

**ANALISIS TINGKAT KEBISINGAN BERDASARKAN JENIS
MASKAPAI PESAWAT PADA KONDISI MODE *IDLE* DAN *GROUND*
TIME DI AREA *APRON* BANDAR UDARA RADIN INTEN II**

(Skripsi)

Oleh

Tri Aprilia Sari



**JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2025**

ABSTRAK

ANALISIS TINGKAT KEBISINGAN BERDASARKAN JENIS MASKAPAI PESAWAT PADA KONDISI MODE *IDLE* DAN *GROUND TIME* DI AREA *APRON* BANDAR UDARA RADIN INTEN II

Oleh

Tri Aprilia Sari

Kebisingan pesawat di area apron bandara merupakan salah satu faktor risiko kesehatan kerja yang signifikan, terutama bagi pekerja bandara yang terpapar secara langsung. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis tingkat kebisingan berdasarkan jenis maskapai pesawat pada dua kondisi operasi, yaitu mode *idle* dan *ground time*, di apron Bandar Udara Radin Inten II. Pengukuran tingkat kebisingan dilakukan pada enam maskapai penerbangan, yaitu Air Asia, Batik Air, Citilink, Super Air Jet, Lion Air, dan Garuda Indonesia, dengan tipe pesawat Airbus 320, Boeing 738, dan Boeing 739. Parameter kebisingan yang diukur meliputi nilai rata-rata (L_{Aeq}), maksimum (L_{max}), dan minimum (L_{min}) dalam satuan dB(A). Hasil penelitian menunjukkan bahwa seluruh nilai L_{Aeq} pada kondisi mode *idle* melebihi ambang batas kebisingan yang direkomendasikan untuk lingkungan kerja, dengan nilai tertinggi tercatat pada maskapai Air Asia sebesar 101,8 dB(A) dan terendah pada Batik Air sebesar 99,1 dB(A). Pada kondisi *ground time* didapatkan hasil pengukuran menunjukkan bahwa titik pengukuran di sekitar APU dan mesin (Titik 5–7) mencatat tingkat kebisingan tertinggi L_{Aeq} sebesar 95–101,4 dB(A). Maskapai Lion Air (Boeing 739) mencapai puncak kebisingan 101,4 dB(A), sedangkan Super Air Jet (Airbus A320) mencatat 100,4 dB(A). Variasi tingkat kebisingan antar maskapai dipengaruhi oleh tipe pesawat dan karakteristik mesin yang digunakan. Temuan ini menegaskan perlunya pengendalian kebisingan dan penggunaan alat pelindung diri secara konsisten untuk melindungi kesehatan pekerja di lingkungan apron bandara.

Kata Kunci : *Ground time*, Kebisingan, Mode *idle*.

ABSTRACT

ANALYSIS OF NOISE LEVELS BASED ON AIRLINE TYPES DURING IDLE MODE AND GROUND TIME CONDITIONS AT THE APRON AREA OF RADIN INTEN II AIRPORT

By

Tri Aprilia Sari

Aircraft noise in the airport apron area is a significant occupational health risk factor, especially for airport workers who are directly exposed. This study aims to analyze noise levels based on airline type under two operational conditions, namely idle mode and ground time, at the apron of Radin Inten II Airport. Noise measurements were conducted on six airlines: Air Asia, Batik Air, Citilink, Super Air Jet, Lion Air, and Garuda Indonesia, with aircraft types including Airbus 320, Boeing 738, and Boeing 739. The measured noise parameters included average value (L_{Aeq}), maximum (L_{max}), and minimum (L_{min}) levels, all expressed in dB(A). The results show that all L_{Aeq} values in idle mode conditions exceed the recommended occupational noise threshold, with the highest value recorded by Air Asia at 101.8 dB(A) and the lowest by Batik Air at 99.1 dB(A). Under ground time conditions, measurements indicate that points around the APU and engine (Points 5–7) recorded the highest L_{Aeq} levels, ranging from 95 to 101.4 dB(A). Lion Air (Boeing 739) reached a peak noise level of 101.4 dB(A), while Super Air Jet (Airbus A320) recorded 100.4 dB(A). Variations in noise levels among airlines are influenced by aircraft type and engine characteristics. These findings underscore the necessity for effective noise control and consistent use of personal protective equipment to safeguard worker health in the airport apron environment.

Keywords : *Ground time, Idle mode, Noise*

**ANALISIS TINGKAT KEBISINGAN BERDASARKAN JENIS
MASKAPAI PESAWAT PADA KONDISI MODE *IDLE* DAN *GROUND*
TIME DI AREA *APRON* BANDAR UDARA RADIN INTEN II**

Oleh

TRI APRILIA SARI

Skripsi

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA SAINS

Pada

**Jurusan Fisika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Lampung**



**JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMPUNG
2025**

Judul Skripsi

: **Analisis Tingkat Kebisingan Berdasarkan Jenis Maskapai Pesawat Pada Kondisi Mode *Idle* Dan *Ground Time* di Area *Apron* Bandar Udara Radin Inten II**

Nama Mahasiswa

: Tri Aprilia Sari

Nomor Pokok Mahasiswa

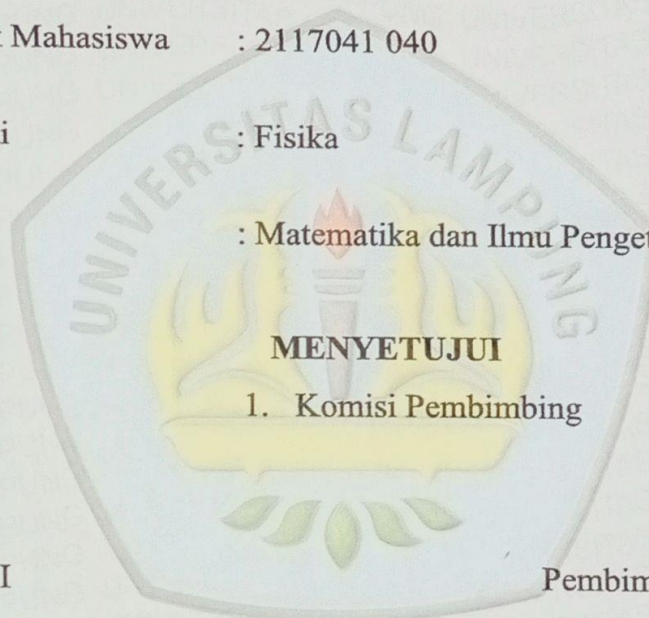
: 2117041 040

Program Studi

: Fisika

Fakultas

: Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



Pembimbing I

Pembimbing II

Drs. Pulung Karo Karo, M.Si
NIP. 196107231986031003

Drs. Amir Supriyanto, M.Si
NIP. 196504071991111001

2. Ketua Jurusan Fisika FMIPA

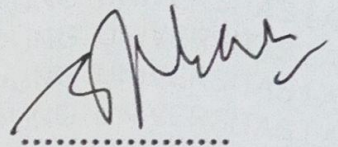
Arif Surtono, S.Si., M.Si., M.Eng
NIP. 1971090920001210011

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

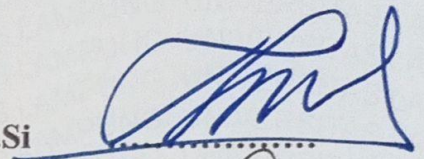
Ketua

: Drs. Pulung Karo Karo, M.Si



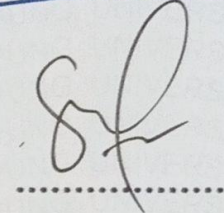
Sekretaris

: Drs. Amir Supriyanto, M.Si



Penguji

Bukan Pembimbing : Dr. Yanti Yulianti, S.Si., M.Si



2. Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



Dr. Eng. Heri Satria, S.Si., M.Si.
NIP. 197110012005011002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 19 Juni 2025

PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Tri Aprilia Sari
Nomor Pokok Mahasiswa : 2117041040
Jurusan : Fisika
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Perguruan Tinggi : Universitas Lampung

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa skripsi saya dengan judul “**Analisis Tingkat Kebisingan Berdasarkan Jenis Maskapai Pesawat Pada Kondisi Mode Idle Dan Ground Time di Area Apron Bandar Udara Radin Inten II**” adalah hasil karya saya sendiri. Semua sumber data dan referensi yang digunakan dalam penulisan skripsi ini telah disebutkan dengan benar sesuai dengan kaidah akademik. Saya juga menyatakan bahwa skripsi ini belum pernah diajukan sebelumnya untuk memperoleh gelar akademik di universitas atau institusi manapun.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan penuh kesadaran untuk dapat digunakan sebagaimana mestinya.

Bandar Lampung, 19 Juni 2025



Tri Aprilia Sari
NPM. 2117041040

RIWAYAT HIDUP



Tri Aprillia Sari lahir di Sri Pendowo pada tanggal 25 April 2003. Penulis merupakan anak ketiga dari 4 bersaudara dari pasangan Bapak Ahmad Zainuri dan Ibu Kasiyati. Penulis menyelesaikan pendidikan di TK Satu Atap pada tahun 2009, SD N 1 Sri Pendowo pada tahun 2015, SMP N 1 Ketapang 2018, dan SMA N 1 Ketapang pada tahun 2021. Penulis masuk sebagai mahasiswa di Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung melalui jalur SBMPTN tahun 2021.

Selama menempuh pendidikan di Universitas Lampung, penulis aktif tergabung dalam organisasi Himpunan Mahasiswa Fisika (HIMAFI) FMIPA Universitas Lampung sebagai anggota Biro Kesekretariatan dan Rumah Tangga tahun 2022, dan menjadi Sekretaris Umum HIMAFI FMIPA Universitas Lampung tahun 2023.

Penulis melaksanakan Praktik Kerja Lapangan (PKL) di Instalasi Pengolahan Limbah Radioaktif Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN), Serpong, Tangerang dengan judul “Penerapan HIRADC Dalam Penentuan Risiko Kegiatan Pengukuran Kebisingan dan Pengolahan Limbah Radioaktif Pada Instalasi Pengelolaan Limbah Radioaktif- BRIN Serpong”. Kegiatan pengabdian kepada masyarakat penuh penulis ikuti dalam program Kuliah Kerja Nyata (KKN) Universitas Lampung pada tahun 2024 di Braja Harjosari, Kecamatan Braja Selehah, Lampung Timur. Penulis melaksanakan penelitian untuk menyusun skripsi dengan judul **“Analisis Tingkat Kebisingan Berdasarkan Jenis Maskapai Pesawat Pada Kondisi Mode Idle dan Ground Time di Apron Bandar Udara Radin Inten II”**, di bawah bimbingan Bapak Drs. Pulung Karo Karo, M.Si. dan Bapak Drs. Amir Supriyanto, M.Si.

MOTTO

“Percayalah 90% kekhawatiran kamu tidak akan pernah terjadi”

-Tri Aprilia Sari

“Sesungguhnya Allah tidak akan mengubah nasib suatu kaum hingga mereka mengubah diri mereka sendiri”

-QS. Ar-Ra’ad:11

“Jangan menunggu. Waktu tidak akan pernah tepat”

-Napoleon Hill

PERSEMBAHAN

Dengan penuh rasa syukur kepada Allah SWT, kupersembahkan skripsi ini kepada:

Kedua Orang Tuaku

Bapak Ahmad Zainuri dan Ibu Kasiyati

Pahlawan hidupku yang dengan cinta, doa, dan pengorbanannya menjadi cahaya di setiap langkahku, yang menjadi penguat dan penyemangat dalam setiap perjalanan ini. Tanpa kalian, aku bukan apa-apa.

Kakakku

Heri Setiawan dan Edi Zunaidi

yang selalu mendukung dengan kasih sayang dan motivasi.

Adikku

Achmad Saifudin

Yang telah memberikan dukungan dan doa terbaiknya.

Jurusan Fisika FMIPA UNILA

Telah memberikan bekal ilmu, nasihat, dan bimbingannya kepadaku

Almamater Tercinta

UNIVERSITAS LAMPUNG

KATA PENGANTAR

Puji Syukur kehadiran Allah SWT, Tuhan Yang Maha Esa sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “**Analisis Tingkat Kebisingan Berdasarkan Jenis Maskapai Pesawat Pada Kondisi Mode Idle dan Ground Time di Apron Bandar Udara Radin Inten II**”. Dengan segala kerendahan hati, penulis menyadari bahwa penyusunan skripsi ini masih terdapat kesalahan dan masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran yang bersifat membangun penulis harapkan untuk memperbaiki skripsi ini. Semoga skripsi ini bermanfaat bukan hanya untuk penulis, tapi juga untuk para pembaca.

Bandar Lampung, 19 Juni 2025

Penulis,



Tri Aprilia Sari
NPM. 2117041040

SANWACANA

Segala puji syukur ke hadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, taufik, dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul:

“Analisis Tingkat Kebisingan Berdasarkan Jenis Maskapai Pesawat Pada Kondisi Mode Idle dan Ground Time di Apron Bandar Udara Radin Inten II”.

Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Fisika di Universitas Lampung. Proses penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari dukungan, bimbingan, dan motivasi dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Orang tua ku tercinta, Bapak Ahmad Zainuri dan Ibu Kasiyati yang senantiasa memberikan doa, kasih sayang, dan pengorbanan tanpa batas. Setiap tetes keringat dan kerja keras Bapak/Ibu menjadi penyemangat terbesar bagi penulis untuk terus belajar dan menyelesaikan studi ini.
2. Bapak Drs. Pulung Karo Karo, M.Si., selaku Dosen Pembimbing I atas kesabaran, bimbingan, serta kritik konstruktif yang diberikan selama proses penelitian hingga penyelesaian skripsi ini.
3. Bapak Drs. Amir Supriyanto, M.Si., selaku Dosen Pembimbing II yang telah membimbing, memberikn ilmu, motivasi dan arahan dalam proses penyusunan skripsi.
4. Ibu Dr. Yanti Yulianti, S.Si., M.Si., selaku Dosen Pembahas yang telah memberikan arahan, kritik, serta masukan berharga dalam penyelesaian penyusunan skripsi.
5. Seluruh dosen Fisika FMIPA Universitas Lampung yang telah memberikan ilmu pengetahuan dan pengalaman berharga selama penulis menempuh studi.
6. Bapak Khaerul Assidiqi, selaku Genaral Manager Bandara Radin Inten II yang telah mengizinkan penulis untuk melaksanakan penelitian.
7. Bapak Eng.Heri Saria, S.Si., M.Si., selaku Dekan FMIPA Univeritas Lampung.

