

**ANALISIS TINGKAT KEBISINGAN PADA KAWASAN  
PEMUKIMAN SEKITAR BANDARA INTERNASIONAL  
KUALANAMU**

**SKRIPSI**

**ZULKARNAIN SIHOMBING**

**NIM: 0705163057**



**PROGRAM STUDI FISIKA  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUMATERA UTARA  
MEDAN  
2021**

**ANALISIS TINGKAT KEBISINGAN PADA KAWASAN  
PEMUKIMAN SEKITAR BANDARA INTERNASIONAL  
KUALANAMU**

**SKRIPSI**

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

**ZULKARNAIN SIHOMBING**

**NIM: 0705163057**



**PROGRAM STUDI FISIKA  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUMATERA UTARA  
MEDAN  
2021**

## PERSETUJUAN SKRIPSI

Hal : Surat Persetujuan Skripsi

Lamp : -

Kepada Yth.,

Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

Universitas Islam Negeri Sumatera Utara Medan

*Assalamu'alaikum Wr. Wb.*

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

Nama	: Zulkarnain Sihombing
Nomor Induk Mahasiswa	: 0705163057
Program Studi	: Fisika
Judul	: Analisis Tingkat Kebisingan Pada Kawasan Pemukiman Sekitar Bandara Internasional Kualanamu

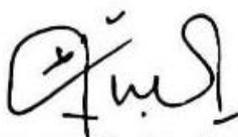
dapat disetujui untuk segera *dimunqasyahkan*. Atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

*Wassalamu'alakum Wr. Wb.*

Medan, 30 Juni 2021 M  
19 Dzulqaidah 1442 H

Komisi Pembimbing,

Pembimbing Skripsi I,



Dr. Abdul Halim Daulay, S.T., M.Si.  
NIP. 198111062005011003

Pembimbing Skripsi II,



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

## **SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Zulkarnain Sihombing  
Nomor Induk Mahasiswa : 0705173057  
Program Studi : Fisika  
Judul : Analisis Tingkat Kebisingan Pada Kawasan  
Pemukiman Sekitar Bandara Internasional  
Kualanamu

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

Medan, 30 Juni 2021



Zulkarnain Sihombing  
NIM. 0705163057



**PENGESAHAN SKRIPSI**

Nomor: B.174/ST/ST.V.2/PP.01.1/10/2021

Judul : Analisis Tingkat Kebisingan Pada Kawasan  
Pemukiman Sekitar Bandara Internasional  
Kualanamu  
Nama : Zulkarnain Sihombing  
Nomor Induk Mahasiswa : 0705163057  
Program Studi : Fisika  
Fakultas : Sains dan Teknologi

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

Pada hari/tanggal : Selasa, 27 Juli 2021  
Tempat : Ruang Sidang Fakultas Sains dan Teknologi

Tim Ujian Munaqasyah,  
Ketua,

Muhammad Nuh, S.Pd., M.Pd.  
NIP. 197503242007101001

Dewan Penguji,

Penguji I,

Dr. Abdul Halim Dauly, S.T., M.Si.  
NIP. 198111062005011003

Penguji II,

Zubair Aman Dauly, S.T., M.M.  
NIP. -

Penguji III,

Nazaruddin Nasution, M.Pd.  
NIB. 1100000070

Penguji IV,

Mulkan Iskandar Nst, M.Si.  
NIB. 1100000120

Mengesahkan,  
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi  
Sumatera Utara Medan,

