gejala pemantulan bunyi hampir sama dengan pemantulan cahaya, dimana sinar bunyi datang dan sinar bunyi pantul terletak dalam bidang datar sama dan sudut gelombang bunyi datang sama dengan sudut gelombang bunyi pantul (hukum pemantulan). Namun harus diingat, bahwa panjang gelombang bunyi jauh lebih panjang dari gelombang sinar

cahaya dan hukum pemantulan bunyi hanya berlaku jika panjang gelombang bunyi adalah kecil dibandingkan ukuran pemantul.

#### 2.1.4 Penyerapan Bunyi

Bahan lembut, berpori dan kain serta juga manusia, menyerap sebagian besar gelombang bunyi yang menumbuk mereka, dengan perkataan lain, mereka adalah penyerap bunyi. Dari definisi, penyerapan bunyi adalah perubahan energi bunyi menjadi suatu bentuk lain, biasanya panas, ketika melewati suatu bahan atau ketika menumbuk suatu permukaan. Jumlah panas yang dihasilkan pada perubahan energi ini adalah sangat kecil, sedangkan kecepatan perambatan gelombang bunyi tidak dipengaruhi oleh penyerapan.



Gambar 2.1 Penyerapan Bunyi (Sumber: Doelle, 1972)

Dalam akustik lingkungan unsur-unsur berikut dapat menunjang penyerapan bunyi:

- Lapisan permukaan dinding, lantai dan atap
- Isi ruang karpet seperti penonton, bahan tirai, tempat duduk dengan lapisan lunak dan karpet.
- Udara dalam ruang (Doelle, 1972).

Efisiensi penyerapan bunyi suatu bahan pada suatu frekuensi tertentu dinyatakan oleh koefisien penyerapan bunyi. Standar untuk membuat daftar nilai koefisien penyerapan bunyi pada wakil frekuensi standar yang meliputi bagian yang paling penting dari jangkauan frekuensi audio, yaitu pada 125, 250, 500, 1000 dan 4000 Hz atau 128, 256, 512, 1024, 2048, dan 4096 Hz (Benarek, 1960).

#### 2.1.5 Difusi Bunyi (Penyebaran Bunyi)

Difusi atau penyebaran bunyi dapat dikatakan baik apabila tekanan di semua bagian di suatu ruang besarnya sama dan gelombang bunyi dapat merambat ke semua arah (Cowan, 2000). Perancangan difusi bunyi dalam suatu ruang dapat dilakukan dengan memasang panel-panel difusi, biasanya berupa permukaan keras dengan permukaan yang tidak merata, sehingga bunyi yang terjadi di ruang tersebut dapat tersebar dengan merata ke segala arah (Doelle, 1972).

#### 2.1.6 Difraksi Bunyi (Pembelokan Bunyi)

Difraksi bunyi merupakan gejala akustik yang menyebabkan gelombang bunyi dibelokkan atau dihamburkan di sekitar penghalang seperti sudut (*corner*), kolom, tembok dan balok. Difraksi terjadi lebih nyata pada bunyi dengan frekuensi rendah (Benarek, 1960).

## 2.2 Kebisingan

### 2.2.1 Pengertian Kebisingan

Kebisingan adalah bunyi yang tidak diinginkan atau tidak dikehendaki termasuk bunyi yang tidak beraturan dan bunyi yang dikeluarkan oleh transportasi dan industri, karena tidak sesuai dengan konteks ruang atau waktu sehingga pada jangka waktu yang panjang akan dapat menimbulkan gangguan terhadap kenyamanan, membahayakan konsentrasi kerja, mengurangi efektifitas kerja dan kesehatan manusia (Wilson, 1989).

Berdasarkan Keputusan Menteri Kesehatan RI nomor 1405/MenKes/SK/XI/2002, mendefinisikan kebisingan adalah terjadinya bunyi yang tidak dikehendaki sehingga mengganggu dan membahayakan kesehatan. Dalam menentukan efek kebisingan terhadap kesehatan permenkes menyatakan ada 4 zona, yaitu :

1. Zona A (Kebisingan antara 35 dB sampai 45 dB)  
zona pada tempat penelitian, rumah sakit, tempat perawatan kesehatan atau sosial dan sejenisnya.
2. Zona B (Kebisingan antara 45 dB sampai 55 dB)  
zona pada tempat perumahan, tempat pendidikan, rekreasi, dan sejenisnya.
3. Zona C (Kebisingan antara 50 dB sampai 60 dB)  
zona pada perkantoran, pertokoan, perdagangan, pasar, dan sejenisnya.
4. Zona D (Kebisingan antara 60 dB sampai 70 dB)  
zona pada industri, pabrik, stasiun kereta api, terminal bus, dan sejenisnya.

Tabel 2.1 Nilai baku tingkat kebisingan (Kep.MENLH 1996)

<b>Peruntukan Kawasan/ Lingkungan Kegiatan</b>	<b>Tingkat Kebisingan (dB)</b>
a. Peruntukan Kawasan	
1. Perumahan dan pemukiman	55
2. Perkantoran	65
3. Perdagangan dan jasa	70
4. Taman	50
5. Kantor Pemerintahan	60
6. Industri	70
7. Tempat Rekreasi	70
8. Khusus :	
➤ Bandar Udara	70
➤ Stasiun Kereta Api	70
➤ Pelabuhan laut	70
➤ Cagar Budaya	60
b. Lingkungan Kegiatan	
1. Rumah sakit atau sejenisnya	55
2. Sekolah dan sejenisnya	55
3. Tempat Ibadah atau Sejenisnya	55

Sumber : Wiyadi(1987).

### 2.2.2 Klasifikasi Kebisingan

Menurut Tambunan (2005), Jenis kebisingan dalam lingkungan kerja digolongkan menjadi dua, yaitu:

1. Kebisingan yang tetap (*steady noise*) dipisahkan lagi menjadi dua jenis, yaitu :
  - a. Kebisingan kontinyu dengan spektrum frekuensi yang luas, contohnya suara mesin, suara kipas, dan lain – lain.
  - b. Kebisingan kontinyu dengan spektrum frekuensi yang sempit, contohnya bunyi gergaji, katup gas, dan lain – lain.
2. Kebisingan tidak tetap (*unsteady noise*) dibagi menjadi tiga jenis, yaitu :
  - a. Kebisingan Fluktuatif (*fluctuating noise*), adalah kebisingan yang selalu berubah–ubah selama rentang waktu tertentu.
  - b. *Intermittent noise*, adalah kebisingan yang terputus – putus dan besarnya dapat berubah–ubah, contohnya kebisingan lalu lintas, pesawat terbang di lapangan terbang, dan lain–lain.
  - c. *Impulsive noise*, adalah kebisingan yang dihasilkan oleh suaraberintensitas tinggi dalam waktu relatif singkat, contohnya suara ledakan senjata api dan sejenisnya.