8. Bapak Arif Surtono, S.Si.,M.Eng., selaku ketua jurusan Fisika FMIPA Universitas Lampung.
9. Ibu Suprihatin, S.Si., M.Si., selaku pembimbing akademik yang telah membimbing penulis selama berkuliah dan menjadi mahasiswa di Universitas Lampung.
10. Staff AMC Bandar Udara Radin Inten II yang telah membantu, mengarahkan dan menemani penulis melaksanakan penelitian.
11. Staff Administrasi Jurusan Fisika yang telah membantu penulis dalam mengurus administrasi selama menempuh pendidikan S1.
12. Kakak/adikku tersayang, Heri Setiawan Edi Zunaidi, dan Achmad Saifudin yang telah memberikan dukungan, canda tawa, dan kesabaran mendengar keluh kesah penulis selama masa penyusunan skripsi.
13. Mbah Gede dan Mbah Ilik yang senantiasa mendoakan penulis, memberikan motivasi yang berharga selama hidup serta dukungan membuat penulis menjadi lebih semangat dalam menjalani kuliah.
14. Om Acoi, Bibi Darwiah, dan Anggun Mayang Sari yang telah banyak sekali memberikan masukan dan bimbingan kepada penulis selama menempuh pendidikan S1 sebagai Mahasiswa Fisika FMIPA Universitas Lampung.
15. Krisna Kusuma, seseorang yang sangat penulis syukuri telah hadir dalam hidup penulis. Sebagaimana telah memberikan dukungan dan kasih sayang yang diberikan kepada penulis. Terima kasih karena rela menemani, menguatkan, dan menjadi pendengar setia setiap kali penulis merasa lelah, serta mengingatkan untuk tetap istirahat di tengah padatnya jadwal.
16. Sahabat-sahabatku Wanda Khamidah, Intan Permata, Wulan Devita Setianingrum, Vika Aprianti, dan Anisatul Mahmudah, yang selalu menyemangati, membantu, atau sekadar menemani bermain untuk melepas penat. Kalian adalah 'keluarga' kedua bagi penulis.
17. Teman-teman seperjuanganku di Organisasi Etyka Dwi Mayang, Eli Ratna Sari, Melisa Bitha, Safira Berliananda Budi, Alisa Anggis, Yesha Argeta, Sabrina Adinda PW, Dina Afrilia, Siti Nina Karnia, Avino Arya B, Brilliant Naufal F, Dias Aditia S, Bagus Saputra, Nur Fajar Sidik, Zulvikar, Fathan Khanifadin dan Galipat Wijaya atas kebersamaan, diskusi, dan semangat yang tak pernah padam selama masa studi.

18. Serta teman-teman Fisika angkatan 2021.

Semoga Allah SWT membalas semua kebaikan pihak yang telah membantu dengan balasan yang berlipat ganda.

Bandar Lampung, 19 Juni 2025

Penulis,

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Tri Aprilia Sari', written over the printed name.

Tri Aprilia Sari

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK	ii
ABSTRACT	iii
COVER DALAM	iv
HALAMAN PERSETUJUAN	v
LEMBAR PENGESAHAN	vi
PERNYATAAN.....	vii
RIWAYAT HIDUP	viii
MOTTO	ix
PERSEMBAHAN.....	x
KATA PENGANTAR.....	xi
SANWACANA	xii
DAFTAR ISI.....	xv
DAFTAR GAMBAR.....	xviii
DAFTAR TABEL	xx
 I. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.5 Batasan Masalah.....	5

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1	Penelitian Terkait.....	6
2.2	Gelombang Bunyi.....	8
2.3	Intensitas dan Level Bunyi	11
2.4	Kebisingan	12
2.5	Potensi Kebisingan	14
2.6	Dampak Kebisingan Terhadap Kesehatan.....	17
2.7	<i>Sound Level Meter</i> (SLM)	19
2.8	Pesawat Mode <i>Ground Idle</i>	21
2.9	<i>Ground Time</i>	21
2.10	<i>Apron</i>	22
2.11	Kesehatan dan Keselamatan Kerja.....	24

III. METODE PENELITIAN

3.1	Waktu dan Tempat Penelitian	27
3.2	Alat dan Bahan Penelitian	27
3.3	Prosedur Penelitian	28
3.3.1	Pengukuran Kebisingan Pesawat Mode <i>Ground Idle</i>	28
3.3.2	Pengukuran Kebisingan Pesawat saat Pesawat Menggunakan <i>Auxiliary Power Unit</i> (APU)	29
3.4	Diagram Alir.....	33

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1	Tingkat Kebisingan Pesawat pada Kondisi Mode <i>Idle</i> di Area Apron Bandar Udara Radin Inten II	34
4.2	Tingkat Kebisingan Pesawat pada Kondisi Mode <i>Ground Time</i> di Area Apron Bandar Udara Radin Inten II	38
4.2.1	Tingkat Kebisingan Pesawat Maskapai Super Air Jet.....	39
4.2.2	Tingkat Kebisingan Pesawat Maskapai Citilink.....	42
4.2.3	Tingkat Kebisingan Pesawat Maskapai Air Asia	44
4.2.4	Tingkat Kebisingan Pesawat Maskapai Batik Air.....	46
4.2.5	Tingkat Kebisingan Pesawat Maskapai Lion Air	49
4.2.6	Tingkat Kebisingan Pesawat Maskapai Garuda Indonesia.....	51
4.2.7	Perbandingan Tingkat Kebisingan pada Setiap Titik	54
4.2.7.1	Tingkat Kebisingan Pada Titik 1.....	54
4.2.7.2	Tingkat Kebisingan Pada Titik 2.....	55
4.2.7.3	Tingkat Kebisingan Pada Titik 3.....	56
4.2.7.4	Tingkat Kebisingan Pada Titik 4.....	57
4.2.7.5	Tingkat Kebisingan Pada Titik 5.....	58
4.2.7.6	Tingkat Kebisingan Pada Titik 6.....	59
4.2.7.7	Tingkat Kebisingan Pada Titik 7.....	60
4.2.7.8	Tingkat Kebisingan Pada Titik 8.....	61

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1	Simpulan.....	63
5.2	Saran	64

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Contoh gelombang transversal (a) dan gelombang longitudinal (b)	8
2. Gelombang Suara.....	11
3. <i>Sound Level Meter</i> (SLM).....	20
4. Titik Pengukuran Tingkat Kebisingan Pesawat Mode <i>Idle</i>	28
5. Titik Pengukuran Tingkat Kebisingan Pesawat <i>Ground Time</i>	30
6. Diagram Alir	33
7. Grafik Tingkat Kebisingan Berdasarkan Jenis Maskapai saat <i>Idle</i>	37
8. Sumber Kebisingan <i>Engine</i> Pesawat Grafik L_{Aeq} , L_{max} , dan L_{min} Maskapai Super Air Jet (Tipe Pesawat Airbus 320 dengan nomor registrasi PK-SAF) 41	
9. Grafik L_{Aeq} , L_{max} , dan L_{min} Maskapai Citilink (Tipe Pesawat Airbus 320 dengan nomor registrasi PK-GQK)	43
10. Grafik L_{Aeq} , L_{max} , dan L_{min} Maskapai Air Asia (Tipe Pesawat Airbus 320 dengan nomor registrasi PK-AXT).....	46
11. Grafik L_{Aeq} , L_{max} , dan L_{min} Maskapai Batik Air (Tipe Pesawat Airbus 320 dengan nomor registrasi PK-LUK).....	48
12. Grafik L_{Aeq} , L_{max} , dan L_{min} Maskapai Super Air Jet (Tipe Pesawat Airbus 320 dengan nomor registrasi PK-SAF).....	51
13. Grafik L_{Aeq} , L_{max} , dan L_{min} Maskapai Garuda Indonesia (Tipe Pesawat 738 dengan nomor registrasi PK-GFG)	54
14. Grafik Nilai L_{Aeq} Titik 1 Pesawat <i>Ground Time</i> dari Berbagai Maskapai ...	55
15. Grafik Nilai L_{Aeq} Titik 1 Pesawat <i>Ground Time</i> dari Berbagai Maskapai ...	56
16. Grafik Nilai L_{Aeq} Titik 1 Pesawat <i>Ground Time</i> dari Berbagai Maskapai ...	57
17. Grafik Nilai L_{Aeq} Titik 2 Pesawat <i>Ground Time</i> dari Berbagai Maskapai ...	58
18. Grafik Nilai L_{Aeq} Titik 3 Pesawat <i>Ground Time</i> dari Berbagai Maskapai ...	59

19. Grafik Nilai L_{Aeq} Titik 4 Pesawat <i>Ground Time</i> dari Berbagai Maskapai ...	60
20. Grafik Nilai L_{Aeq} Titik 5 Pesawat <i>Ground Time</i> dari Berbagai Maskapai ...	61
21. Grafik Nilai L_{Aeq} Titik 6 Pesawat <i>Ground Time</i> dari Berbagai Maskapai ...	62
22. Sumber Kebisingan APU	63
23. Sumber Kebisingan <i>Belt Conveyor Loader</i>	64
24. Sumber Kebisingan Mesin Pesawat.....	65

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Kelajuan Bunyi Beberapa Medium.....	10
2. Nilai Ambang Batas Kebisingan Di Tempat Kerja.....	13
3. Tingkat (dB(A)) Kebisingan Terhadap Kesehatan	14
4. <i>Noise Level</i> (dB) untuk Tipe-tipe Permesinan	16
5. Alat dan Bahan.....	27
6. Maskapai Pesawat yang Beroperasi di Bandar Udara Radin Inten II.	29
7. Titik Pengukuran Kebisingan Pesawat pada Kondisi <i>Ground Time</i>	30
8. Tipe dan Nomor Registrasi Pesawat pada Pengukuran Tingkat Kebisingan saat Kondisi Mode <i>Idle</i>	34
9. Nilai L_{max} , dan L_{min} Berdasarkan Jenis Maskapai Pesawat Pada Saat Kondisi Mode <i>Idle</i>	35
10. Nilai L_{Aeq} Berdasarkan Jenis Maskapai Pesawat Pada Saat Kondisi Mode <i>Idle</i>	36
11. Tabel Tipe dan Nomor Registrasi Pesawat pada Pengukuran Tingkat Kebisingan dengan Kondisi <i>Ground Time</i>	39
12. Nilai L_{max} , dan L_{min} Maskapai Super Air Jet (Tipe Pesawat Airbus 320 dengan Nomor Registrasi PK-SAF).	40
13. Nilai L_{Aeq} Maskapai Super Air Jet Tipe Pesawat Airbus 320 dengan Nomor Registrasi PK-SAF..	41
14. Nilai L_{max} dan L_{min} Maskapai Citilink (Tipe Pesawat Airbus 320 dengan Nomor Registrasi PK-GQK).	42
15. Nilai L_{Aeq} Maskapai Citilink (Tipe Pesawat Airbus 320 dengan Nomor registrasi PK-GQK)..	43
16. Nilai L_{max} dan L_{min} Maskapai Air Asia (Tipe Pesawat Airbus 320 dengan Nomor Registrasi PK-AXT).....	44

17. Nilai L_{Aeq} Maskapai Air Asia (Tipe Pesawat Airbus 320 dengan Nomor Regiatriasi PK-AXT)	45
18. Nilai L_{max} , dan L_{min} Maskapai Batik Air (Tipe Pesawat Airbus 320 dengan Nomor Regiatriasi PK-LUK).	47
19. Nilai L_{Aeq} Maskapai Batik Air (Tipe Pesawat Airbus 320 dengan Nomor regiatriasi PK-LUK)..	48
20. Nilai L_{max} , dan L_{min} Maskapai Lion Air (Tipe Pesawat Boeing 739 dengan Nomor Regiatriasi PK-LHJ).....	49
21. Nilai L_{Aeq} Maskapai Lion Air (Tipe Pesawat Boeing 739 dengan Nomor Regiatriasi PK-LHJ)..	50
22. Nilai L_{max} , dan L_{min} Maskapai Garuda Indonesia (Tipe Pesawat Boeing 738 dengan Nomor Regiatriasi PK-GFG).	52
23. Nilai L_{Aeq} Maskapai Garuda Indonesia (Tipe Pesawat Boeing 738 dengan Nomor Regiatriasi PK-GFG).....	52

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Di Indonesia prasarana transportasi baik darat, laut maupun udara telah dibangun dengan baik (Arofah dkk., 2012) Perkembangan transportasi udara di Indonesia terus menunjukkan peningkatan setiap tahunnya, yang dapat dilihat dari aktivitas penerbangan baik domestik maupun internasional. Dari sisi sosial, transportasi udara meningkatkan mobilitas penduduk, memungkinkan orang untuk bepergian dengan cepat dan efisien ke berbagai wilayah di Indonesia dan luar negeri. Hal ini membuka peluang bagi pendidikan, pekerjaan, dan kesempatan lainnya yang sebelumnya sulit dijangkau (Triana dkk., 2024). Dalam transportasi udara dibutuhkan bandar udara sebagai area yang memungkinkan pergerakan pesawat, yang mencakup lepas landas, mendarat, dan parkir. Provinsi Lampung mempunyai 3 bandar udara aktif yaitu Bandar Udara Radin Inten II, Bandar Udara Muhammad Taufik Kiemas, dan Bandar Udara Gatot Subroto Lampung. Bandar Udara Radin Inten II masuk adalah bandara terbesar yang ada di Provinsi Lampung, yang beralamat Jalan Alamsyah Ratu Prawira Negara KM 28, Branti Natar Lampung Selatan, dengan ukuran landasan pacu 2.770,00 m x 45,00 m. Bandara ini memiliki *apron* dengan zona seluas 62.150,00 m² untuk menampung 12 tempat parkir pesawat (Kementrian Perhubungan RI, 2024).

Bandara Radin Inten II awalnya menyandang status sebagai bandara internasional dan pada tanggal 2 april 2024 dalam Keputusan Menteri Perhubungan (Menhub) Nomor 31 Tahun 2024, keputusan ini menetapkan hanya 17 bandara di Indonesia berstatus bandara internasional, dari semula 34 bandara internasional. Dari daftar nama bandara internasional tersebut tidak tercantum Bandara Radin Inten II Lampung, sehingga saat ini status Bandara Radin Inten II berubah status menjadi domestik. Walaupun demikian tercatat kenaikan pergerakan penumpang sampai

dengan semester 1 tahun 2024 yakni 36% dibandingkan periode semester pertama tahun 2023. Sedangkan untuk pergerakan pesawat sebanyak 2.904 atau meningkat sebesar 21% (Bandara Radin Inten II, 2024). Tingginya pergerakan pesawat tersebut menimbulkan dampak negatif terhadap kesehatan bagi pekerja sisi udara bandara, terutama dalam bentuk kebisingan yang dihasilkan oleh aktivitas pesawat di Bandara Radin Inten II. Pekerja yang berada di sisi udara, seperti petugas pengaturan lalu lintas udara, mekanik pesawat, dan petugas penanganan kargo. kebisingan pada bandara bersumber pada pesawat yang sedang dioperasikan atau sedang dalam perawatan (Hutapea, 2002). Menurut Sindhusakti (2000), suara pesawat udara adalah gangguan yang dihasilkan oleh pesawat dan komponennya selama penerbangan, meluncur, mendarat, dan lepas landas.