Syahnan, M.A.  
NIP. 196609051991031002

# ANALISIS TINGKAT KEBISINGAN PADA KAWASAN PEMUKIMAN SEKITAR BANDARA INTERNASIONAL KUALANAMU

## ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan (i) untuk mengetahui tingkat kebisingan pada kawasan pemukiman sekitar Bandara Internasional Kualanamu, (ii) untuk mengetahui nilai *Noise Reduction* pada pemukiman penduduk terhadap kebisingan luar/landasan pacu, dan (iii) untuk mengetahui jarak ideal rumah/pemukiman dari landasan pacu agar sesuai standar baku mutu. Penelitian dilakukan pada kawasan pemukiman sekitar Bandara Internasional Kualanamu. Pengukuran dilakukan di luar ruangan pada 32 titik yang berbeda pada pemukiman warga. Sumber bunyi (bising) berasal dari suara yang ditimbulkan oleh aktivitas pesawat saat keberangkatan dan kedatangan. SLM (*Sound level Meter*) adalah alat ukur yang digunakan untuk mengukur Tingkat Tekanan Bunyi (TTB). Pengolahan data menggunakan *Software Surfer Golden V20* untuk membuat peta kontur 2D dan 3D. Tingkat kebisingan pada kawasan pemukiman masih melebihi baku mutu yang ditetapkan oleh Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup RI Nomor: Kep-48/MENLH/11/1996 untuk kebisingan pemukiman sekitar bandara yaitu maksimal 55 dB. Tingkat kebisingan tertinggi pada sisi Barat yaitu pada titik ukur 1 sebesar 89,20 dB, titik ukur 9 Selatan 86,50 dB, titik ukur 17 Utara 83,40 dB, dan titik ukur 25 Timur 72,50 dB. Nilai *Noise Reduction* adalah sebesar 7 – 13,60 dB. Jarak ideal pemukiman penduduk dengan bandara pada arah Barat, Selatan, Timur, dan Utara secara berturut-turut adalah 2,642 km, 1,386 km, 0,299 km, dan 1,064 km dari pembatas bandara.

**Kata-kata kunci:** Pesawat, *sound level meter*, tingkat kebisingan.

# **ANALYSIS OF NOISE LEVEL IN RESIDENTIAL AREA AROUND KUALANAMU INTERNATIONAL AIRPORT**

## **ABSTRACT**

*This study aims (i) to determine the noise level in residential areas around Kualanamu International Airport, (ii) to determine the value of Noise Reduction in residential areas against outside noise/runway, and (iii) to determine the ideal distance of houses/settlements from the runway. to comply with quality standards. The research was conducted in a residential area around Kualanamu International Airport. Measurements were carried out outdoors at 32 different points in residential areas. The source of noise (noise) comes from the sound generated by aircraft activities during departure and arrival. SLM (Sound level Meter) is a measuring instrument used to measure Sound Pressure Level (TTB). Data processing uses Surfer Golden V20 Software to create 2D and 3D contour maps. The noise level in residential areas still exceeds the quality standard set by the Decree of the Minister of the Environment of the Republic of Indonesia Number: Kep-48/MENLH/11/1996 for residential noise around the airport, which is a maximum of 55 dB. The highest noise level on the west side is at measuring point 1 of 89.20 dB, measuring point 9 south is 86.50 dB, measuring point 17 north is 83.40 dB, and measuring point 25 east is 72.50 dB. Noise Reduction value is 7 – 13.60 dB. The ideal distance between residential areas and airports in the west, south, east and north directions is 2,642 km, 1,386 km, 0.299 km, and 1,064 km, from the airport barrier..*

**Keywords:** Aircraft, noise level, sound level meter.

## KATA PENGANTAR



Puji syukur ke hadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul “Analisis Tingkat Kebisingan Pada Kawasan Pemukiman Sekitar Bandara Internasional Kualanamu”. Skripsi ini disusun bertujuan untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh gelar sarjana sains dalam Program Studi Fisika pada Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sumatera Utara Medan.

Penulis menyadari bahwa dalam menyelesaikan skripsi ini tidak lepas dari bantuan dan kerja sama dari berbagai pihak. Oleh sebab itu penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan moril maupun materiil terutama kepada yang saya hormati:

1. Prof. Dr. Syahrin, M.A., selaku Rektor Universitas Islam Negeri Sumatera Utara Medan.
2. Dr. Mhd. Syahnan, M.A., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sumatera Utara Medan.
3. Muhammad Nuh, S.Pd., M.Pd. selaku Ketua Program Studi Fisika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sumatera Utara Medan.
4. Miftahul Husnah, S.Pd., M.Si. selaku Sekretaris Program Studi Fisika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sumatera Utara Medan.
5. Dr. Abdul Halim Daulay, S.T., M.Si., selaku Dosen Pembimbing Skripsi I yang telah meluangkan waktu dan membimbing penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
6. Zubair Aman Daulay, S.T., M.M. selaku Dosen Pembimbing skripsi II yang telah meluangkan waktu dan membimbing penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
7. Nazaruddin Nasution, M.Pd. selaku Dosen Penasihat Akademik.