Menurut Soemanegara (1975), berdasarkan pengaruh kebisingan pada jasmani pekerja dibagi menjadi dua kelompok :

1. Tidak mempengaruhi sistem penginderaan tetapi berpengaruh pada keluhan samar – samar dan tidak jelas berwujud penyakit.
2. Pengaruh terhadap indera pendengaran baik bersifat sementara maupun bersifat permanen (tetap), terdiri dari :
  - a) *Accoustic trauma*, yaitu kerusakan sebagian atau seluruh alatpendengaran yang disebabkan oleh letupan senjata api, ledakan atau suara dahsyat.
  - b) *Occupational deafnes*, yaitu hilangnya sebagian atau seluruh pendengaran yang bersifat permanen pada salah satu atau kedua telinga yang disebabkan oleh kebisingan yang terus menerus pada lingkungan kerja.

Tingkat kebisingan dapat dikelompokkan berdasarkan intensitas yang dapat diukur dengan satuan desibel (dB), seperti pada tabel 2.2.

Tabel 2.2 Tingkat dan sumber Bunyi pada Skala Intensitas Kebisingan

Tingkat Bising (dB)	Sumber Bunyi	Skala Intensitas	Waktu Kontak yang diizinkan (Jam)
0 – 20	Gemerrisik daun Suara gemersik	Sangat Tenang	2 <sup>19</sup>
20 – 40	Perpustakaan Percakapan Keras	Tenang	2 <sup>15</sup>
40 – 60	Radio pelan Percakapan Keras	Sedang	2 <sup>11</sup>
60 – 80	Perusahaan Radio Keras Jalan	Keras	2 <sup>7</sup>
80 – 100	Peluit Polisi Jalan Raya Pabrik tekstil Pekerjaan Mekanis	Sangat Keras	2 <sup>3</sup>
100 – 120	Ruang ketel Mesin turbin Uap Mesin diesel besar Kereta bawah tanah	Sangat amat keras	2 <sup>-1</sup>
>120	Ledakan bom Mesin jet Mesin roket	Menulikan	2 <sup>-2</sup>

Sumber : Suharsono (1991).

### 2.2.3 Sumber Kebisingan

Meningkatnya kebisingan diakibatkan oleh peningkatan mekanisasi guna meningkatkan produktivitas suatu industri. Sumber kebisingan di industri berasal dari mesin produksi, mesin potong atau gergaji, mesin diesel. Kebisingan dapat bersumber dari :

- 1) Bising dalam, sumber yang berasal dari manusia, bengkel mesin dan alat rumah tangga.

- 2) Bising luar, sumber bising yang berasal dari lalu lintas, industri, tempat pembangunan gedung dan lain – lain. Sumber bising dapat dibagi lagi menjadi dua yaitu sumber bergerak seperti kendaraan bermotor yang sedang bergerak, kereta api yang sedang melaju. Sumber bising yang tidak bergerak adalah perkantoran, diskotik, pabrik gula dan perusahaan kayu (Prasetyo, 1990).

Dari kedua sumber bising diatas, tingkat kebisingan yang sangat tinggi berasal dari industri pada saat proses produksi. Peralatan dan mesin pabrik di lingkungan kerja dapat menimbulkan kebisingan karena :

- a. Mengoperasikan mesin produksi yang sudah tua.
- b. Terlalu sering mengoperasikan mesin kerja pada kapasitas kerja yang cukup tinggi dalam periode operasi cukup panjang.
- c. Pemasangan dan peletakan komponen mesin secara tidak tepat (terbalik atau tidak rapat atau longgar), terutama pada bagian penghubung atau modul mesin (*bad conection*).
- d. Sistem perawatan dan perbaikan mesin produksi sangat minim. Misalnya mesin diperbaiki hanya pada saat mesin mengalami kerusakan parah.
- e. Melakukan pergantian secara parsial pada komponen mesin produksi tanpa memperdulikan kaidah keteknikan yang benar.
- f. Penggunaan alat yang tidak sesuai dengan fungsinya (Tambunan, 2005).

### 2.3 Pengukuran Kebisingan

Pengukuran intensitas kebisingan ditunjukkan untuk membandingkan hasil pengukuran pada suatu tempat dengan standar yang telah ditetapkan dan merupakan langkah awal untuk upaya pengendalian (Wardhana, 2001). Alat yang digunakan untuk mengukur intensitas kebisingan adalah *Sound Level Meter (SLM)*, satuan yang digunakan dalam pengukuran ini adalah desibel (dB). Desibel (dB) adalah suatu unit pengukuran kuantitas resultan yang merepresentasikan sejumlah bunyi dan dinyatakan secara logaritmik atau skala desibel (dB) yang diperoleh dari 10 kali

logaritma (dasar 10) perbandingan tenaga (Wilson, 1989). Tiga metode pengukuran kebisingan lingkungan :

1. Pengukuran dengan titik sampling

Pengukuran ini dilakukan bila kebisingan diduga melebihi ambang batas hanya pada satu atau beberapa lokasi saja. Pengukuran ini juga dapat dilakukan untuk mengevaluasi kebisingan yang disebabkan oleh suatu peralatan sederhana, misalnya kompresor atau generator. Jarak pengukuran dari sumber harus dicantumkan, misalkan 1 atau 3 meter dari ketinggian 1 meter. Arah alat pada mikrofon harus diperhatikan.