Salah satu sumber kebisingan yang akibat dari aktivitas pesawat *landing dan take off* adalah saat pesawat berada dalam mode *idle*. Saat setelah pesawat *landing* dan menyentuh landasan pacu, mesin jet bertransisi ke mode *idle* untuk mengurangi daya dorong (*thrust*) guna memperlambat laju pesawat. Pada saat *take-off*, mode *idle* digunakan ketika pesawat berada dalam posisi *taxi* menuju landasan pacu dan menunggu izin lepas landas (Fadhil, 2015). Saat *landing*, mode *idle* digunakan ketika pesawat menuju *parking stand*. Pesawat yang telah berada di *parking stand* dan dalam *ground time* akan menghidupkan unit daya tambahan yang disebut sebagai *Auxiliary Power Unit* (APU). Komponen pembantu dalam pesawat ini berfungsi untuk pengoperasian pesawat saat sedang di darat maupun di udara ketika membutuhkan suplai energi listrik maupun *pneumatic* (Fadhil, 2015). Kebisingan yang dihasilkan APU pesawat merupakan salah satu sumber *noise pollution* di bandara. Intensitas kebisingan yang dihasilkan oleh setiap jenis tipe pesawat berbeda-beda, hal tersebut disebabkan oleh jenis mesin yang digunakan tipe pesawat dan juga sesuai dengan tahun pembuatan pesawat tersebut (Fahreza dkk, 2019).

Adanya kebisingan di tempat kerja memiliki efek seperti gangguan mental, gangguan fisiologis, gangguan komunikasi, gangguan tidur, dan efek pada organ pendengaran (Winata, 2021). Paparan kebisingan yang berlebihan, baik berulang kali atau satu kali, dalam jangka waktu lama dapat merusak fungsi pendengaran dan

menyebabkan gangguan pendengaran yang disebut gangguan pendengaran akibat kebisingan. Gangguan pendengaran ini terjadi secara perlahan dan berlangsung selama orang tersebut terpapar kebisingan. Bahkan ketika tidak ada paparan kebisingan, pekerja tetap mengalami gangguan pendengaran karena gangguan tersebut bersifat permanen dan tidak dapat pulih (*World Health organization*, 2015). Kebisingan yang memungkinkan menjadi penyebab timbulnya gangguan kesehatan masih dipengaruhi faktor tingkat kebisingan, frekuensi kebisingan, dan lama waktu seseorang berada pada tempat bising tersebut dalam hitungan hari maupun tahun.

Penelitian Ramadhan dkk., (2021) yang menjelaskan mengenai penurunan daya dengar pekerja di area *ground handling*, yang hasilnya tingkat pendengaran pekerja semakin lama semakin menurun. Hal tersebut disebabkan karena besarnya paparan kebisingan yang diterima oleh pekerja selama melakukan aktivitas. Intensitas kebisingan pada bandar udara tergantung dari jenis pesawat dan jarak pengukuran kebisingan terhadap sumber kebisingan (Handayani dkk., 2018). Pada penelitian Fahreza dkk., (2019) menjelaskan mengenai intensitas kebisingan yang dihasilkan oleh setiap jenis tipe pesawat berbeda-beda, hal ini disebabkan oleh jenis mesin yang digunakan tipe pesawat dan sesuai dengan tahun pembuatan pesawat tersebut.

Dalam penelitian ini, Bandara Radin Inten II menjadi fokus utama. Sebagai salah satu bandara yang ada di Lampung, Bandara Radin Inten II menyediakan layanan untuk berbagai maskapai penerbangan. Aktivitas penerbangan di bandara ini berlangsung secara rutin, yang dapat berpotensi meningkatkan tingkat kebisingan yang dialami oleh para pekerja. Oleh karena itu, diperlukan analisis mendalam mengenai tingkat kebisingan yang dihasilkan oleh aktivitas penerbangan di Bandara Radin Inten II.

Dengan melakukan analisis terhadap tingkat kebisingan yang terjadi di Bandara Radin Inten II, terutama tingkat kebisingan jenis pesawat terbang yang memiliki karakteristik mesin dan APU yang berbeda, dan menghasilkan tingkat kebisingan yang bervariasi. Setelah mengetahui hubungan antara jenis tipe pesawat, kondisi *idle*, *ground time*, dan tingkat kebisingan di area *apron* diharapkan pekerja dapat mengetahui tingkat kebisingan yang dihasilkan dari aktivitas pesawat di

bandara tersebut, dan lebih memperhatikan keselamatan dan kesehatan diri masing-masing saat bekerja dengan menggunakan Alat Pelindung Diri (APD) yang, serta memperoleh rekomendasi pengelolaan kebisingan yang efektif dan sesuai dengan standar yang berlaku. Hal ini bertujuan untuk menciptakan lingkungan kerja yang aman, sehat, dan produktif bagi para pekerja di bandara tersebut. Oleh karena itu, dengan adanya dasar yang kuat dalam pengelolaan kebisingan di bandara, diharapkan dapat tercipta lingkungan kerja yang lebih baik, pekerja dapat bekerja dengan kondisi yang lebih nyaman, dan risiko gangguan pendengaran akibat kebisingan dapat diminimalkan (Siregar dkk., 2023).

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini sebagai berikut.

1. Berapa tingkat kebisingan pesawat yang dihasilkan berdasarkan jenis maskapai pada kondisi *idle* di area *apron* Bandar Udara Radin Inten II?
2. Berapa tingkat kebisingan pesawat yang dihasilkan berdasarkan jenis maskapai pada *ground time* di area *apron* Bandar Udara Radin Inten II?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan pada penelitian ini sebagai berikut.

1. Untuk mengetahui tingkat kebisingan pesawat yang dihasilkan berdasarkan jenis maskapai pada kondisi *idle* di area *apron* Bandar Udara Radin Inten II.
2. Untuk mengetahui tingkat kebisingan pesawat yang dihasilkan berdasarkan jenis maskapai pada *ground time* di area *apron* Bandar Udara Radin Inten II.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat pada penelitian ini sebagai berikut.

1. Memberikan informasi yang lebih akurat mengenai tingkat kebisingan di berbagai titik di area *apron*, sehingga pekerja dapat lebih waspada terhadap potensi risiko gangguan pendengaran.

2. Data penelitian dapat digunakan sebagai dasar untuk menentukan zona-zona dengan tingkat kebisingan tinggi yang memerlukan penggunaan alat pelindung diri (APD) yang lebih memadai, seperti *earplug* atau *earmuff*.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini sebagai berikut.

1. Penelitian hanya mengukur tingkat kebisingan yang dihasilkan pesawat selama mode *ground idle* dan *ground time* di area *apron* Bandar Udara Radin Inten II.
2. Penelitian menggunakan pendekatan kuantitatif dengan pengukuran tingkat kebisingan dan pengumpulan data.
3. Pengukuran kebisingan menggunakan alat pengukur suara (*Sound Level Meter*) untuk mendapatkan data mengenai tingkat kebisingan dalam satuan desibel dB(A).
4. Penelitian akan dilakukan pada waktu tertentu ketika pesawat dalam kondisi *ground idle* dan *ground time*, serta hanya di area *apron* Bandar Udara Radin Inten II.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terkait

Pada penelitian mengenai penentuan nilai intensitas kebisingan pesawat selama uji *ground run* berdasarkan variasi sudut lokasi pengukuran terhadap sumber kebisingan oleh Adam dkk., (2023). Penelitian ini berjudul “Pengukuran Tingkat Kebisingan Pesawat Casa 212-200 Saat *Ground Run Test* Berdasarkan Variasi Sudut”. Pada penelitian ini pengukuran dilakukan pada jarak 30 meter, dengan sudut referensi 0° di depan hidung pesawat hingga 180° di belakang pesawat, bergerak searah jarum jam. Pengukuran tingkat kebisingan didasarkan pada tiga referensi: tingkat kebisingan maksimum (L_{Amax}), tingkat kebisingan minimum (L_{Amin}), dan tingkat kebisingan rata-rata (L_{Aeq}).

Pada penelitian mengenai tingkat kebisingan di sekitar Bandar Udara Sentani untuk mengetahui tingkat kebisingan di pemukiman yang berbatasan langsung dengan Bandar Udara Sentani oleh Fauzi dkk., (2020). Penelitian ini berjudul “Pengukuran Tingkat Kebisingan Akibat Aktivitas Pesawat di Bandar Udara Sentani Jayapura”. Pada penelitian ini pengukuran dilakukan pada tiga lokasi daerah perumahan penduduk yang terdekat dan berada pada posisi *landing* dan *take-off* pada Bandar Udara Sentani, ketiga lokasi tersebut diambil dengan jarak yang sama yaitu 315 meter dari garis terdekat dengan landasan pesawat. Pengambilan data menggunakan alat SLM dilakukan sesuai dengan jam pelayanan penerbangan yaitu jam 06.00 sampai dengan 18.00 WIT.

Pada penelitian tingkat kebisingan pesawat saat *take-off* dengan variasi tinggi lintasan di Bandara Halim Perdanakusuma oleh Faturrohman dkk., (2023). Penelitian ini berjudul “Analisis Tingkat Kebisingan Pesawat Saat *take-off*

Berdasarkan Variasi Tinggi Lintasan di Bandara Halim Perdanakusum”. Metode yang digunakan pada penelitian ini ialah dengan melakukan observasi pada 4 pesawat yang sedang *take-off* di Bandara Halim Perdanakusuma dengan 3 hari waktu penelitian, dan alat ukur yang digunakan ialah (*Sound Level Meter*) SLM. SLM mengukur kebisingan dalam satuan dB(A) antara 30 hingga 130 dB(A) dalam frekuensi 20 hingga 20.000 Hz.

Handayani dkk., (2018) melakukan penelitian kebisingan di Bandara Halim Perdana Kusuma ini dilakukan pada 12 titik pengukuran menggunakan *Sound Level Meter*. Untuk mengetahui intensitas kebisingan yang ditimbulkan dari adanya aktifitas pesawat terbang yaitu tinggal landas (*take off*), dan mendarat (*landing*), menghitung indeks kebisingan dengan metode *Weighted Equivalent Continuous Perceived Noise Level* (WECPNL); dan membuat *Noise Level Contour*. Penentuan titik sampling berdasarkan dari *International Civil Aviation Organization* (ICAO) yaitu pada jarak 300 m sejajar dengan landasan pacu, serta 1000 m, 2000 m, 3000 m dan 4000 m dari ujung landasan pacu menggunakan metode WECPNL.

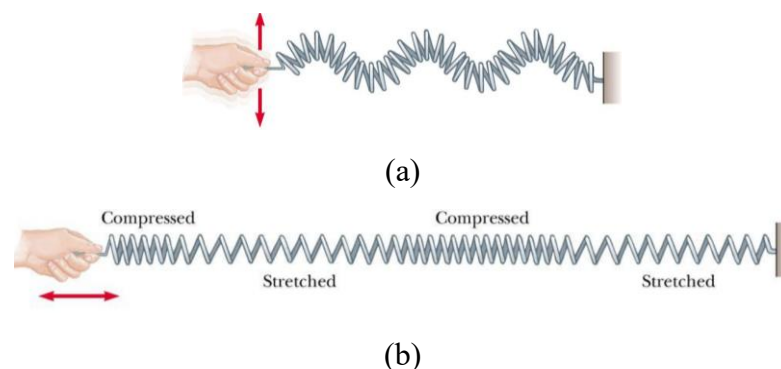
Ramadhan dkk., (2023) melakukan penelitian untuk menganalisis tingkat kebisingan yang disebabkan oleh aktivitas bandara kepada pekerja dan merekomendasikan upaya pengelolaan kebisingan tersebut. Studi kasus dilakukan di Bandara Pondok Cabe yang dioperasikan oleh PT. Pelita *Air Services* untuk kegiatan sewa pesawat secara non-rutin. Hal ini memungkinkan untuk mengetahui perbedaan kebisingan yang ditimbulkan setiap jenis pesawat kepada pekerja. Pengukuran kebisingan di area kerja dilakukan menggunakan 4 (empat) buah *sound level meter* berdasarkan metode Nilai *Equivalen*. Pengukuran dilakukan secara simultan di 4 (empat) lokasi, yaitu *Apron* Hanggar 2, *Apron* Hanggar 3, area Indopelita, dan di area kantor Hanggar 2. Tipe pesawat yang diukur adalah S76C++, BELL 412, dan ATR 72. Hasil pengukuran menunjukkan tingkat Leq_{10} di area *Apron* berkisar antara 81,61 dB(A) hingga 93,02 dB(A), sementara di area kantor berkisar antara 63,90 dB(A) hingga 70,78 dB(A).

2.2 Gelombang Bunyi

Gelombang adalah osilasi yang merambat pada suatu medium tanpa diikuti perambatan bagian-bagian medium itu sendiri (Abdullah, 2017). Gelombang memiliki sifat-sifat umum seperti dapat dipantulkan (*refleksi*), dapat dibiaskan (*refraksi*), dapat dilenturkan (*difraksi*), dapat dipadukan (*interferensi*), dan dapat dikutubkan (*olarisasi*). Gelombang-gelombang dapat dikelompokkan ke dalam tiga golongan tipe utama yaitu (Halliday & Resnick, 2010) :

1. Gelombang mekanik adalah gelombang yang diatur oleh hukum-hukum Newton, dan hanya dapat ada di dalam sebuah medium bahan, seperti air, udara, dan batu. Contoh paling umum adalah gelombang (riak) air, gelombang suara, gelombang (getaran) seismik.
2. Gelombang elektromagnetik adalah gelombang yang tidak membutuhkan medium bahan untuk dapat ada. Contoh paling umum adalah Cahaya tampak dan ultraviolet, gelombang radio dan televisi, gelombang-gelombang mikro (*microwave*), sinar-X, dan gelombang-gelombang radar.
3. Gelombang materi adalah gelombang yang dikaitkan dengan elektron, proton, dan partikel-artikel dasar lainnya dan bahkan dengan atom dan molekul.

Ada dua jenis gelombang mekanik yaitu gelombang transversal dan gelombang longitudinal. Gelombang dengan arah getaran tegak lurus arah rambat dinamakan gelombang transversal. Sedangkan gelombang dengan arah getaran sejajar dengan arah rambat gelombang dinamakan gelombang longitudinal (Halliday & Resnick, 2010). Bentuk gelombang transversal dan gelombang longitudinal ditunjukkan pada **Gambar 2.1**.



Gambar 2.1 Contoh gelombang transfersal (a) dan gelombang longitudinal (b) (Thomson, 2003).