8. Seluruh Dosen Program Studi Fisika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sumatera Utara Medan yang telah membantu dan meluangkan waktunya untuk membimbing dan berbagi ilmu dengan penulis.
9. Kepada kedua orang tua Bapak Bakri Sihombing dan Ibu Koima Sitompul, adik, kakak, serta seluruh keluarga yang selalu mendukung dan mendoakan setiap langkah penulis dalam pendidikan.
10. Kepada teman-teman dan semua pihak yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu yang telah membantu dalam menyelesaikan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kata sempurna dan masih banyak kekurangan, oleh sebab itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari pembaca demi kesempurnaan skripsi ini. Semoga skripsi ini berguna bagi pembaca terutama penulis sendiri.

Medan, 30 Juni 2021

Penulis

Zulkarnain Sihombing  
NIM : 0705163057

## DAFTAR ISI

PERSETUJUAN SKRIPSI .....	i
LEMBAR PENGESAHAN NASKAH SKRIPSI.....	ii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	iii
ABSTRAK .....	iv
<i>ABSTRACT</i> .....	v
KATA PENGANTAR .....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR .....	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Batasan Masalah .....	2
1.4 Tujuan Penelitian .....	3
1.5 Manfaat Penelitian .....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Kebisingan .....	4
2.2 Akustik .....	6
2.3 Peristiwa Akustik .....	12
2.4 <i>Sound Level Meter</i> (SLM).....	15
2.5 Sumber Kebisingan Pada Pesawat .....	16
2.6 Zona Paparan Kebisingan Pada Lapangan Udara .....	18
2.7 Penelitian yang Relevan.....	18
2.8 Hipotesis Penelitian.....	19
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN</b>	
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian .....	20
3.2 Peralatan penelitian .....	20
3.3 Diagram Alir Penelitian .....	21
3.4 Studi Lapangan .....	21

3.5 Penentuan Titik Ukur Penelitian .....	22
3.6 Tipe Pesawat yang Dijadikan Sebagai Sumber Suara.....	24
3.7 Prosedur Penelitian .....	24
3.8 Pengolahan Data Dengan <i>Software Surfer Golden</i> .....	24
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	
4.1 Hasil Pengukuran Tingkat Kebisingan .....	25
4.2 Pengukuran Tingkat Kebisingan Di Dalam Ruangan .....	39
4.3 Penentuan WECPNL Pemukiman dan bandara .....	40
4.4 Jarak Ideal Antara Pemukiman dan Bandara .....	43
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>46</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>47</b>
<b>LAMPIRAN–LAMPIRAN.....</b>	<b>49</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel	Judul Tabel	Halaman
2.1	Tingkat kebisingan di berbagai tempat yang dianggap baik.....	6
2.2	Hasil pengukuran tingkat tekanan bunyi dari beberapa keadaan .....	9
2.3	Cepat rambat bunyi pada berbagai material .....	14
3.1	Letak koordinat titik ukur penelitian .....	23
4.1	Hasil pengukuran kebisingan maksimum .....	25
4.2	Kebisingan rata-rata kondisi normal (sebelum pesawat lewat).....	26
4.3	Kebisingan rata-rata kondisi pesawat mulai terdengar .....	29
4.4	Kebisingan rata-rata kondisi kebisingan maksimum .....	32
4.5	Kebisingan rata-rata kondisi pesawat mulai menghilang.....	35
4.6	Kebisingan rata-rata kondisi normal (setelah pesawat lewat).....	36
4.7	Tingkat kebisingan di dalam ruangan .....	39
4.8	Data kebisingan WECPNL .....	42