2. Pengukuran dengan peta kontur

Pengukuran dengan membuat peta kontur sangat bermanfaat dalam mengukur kebisingan, karena dapat menentukan gambar tentang kondisi kebisingan dalam cakupan area. Pengukuran ini dilakukan dengan membuat gambar isopleth pada kertas berskala yang sesuai dengan pengukuran yang dibuat. Dalam menggambarkan keadaan kebisingan menggunakan kode pewarnaan, warna hijau untuk kebisingan dengan intensitas dibawah 85 dB(A), warna orange untuk tingkat kebisingan yang tinggi diatas 90 dB(A), warna kuning untuk kebisingan dengan intensitas antara 85 – 90 dB(A).

3. Pengukuran dengan *Grid*

Teknik pengukuran dengan *grid* adalah dengan membuat contoh data kebisingan pada lokasi yang diinginkan. Titik sampling harus dibuat dengan jarak interval yang sama diseluruh lokasi. Jadi dalam pengukuran lokasi dibagi menjadi beberapa kotak yang berukuran dan jarak yang sama, misalnya 10 x 10 m. Setelah titik sampling diplot dalam peta maka kebisingan dapat digambarkan dengan menghubungkan titik yang mempunyai tingkat kebisingan yang sama (Setyadhani, 2011).

Ada dua hal yang menentukan kualitas bunyi, yaitu :

### 1. Frekuensi

Frekuensi adalah jumlah satuan getaran yang dihasilkan dalam satuan waktu (detik), dengan satuan hertz (Hz).

### 2. Intensitas

Intensitas bunyi diartikan sebagai suatu besaran yang menyatakan besaran daya bunyi yang menembus bidang seluas A. Intensitas memiliki satuan daya per luas atau  $W/m^2$ . Kuantitas intensitas bunyi tergantung pada jarak dari kekuatan sumber bunyi yang menyebabkan getaran, semakin besar daya intensitas maka intensitas bunyi semakin tinggi. Secara matematis intensitas dapat dinyatakan dengan persamaan:

$$I = \frac{P}{A} \quad (1)$$

Dimana :

I = Intensitas Bunyi ( $Watt/m^2$ )

P = Daya (Watt atau J/s)

A = Luas bidang ( $m^2$ )

Jika sumber bunyi memancarkan gelombang bunyi yang sama ke semua arah, energi dari sumber yang berjarak r akan didistribusikan ke kulit bola yang berjari-jari r secara seragam. Dari persamaan 1 didapatkan intensitas bunyi sebagai berikut :

$$I = \frac{P}{4\pi r^2} \quad (2)$$

Apabila ada dua intensitas bunyi yang memiliki jarak yang berbeda yaitu  $r_1$  dan  $r_2$  dan tidak ada energi yang diserap, maka nilai P dianggap sama. Sehingga didapatkan perbandingan antara  $I_1 = I_2$  adalah :

$$P_1 = P_2 \quad (3)$$

$$I_1 4\pi r_1^2 = I_2 4\pi r_2^2 \quad (4)$$

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{r_2^2}{r_1^2} \quad (5)$$

Dimana :  $r_1$  = Jarak benda 1 terhadap sumber bunyi (m)

$r_2$  = Jarak benda 2 terhadap sumber bunyi (m) (Zemansky, 1982).

Telinga manusia dapat mendengar bunyi dengan intensitas serendah  $10^{-12} \text{W/m}^2$  dan setinggi  $1 \text{W/m}^2$ . Untuk menghasilkan bunyi yang terdengar 2 kali lebih keras maka dibutuhkan gelombang bunyi yang intensitas 10 kali lipat.

#### 2.4 Sound Level Meter

*Sound Level Meter* adalah alat tingkat tekanan suara yang mempunyai tekanan tertentu menurut grafik atau kurva tekanan atau pembobotan. Pada grafik tekanan, memperkembangkan metode yang lebih baik secara subjektif mempunyai nilai kebisingan yang dapat mempengaruhi pendengaran manusia. Terdapat tiga skala pengukuran untuk *Sound Level Meter* :

1. Skala pengukuran A: untuk memperlihatkan perbedaan kepekaan yang besar pada frekuensi rendah dan tinggi yang menyerupai reaksi telinga untuk intensitas rendah (35 – 135 dB)
2. Skala pengukuran B: memperlihatkan kepekaan telinga untuk bunyi dengan intensitas sedang (40 – 135 dB)
3. Skala pengukuran C: untuk mengukur bunyi dengan intensitas tinggi (45 – 135 dB).

Penggunaan tingkat kebisingan A untuk pengukuran yang berhubungan langsung dengan kebisingan pada manusia, keduanya mempunyai potensi untuk merusak dan gangguan pendengaran. Seperti yang ditunjukkan pada SLM. *Sound Level Meter* dilambangkan huruf L dengan satuannya dB(A). Pengukuran tingkat kebisingan B dan C, untuk satuannya dapat menggunakan dB(B) dan dB(C) (Harris, 1979).

## 2.4 Pengaruh Kebisingan Terhadap Kesehatan

Kebisingan sangat berpengaruh sekali pada manusia. Kebisingan dapat menyebabkan berbagai gangguan yaitu :

### a. Gangguan fisiologis

Gangguan fisiologis adalah gangguan yang mula – mula timbul akibat bising, dengan kata lain fungsi pendengaran secara fisiologis dapat terganggu. Gangguan fisiologis ini dapat menimbulkan kelelahan, dada berdebar, menaikkan denyut jantung, mempercepat pernafasan, pusing dan kurang nafsu makan, selain itu juga dapat meningkatkan tekanan darah. Kebisingan dapat menimbulkan gangguan fisiologis melalui tiga cara yaitu :

#### 1. Sistem internal tubuh

Sistem internal tubuh adalah sistem fisiologis yang penting untuk kehidupan seperti :

- a) *Kardiovaskuler* (Jantung, paru-paru, pembuluh darah)
- b) *Gastrointestinal* (perut, usus)
- c) Syaraf (urat syaraf)
- d) *Muskuloskeletal* (otot, tulang) dan
- e) *Endocrine* (Kelenjar)

#### 2. Ambang pendengaran

Ambang pendengaran adalah suatu nilai yang paling terlemah yang masih bisa didengar. Makin rendah level suara yang didengar berarti makin rendah nilai ambang pendengaran, berarti makin baik pendengarannya. Nilai ambang batas pendengaran berpengaruh terhadap kebisingan baik bersifat sementara (fisiologis) atau menetap (patofisiologis).