Elemen dasar sebuah gelombang adalah getaran. Jika anda berbicara maka getaran dari energi getaran dari pita suara anda diteruskan ke udara dan menyebabkan molekul udara merapat dan merenggang secara bergantian ke segala arah, membentuk muka gelombang berbentuk bola. Untuk menyatakan suatu gelombang dalam bentuk persamaan atau fungsi, memerlukan informasi tentang karakteristik getaran pembentuknya, yaitu frekuensi (f) atau periode (T) dan amplitudonya (A), serta memerlukan informasi laju (v) gelombang itu (Yuberti, 2014).

Bunyi merupakan gelombang mekanik jenis longitudinal yang merambat dan sumbernya berupa benda yang bergetar. Gelombang bunyi dihasilkan akibat adanya getaran yang dirambatkan pada medium melalui interaksi antara molekul-molekul penyusunnya (Paul A. Tipler. 1998). Bunyi merupakan gelombang yang dapat merambat melalui 3 medium yaitu zat padat, zat cair dan zat gas. Namun gelombang bunyi tidak dapat merambat diruang hampa udara. Bunyi dapat pula dipantulkan atau pun diserap. Jika bunyi mengenai bidang yang keras maka bunyi akan dipantulkan namun jika mengenai bidang yang lembut maka bunyi akan diserap. Beberapa benda yang dapat menyerap bunyi ialah kain wol, karton, gelas, karet, dan besi (Yuberti, 2014). Syarat terjadinya bunyi ada tiga, yang pertama harus ada sumber bunyi dan seperti halnya dengan semua gelombang, sumber bunyi merupakan benda yang bergetar. Kedua, energi dipindahkan dari sumber dalam bentuk gelombang bunyi longitudinal melalui medium, dan ketiga bunyi dideteksi oleh telinga atau alat yang menerima (Astuti, 2016).

Bunyi bisa didengar sebab getaran benda sebagai sumber bunyi menggetarkan udara di sekitar dan melalui medium udara bunyi merambat sampai ke gendang telinga, sebenarnya merupakan variasi tekanan udara secara periodik di sepanjang lintasan perambatannya. Tekanan udara periodik inilah yang mnggetarkan selaput gendang telinga (Yasid dkk.,2021).

Gelombang bunyi yang paling sederhana adalah gelombang sinusoidal yang memiliki frekuensi, amplitudo, dan panjang gelombang tertentu. Telinga manusia peka terhadap gelombang bunyi dengan jangkauan frekuensi antara 20 Hz – 20.000 Hz. Jangkauan ini dikenal sebagai jangkauan suara yang dapat didengar (*audible range*). Gelombang bunyi yang frekuensinya di atas 20.000 Hz disebut gelombang

ultrasonik. Anjing dan kelelawar adalah hewan yang dapat mendengar bunyi ultrasonik. Gelombang bunyi yang frekuensinya di bawah 20 Hz disebut gelombang infrasonik. Sumber-sumber gelombang infrasonik adalah gempa bumi, gunung meletus, halilintar, dan gelombang-gelombang yang dihasilkan oleh getaran mesin yang sangat kuat (Malau, 2018).

Laju bunyi berbeda untuk materi yang berbeda. Laju bunyi juga bergantung pada temperatur dan tekanan (Giancoli, 2015). Pada kondisi udara 0°C dan tekanan 1 atm, bunyi memiliki kelajuan sebesar 330 m/s, dan bisa mencapai 344 m/s pada suhu udara (20°C) (Ikhwan & Pramudya, 2018). Dalam medium padat, bunyi merambat lebih cepat daripada medium cair (Astuti, 2016). Kelajuan bunyi dari beberapa medium ditunjukkan dalam **Tabel 2.1**.

Tabel 2.1 Kelajuan bunyi beberapa medium

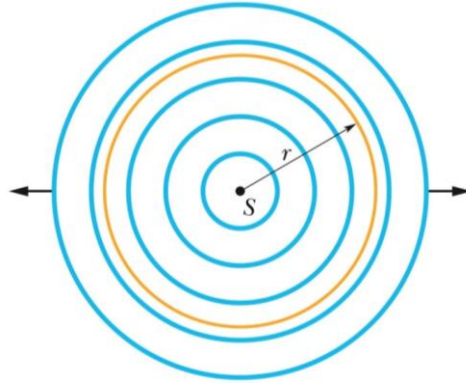
Medium	Kelajuan (m/s)
Udara (0°C)	331
Udara (20°C)	343
Helium	965
Hidrogen	1.284
Air (0°C)	1.402
Air (20°C)	1.482
Air Laut	1.522
Alumunium	6.420
Baja	5.941
Granit	6000

Laju gelombang mekanik, transversal atau longitudinal, bergantung pada sifat-sifat inersial medium (yang menyimpan energi kineik dan sifat-sifat elastik medium (yang menyimpan energi potensial) (Halliday & Resnick, 2010).

2.3 Intensitas dan Level Bunyi

Intensitas bunyi adalah energi gelombang bunyi yang menembus permukaan bidang tiap satuan luas tiap detiknya. Sedangkan taraf intensitas bunyi merupakan perbandingan logaritma antara intensitas bunyi yang diukur dengan intensitas ambang pendengaran (Nugroho, 2019).

Gelombang bunyi ini sebagai mana adanya, yaitu sebuah gelombang dengan muka gelombang berbentuk bola. Jika sumber suara memancarkan gelombang suara maka energi secara merata akan disebarkan ke seluruh arah membentuk sebuah bola yang bergerak makin menjauhi sumber suara dengan jari-jari yang makin membesar, dan ilustrasikan seperti pada **Gambar 2.5** (Halliday & Resnick, 2010)..



Gambar 2.2 Gelombang Suara (Halliday & Resnick, 2010).

Kemudian oleh yang menerima gelombang suara (pendengar), energi persatuan waktu (atau daya) tersebut diterima. Tapi tentu tidak seluruhnya, namun daya persatuan luas. Atau disebut intensitas bunyi I (energi persatuan waktu persatuan luas) (Halliday & Resnick, 2010).

$$I = \frac{P_s}{4\pi r^2} \quad (2.1)$$

Di mana, I merupakan Intensitas (W/m^2), P_s untuk mewakili aju perpindahan energi rata-rata (W) dan $4\pi r^2$ adalah luas permukaan bola (m). Kenyaringan suatu suara diukur melalui tingkat intensitas suara β , Di mana (Halliday & Resnick, 2010):

$$\beta = 10 \log \frac{I}{I_0} \quad (2.2)$$

I_0 adalah intensitas acuan (atau patokan) yang diambil sebagai ambang pendengaran manusia yaitu $10^{-12} \text{ W}/\text{m}^2$. Satuan dari tingkat intensitas adalah dB (desibel). Dalam skala desibel, batas terendah pendengaran kita adalah (Ishaq, 2007):

$$\beta = 10 \log \frac{I_0}{I_0} = 10 \log(1) = 0 \text{ dB} \quad (2.3)$$

sedangkan menurut satuan frekuensi batas terendah pendengaran kita adalah 20 Hz. Sedangkan batas tertinggi pendengaran kita adalah 20 kHz, atau menurut skala desibel (Halliday & Resnick, 2010).

$$\beta = 10 \log \frac{I_{maks}}{I_0} = 10 \log \left(\frac{1}{10^{-12}} \right) = 120 \text{ dB} \quad (2.4)$$

2.4 Kebisingan

Kebisingan merupakan bunyi yang tidak dikehendaki dapat mengganggu kenyamanan dan kesehatan manusia. Kebisingan adalah suara yang tidak dikehendaki oleh telinga. Bunyi secara berkelanjutan atau impulsif dapat mengakibatkan kerusakan pada telinga. Kerusakan telinga biasanya terjadi pada gendang telinga atau *ossicles*. Awalnya akan terjadi kehilangan pendengaran terhadap frekuensi tinggi, namun perlahan pada frekuensi yang semakin menurun sampai kepada frekuensi rendah (Salvendy, 1997).

Kebisingan dapat menyebabkan berbagai gangguan seperti gangguan fisiologis, gangguan psikologis, gangguan komunikasi dan ketulian. Ada yang menggolongkan gangguannya berupa gangguan *Auditory*, misalnya gangguan terhadap pendengaran dan gangguan *non Auditory* seperti gangguan komunikasi, ancaman bahaya keselamatan, menurunnya performa (kinerja), stres dan kelelahan. Kebisingan yang terjadi secara terus menerus dapat menimbulkan gangguan kesehatan dapat menimbulkan gangguan kesehatan dan ketidaknyamanan dalam bekerja. Gangguan yang ditimbulkan akibat kebisingan pada karyawan bermacam-macam, mulai dari gangguan fisiologis, gangguan psikologis, gangguan keseimbangan, gangguan komunikasi sampai pada gangguan permanen seperti kehilangan pendengaran (Nasri, 1997). Berdasarkan Keputusan Menteri Tenaga Kerja No.51 Tahun 1999 tentang nilai ambang batas faktor fisika di tempat kerja, berikut ini merupakan tingkat kebisingan yang dinyatakan dalam dB(A) berdasarkan waktu pemajanan per hari dituliskan dalam **Tabel 2.2**.

Tabel 2.2 Nilai Ambang Batas Kebisingan di tempat kerja

Durasi Kontak Dalam Sehari	Batas Kebisingan Maksimum dB(A)
16 jam	82
8 jam	85
4 jam	88
2 jam	91
1 jam	94
30 Menit	97
15 Menit	100
7,5 Menit	103
3,75 Menit	106
1,88 Menit	109
0,94 Menit	112
28,12 Detik	115
14,06 Detik	118
7,03 Detik	121
3,52 Detik	124
1,76 Detik	127
0,88 Detik	130
0,44 Detik	133
0,22 Detik	136
0,11 Detik	139
Tidak Boleh	140

Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan No.718/Men.Kes/ Per/XI/1987 dan Berdasarkan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No.48 Tahun 1996 tentang baku tingkat kebisingan, berikut ini merupakan tingkat kebisingan yang dinyatakan dalam dB(A) untuk setiap peruntukan 14 kawasan/lingkungan dan kesehatan kebisingan dibagi dalam beberapa zona, dituliskan dalam **Tabel 2.3**.

Tabel. 2.3 Tingkat dB(A) kebisingan terhadap Kesehatan

Zona	Keterangan
A	Intensitas 35 – 45 zona yang diperuntukan bagi tempat penelitian, RS, Tempat pesawat Kesehatan/sosial dan sejenisnya.
B	Intensitas 45 – 55 dB(A). Zona yang diperuntukkan bagi perumahan, tempat Pendidikan dan rekreasi.
C	Intensitas 50 – 60 dB(A). Zona yang diperuntukkan bagi perkantoran, Perdagangan dan pasar.
D	Intensitas 60 – 70 dB(A). Zona yang diperuntukkan bagi industri, pabrik, stasiun KA, terminal bis dan sejenisnya.

2.5 Potensi Kebisingan

Kebisingan di tempat kerja dapat dibagi menjadi beberapa jenis berdasarkan sifatnya yaitu kebisingan tetap (*steady noise*) dan kebisingan tidak tetap (*non-steady noise*) (Tambunan, 2018).

Kebisingan tetap (*steady noise*) dipisahkan lagi menjadi dua jenis, yaitu:

1. Kebisingan dengan frekuensi terputus (*discrete frequency noise*)
Kebisingan ini berupa “nada-nada” murni pada frekuensi yang beragam, contohnya suara mesin, suara kipas, dan sebagainya.
2. *Broad band noise*
Kebisingan dengan frekuensi terputus dan broad band noise samasama digolongkan sebagai kebisingan tetap (*steady noise*). Perbedaannya adalah broad band noise terjadi pada frekuensi yang lebih bervariasi (bukan “nada” murni).

Sementara itu, kebisingan tidak tetap (*unsteady noise*) dibagi lagi menjadi (Tambunan, 2018) :

1. Kebisingan fluktuatif (*fluctuating noise*)
Kebisingan yang selalu berubah-ubah selama rentang waktu tertentu.
2. *Intermittent noise*

Sesuai dengan terjemahannya, *intermittent noise* adalah kebisingan yang terputus-putus dan besarnya dapat berubah-ubah, contohnya kebisingan lalu lintas.

3. *Impulsive noise*

Kebisingan impulsif dihasilkan oleh suara-suara berintensitas tinggi (memekakkan telinga) dalam waktu relatif singkat, misalnya suara ledakan senjata api dan alat-alat sejenisnya.

Di tempat kerja, jenis dan jumlah sumber suara sangat beragam. Beberapa diantaranya adalah (Luxson dkk., 2012) :

1. Suara Mesin

Jenis mesin yang menghasilkan suara di tempat kerja sangatlah bervariasi, demikian pula karakteristik suara yang dihasilkan. Misalnya mesin pembangkit tenaga listrik seperti genset, mesin diesel dan sebagainya. Mesin pembangkit tenaga listrik ditempat kerja umumnya menjadi sumber kebisingan berfrekuensi rendah (<400 Hz).

2. Benturan antara alat kerja dan benda kerja

Proses menggerinda permukaan metal dan umumnya pekerja dan penghalusan permukaan benda kerja, penyemprotan, pengupasan cat (*sand blasting*), pengelingan (*riveting*), memalu (*hammering*), dan pemotongan seperti proses penggergajian kayu dan *metal cutting*, merupakan beberapa contoh bentuk benturan antara alat kerja dan benda kerja (material-material *solid*, *liquid* atau kombinasi antara keduanya) yang dapat menimbulkan kebisingan. Penggunaan gergaji bundar (*circular blades*) dapat menimbulkan tingkat kebisingan antara 80dB-120 dB(A).

3. Aliran Material

Aliran fluida dalam pipa distribusi material di tempat kerja, apalagi yang berkaitan dengan proses penambahan tekanan (*high pressure processes*) dan pencampuran, akan menimbulkan kebisingan di tempat kerja. Demikian pula dengan proses-proses transportasi material material padat seperti batu, kerikil, potongan-potongan metal yang melalui proses penghancuran (*gravity based*).

4. Manusia

Tingkat kebisingan suara manusia memang jauh lebih kecil jika dibandingkan dengan sumber suara lainnya. Namun demikian, suara manusia tetap diperhitungkan sebagai sumber suara di tempat kerja.

Tabel 2.4 berikut menampilkan tingkat kebisingan (dalam satuan decibel (dB)) untuk berbagai jenis permesinan yang umum digunakan di berbagai industri. Data ini memberikan gambaran tentang seberapa besar kebisingan yang dihasilkan oleh setiap tipe mesin (Sudrajat & Gurning, 2016).