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Judul Gambar	Halaman
2.1	<i>Audible Sound</i> bagi manusia .....	10
2.2	Kontur kekerasan bunyi.....	11
2.3	Refleksi, absorpsi, difusi, transmisi, dan difraksi gelombang bunyi .....	13
2.4	<i>Sound Level Meter</i> (SLM).....	15
2.5	Mesin jet pada pesawat.....	16
2.6	Roda pendaratan dan sayap pesawat .....	17
2.7	APU knalpot ekor pada pesawat dengan terbuka panel .....	17
3.1	Diagram alir penelitian .....	21
3.2	Denah lokasi penempatan titik ukur penelitian .....	22
4.1	Tingkat kebisingan pada titik ukur 1 .....	27
4.2	Tingkat kebisingan pada titik ukur 5 .....	27
4.3	Peta kontur kebisingan 2D dan 3D pada kondisi normal (sebelum pesawat lewat).....	28
4.4	Tingkat kebisingan pada titik ukur 9 .....	30
4.5	Tingkat kebisingan pada titik ukur 13 .....	30
4.6	Peta kontur kebisingan 2D dan 3D pada kondisi suara pesawat mulai terdengar .....	31
4.7	Tingkat kebisingan pada titik ukur 17 .....	32
4.8	Tingkat kebisingan pada titik ukur 21 .....	33
4.9	Peta kontur kebisingan 2D dan 3D pada kondisi maksimum (saat pesawat lewat).....	34
4.10	Peta kontur kebisingan 2D dan 3D pada kondisi suara pesawat mulai hilang .....	35
4.11	Tingkat kebisingan pada titik ukur 25 .....	37
4.12	Tingkat kebisingan pada titik ukur 29 .....	37
4.13	Peta kontur kebisingan 2D dan 3D pada kondisi normal (setelah pesawat lewat).....	39

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Judul Lampiran	Halaman
1	Alat dan bahan penelitian.....	46
2	Lokasi penelitian .....	47
3	Pelaksanaan pengukuran kebisingan.....	49

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Perkembangan industri dalam sektor transportasi telah memberikan banyak manfaat dan kemudahan dalam kehidupan manusia, selain itu perkembangan industri ini juga memberikan dampak buruk yang serius bagi kehidupan manusia terutama lingkungan sekitar. Oleh karena itu perlu dilakukan pengendalian terhadap setiap dampak yang ditimbulkan.

Bandar udara merupakan fasilitas tempat pesawat terbang dapat lepas landas dan mendarat, sedangkan bandara udara yang paling sederhana minimal memiliki sebuah landas pacu, namun bandara-bandara besar biasanya dilengkapi fasilitas lain, baik untuk operator layanan penerbangan maupun bagi penggunaannya. Di samping itu semua tentunya sebuah bandara sudah semestinya memiliki standar kenyamanan di dalamnya dan tidak menimbulkan kebisingan berlebih terhadap lingkungan sekitar terutama pemukiman sekitar bandara. Salah satu faktor yang biasa menimbulkan kebisingan adalah pada saat naik dan turunnya pesawat.

Pesawat terbang atau pesawat udara adalah mesin atau kendaraan apapun yang mampu terbang di atmosfer atau udara, pesawat terbang yang lebih berat dari udara diterbangkan pertama kali oleh Wright bersaudara (Orville Wright dan Wilbur Wright) mereka mulai bekerja ke arah penerbangan sejak tahun 1899. Penerbangan pertama dilakukan tanggal 17 Desember tahun 1903 di Kill Devil Hill dekat Kitty Hawk, Carolina Utara. (Juwita, 2007)

Pesawat terbang adalah jenis transportasi yang banyak dimanfaatkan masyarakat untuk bepergian jauh. Sangat banyak orang memilih untuk naik pesawat untuk bepergian karena dianggap lebih cepat dan aman jika dibandingkan dengan jenis transportasi lainnya. Tak heran, jika naik pesawat semakin diminati oleh berbagai pihak. Namun tentunya pesawat terbang memiliki kekurangan yang juga dapat memberikan dampak bagi lingkungan terutama daerah pemukiman warga di sekitar.

Adapun salah satu pencemaran yang relatif cukup sulit untuk ditangani adalah kebisingan berlebih akibat aktivitas pesawat. Perkembangan industri penerbangan

akan selalu diikuti dengan peralatan yang semakin canggih dengan menggunakan bahan dan peralatan yang semakin kompleks, namun hal ini juga diikuti dengan ketidaksiapan SDM-nya. Keterbatasan manusianya juga sebagai penentu terjadinya musibah seperti; kecelakaan, kebakaran, peledakan, pencemaran lingkungan, dan timbulnya penyakit akibat kerja. Hal tersebut tentu akan mengakibatkan dampak kerugian jiwa dan material bagi kalangan masyarakat banyak.