#### 3. Gangguan pola tidur

Pola tidur sudah merupakan pola alamiah, kondisi istirahat yang berulang secara teratur, penting untuk tubuh normal dan pemeliharaan mental serta kesembuhan. Kebisingan dapat mengganggu tidur dalam hal kelelahan, kontinuitas, dan lama tidur. Berdasarkan penelitian yang ditemukan bahwa presentasi seseorang

bisa terbangun dari tidurnya sebesar 5 % pada tingkat intensitas suara 40 dB(A) dan meningkat sekitar 70 dB(A). Sedangkan pada tingkat intensitas suara 100 dB sampai 120 dB, hampir setiap orang akan terbangun dari tidurnya. Berikut adalah tabel yang menunjukkan lama waktu yang dapat diterima oleh tubuh seseorang berdasarkan intensitasnya.

Tabel 2.3 Tingkat Intensitas dan lama kebisingan yang dapat diterima oleh tubuh

No	Gangguan	Intensitas dB(A)	Lama Waktu
1	Sistem internal tubuh	85	Sewaktu –waktu
2	Ambang pendengaran		
	<i>a. Continuous</i>	80	16 jam
		85	8 jam
		90	4 jam
		95	2 jam
		100	1 jam
		105	30 menit
		110	15 menit
		115	7,5 menit
		>115	Tidak pernah
	<i>b. Impulsif</i>	140	10000 microsec
3	Pola tidur		
	<i>a. Terbangun</i>	55- 60	Sewaktu –waktu
	<i>b. Pergantian jam tidur</i>	35 – 45	Sewaktu –waktu

Sumber :Jain(1981).

#### b. Gangguan psikologis

Gangguan psikologis dapat berupa rasa tidak nyaman, rasa khawatir, kurang konsentrasi, susah tidur, cepat marah. Bila kebisingan dialami dalam waktu yang cukup lama dapat menyebabkan penyakit berupa gastritis, stress, kelelahan. Tiga faktor yang menyebabkan suara dianggap bising secara psikologis yaitu; volume, perkiraan, pengendalian. Jika volume suara semakin keras akan dirasakan semakin mengganggu. Apabila suara bising dapat diperkirakan datangnya secara teratur, gangguan yang ditimbulkan akan lebih kecil dari pada suara yang datang tiba-tiba atau tidak teratur, lain halnya jika suara itu dapat dikendalikan pasti tidak akan mengganggu.

c. Gangguan komunikasi

Kebisingan dapat mengganggu pembicaraan, dimana dalam menangkap dan mengerti apa yang dibicarakan oleh orang lain baik secara langsung ataupun tidak langsung. Gangguan ini dapat menimbulkan terganggunya pekerjaan dan mengakibatkan salah pengertian yang secara tidak langsung dapat menurunkan kualitas dan kuantitas kerja.

Batas maksimal kebisingan dalam ruang kerja sekitar 62 dB, pada level ini pekerja dapat berkomunikasi dalam jarak 2 m. Apabila ruangan sangat bising, pekerja akan dapat mendengar pada jarak sekitar 1 m.

d. Gangguan pendengaran

Gangguan pendengaran adalah gangguan yang paling serius karena dapat menyebabkan ketulian. Pada awalnya bersifat sementara dan akan pulih jika terhindar dari sumber bising, tetapi jika terus menerus di tempat bising akan mengalami hilangnya daya dengar secara menetap. Gangguan pendengaran dibagi menjadi 3 yaitu:

1. *Trauma akustik*, adalah kerusakan pada organ pendengaran seperti pecahnya gendang telinga, rusaknya tulang pendengaran, kerusakan sensorik pendengaran. Kerusakan ini diakibatkan oleh kebisingan yang intensitasnya terlalu tinggi, seperti suara ledakan meriam, mesin pada perusahaan.
2. *Temporary treshold shift*, menurunnya daya dengar selama beberapa menit, beberapa jam atau beberapa hari. Faktor yang mempengaruhi ketulian sementara adalah tingginya intensitas bunyi, lama pemaparan kebisingan, dan kepekaan individu.
3. *Permanent Treshold shift*, menurunnya daya dengar secara menetap. Hal ini diakibatkan oleh pemaparan bunyi yang terus menerus pada intensitas yang tinggi (Soeripto, 1996).

#### e. Gangguan Keseimbangan

Bising yang sangat keras dapat menyebabkan kesan berjalan di ruang angkasa atau melayang yang dapat menimbulkan gangguan fisiologis berupa kepala pusing (vertigo) atau mual – mual.

Berdasarkan pengaruhnya terhadap manusia bising dibagi menjadi tiga, yaitu:

1. *Irritating noise* (bising yang mengganggu), tingkat intensitasnya tidak terlalu keras, misalnya; suara mendengkur.
2. *Masking noise* (bising yang menutupi), merupakan bunyi yang menutupi pendengaran yang jelas. Bunyi ini akan membahayakan keselamatan dan kesehatan pekerja, karena tanda bahaya tenggelam dalam bising sumber lain.
3. *Injurious noise* (Bising yang merusak), merupakan bunyi yang melebihi nilai ambang batas, bunyi ini akan merusak atau menurunkan fungsi pendengaran (Buchari, 2007).

Berdasarkan level intensitas kebisingan dapat mengakibatkan kerusakan yang bertingkat. Kerusakan ini antara lain :

1. Peningkatan ambang dengar pada saat  $> 80$  dB(A), akan menyebabkan kerusakan pendengaran sebagian.
2. Peningkatan ambang dengar antara  $120 - 125$  dB(A), akan menyebabkan gangguan pendengaran sementara.
3. Peningkatan ambang dengar antara  $125 - 140$  dB(A), akan menyebabkan telinga sakit.
4. Peningkatan ambang dengar antara  $< 150$  dB(A), akan menyebabkan kehilangan pendengaran permanen (Moriber, 1974).

## 2.5 Gereja Kristen Jawi Wetan (GKJW) Jember

Gereja Kristen Jawi Wetan (GKJW) merupakan gereja – gereja berbasis daerah di Jawa Timur yang dideklarasikan pada tanggal 11 Desember 1936 di salah satu jemaat Kristen Jawa saat itu, yakni Mojowarno, kabupaten Jombang. Gereja ini

termasuk anggota Persekutuan Gereja-Gereja di Indonesia (PGI) dan Dewan Gereja-Gereja Asia. Saat ini GKJW memiliki anggota sekitar 23.000 jiwa yang terbagi dalam 136 jemaat di sepenjuru Jawa Timur.