Tabel 2.4. *Noise Level* (dB) untuk Tipe-tipe Permesinan

No.	Tipe Permesinan	Noice Level (dB)
1.	<i>Main Diesel Engine (low speed)</i>	100
2.	<i>Main Diesel (medium speed)</i>	105
3.	<i>Main Diesel (high speed)</i>	110
4.	<i>Diesel Generator Engine</i>	105-110
5.	<i>Main Steam Engine</i>	95
6.	<i>Electric Pump</i>	95
7.	<i>Turbogenerator</i>	100
8..	<i>Forced Draft Fan</i>	105
9..	<i>Turbin for Charge Oil Pump</i>	105
10..	<i>Cargo Oil Pump</i>	105
11.	<i>Feed Water Pump</i>	105
12.	<i>Hidraulic Pump</i>	105

Pada **Tabel 2.4.** menunjukan bahwa kebisingan yang timbul pada motor *diesel* putaran rendah mempunyai nilai yang paling rendah bila 4 dibandingkan dengan kebisingan yang timbul pada motor *diesel* putaran sedang maupun putaran tinggi. Meskipun demikian pada kenyataannya daya bunyi yang dipancarkan oleh motor *diesel* putaran rendah akan lebih besar dibandingkan dengan daya bunyi yang dipancarkan pada motor *diesel* putaran sedang maupun motor *diesel* putaran tinggi.

2.6 Dampak Kebisingan Terhadap Kesehatan

Pengaruh utama kebisingan bagi kesehatan adalah kerusakan pada indera pendengaran yang menyebabkan ketulian progresif. Penelitian pada beberapa perusahaan di Provinsi Bali didapatkan bahwa intensitas kebisingan yang melebihi 85 dB bahkan sampai 99,7 dB untuk waktu kerja selama 8 jam/hari (Balai

Hyperkes, 1999). Kebisingan yang diterima manusia dan berlangsung dalam waktu lama harus dilakukan pengendalian atau pencegahan. Kebisingan dengan level yang cukup tinggi di atas 70 dB dapat menimbulkan kegelisahan, kurang enak badan, masalah pendengaran dan penyempitan pembuluh darah (Doelle, 1990). Sedangkan untuk tingkat Kebisingan di atas 80 dB dapat mengakibatkan kemunduran yang serius pada kesehatan seseorang pada umumnya dan jika berlangsung lama dapat menimbulkan kehilangan pendengaran sementara atau permanen (Sintorini dkk., 2018).

Kebisingan yang dialami oleh para karyawan memberikan dampak pada kinerja karyawan yang cenderung menurun karena terganggu dengan tingkat kebisingan yang sudah melampaui standard rata-rata yang telah ditetapkan oleh pemerintah. Faktor kebisingan di lingkungan kerja berpengaruh terhadap kinerja karyawan. Dalam usaha mendapatkan kinerja karyawan yang tinggi, maka faktor kebisingan harus diperhatikan, agar sesuai dengan batasan kemampuan pendengaran (Kholik & Krishna, 2012). Menurut Isliko dkk (2022) bising bisa mempengaruhi Kesehatan manusia tergantung pada beberapa faktor antara lain kerentanan individu, lamanya paparan bising, intensitas atau keras bising maupun jenis bising adapun bentuk gangguan yang timbul akibat kebisingan sebagai berikut.

1. Gangguan Fisiologis

Gangguan dapat berupa peningkatan tekanan darah, peningkatan nadi, basal metabolisme, konstruksi pembuluh darah kecil terutama pada bagian kaki, dapat menyebabkan pucat, dan gangguan sensoris. Gangguan fatal lain akibat paparan bising adalah aktivitas lambung menurun, tonus otot meningkat, serta perubahan biokimiawi antara lain kadar glukosa, urea, dan kolesterol dalam darah.

2. Gangguan Psikologis

Bising menjadi sumber stress dari yang ringan sampai berat, karena berpengaruh pada pembicaraan seseorang, juga saat berpikir dan belajar. Stres dapat mengakibatkan keluhan-keluhan psikosomatis antara lain sakit kepala, gangguan gastrointestinal, kelelahan yang kronik, asma, ulkus peptikum, penyakit jantung koroner, dan gangguan tidur.

3. Gangguan Komunikasi

Gangguan komunikasi biasanya disebabkan *masking effect* (penyelimutan bunyi) atau gangguan kejelasan suara yang menimbulkan gangguan komunikasi antar ruang. Gangguan komunikasi ini secara tidak langsung akan mengakibatkan bahaya terhadap keselamatan dan kesehatan tenaga kerja, karena tidak mendengar teriakan atau tanda bahaya dan tentunya akan dapat menurunkan mutu pekerjaan dan produktivitas kerja.

4. Ganggaun Pendengaran

Gangguan komunikasi biasanya disebabkan *masking effect* (penyelimutan bunyi) atau gangguan kejelasan suara yang menimbulkan gangguan komunikasi antar ruang. Gangguan komunikasi ini secara tidak langsung akan mengakibatkan bahaya terhadap keselamatan dan kesehatan tenaga kerja, karena tidak mendengar teriakan atau tanda bahaya dan tentunya akan dapat menurunkan mutu pekerjaan dan produktivitas kerja.

5. Gangguan Hormonal

Bising yang berulang kali dan terus menerus merupakan salah satu stressor bagi manusia. Selama stres, *katekolamin, epinefrin, dan norepinefrin*, sering muncul dalam respon stres. Beberapa hormon, termasuk hormon pertumbuhan, hormon TSH, dan insulin mengalami perubahan konsentrasi dalam menyebabkan peningkatan *Corticotropin Releasing Factor* (CRF) oleh hipotalamus, yang kemudian memicu aktivitas *Hypothalamic Pituitary Adrenocortical Axis* (HPA Aksis). Peningkatan CRF ini menyebabkan kenaikan kadar kortisol serta penurunan jumlah limfosit dan IgG sehingga respon imun terganggu. Jumlah kortisol yang berlebihan juga bisa meningkatkan tekanan darah.

Dalam berbagai aktivitas lingkungan suatu kawasan bandara, tingkat kebisingan meliputi beberapa hal yaitu, ukuran kebisingan, durasi kebisingan, jalur penerbangan yang dipakai, jarak pengukuran, jenis *engine* pesawat terbang serta sudut pengukuran (Adam dkk., 2023) . Menurut Lintong (2013), Jika secara terus menerus mengalami suatu peningkatan tingkat kebisingan di bandara, maka dari itu akan timbul suatu efek-efek kebisingan adalah sebagai berikut

1. Pengaruh Auditorial (*Auditory Effects*), seperti hilangnya berkurangnya fungsi pendengaran, suara dering berfrekuensi tinggi dalam telinga.

2. Pengaruh non auditorial (*Non auditory effects*) pengaruh ini bersifat psikologis, seperti gangguan cara berkomunikasi, kebingungan, stress, dan berkurangnya kepekaan terhadap masalah keamanan kerja.

2.7 Sound Level Meter (SLM)

Sound Level Meter (SLM) adalah alat pengukur level kebisingan, alat ini mampu mengukur kebisingan antara 30-130 dB dan rentang ukur frekuensi 20-20000 Hz (Tuwaidan, 2015). Cara kerja dari alat ini yaitu apabila terdapat getaran yang berasal dari suatu kegiatan, sehingga akan terjadi perubahan tekanan udara yang akan direspon oleh SLM. Instrumentasi pada SLM harus memenuhi spesifikasi yang diberikan oleh IEC 61672-1. Meskipun banyak Negara memiliki standar nasional sendiri, secara umum mereka mengikuti standar internasional yang relevan, yaitu standar IEC: *International Electrotechnical Commision*. Bagian dasar dari SLM yaitu mikrofon, amplifier, jaringan pembobotan, dan *display* menunjukkan satuan dB. Mikrofon mengubah masukam tekanan suara menjadi tegangan listrik, yang diperkuat dan melewati jaringan pembobot frekuensi dan bobot waktu, dengan mendekati karakteristik suara untuk telinga dan menampilkan hasil pengukuran. Dalam menggunakan alat SLM dapat mencakup pemrosesan dengan sinyal secara luas seperti komputer, *recorder*, printer, dan perangkat lainnya (Maekawa, 2011).

Alat ini terdiri dari mikrofon yang berfungsi untuk mendeteksi berbagai macam variasi tekanan udara, kemudian bunyi akan diubah menjadi sinyal elektrik. Sinyal inilah yang pada akhirnya akan diolah sistem dan dibaca dalam satuan *decibel* (Handayani, 2023). Terdapat dua klasifikasi SLM yaitu *class* 1 (Tipe 1) dan *class* 2 (Tipe 2). Klasifikasi tersebut berdasarkan kegunaan dan kebutuhan pengguna. tipe 1 digunakan untuk pengukuran dengan nilai presisi yang baik, khususnya pada penelitian dan kalibrasi di laboratorium. Tipe 2 digunakan untuk pengukuran atau survei kebisingan lingkungan dan industri (Suwandi, 2020). SLM tipe 1 dapat mengukur level pembobotan A, C, dan *Linier* (Z), pada SLM tipe 2 hanya dapat mengukur level pembobotan A dan C (Meikaharto dkk.,2021)

Salah satu perangkat pengukuran SPL yaitu SLM GM 1356 merupakan SLM dengan desain sesuai standar yang berlaku yaitu *International electrician committee standard*: IEC PUB 651 TYPE2 dan US National *standard*: ANSI S1.4 TYPE2, adapula alat ini memiliki spesifikasi yaitu jangkauan pengukuran 30-130 dB(A) dan 35-135 dBC, akurasi $\pm 1,5$ dB, digit dan resolusi yaitu 5 dan 0,1 dB, respon frekuensi 31,5 Hz-8,5 kHz, tingkatan pengukuran yaitu 3-130, 40-90, 50- 100, 60-110, 80-130, karakteristik bobot frekuensi A dan C, bobot waktu cepat/lambat, laju sampling 2 kali/detik, mikrofon dengan ukuran $\frac{1}{2}$ inci kapasitansi polarisasi, keluaran AC/DC, dapat dihubungkan dengan USB komputer, dapat dianalisis dengan *software*, lampu latar otomatis, daya adaptor DC 6V 100 mA, ukuran 256×70×35 mm, dan massa 308 g (termasuk baterai). Bentuk alat SLM dapat dilihat pada **Gambar 2.4**.



Gambar 2.3 Sound Level Meter (SLM) (Benetech).

Cara penggunaan SLM sama dengan penggunaan alat ukur elektronik lainnya yaitu perlu mengkalibrasi alat ini terlebih dahulu. Kalibrasi yang ideal untuk alat ini adalah 90% ke atas. Kalibrasi alat dengan 144 dB (A) dengan menggunakan alat kalibrasi yang dimasukkan ke mikrofon. Tahap selanjutnya yaitu menentukan rentang ataupun satuan yang akan digunakan, pada umumnya, digunakan satuan dB (desibel). Sesudah itu pasang *windscreen* pada mikrofon agar suara pada angin tidak ikut masuk pada SLM, kemudian arahkan mikrofon pada arah suara yang akan diukur, lalu selanjutnya diamati angka yang tertera pada SLM tersebut (Wanit, 2020).

2.8 Pesawat Mode *Idle*

idle pesawat adalah kecepatan mesin terendah yang dapat dioperasikan pesawat tanpa mati. Selama pendekatan dan pendaratan, pilot memiliki *throttle* pada atau mendekati posisi *idle* penerbangan. Saat posisi *idle* penerbangan, kinerja mesin dibatasi oleh sistem kontrol untuk mencegah ketidaksesuaian antara kecepatan poros kipas dan inti dan ketidaksesuaian yang dihasilkan dalam laju aliran kompresor) dan dengan demikian melindungi terhadap lonjakan kompresor. Ketidaksesuaian potensial dalam kecepatan ini terutama disebabkan oleh inersia kipas yang besar; ketika *throttle* ditingkatkan, poros inti akan berakselerasi jauh lebih cepat dari pada poros kipas, meningkatkan kemungkinan lonjakan kompresor bertekanan tinggi (May dkk., 2011). Dalam peraturan menteri perhubungan Republik Indonesia nomor PM 15 tahun 2021 *idle (In)* adalah pengoperasian pesawat udara meliputi *idle* antara waktu *landing roll out* dan *final shutdown* dari semua mesin propulsi. sedangkan *idle (out)* adalah pengoperasian pesawat udara yang meliputi *idle* antara waktu awal penyalaan mesin propulsi yang digunakan untuk berbelok ke landasan pacu.

2.9 *Ground Time*

Ground time merupakan waktu yang digunakan pesawat selama berada di *apron* saat proses ramp service, yang dimulai dari *block on* sampai *block off* (Maulina, 2022). *Block on* merupakan pesawat udara saat berada di tempat parkir, sedangkan *block off* merupakan waktu dimana pesawat meninggalkan tempat parkir (Peraturan Menteri Perhubungan, 2016).

Ground time terbagi menjadi dua bagian inti, yaitu TAT (*Turnaround Time*) dan waktu taksi pesawat, tidak termasuk waktu henti ketika pesawat tidak beroperasi. Waktu taksi mencakup proses *taxi-in* dan *taxi-out*. Proses *taxi-in* melibatkan rute antara landasan pacu pendaratan dan posisi parkir pesawat, sedangkan proses *taxi-out* mencakup pergerakan aktual antara waktu off-block hingga lepas landas pesawat. Dengan demikian, *Ground time* mencakup berbagai aktivitas dalam tiga fase tersebut (Lange dkk., 2019).

Turnaround adalah istilah yang digunakan untuk menggambarkan proses-proses utama di darat yang diperlukan untuk mempersiapkan pesawat bagi keberangkatan berikutnya. Ini mencakup semua aktivitas *Ground Handling* yang harus dilakukan saat pesawat berada di posisi gerbang (*gate*) atau *apron*. Sebagian besar proses berlangsung secara bersamaan (misalnya, embarkasi dan pemuatan), tetapi tetap ada, misalnya, boarding tidak dapat dimulai sebelum pengisian bahan bakar atau pembersihan selesai (Schmidt, 2017). Penyelesaian proses *Ground handling* membutuhkan penggunaan *Ground Support Equipment* (GSE), yaitu peralatan pendukung yang digunakan untuk melayani pesawat di darat sebelum keberangkatan maupun setelah tiba di bandara.

2.10 *Apron*

Fasilitas pelataran parkir pesawat udara (*apron*) merupakan suatu tempat untuk naik turun penumpang, bongkar muat barang kargo, pengisian bahan bakar, parkir pesawat serta pemeliharaan pesawat udara (Sam & Manado, 2019). Ada beberapa jenis *apron* di suatu bandara sebagai berikut (Hartanty, 2019).

1. *Passanger Terminal Apron* (*Apron Terminal Penumpang*) adalah *apron* yang berada berdekatan dengan terminal yang bertujuan untuk memudahkan akses penumpang dari terminal menuju *apron*.
2. *Cargo Terminal Apron* (*Apron Terminal Kargo*) adalah *apron* yang berada berdekatan dengan terminal kargo yang bertujuan untuk memudahkan proses bongkar muat pada pesawat kargo.
3. *Remote parking apron* adalah *apron* yang digunakan untuk pesawat melakukan servis berkala ringan atau untuk singgah. *Apron* ini harus terpisah dengan *apron* yang digunakan untuk pesawat yang parkir dengan waktu yang lama.
4. *Service and Hangar Apron* adalah *apron* dengan area perawatan yang terbuka, dengan posisi yang berdekatan dengan hangar udara, digunakan untuk melakukan servis bagi pesawat. Hangar *apron* adalah tempat bagi pesawat untuk keluar dan masuk ke dalam hangar.
5. *Isolated Apron* adalah *apron* bagi pesawat udara yang perlu diamankan, karena dicurigai membawa muatan barang-barang yang membahayakan seperti bahan peledak, dan lain-lain. Lokasi *apron* ini harus berada jauh dari *apron* biasa dan fasilitas bandar udara lainnya.