Dalam industri transportasi udara, salah satu parameter yang harus diperhatikan dengan saksama adalah mengenai permasalahan kebisingan tidak hanya di area bandara saja namun tentunya bagi masyarakat banyak yang tinggal tidak jauh dari kawasan bandara, mulai dari gangguan konsentrasi, komunikasi, kenikmatan kerja, dan kehilangan daya dengar yang menetap.

Berdasarkan uraian di atas maka peneliti tertarik untuk melakukan penelitian yang berjudul “Analisis Tingkat Kebisingan Pada Kawasan Pemukiman Sekitar Bandara Internasional Kualanamu”.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang di atas, rumusan masalah penelitian ini adalah:

1. Bagaimana tingkat kebisingan pada kawasan pemukiman sekitar Bandara Internasional Kualanamu?
2. Berapakah nilai *Noise Reduction* pada pemukiman penduduk terhadap kebisingan luar/landasan pacu?
3. Berapakah jarak ideal rumah/pemukiman dari landasan pacu agar sesuai standar baku mutu?

## **1.3 Batasan Masalah**

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Penelitian dilakukan pada kawasan pemukiman sekitar Bandara Internasional Kualanamu.
2. Pengukuran dilakukan di luar ruangan pada 32 titik yang berbeda pada pemukiman warga.

3. Sumber bunyi (bising) berasal dari suara yang ditimbulkan oleh aktivitas pesawat saat keberangkatan dan kedatangan.
4. SLM (*Sound level Meter*) adalah alat ukur yang digunakan untuk mengukur Tingkat Tekanan Bunyi (TTB).
5. Pengolahan data menggunakan *Software Surfer Golden V20* untuk membuat peta kontur 2D dan 3D.
6. Pengolahan data menggunakan *Microsoft Excel* untuk menentukan kebisingan rata-rata.

#### **1.4 Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui tingkat kebisingan pada kawasan pemukiman sekitar Bandara Internasional Kualanamu.
2. Untuk mengetahui nilai *Noise Reduction* pada pemukiman penduduk terhadap kebisingan luar/landasan pacu.
3. Untuk mengetahui jarak ideal rumah/pemukiman dari landasan pacu agar sesuai standar baku mutu.

#### **1.5 Manfaat Penelitian**

Manfaat dalam melakukan penelitian ini sebagai berikut:

1. Memberikan informasi kepada masyarakat mengenai efek dari kebisingan akibat aktivitas pesawat pada Bandara Internasional Kualanamu.
2. Salah satu upaya antisipasi terjadinya kebisingan akibat aktivitas bandara yang tidak disadari dapat mengganggu kenyamanan pada kawasan pemukiman sekitar Bandara Internasional Kualanamu
3. Sebagai salah satu sumber informasi penelitian selanjutnya.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Kebisingan

Kebisingan sangat sering dikait-kaitkan dengan sesuatu ketidaknyaman yang disebabkan olehnya. Banyak orang tidak menyadari bahwa kebisingan dapat berdampak pada penurunan kesehatan. Sebagai contoh orang yang sulit beristirahat karena di sekitar rumahnya selalu ramai dengan bunyi yang tidak dikehendaki, lama kelamaan dapat mempengaruhi. Kebisingan juga dapat berakibat pada psikologi diakibatkan dari kurangnya istirahat, seperti cepat lelah dan mudah marah. Kebisingan yang berasal dari bunyi yang sangat keras dapat secara langsung menurunkan kemampuan organ pendengaran, meskipun itu terjadi secara bertahap. (Husin, 2020)

Sebagaimana di dalam Al-quran telah dibahas mengenai kebisingan, Allah berfirman dalam QS Hud ayat 67:

لَمَّا جَاءَ أَمْرُنَا نَجَّيْنَا شُعَيْبًا وَالأَّذِينَ آمَنُوا مَعَهُ  
بِرَحْمَةٍ مِّنَّا وَأَخَذَتِ الأَّذِينَ ظَلَمُوا الصَّيْحَةَ فَأَصْبَحُوا  
فِي دِيَارِهِمْ جِثْمِينَ

Artinya: "Maka ketika keputusan Kami datang, Kami selamatkan Syuaib dan orang-orang yang beriman bersamanya dengan rahmat Kami. Sedang orang yang zalim dibinasakan oleh suara yang mengguntur, sehingga mereka mati bergelimpangan di rumahnya"

Ayat ini menjelaskan bahwa bunyi dapat membinasakan dimana suara keras dapat menggoncang.