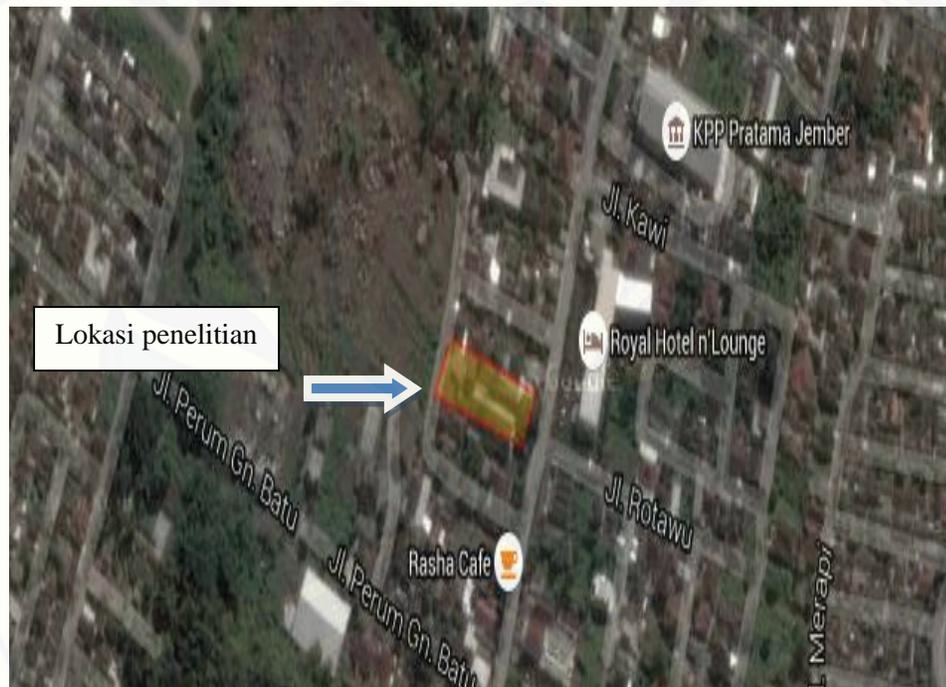
GKJW Jember merupakan salah satu gereja yang telah berdiri di Jember sejak beberapa tahun silam. Gereja ini memiliki dua lokasi gereja yang berbeda yaitu GKJW Jl. Karimata desa Sumbersari Jember dan GKJW Jl. Mawar kecamatan Patrang Jember. GKJW Jl. Karimata memiliki luas bangunan sebesar  $36 \times 20 \text{ m}^2$  sedangkan GKJW Jl. Mawar memiliki luas sebesar  $10 \times 16 \text{ m}^2$ . Material utama yang ada dalam gereja ini adalah bata plester (pada dinding dan lantai) serta kayu (pada rangka atap dan perabotan). Pada elemen dinding, lantai dan partisi menggunakan material datar, keras dan licin berupa bata plaster, lantai ubin dan partisi berupa multipleks yang *difinishing* dengan batu paras yang juga berfungsi sebagai pemantul (*diffuser*).

## BAB 3. METODE PENELITIAN

### 3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

#### 3.1.1 Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Gereja Kristen Jawi Wetan (GKJW) di kota Jember yaitu, GKJW Jl. Karimata dan GKJW Jl. Mawar Jember. Berikut ini adalah gambar peta lokasi dari GKJW Jl. Karimata dan GKJW Jl. Mawar Jember.



Gambar 3.1 Peta Lokasi GKJW Karimata Jember (sumber: googlemap.com)



Gambar 3.2 Peta Lokasi GKJW Jl. Mawar Jember (sumber: googlemap.com)



Gambar 3.3 Bangunan Gereja GKJW Jl. Karimata dan Jl. Mawar Jember

### 3.1.2 Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Februari - Juni 2016. Kegiatan ini meliputi observasi, pengukuran kualitas akustik di tempat ibadah, penghitungan data yang telah diperoleh, studi pustaka dan analisis hasil perhitungan.

### 3.2 Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang akan digunakan selama penelitian adalah :

1. Sumber bunyi berupa *loudspeaker*, alat musik gereja, dan jemaat yang hadir.
2. Lembar data, untuk mencatat hasil pengukuran kebisingan.
3. *Kamera*, digunakan untuk mengambil gambar lokasi penelitian.
4. *Stopwatch*, digunakan untuk mengukur interval waktu yang ditentukan dalam pengambilan data.



Gambar 3.4 *Stopwatch* (sumber: <http://www.brannan.co.uk/>)

5. *Sound Level Meter* tipe AZ8922, digunakan untuk mengukur taraf intensitas bunyi pada gedung kebaktian gereja.

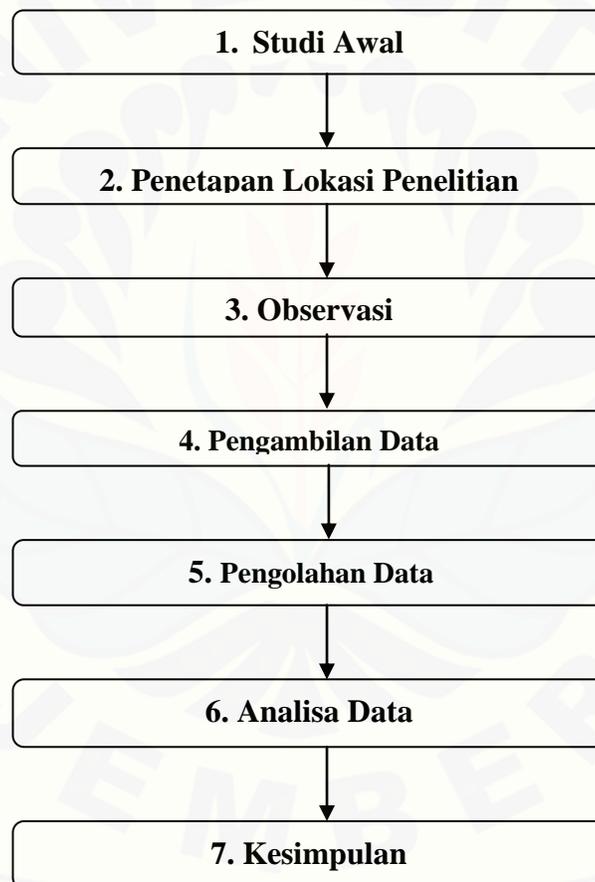


Gambar 3.5 *Sound Level Meter* (sumber: dokumentasi pribadi, 2016)