2.11 Kesehatan dan Keselamatan Kerja

Keselamatan dan kesehatan kerja (K3) merupakan salah satu aspek penting dalam dunia kerja. Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 1 Tahun 1970 tentang Keselamatan Kerja mengatur K3 di tempat kerja. Tempat kerja didefinisikan sebagai ruangan atau lapangan, tertutup atau terbuka, bergerak atau tetap, Di mana tenaga kerja bekerja. Termasuk tempat kerja adalah semua ruangan, lapangan, halaman, dan sekelilingnya yang merupakan bagian-bagian atau berhubungan dengan tempat kerja tersebut.

Menurut *International Labour Organization* (ILO), kesehatan keselamatan kerja atau *Occupational Safety and Health* adalah usaha untuk meningkatkan dan menjaga tingkat tertinggi kesejahteraan fisik, mental, dan sosial dari semua pekerja di segala jenis pekerjaan. Ini bertujuan untuk mencegah gangguan kesehatan yang dapat diakibatkan oleh pekerjaan, melindungi pekerja dari risiko yang mungkin timbul dari faktor-faktor yang dapat membahayakan kesehatan, serta menyediakan dan memelihara lingkungan kerja yang sesuai dengan kondisi fisik dan psikologis pekerja.

Definisi K3 yang diberikan oleh ILO berbeda dengan definisi yang diberikan oleh Administrasi Keselamatan dan Kesehatan Kerja *Occupational Health and Safety Assessment Series* (OSHA). Menurut OSHA, Keselamatan dan Kesehatan Kerja adalah penerapan ilmu untuk memahami risiko terhadap keselamatan manusia dan properti, baik dalam konteks industri maupun di luar industri. Kesehatan dan keselamatan kerja merupakan disiplin ilmu multidisiplin yang melibatkan fisika, kimia, biologi, dan ilmu perilaku dengan aplikasi pada sektor manufaktur, transportasi, dan penanganan material berbahaya. Menurut *International Association of Safety Professional*, prinsip-prinsip filosofi K3 dapat dibagi menjadi delapan poin utama sebagai berikut (Triyono & Bruri, 2014).

1. K3 adalah tanggung jawab etika

Kesehatan dan Keselamatan Kerja bukan hanya tentang mematuhi undang-undang atau kewajiban hukum, tetapi menjadi tanggung jawab moral dan etika untuk menjaga keselamatan sesama manusia.

2. K3 adalah budaya, bukan program

Kesehatan dan Keselamatan Kerja tidak hanya sebagai program perusahaan untuk mendapatkan penghargaan atau sertifikat, melainkan harus menjadi cerminan dari budaya yang ada dalam organisasi.

3. Manajemen bertanggung jawab

Manajemen perusahaan memiliki tanggung jawab paling besar terkait dengan K3, dan sebagian tanggung jawab dapat dilimpahkan secara berjenjang ke tingkat yang lebih rendah.

4. Karyawan harus dilatih untuk bekerja dengan aman

Setiap lingkungan kerja memiliki karakteristik dan persyaratan K3 yang berbeda. Oleh karena itu, K3 harus ditanamkan melalui pembinaan dan pelatihan.

5. K3 adalah syarat pekerjaan

Tempat kerja yang aman adalah bagian integral dari kondisi kerja yang baik. Lingkungan kerja yang menyenangkan mendukung tingkat keselamatan, dan kondisi K3 mencerminkan kondisi ketenagakerjaan di perusahaan.

6. Semua cedera dapat dicegah

Prinsip dasar K3 adalah bahwa semua kecelakaan dapat dicegah karena memiliki sebab. Jika sebab kecelakaan dapat dihilangkan, maka kemungkinan kecelakaan dapat dihindari.

7. Program K3 harus bersifat spesifik lokasi

Program K3 harus disusun berdasarkan kebutuhan dan kondisi yang sebenarnya di tempat kerja, sesuai dengan potensi bahaya, karakteristik kegiatan, budaya perusahaan, kemampuan finansial, dll.

8. K3 adalah bisnis yang baik

Implementasi K3 tidak boleh dianggap sebagai pemborosan atau biaya tambahan, melainkan sebagai bagian integral dari proses produksi atau strategi perusahaan. Kinerja K3 yang baik akan memberikan manfaat positif terhadap bisnis perusahaan.

K3 memiliki keterkaitan yang erat dengan Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja (SMK3). Di mana SMK3 adalah suatu pendekatan yang sistematis dan terstruktur untuk mengelola berbagai aspek K3 dalam suatu organisasi. SMK3 merupakan bagian integral dari sistem manajemen keseluruhan perusahaan,

dirancang untuk mengendalikan risiko yang terkait dengan kegiatan kerja, dengan tujuan menciptakan lingkungan kerja yang aman, efisien, dan produktif. Setiap perusahaan diwajibkan mengimplementasikan SMK3 jika jumlah pekerja/buruhnya mencapai setidaknya 100 orang, atau jika perusahaan tersebut memiliki pekerjaan dengan tingkat potensi bahaya yang tinggi. Penerapan SMK3 dapat signifikan mengurangi angka kecelakaan kerja, bahkan hingga mencapai tujuan nol kecelakaan (Natalia dkk., 2022).

SMK3 digunakan untuk mengevaluasi dan mengukur sejauh mana penerapan K3 berjalan di dalam suatu organisasi. Dengan membandingkan pencapaian K3 organisasi dengan persyaratan yang ditetapkan, organisasi dapat menilai tingkat keberhasilan implementasi K3 mereka. SMK3 tidak hanya berfungsi sebagai panduan atau acuan dalam pengembangan sistem manajemen K3, tetapi juga sebagai alat yang dapat membantu organisasi mencapai standar tertentu. Salah satu bentuk sistem manajemen K3 yang umum digunakan adalah OHSAS 18001 (Ramli, 2009).

OHSAS 18001 dirancang dengan pendekatan yang memungkinkannya berjalan sejalan dengan standar lain, terutama manajemen mutu (ISO 9000) dan lingkungan (ISO 14000). Sistem manajemen K3 ini terus terintegrasi dengan manajemen organisasi lainnya dan disesuaikan dengan kebutuhan serta karakteristik masing-masing organisasi, termasuk jenis usaha, skala, dan bentuk organisasi. Pengoperasian, pemeliharaan, dan dokumentasi SMK3 dilakukan secara terus menerus sepanjang siklus organisasi, dari pendirian hingga penutupan. OHSAS 18001 menerapkan pendekatan sistematis melalui tahapan perencanaan, pelaksanaan, pemantauan, dan tindakan perbaikan yang mengikuti siklus *Plan-Do-Check-Action* (PDCA), menciptakan proses peningkatan berkelanjutan (Ramli, 2009).

Organisasi memiliki kebebasan untuk menetapkan cakupan SMK3, namun harus mengidentifikasi isu-isu eksternal dan internal yang relevan dengan tujuan organisasi dan yang berpotensi mempengaruhi kemampuannya mencapai hasil yang diinginkan dari SMK3. Beberapa hal yang harus dipertimbangkan melibatkan (Taufani & Kasim, 2019):

1. Memahami kebutuhan dan harapan pekerja serta pihak berkepentingan lainnya.
2. Menentukan cakupan SMK3 dalam hal unit organisasi, fungsi, dan batasan fisik.
3. Menilai dampak dari kegiatan, produk, dan layanan yang diberikan.
4. Memahami persyaratan hukum, peraturan perundang-undangan, dan ketentuan lainnya yang berlaku dan harus dipatuhi oleh organisasi.

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada tanggal 13 november 2024 dan 10 desember 2024 di Bandar Udara Radin Inten II yang berlokasi di Jl. Alamsyah Ratu Prawira Negara No.KM. 28, Natar, Kec. Natar, Kabupaten Bandar Negara, Lampung 35362. Pengukuran dilakukan di area *apron* dan pesawat sudah berada di *parking stand* Bandara Radin Inten II, dengan didasarkan atas 2 pengujian yaitu, pada saat pesawat dalam mode *idle* dan *ground time*.

3.2 Alat dan Bahan Penelitian

Dalam penelitian tingkat kebisingan yang dihasilkan pesawat selama mode *idle* dan *ground time* di area *apron* Bandar Udara Radin Inten II, peneliti menggunakan beberapa alat dan bahan demi menunjang penelitian ini. Adapun alat dan bahan yang dibutuhkan dalam penelitian ini pada **Tabel 3.1**.

Tabel. 3.1 Alat dan Bahan

No	Alat	Fungsi
1.	<i>Sound Level Meter</i>	Mengukur tingkat kebisingan yang dihasilkan pesawat selama mode <i>idle</i> dan <i>ground time</i>
2.	<i>Stopwatch</i>	Menghitung waktu pengukuran dari tingkat kebisingan melalui alat SLM.
3.	<i>Walking Measure</i>	Mengukur jarak dalam penentuan titik sample pengukuran kebisingan yang dihasilkan pesawat selama mode <i>ground idle</i> .
4.	<i>Handhphone</i>	Mendokumentasikan hasil pengukuran kebisingan menggunakan alat SLM.
5.	Buku dan Pena	Mencatat hasil pengukuran kebisingan yang dihasilkan pesawat saat mode <i>ground idle</i> atau <i>ground time</i>
6.	<i>Flighradar24</i>	Melihat informasi detail penerbangan

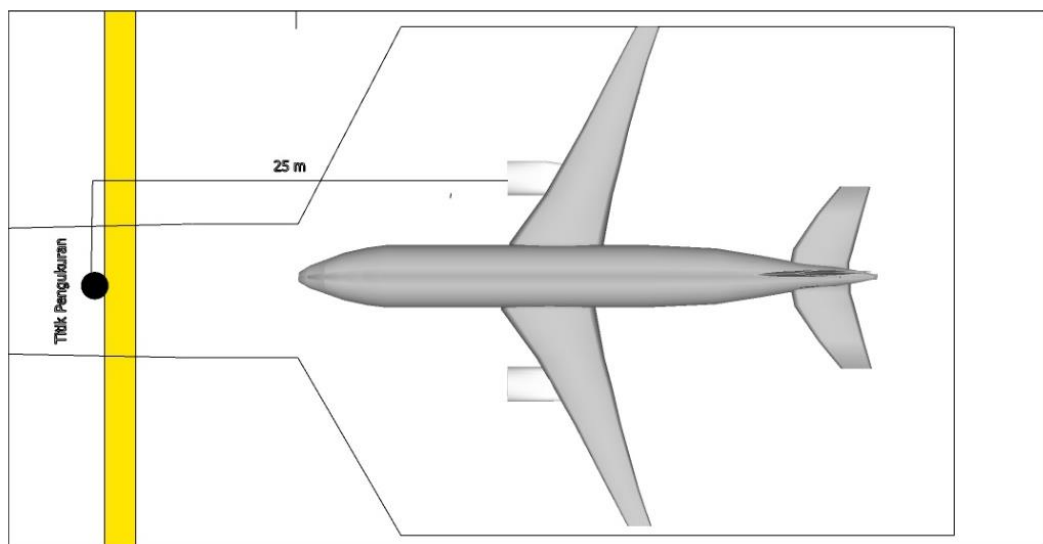
3.3 Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian ini terdiri dari pengukuran kebisingan pesawat mode *idle* dan pengukuran kebisingan saat pesawat *ground time*.

3.3.1 Pengukuran Kebisingan Pesawat Mode *Idle*

Prosedur pengukuran kebisingan pesawat saat mode *idle* adalah

1. Menentukan lokasi pengukuran yang sudah ditentukan.
2. Mengukur jarak titik pengukuran sebesar 25 m, yaitu dari batas aman petugas *ground handling* di area *apron*, seperti pada **Gambar 3.1**.
3. Mempersiapkan alat yang akan digunakan yaitu SLM dan aplikasi *Flightradar24* untuk mengetahui pesawat tiba.
4. Mencatat jarak pesawat dan besar kebisingan menggunakan alat ukur SLM.
5. Mengukur besar kebisingan pesawat selama 15 detik saat pesawat sudah dalam keadaan diam dan mode *idle*.
6. Mengolah data dari hasil pengukuran kebisingan saat pesawat mode *idle*.
7. Mengulang pengukuran dengan variasi tipe dan jenis maskapai pesawat seperti **Tabel 3.2**.



Gambar 3.1 Titik Pengukuran Tingkat Kebisingan kebisingan pesawat mode *idle*

Berdasarkan **Gambar 3.1** menjelaskan letak dan posisi pesawat saat mode *idle* dan dalam keadaan diam yaitu pada saat pesawat sudah berada di *parking stand* area

apron. Peneliti memilih jarak 25 meter dari sumber kebisingan karena titik tersebut merupakan batas aman saat mesin pesawat pada saat masih beroperasi.

Tabel 3.2 Maskapai Pesawat yang Beroperasi di Bandar Udara Radin Inten II

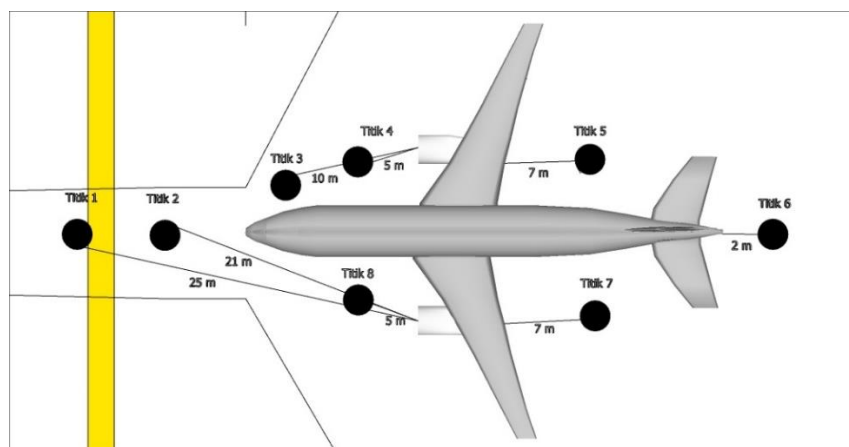
Maskapai
Air Asia
Batik Air
Citilink
Super Air Jet
Lion Air
Garuda Indonesia

Pada **Tabel 3.2** menunjukkan daftar maskapai pesawat yang beroperasi di Bandara Radin Inten II. Di Bandara tersebut terdapat 7 maskapai yang beroperasi namun peneliti hanya memilih 6 maskapai yang akan dilakukan pengukuran tingkat kebisingan yaitu Air Asia, Batik Air, Citilink, Super Air Jet, Lion Air, dan Garuda Indonesia. Pengukuran intensitas kebisingan dilakukan selama 9 jam yaitu antara jam 08.00- 17.00 WIB pada perwakilan waktu saat jam operasional pesawat di Bandara Radin Inten II.