Kebisingan bersifat subjektif, maka batasan kebisingan bagi setiap orang tidak sama tergantung pada beberapa faktor yang mempengaruhi. Subjektivitas kebisingan tergantung pada:

1. Lingkungan dan Keadaan hidup

Toleransi setiap orang kepada kebisingan berbeda-beda yaitu tergantung pada lokasi dan kegiatan. Sebagai contoh, Ketika ada orang yang sedang sama-sama membaca, seorang yang berada di bengkel kendaraan bermotor masih bisa

berkonsentrasi walaupun berada pada lingkungan yang bising. Namun, tidak demikian halnya ketika dia berpindah ke ruang perpustakaan, tingkat kebisingan yang sama tentu dirasakannya sangat mengganggu.

## 2. Sosial Budaya

Setiap orang tentu memiliki gaya hidup yang berbeda-beda. Baik itu lingkungan budaya asalnya yang berbeda. Faktor ini tentu akan berpengaruh pada toleransi yang berbeda terhadap kebisingan. Sebagai contoh Ketika ada orang yang besar di lingkungan yang terbiasa dengan bertutur kata yang lembut mungkin akan merasa heran dan terganggu jika berinteraksi dengan orang lain yang besar di lingkungan yang terbiasa dengan nada tutur kata yang keras. Gaya bicara individu pertama bisa dianggap *noise* pada individu pertama.

## 3. Kegemaran atau Hobi

Kegemaran seseorang terhadap sebuah jenis musik tertentu bisa dianggap sebuah kebisingan bagi orang lain yang tidak suka dengan jenis musik tersebut. Contoh lain, Ketika seseorang memiliki hobi mesin dan cenderung menyukai hobi bongkar pasang mesin kendaraan tidak akan merasa bising dengan bunyi mesin, namun hal ini tentu saja berbeda dengan orang yang hobi membaca.

Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup RI Nomor: Kep-48/MENLH/11/1996 tentang Baku Tingkat Kebisingan menetapkan Baku Tingkat kebisingan Nasional yang dapat digunakan sebagai pedoman dalam upaya mengendalikan pencemaran udara dari gangguan kebisingan sumber bergerak yaitu dari kendaraan bermotor baru yang saat ini terus meningkat terutama dirasakan di kota-kota besar di Indonesia. (Husin, 2020)

Kebisingan adalah terjadinya bunyi yang keras sehingga mengganggu dan atau membahayakan kesehatan. Sehubungan dengan tingkat kebisingan, suatu tempat dibagi beberapa Zona, sebagai berikut:

Tabel 2.1 Tingkat kebisingan di berbagai tempat yang dianggap baik.

Zona	Tempat	<i>Sound Pressure Level (dB)</i>	
		Dianjurkan	Maksimum
A	Tempat penelitian rumah sakit, tempat perawatan kesehatan, atau sosial, dan sejenisnya.	35	45
B	Perumahan, tempat Pendidikan, rekreasi, dan sejenisnya.	45	55
C	Perkantoran, pertokoan, perdagangan, pasar, dan sejenisnya.	50	60
D	Industri, pabrik, stasiun kereta api, terminal bus, dan sejenisnya.	60	70

(Siswanto, 2002)

Kebisingan terbagi menjadi 6 kategori, yaitu tingkat kebisingan menulikan (lebih dari 110 dB), sangat hiruk pikuk (90 dB), kuat (80 dB), sedang (50 dB), tenang (30 dB), dan sangat tenang (10 dB). Tingkat kebisingan menulikan dapat membuat pendengarnya menjadi tuli, misalnya bunyi Meriam (110 dB) dan halilintar (120 dB). Sementara itu, tingkat kebisingan terendah adalah sangat tenang terjadi pada 10 dB. Hal ini terjadi pada suara seseorang ketika bicara berbisik-bisik atau daun yang melambai ketika ada angin yang sepoi-sepoi. (Jati, 2020)

## 2.2 Akustik

Akustik adalah peralatan, material, atau tata cara demi mendapat kualitas bunyi yang baik. Pengertian lain, akustik merupakan pengendalian bunyi agar diperoleh kualitas bunyi yang baik.