6. Alat tulis dan komputer

### 3.3 Alur Penelitian

Kegiatan penelitian yang akan dilakukan terdiri dari beberapa tahapan penelitian meliputi tahap studi awal, penetapan lokasi penelitian, observasi, pengambilan data, pengolahan data, analisa data dan kesimpulan. Rancangan kegiatan penelitian di atas dapat digambarkan melalui diagram alir penelitian sebagai berikut :



Gambar 3.6 Diagram alur penelitian

### 3.3.1 Studi Awal

Tahapan studi awal dilakukan untuk mengumpulkan informasi dan referensi untuk dipelajari sebagai bahan literatur yang berkaitan dengan judul penelitian.

### 3.3.2 Penetapan Lokasi Penelitian

Penetapan lokasi penelitian dilakukan untuk mengetahui tempat-tempat yang dianggap memiliki taraf intensitas bunyi yang tinggi. Lokasi tersebut dianggap sebagai tempat yang dapat menimbulkan kebisingan yang mengganggu sehingga perlu diadakan penelitian. Dalam hal ini, peneliti menetapkan gedung kebaktian gereja GKJW Jember sebagai lokasi penelitian.

### 3.3.3 Observasi

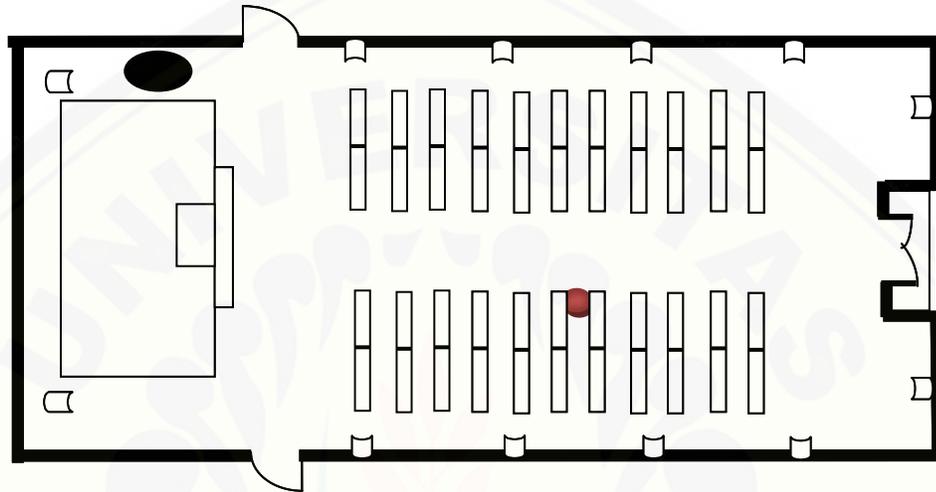
Tahap observasi dimaksudkan untuk melakukan pengamatan langsung pada lokasi penelitian serta mengidentifikasi bagaimana kondisi ruangan kebaktian gereja. Sehingga dapat menentukan titik pengambilan data serta kapan waktu pengambilan data berlangsung.

### 3.3.4 Pengambilan Data

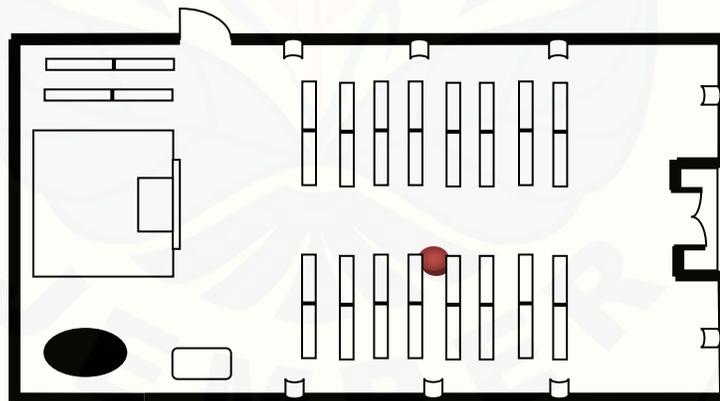
Pengambilan data dilakukan dengan pengukuran dan pencatatan langsung secara sistematis terhadap hal-hal yang berhubungan langsung dengan kualitas akustik bangunan pada tempat penelitian. Langkah-langkah pengambilan data ini dilakukan dengan mengukur tingkat tekanan bunyi sesaat dB (A) selama 10 menit untuk setiap pengukuran dan pembacaan hasil dilakukan setiap 1 menit. Sehingga didapatkan 10 data dalam setiap pengukuran 10 menit. Pengambilan data tingkat kebisingan ini dilakukan selama 1 jam pada saat proses peribadatan berlangsung. Pengambilan data dilaksanakan pada hari minggu dan dibagi dalam tiga waktu pengukuran yaitu di GKJW Jl. Karimata pada pagi hari pukul 06.30 – 07.30 WIB dan pada siang hari

pukul 09.00 – 10.00 WIB. Kemudian di GKJW Jl. Mawar pada sore hari pukul 17.00 – 18.00 WIB.

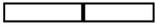
Lebih jelasnya untuk pengukuran tingkat kebisingan pada dua lokasi penelitian, dapat dilihat pada denah di bawah ini :



Gambar 3.7 Denah lokasi GKJW Jl. Karimata Jember



Gambar 3.8 Denah lokasi GKJW Jl. Mawar Jember

- Keterangan :
-  = *speaker*
  -  = alat music gereja
  -  = tempat duduk jemaat
  -  = posisi Sound Level Meter

Berikut langkah-langkah yang dilakukan pada saat pengambilan data:

1. Menyiapkan semua alat kelengkapan alat-alat tulis dan lembar data, yang digunakan untuk pencatatan data.
2. Menyiapkan alat ukur *sound level meter* yakni dengan memasang baterai pada tempatnya, baterai dicek, dilakukan kalibrasi dan mengatur selektor untuk menentukan *fast* atau *slow*, dimana *fast* untuk mengukur suara kontinyu dan *slow* untuk mengukur suara tidak kontinyu.
3. Meletakkan mikrofon *sound level meter* setinggi lebih kurang 1 meter di atas permukaan tanah, menghadap sumber suara pada titik pengukuran yang telah ditentukan.
4. Melakukan pengukuran, membaca, dan mencatat hasil pengukuran pada format yang telah dibuat pada lokasi penelitian.