3.2.2 Pengukuran Kebisingan Pesawat dalam Keadaan *Ground Time*

Prosedur pengukuran Kebisingan Saat Pesawat dalam kondisi *ground time* adalah

1. Menentukan lokasi pengambilan data di area *apron* yang strategis dan mewakili paparan kebisingan pesawat dalam keadaan *ground time*.
2. Menentukan titik pengukuran di area pesawat sebanyak 8 titik, seperti pada **Gambar 3.2**.
3. Mempersiapkan alat yang akan digunakan yaitu SLM dan aplikasi *Flightradar24* untuk mengetahui pesawat tiba.
4. Mengukur besar kebisingan pesawat selama 25 detik saat pesawat sudah dalam keadaan diam dan dalam kondisi *ground time*.
5. Mendokumentasikan jenis pesawat dan durasi operasional *ground time* selama pengukuran.
6. Mengolah data dari hasil pengukuran kebisingan pesawat dalam kondisi *ground time*.
7. Mengulang pengukuran dengan variasi tipe dan jenis maskapai pesawat seperti pada **Tabel 3.2**.



Gambar 3.2 Titik Pengukuran Tingkat Kebisingan Pesawat *Ground Time*

Berdasarkan **Gambar 3.2** menjelaskan letak dan posisi pesawat dalam kondisi *ground timed* berada di *parking stand* pesawat, serta posisi dilakukannya pengambilan data dalam melakukan sebuah pengukuran kebisingan yang dilakukan variasi titik. Adapun titik yang akan menjadi pengambilan data kebisingan pada **Tabel 3.3**.

Tabel 3.3 Titik Pengukuran Kebisingan Pesawat Pada Kondisi *Ground Time*.

Titik Pengukuran	Keterangan
1	Area <i>marshaller</i>
2	Area depan pesawat
3	Area pekerja teknisi pesawat
4	Area pekerja <i>ground handling</i> (menaikan dan menurunkan bagasi)
5	Area pekerja <i>ground handling</i> (menaikan dan menurunkan bagasi)
6	Area belakang/ ekor pesawat (sumber kebisingan APU)
7	Area samping (pintu keluar penumpang)
8	Area samping petugas AVSEC (untuk mengawasi area pesawat)

Tabel 3.3 menunjukkan titik-titik pengukuran kebisingan pesawat pada kondisi *block on*. Titik-titik pengukuran tersebut dipilih sebagai representasi dari area kerja petugas yang terlibat di sekitar pesawat. Titik ke-1 adalah area *marshaller*, yang merupakan posisi petugas pengarah pesawat. Titik kedua berada di area depan

pesawat, yang sering menjadi lokasi aktivitas teknis. Titik ketiga adalah area pekerja teknisi pesawat, yang bertanggung jawab atas pemeriksaan dan perawatan pesawat.

Selanjutnya, titik ke-4 dan ke-5 berada di area pekerja *ground handling*, khususnya pada aktivitas menaikkan dan menurunkan bagasi. Titik ke-6 berada di area belakang atau ekor pesawat, yang menjadi sumber kebisingan dari *Auxiliary Power Unit* (APU). Titik ke-7 adalah area samping pintu keluar penumpang, yang mencerminkan lokasi aktivitas penumpang, dan titik ke-8 berada di area samping petugas AVSEC, yang bertugas mengawasi keamanan di sekitar pesawat. Pemilihan titik-titik tersebut dilakukan untuk mewakili setiap area kerja petugas yang terlibat dalam operasi di sekitar pesawat, sehingga hasil pengukuran kebisingan dapat mencerminkan kondisi nyata di lapangan.

Sound Level Meter (SLM) digunakan untuk mengukur tingkat kebisingan dalam waktu tertentu. Penelitian ini menggunakan SLM tipe SLM GM 1356 memiliki rentang pengukuran antara 30 hingga 130 dB(A) dan 35 hingga 130 dBC, dengan akurasi ± 1.5 dB. Alat ini dilengkapi dengan fitur pemilihan waktu pengukuran yang cepat (*Fast*) dan lambat (*Slow*), serta respons frekuensi antara 31.5 Hz hingga 8.5 kHz. Resolusi pengukuran alat ini adalah 0.1 dB, yang memungkinkan deteksi perubahan kecil dalam tingkat kebisingan. Untuk mengukur kebisingan pesawat dalam kondisi idle dan saat *ground time* respon yang tepat pada SLM adalah mode *slow*. Mode *slow* memberikan respons yang lebih baik untuk mengukur suara dengan karakteristik ini, karena mode ini dirancang untuk menangkap perubahan tingkat suara secara lebih lambat dan halus, sehingga dapat memberikan nilai rata-rata yang lebih akurat dari kebisingan yang terus menerus.

Apabila level kebisingan yang terekam oleh SLM kurang dari 130 dB(A) maka acuan yang digunakan adalah nilai L_{Aeq} . Skala penilaian yang akan digunakan untuk menentukan nilai dari hasil pengukuran kebisingan pesawat mode *idle* dan *ground timer* yaitu dengan menggunakan rumus L_{Aeq} (tingkat kebisingan *equivalen*) yaitu tingkat kebisingan dari kebisingan yang berubah-ubah selama selang waktu tertentu. Satuan tingkat kebisingan menggunakan tingkat tekanan

bunyi bobot-A (dB(A)) yaitu tekanan bunyi yang sesuai dengan karakteristik telinga manusia umum yang normal (Rusjadi & Palupi, 2011).

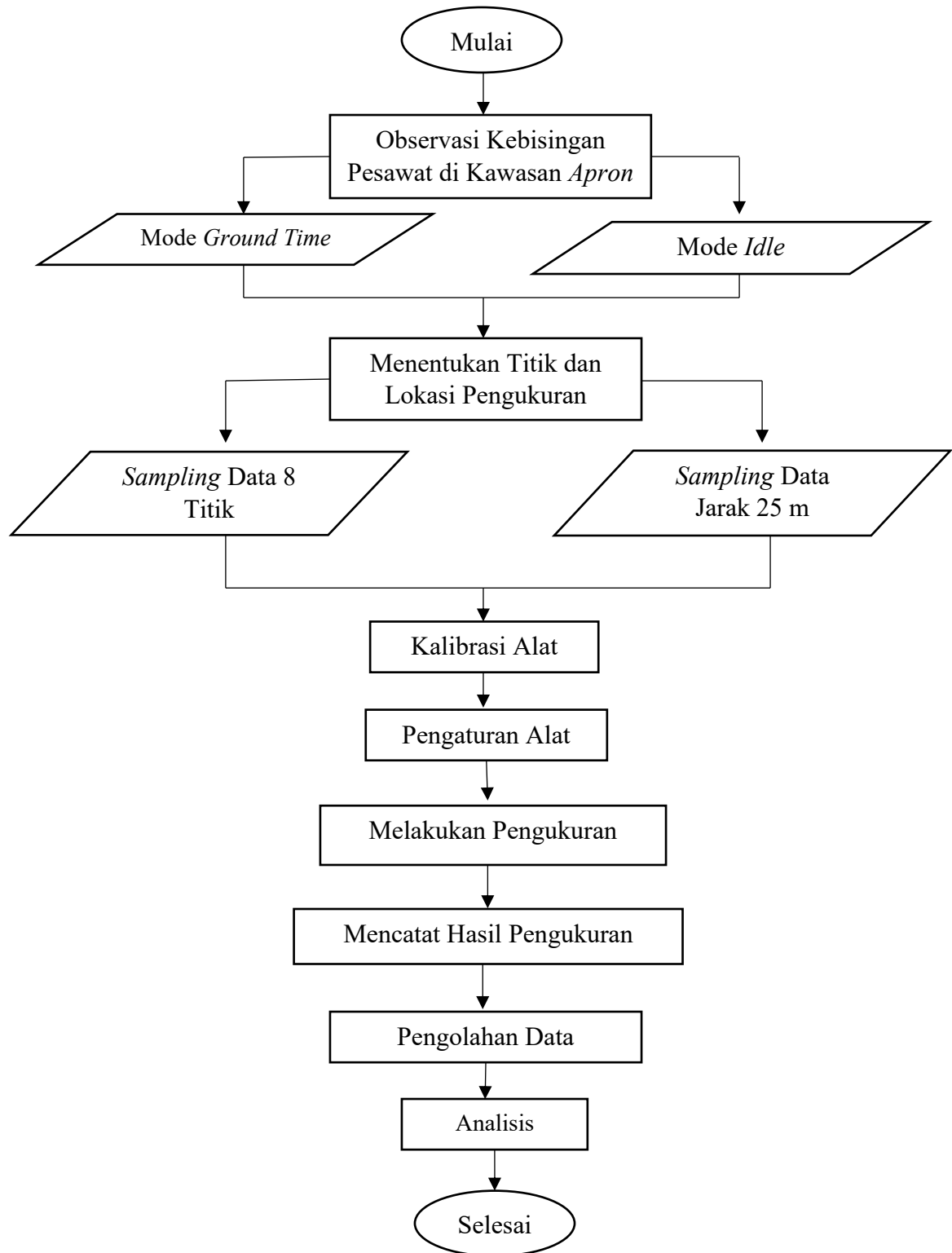
Dalam penelitian ini kebisingan pesawat baik dalam mode *idle* maupun *ground time* dilakukan pengukuran yang bersifat fluktuatif dengan waktu pengambilan sample yang berbeda (Rusjadi & Palupi, 2011). L_{Aeq} merupakan level kebisingan dengan energi yang sama pada suara yang memiliki level kebisingan yang berfluktuatif apabila keadaan L_{Aeq} dalam durasi yang sama. Nilai L_{Aeq} didapatkan dari persamaan 3.1(ISO 1996 :2, 2007).

$$L_{Aeq} = 10 \log \left[\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n 10^{\frac{L_{pAi}}{10}} \right] \quad (3.1)$$

Dimana, L_{Aeq} merupakan tingkat tekanan bunyi sinambung setara bobot dB(A), yang ditetapkan dalam interval waktu T (s), dimulai dari t_1 hingga t_2 , lalu L_{pAi} tingkat suara yang diterima dB(A), dan n merupakan jumlah total sampel pengukuran. Pada persamaan 2.3 dan 2.4 rumus tingkat intensitas suara, Nilai β ini menunjukkan seberapa keras suara pada saat pengukuran dan bersifat sesaat, sedangkan L_{Aeq} pada persamaan 3.1 digunakan untuk menghitung tingkat kebisingan rata-rata setara selama periode waktu tertentu dengan mengintegrasikan variasi suara yang berubah-ubah.

3.4 Diagram Alir

Diagram alir pada penelitian ini adalah



Gambar 3.3 Diagram Alir

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Berdasarkan hasil dari penelitian yang telah dilakukan, adapun kesimpulan yang diperoleh dari penelitian ini adalah

1. Maskapai Air Asia mencatat tingkat kebisingan tertinggi pada semua parameter yaitu L_{max} sebesar 102,6 dB(A), L_{min} sebesar 100,7 dB(A), dan L_{Aeq} sebesar 101,8 dB(A). Sebaliknya, Batik Air menunjukkan tingkat kebisingan terendah dengan L_{max} sebesar 99,8 dB(A), L_{min} sebesar 97,4 dB(A), dan L_{Aeq} sebesar 99,1 dB(A), meskipun menggunakan tipe pesawat yang sama (Airbus A320). Maskapai lain, seperti Citilink mendapat nilai L_{Aeq} sebesar 100 dB(A), Super Air Jet memperoleh nilai L_{Aeq} sebesar 100,7 dB(A), Lion Air memperoleh nilai L_{Aeq} sebesar 100,2 dB(A), dan Garuda Indonesia memperoleh nilai L_{Aeq} sebesar 99,8 dB(A).
2. Pesawat Airbus A320 cenderung menghasilkan kebisingan lebih tinggi dibandingkan Boeing 738/739, meskipun terdapat variasi antaroperator. Hal ini terlihat dari perbandingan Air Asia memperoleh nilai L_{Aeq} sebesar 101,8 dB(A) dengan Garuda Indonesia memperoleh nilai L_{Aeq} sebesar 99,8 dB(A), yang menggunakan tipe pesawat berbeda. Tingkat kebisingan pada kondisi *idle* rata-rata menghasilkan L_{Aeq} sebesar 99,1–101,8 dB(A) melebihi ambang batas rekomendasi WHO untuk paparan suara di lingkungan kerja (85 dB(A) selama 8 jam).
3. Titik pengukuran di sekitar APU dan mesin (Titik 5–7) mencatat tingkat kebisingan tertinggi L_{Aeq} sebesar 95–101,4 dB(A), dengan maskapai Lion Air (Boeing 739) mencapai puncak 101,4 dB(A) dan Super Air Jet (Airbus A320) sebesar 100,4 dB(A). Sementara itu, area depan pesawat (Titik 1–2) menunjukkan kebisingan relatif rendah dengan L_{Aeq} sebesar 78–83 dB(A)

karena minim paparan sumber utama. Perbedaan kebisingan antar tipe pesawat, seperti Airbus A320 dan Boeing 738/739, tidak hanya dipengaruhi desain mesin, tetapi juga prosedur operasional, perawatan APU, serta aktivitas *ground handling* seperti pengisian bahan bakar dan *loading-unloading*. Seluruh titik di sekitar mesin/APU melebihi ambang batas aman WHO (85 dB(A)), berpotensi menyebabkan risiko gangguan pendengaran kronis bagi pekerja *apron*.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil dari penelitian yang telah dilakukan, adapun saran yang dapat disampaikan dari penelitian ini adalah

1. Guna meningkatkan akurasi data, disarankan melakukan pengukuran secara berulang. Hal ini penting untuk mengidentifikasi variabilitas dalam data dan memastikan konsisten hasil.
2. Mengingat tingkat kebisingan yang dihasilkan dari semua kondisi pengukuran baik saat mode *idle* ataupun *ground time* sangat tinggi, untuk pekerja *air side* lebih memperhatikan keselamatan diri sendiri dengan menggunakan APD yang lengkap seperti *eraplug*, *earmuff* dan kaca mata.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, M. (2017). *Fisika Dasar II*. Institut Teknologi Bandung. Bandung
- Adam, A. W. S., Arifin, M., & Chandra Utama, E. (2023). Pengukuran Tingkat Kebisingan Pesawat Casa 212-200 Saat Ground Run Test Berdasarkan Variasi Sudut. *Jurnal Teknologi Kedirgantaraan*, 8(1) 49-68.
- Arofah, Nurul; Santoso, Apik Budi; Putro, S. (2012). Preferensi Penglaju Terhadap Moda Transportasi Di Desa Tlogorejo Kecamatan Karangawen Kabupaten Demak. *Unnes*, 1. 1(1) 44-49.
- Astuti, I. A. D. (2016). Pengembangan Alat Eksperimen Cepat Rambat Bunyi Dalam Medium Udara Dengan Menggunakan Metode Time of Flight (Tof) Dan Berbantuan Software Audacity. *Unnes Physics Education Journal*, 5(3) 18-24.
- Balai Hyperkes. (1999). *Laporan Tahunan*. Denpasar.
- British Standards Institution (BSI) (2007). *OHSAS 18001 Occupational Health and Safety Management Systems Requirements*. BSI Limited. London.
- Doelle, Leslie L. (1990). *Akustik Lingkungan*. Erlangga : Jakarta.
- Fadhil, A. (2015). Analisis Terjadinya Apu Auto Shutdown Di Pesawat Airbus a320-200. Analisis Terjadinya Apu Auto Shutdown Di Pesawat Airbus A320-200. *INDEPT*. 5(1), 36–41.
- Fahreza, L., Fachrul, M. F., & Wijayanti, A. (2019). Intensitas Kebisingan Berdasarkan Jenis Tipe Pesawat Terbang Di Bandar Udara Internasional Minangkabau, Padang Pariaman, Sumatera Barat. *Journal of Environmental Engineering and Waste Management*, 4(2) 78-84.
- Faturrohman, A.A., Arifin, M. & Utama, E.C. (2023). Analisis Tingkat Kebisingan Pesawat Saat Take-Off Berdasarkan Variasi Tinggi Lintasan di Bandara Halim Perdanakusum. *Jurnal Teknologi Kedirgantaraan*, 9(1) 19 – 28.
- Fauzi, M., Irianto, & Mabui, D. S. S. (2020). Pengukuran Tingkat Kebisingan Akibat Aktifitas Pesawat di Bandar Udara Sentani Jayapura. *Jurnal Teknik*, 13(2) 60–69.