Berikut ini adalah beberapa definisi terkait bunyi:

### 1. Bunyi (Objektif)

Secara objektif bunyi merupakan penyimpangan tekanan pada medium penghantar akibat energi yang dirambat dalam bentuk gelombang oleh sumber getar.

### 2. Bunyi (Subjektif)

Secara subjektif bunyi adalah sensasi pendengaran yang masih dapat ditangkap oleh telinga manusia pada frekuensi dengan rentang 20-20.000 Hz. Rentang dapat lebih sempit bergantung usia dan faktor psikologi seseorang.

Atau yang paling umum dari bunyi (*sound*) bahwa bunyi adalah sebuah gelombang longitudinal dalam suatu medium. (Hugh D. Young, 2003)

### 3. Suara

Suara adalah bunyi yang dihasilkan oleh makhluk hidup, misalnya saat berbicara atau bernyanyi.

### 4. Sumber Bunyi

Sumber bunyi adalah benda penghasil bunyi yang menggetarkan medium perambat energi dengan arah rambatan berupa gelombang. Berdasarkan bentuk sumber getar, sumber bunyi dibedakan menjadi dua bentuk, yaitu sumber titik dan sumber garis. Semakin jauh objek dari sumber bunyi, tingkat bunyi (*sound level*) makin berkurang.

Agar bunyi terdengar, ada tiga komponen yang harus terpenuhi, yaitu sebagai berikut:

1. Sumber bunyi yang bergetar. Sumber bunyi dapat berupa benda-benda yang ada di sekitar, misalnya gitar, pengeras suara, dan lonceng.
2. Medium perambat bunyi. Komponen ini menghantarkan bunyi dari sumber yang bergetar, misalnya: air, logam, tanah, dan udara.
3. Indra pendengaran. Komponen ini menerima bunyi dari sumber yang bergetar, misalnya: telinga.

#### **2.2.1 Tingkat Bunyi (*Sound Level*)**

Tingkat bunyi adalah karakter bunyi yang menunjukkan besar kuat bunyi. Kuat bunyi dipengaruhi oleh dua hal, yaitu sebagai berikut:

##### 1. Amplitudo

Makin besar simpangan bunyi yang merambat, makin kuat bunyi yang terdengar.

##### 2. Panjang Gelombang

Makin besar Panjang gelombang semakin rendah frekuensinya dan semakin kuat bunyi tersebut menimbulkan getaran pada medium yang dilaluinya.

Ada beberapa cara untuk mengukur kuat bunyi, yaitu daya bunyi, Intensitas bunyi, tekanan bunyi, *Sound Pressure Level*, dan *Sound Intensity Level* (SIL).

### 2.2.2. Daya Bunyi (*Sound Power*)

Daya bunyi (P) adalah cara pengukuran kuat bunyi berdasarkan jumlah energi bunyi yang diproduksi sumber bunyi, dengan satuan W (dibaca watt).

### 2.2.3. Intensitas Bunyi (*Sound Intensity*)

Intensitas bunyi (I) adalah cara pengukuran kuat bunyi berdasarkan daya bunyi per satuan luas ruang yang terpapar bunyi. Jika sumber bunyi berupa titik ruang terpapar bunyi ini berbentuk bola yang dimensinya makin besar jika makin jauh dari sumber bunyi tersebut, di mana:

$$I = \frac{P}{4\pi r^2} \dots\dots\dots (2.1)$$

I = Intensitas bunyi pada jarak tertentu dari sumber bunyi (Watt/m<sup>2</sup>)

P = Daya bunyi (Watt)

r = Jarak dari sumber bunyi (m)

### 2.2.4 Tekanan Bunyi (*Sound Pressure*)

Tekanan bunyi (p) adalah cara pengukuran kuat bunyi berdasarkan rata-rata variasi tekanan pada partikel udara di atmosfer, yang disebabkan oleh objek bergetar. Satuan tekanan bunyi adalah Pa (*Pascal*). Ketika suatu objek sumber bunyi terdengar dan tidak ada objek lain yang menghalanginya, gelombang bunyi tersebut akan merambat ke segala arah, menempuh jarak tertentu, melemah, dan kemudian menghilang. (Christina, 2001)