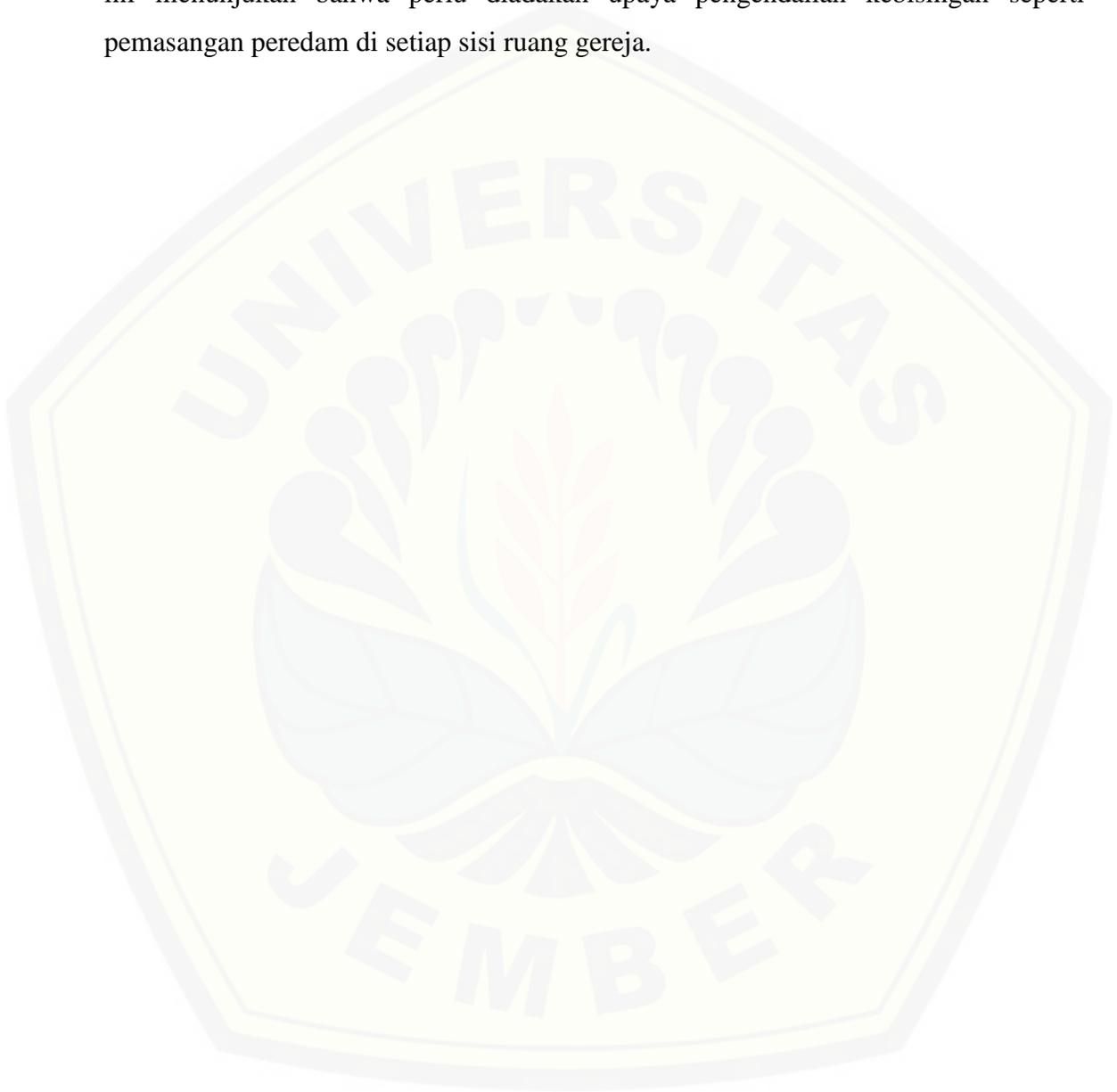
#### 3.3.5 Pengolahan data

Teknik analisis data penelitian dilakukan secara deskriptif melalui statistika deskriptif, yaitu statistik yang digunakan untuk menganalisis data dengan cara mendeskripsikan atau menggambarkan data yang telah terkumpul sebagaimana adanya tanpa bermaksud membuat generalisasi hasil penelitian. Termasuk dalam teknik analisis data statistik deskriptif antara lain penyajian data melalui tabel dan grafik. Hasil yang diperoleh dari pengukuran tingkat kebisingan selanjutnya ditabelkan, kemudian dibuat grafik masing-masing. Langkah ini digunakan untuk mengetahui besar nilai distribusi tingkat tekanan bunyi ruangan secara keseluruhan.

#### 3.3.6 Analisa Data

Hasil pengukuran intensitas bunyi yang telah diperoleh dibuat grafik kemudian dianalisis dan dibandingkan dengan baku tingkat kebisingan PERMENLH no.48 tahun 1996. Dimana nilai ambang batas kebisingan yang telah ditetapkan oleh pemerintah untuk daerah tempat ibadah sebesar 55 dB (A). Jika

hasil pengukuran kurang dari 55 dB (A) maka disimpulkan sebagai daerah yang aman bagi pendengar, namun jika hasil pengukuran melebihi 55 dB (A), maka hal ini menunjukkan bahwa perlu diadakan upaya pengendalian kebisingan seperti pemasangan peredam di setiap sisi ruang gereja.