- Giancoli, D. C. (2015). *Physics Principles with Applications*, Global Edition. England: Pearson Education Limited.
- Halliday, D and Resnick, R. (2010). *Fisika Dasar Edisi 7 Jilid 1 (Terjemahan)*. Jakarta: Erlangga.
- Handayani, N. J., Suswanto, E., & Silalahi, M. D. (2018). *Kajian Tingkat Kebisingan Di Bandara Internasional Halim Perdana Kusuma, Jakarta Timur, Dki Jakarta*. Prosiding Seminar Nasional Cendekiawan, Universitas Trisakti.
- Handayani,D., Ubaidillah., Sabtya, A.M.N. (2023). Karakteristik Tingkat Kebisingan Akibat Aktivitas Kereta Api di Wilayah Pemukiman (Studi Kasus: Jl. Cimanuk II – Jebres – Surakarta). *Jurnal Matriks Teknik Sipil*. 11(4) 442-448.
- Hartantyo, G. (2019). Evaluasi Kapasitas *Apron* Pada Bandar Udara Internasional Achmad Yani Semarang. *Prosiding Seminar Intelektual Muda*, 1(1).
- Hutapea. P. H. (2002). *Studi Penyusunan Rencana Kelola Lingkungan (RKL) dan Rencana Pantau Lingkungan (RPL) Bandar Udara Halim Perdana Kusuma*. Jakarta.
- ILO.(2013). *Keselamatan dan Kesehatan Kerja Sarana Produktivitas.Modul. International Labour Organisation*. Jakarta.
- Indonesia. (1970). *Undang-Undang No. 1 Tahun 1970, tentang Keselamatan Kerja*. <https://jdih.esdm.go.id/common/dokumen-external/uu-01-1970.pdf>. Diakses pada 20 Oktober 2024.
- Ishaq, Mohamad. (2007). *Fisika Dasar: Elektifitas & Magnetis*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Isliko, V., N.Budiharti dan E.Adriantantri. (2022). Analisa Kebisingan Peralatan Pabrik Dalam Upaya Meningkatkan Kesehatan Keselamatan Kerja dan Meningkatkan Kinerja Karyawan. *Jurnal Valtech*. 5 (1), 101-106.
- ISO 1996-2: 2007. (2007). *Acoustics – Description, measurement and assesment of environmental noise – Part 2 : Determination of environmental noise levels*. Genève.
- Jaruchinda P., Thongdeetae T., Panichkul S., Hanchumpol P. (2005). Prevalence and An Analysis of NoiseInduced Hearing Loss in Army Helicopter Pilots and Aircraft Mechanics. *Journal of The Medical Association of Thailand*. vol 8. pp 232-239.
- Kementerian Kesehatan RI. (1987). *Peraturan Menteri Kesehatan No. 718/MenKes/Per/XI/1987. Tentang Kebisingan Yang Berhubungan dengan Kesehatan*.[https://jdih.kemkes.go.id/common/dokumen/Permenkes%20RI%](https://jdih.kemkes.go.id/common/dokumen/Permenkes%20RI%20tentang%20kebijaksanaan%20pengendalian%20kebisingan%20dan%20getaran%20di%20tempat%20kerja.pdf)

20No.%20718-MEN.KES-PER-XI
1987%20ttg%20Kebisingan%20yang%20Berhubungan%20Dengan%20Kes
ehatan.pdf. Diakses pada 12 Oktober 2024.

Kementrian Lingkungan Hidup RI. (1996). *Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No.Kep-48/MenLh/11/1996 Tentang Baku Tingkat Kebisingan Sekretariat Negara*.<https://ppkl.menlhk.go.id/website/filebox/723/190930165749Kepmen%20LH%2048%20Tahun%201996.pdf>. Diakses pada 19 Oktober 2024.

Kementrian Perhubungan RI. (2021). *Peraturan Mentri Perhubungan No.Kep-15/MenHub/35/2021 Tentang Peraturan Keselamatan Penerbangan Sipil Bagian 34 Tentang Persyaratan Untuk Bahan Bakar Terbuang, Gas Buang Untuk Pesawat Udara Yang Digerakkan Dengan Mesin Turbin, dan Emisi CO2 Pesawat Udara*.<https://peraturan.bpk.go.id/Details/284318/permenhub-no-35-tahun-2021>. Diakses pada 19 Oktober 2024.

Kementrian Perhubungan RI. (2024). *Direktorat Jendral Perhubungan Udara*.<https://hubud.kemenhub.go.id/hubud/website/>. Diakses pada 20 Oktober 2024

Kementrian Perhubungan RI. (2024). *Peraturan Mentri Perhubungan No.Kep-31/Men/2024 Tentang Penetapan Bandar Udara Internasional*.<https://peraturan.infoasn.id/keputusan-menteri-perhubungan-nomor-km-31-tahun-2024/>. Diakses pada 19 Oktober 2024.

Kementrian Tenaga Kerja RI. (1999). *Keputusan Menteri Tenaga Kerja No. Kep-51/Men/1999 tentang Nilai Ambang Batas Faktor Fisika di Tempat Kerja*.<https://www.toolsfortransformation.net/wp-content/uploads/2017/05/Kep-Men-Naker-No.51-thn-1999-ttg-NAB-faktor-Fisika-ditempat-kerja.pdf>. Diakses pada 19 Oktober 2024.

Kholik, H. M., & Krishna, D. A. (2012). Analisis Tingkat Kebisingan Peralatan Produksi Terhadap Kinerja Karyawan. *Jurnal Teknik Industri*, 13(2), 194-200.

Lange, A., Sieling, J., & Gonzalez Parra, G. (2019). Convergence in airline operations: The case of ground times. *Journal of Air Transport Management*, 77:39-45.

Lintong., F. (2013). Gangguan Pendengaran Akibat Bising. *Jurnal Biomedik*,1(2), 81-86.

Luxson, M., Darlina, S., & Malaka, T. (2012). Kebisingan di tempat kerja. *Jurnal Kesehatan Bina Husada*, 6(2) 75-85.

Maekawa, Z., Rindel, J., & Lord, P. (2010). *Environmental and Architectural Acoustics Second Edition*. New York: Spoon Press.

- Malau, Nya Daniaty. (2018). *Modul Fisika Gelombang*. Universitas Kristen Indonesia.
- Maulina, Efav. (2022). *Persiapan Petuga Ramp Handling Di Bandar Udara Abdul Rachman Saleh Dalam Proses Persiapan Pemberangkatan*. Sekolah Tinggi Penerbangan Aviasi. Jakarta
- May, R. D., Csank, J. T., Guo, T. H., & Litt, J. S. (2011). Improving engine responsiveness during approach through high speed idle control. *47th AIAA/ASME/SAE/ASEE Joint Propulsion Conference and Exhibit*. pp. 1-12.
- Meikaharto, R. B. R., Setyaningsih, E., & Candra, H. (2021). Alat Kalibrasi Sound Level Meter Berbasis Mikrokontroler. *Jetri : Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*. 18(2) 105 – 118.
- Menteri Perhubungan. (2016). *Peraturan Menteri perhubungan Republik Indonesia Nomor PM 81 Tahun 2016*. <https://peraturan.bpk.go.id/Details/103276/permenhub-no-81-tahun-2016>. Diakses pada 20 Oktober 2024.
- Nasri. (1997). *Teknik Pengukuran dan Pemantauan Kebisingan di Tempat Kerja*. Universitas Indonesia. Jakarta.
- Natalia Y, Paul A.T. Kawatu & A.J.M Rattu. (2022). Gambaran Pelaksanaan Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja (SMK3) Di PT. PLN (Persero) Unit Pelaksana Pelayanan Pelanggan (UP3) Tolitoli. *Jurnal KESMAS*. 11(4) 35-43.
- Nugroho. (2019). *Sound Level Meter*. *Seminar Nasional Pendidikan (SENDIKA)*. Universitas Ahmad Dahlan.
- Ramadhan, A. A., Wardani, P. S., & Putri, D. R. P. S. (2021). Hubungan tingkat intensitas bunyi dengan penurunan daya dengar pekerja di Area *Ground Handling* Bandara Samarinda. *Progressive Physics Journal*, 2(2) 60-69.
- Ramli, Soehatman. (2009). *Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja. OHSAS 18001*. PT. Dian Rakyat. Jakarta.
- Rusjadi, D., & Palupi, M. (2011). Kajian Metode Sampling Pengukuran Kebisingan dari Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 48 Tahun 1996. *Jurnal Standardisasi*, 13(3) 176-183.
- Salvendy, Gabriel. (1997). *Human Factors and Ergonomics. Second Edition*. Canada: John Wiley & Sons Inc.
- Sam, I., & Manado, R. (2019). Analisis Pengendalian Kebisingan Pada Pekerja *Apron Movement Control (Amc)* Di Pt Angkasa Pura I (Persero) Bandar Udara Internasional Sam Ratulangi Manado. *Kesmas*, 8(6) 74–81.

- Schmidt, M. (2017). A review of aircraft turnaround operations and simulations. In *Progress in Aerospace Sciences* 92: 25-38.
- Sindhusakti. (2000). *Dampak Kebisingan pesawat terhadap kesehatan penduduk lingkungan pemukiman sekitar landasan Bandara Adi Sumarmo Boyolali*. Surakarta: Universitas Sebelas.
- Sintorini, M. M., Hutapea, P. H., & Vicaksono, A. A. (2007). Hubungan Tingkat Kebisingan Pesawat Udara Terhadap Kesehatan Pekerja Di Sekitar Landas Pacu 1 Dan 2 Bandar Udara Internasional Soekarno–Hatta, Banten. *Jurnal Teknologi Lingkungan Universitas Trisakti*, 4(1) 9-13.
- Siregar, F. H., Qonitan, F. D., & Ridhosari, B. (2023). Pengukuran Tingkat Kebisingan Bandara dari Aktivitas Charter Pesawat (Studi Kasus: Bandara Pondok Cabe, Indonesia). *Journal of Sustainable Infrastructure*, 2(1) 23-31.
- Siregar, R. A. (2020). Analisis Lalu Lintas Pesawat Terbang Ditinjau dari Kebisingan Terhadap Ground Handling di Bandar Udara Internasional Kuala Namu Medan Deli Serdang. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Teknik*, 1(2) 1-12 .
- Sudrajadf[[tkp[, A & Gurning, S. 2016. *Pengantar Teori Kebisingan Permesinan*. Untirta Press : Serang.
- Suwandi, A. (2020). *Teknik Kalibrasi Sound Level Meter*. in Forum Group Discussion Kalibrasi Sound Level Meter. Tangerang Selatan.
- Tambunan, S. T. B . (2005). *Kebisingan di tempat kerja (occupational noise)*. Yogyakarta : Andi Offset
- Taufani A,M. dan Kasim A.A. (2019). *Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja Berbasis SNI ISO 45001:2018*. Badan Standardisasi Nasional (BSN). Tangerang Selatan.
- Tipler, P. A. (1998). *Fisika Untuk Sains dan Teknik. Jilid 1*. Jakarta: Erlangga.
- Trianah. M , Saputra. D.W , Irnaningsih, S. (2024) . Pengaruh Sejarah Perkembangan Alat Transportasi Darat, Laut, dan Udara di Indonesia serta Dampaknya terhadap Masyarakat. *Jurnal Seminar Nasional dan Publikasi Ilmiah FIP UMJ*. 2584-2592.
- Triyono, M. & Bruri. (2014). *Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3)*. TIM K3 FT UNY. Yogyakarta.
- Tuwaidan, Y. A., Poekoel, E. V. C., & Mamahit, D. J. (2015). Rancang Bangun Alat Ukur Desibel (dB) Meter Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno R3. *E-Journal Teknik Elektro Dan Komputer*. 1(2) 46–51.

Wanit, J.J. (2020). *Pengukuran Hasil Kebisingan Lalu Lintas Terhadap Rumah Sakit Awal Bros Panam Dengan Metode Bina Marga*. Dissertation, Universitas Islam Riau. Riau.

WHO. (2015). *World Health Statistic Report : World Health Organization*.

Winata, A. A. (2021). Faktor risiko gangguan pendengaran pada pekerja industri. *Jurnal Medika Hutama*, 3(2) 2180-2185.

World Health Organization (2015) *Hearing Loss due to Recreational Exposure to Loud Sounds: A Review*. Geneva: WHO Library Cataloguing-in-Publication Data.

Yasid, A., Yushardi, & Handayani, R. D. (2021). Pengaruh Frekuensi Gelombang Bunyi Terhadap Perilaku Lalat Rumah. *Sociobiology*, 68(4) 190-196 .

Yuberti. (2014). *Konsep Materi Fisika Dasar 2*. Penerbit: Anugrah Utama Raharja (AURA). Bandar Lampung.