## BAB 5. PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengukuran dan analisis yang telah dilakukan pada Gereja Kristen Jawi Wetan Jember, diperoleh beberapa kesimpulan mengenai distribusi tingkat akustik pada kedua gereja tersebut. Nilai tingkat kebisingan tertinggi yang didapatkan pada pengukuran ibadah pagi pukul 06.30-07.30 WIB sebesar 99.4 dB, siang pada pukul 09.00 - 10.00 sebesar 98.3 dB, dan ibadah sore pada pukul 17.00 – 18.00 WIB sebesar 98.3 dB. Berdasarkan data yang telah diperoleh dari hasil pengukuran, nilai tingkat kebisingan yang terukur dari Gereja Kristen Jawi Wetan Jember berada di atas syarat bising yang telah ditentukan oleh PERMENLH no.48 tahun 1996 tentang tingkat kebisingan pada tempat ibadah sebesar 55 dB. Tingkat kebisingan maksimal pada bangunan Gereja Kristen Jawi Wetan Jember terjadi pada saat ibadah pagi pukul (06.30 – 07.30) WIB dengan nilai tingkat kebisingan yang dihasilkan sebesar 99.4 dB.

### 5.2 Saran

Saran yang dapat disampaikan berdasarkan kondisi yang terjadi pada Gereja Kristen Jawi Wetan Jember, yaitu perlu dilakukan penanganan pengurangan kebisingan dengan cara menutup semua celah pada pintu dan jendela ketika kegiatan ibadah berlangsung dan memberikan peredam suara di setiap dinding gereja guna mereduksi kebisingan dari pada masing-masing gereja. Demikian pula perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan melihat parameter lain untuk mengetahui pengaruh kebisingan pada jemaat gereja agar dapat dijadikan sebagai jalan keluar penanganan dampak kebisingan. Penelitian selanjutnya dapat juga dilakukan pada tempat ibadah lain guna membandingkan kualitas akustik berdasarkan bentuk dari bangunan-bangunan tempat ibadah.

DAFTAR PUSTAKA

- Alonso, M., dan Fin, E. J. 1994. *Dasar-Dasar Fisika Universitas Edisi kedua (Medan dan Gelombang)*. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Bell, A. 1996. *Noise : An Occupational Hazard and Public Nuisanc, WHO*. Genewa: Switzerland.
- Confer, R.G and Confer T.R. 1994. *Occupational Health and safety:Term, Defenitions and Abbreviations*. USA: Lewis Publisher.
- Doelle,L.L. 1972. *Akustika Lingkungan*. Jakarta: Erlangga.
- Giancoli. 2001. *Fisika*. Jakarta : Erlangga.
- Harris, M.C. 1979. *Handbook of Acoustical Measurements and Noise Control*.J.Acourt.Soc.Am.
- Hendra, S. 2013. *Pengenalan Akustik*. ISI, Denpasar.
- Mansyur, M. 2003. *Dampak Kebisingan Terhadap Kesehatan*. Yogyakarta: Job Training Petugas Pengawasan Kebisingan.
- Moriber, G. 1974. *Environmental science*. Boston: Allyn and Bacon, Inc.
- Parkin, P.H., dan H,R, Humphreys. 1958. *Acoustics, Noiser, and Buildings*. Frederick A. Praeger, Inc., New York.
- Prasetio, L. 1985. *Akustik Lingkungan*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Prasetio, L., Setiawan, S., dan Hien, T. K. 1992. *Mengerti Fisika Gelombang*. Yogyakarta: Penerbit ANDI Offset.
- Resnick dan Halliday. 1992. *Fisika*. Jakarta : Erlangga.
- Sarwono, J. 2008. *Fenomena Akustik dalam Ruangan Tertutup*. [http://jokosarwono.wordpress.com/tag/akustikaruangan/ Fenomena Akustik dalam Ruangan Tertutup/](http://jokosarwono.wordpress.com/tag/akustikaruangan/Fenomena%20Akustik%20dalam%20Ruangan%20Tertutup/) . Diakses pada 15 Mei 2016

- Sasongko D.P. 2000, *Kebisingan Lingkungan*. Semarang: Badan Penerbit Universitas Diponegoro.
- Satwiko, P. 2004. *Fisika Bangunan 2 (edisi 1)*. Yogyakarta: Penerbit ANDI.
- Satwiko, P. 2005. *Fisika Bangunan 1 (edisi 2)*. Yogyakarta: Penerbit ANDI.
- Setyadhani, R.T. 2011. *Noise and Silencer Material* .diakses pada 28 Mei 2016. <http://nanudz.uns.ac.id/2011/09/16/noise-and-silencer-material/>. Diakses pada 15 Mei 2016
- Soedjojo, P. 1986. *Azas-Azas Ilmu Fisika Jilid 1 (Fisika Mekanis dan Termodinamika)*. Yogyakarta: FMIPA. Universitas Gajah Mada Press.
- Soedjojo, P. 2004. *Fisika Dasar*. Yogyakarta: Penerbit ANDI.
- Soeripto. 1996. *Berbagai Penyakit yang ditimbulkan Akibat Kerja*. Jakarta: Erlangga.
- Suharsono, H. 1991. *Dampak pada Udara dan Kebisingan. Bahan Kuliah kursus AMDAL*. Bogor: PPLH- IPB.
- Tambunan, S. 2005. *Kebisingan Di Tempat Kerja*. Yogyakarta: Andi.
- Wahyu, A. 2003. *Higiene Perusahaan*. Makasar: FKM Universitas Hasanuddin.
- Wardhana, W.A. 2001. *Dampak Pencemaran Lingkungan*. Yogyakarta: Andi.
- Wilson, Charles E. 1989. *Noise control: measurement, analysis and control of sound and vibration*. New york, USA: Hsrpe & Row Publisher, Ine.
- Wiyadi, M.S. 1987. *Pemeliharaan Pendengaran di Industri.Litb./U.P.F. Ilmu Penyakit Telinga, Hidung dan Tenggorokan*. Surabaya: Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga/RSUD Dr.Soetomo.  
[terhubungberkala].[http://www.kalbe.co.id/file/edk/files/10\\_Pemeliharaan Pendengaran di Industri.pdf](http://www.kalbe.co.id/file/edk/files/10_Pemeliharaan_Pendengaran_di_Industri.pdf)/10\_ Pemeliharaan Pendengaran di Industri.html [15 Mei 2016].
- Zeamansky, M., dan Sears, F. W. 1999. *Fisika Untuk Universitas 1 (Mekanika, Panas, dan Bunyi)*. Jakarta: Penerbit Trimitra Mandiri.