### 2.2.5 *Sound Pressure Level* (SPL)

*Sound pressure level* adalah cara mengukur kuat bunyi berdasarkan logaritma perbandingan tekanan udara dengan satuan dB (decibel). Udara mengalami perubahan tekanan jika dilalui energi bunyi. Molekulnya akan

merambat dan merenggang. Tekanan yang terjadi ini dibandingkan dengan tekanan acuan.

$$SPL = 20 \log \frac{P_i}{P_o} \dots\dots\dots (2.2)$$

SPL = *Sound Pressure Level* (dB)

Pi = tekanan bunyi yang terjadi (Pa atau Bar)

Po = tekanan udara acuan dengan frekuensi 1.000 Hz pada ambang dengar manusia (20  $\mu$ Pa)

Adapun tabel pengukuran tingkat bunyi dari beberapa keadaan seperti pada tabel di bawah ini:

Tabel 2.2 Hasil pengukuran tingkat tekanan bunyi dari beberapa keadaan

<b>Sound Pressure (Pa)</b>	<b>Sound Pressure Level (dB)</b>	<b>Contoh keadaan</b>
200	140	Ambang batas pendengaran
63,2	130	Pesawat terbang tinggal landas
20	120	Diskotek yang amat gaduh
6,3	110	Diskotek yang gaduh
2	100	Pabrik yang gaduh
0,63	90	Kereta api berjalan
0,2	80	Pojok perempatan jalan
0,063	70	Mesin penyedot debu umumnya
0,02	60	Percakapan dengan berteriak
0,002	30-50	Percakapan normal
0,0002	20	Desa yang tenang dan angin berdesir
0,00002	0-10	Ambang batas bawah pendengaran

(Laela, 2015)

Pada tabel di atas menunjukkan ambang batas pendengaran sampai dengan ambang batas bawah pendengaran pada manusia

### 2.2.6 Noise Reduction

Untuk melihat performa insulasi bunyi, umumnya digunakan nilai *Transmission Loss* (TL). Nilai TL adalah nilai penurunan energi bunyi Ketika bunyi menembus sebuah bidang dalam satuan decibel. Semakin tinggi nilai TL untuk sebuah bidang pembatas maka bidang tersebut akan mampu memberikan insulasi bunyi yang lebih besar. (Knudsen, 1950)

Nilai TL tergantung hanya pada frekuensi dan karakteristik bidang pembatas, namun pengurangan bunyi (*Noise Reduction*) yang terjadi antara dua

ruang bisa juga dipengaruhi akibat luas area dan absorpsi yang terjadi di dalam ruang penerima. (Lawrence, 1982)

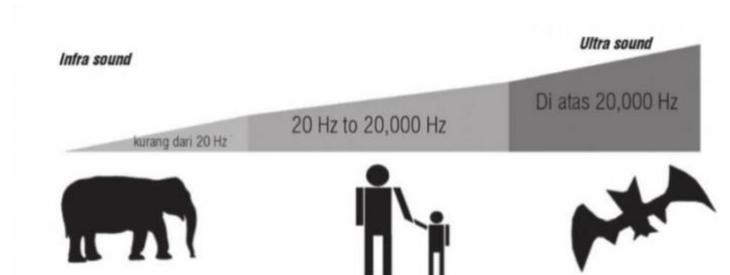
Jadi untuk melihat gejala pengurangan bunyi dari sebuah dinding/partisi pembatas sesuai yang terjadi di dalam ruang pada kondisi nyata diambil nilai reduksi bunyi *noise reduction* (*NR*), yang dapat dihitung sebagai berikut:

$$NR = 10 \log(I_1 - I_2) = L_1 - L_2 \dots\dots\dots 2.3$$

Di mana  $I_1$  dan  $I_2$  adalah nilai intensitas dan  $L_1$  dan  $L_2$  adalah nilai tingkat tekanan bunyi pada sumber dan ruangan penerima.

### 2.2.6 Intensitas, Frekuensi, dan Keras Bunyi

Intensitas bunyi merupakan daya bunyi per satuan luas ruang yang terpapar bunyi, di mana ruangan tersebut berbentuk bola yang permukaannya tegak lurus terhadap sumber bunyi. Intensitas bunyi yang terukur terkait erat dengan jarak terhadap sumber bunyi, di mana besarnya berbanding terbalik dengan kuadrat jarak tersebut.



Gambar 2.1 Audible sound bagi manusia

(Sumber: Laela, 2015)

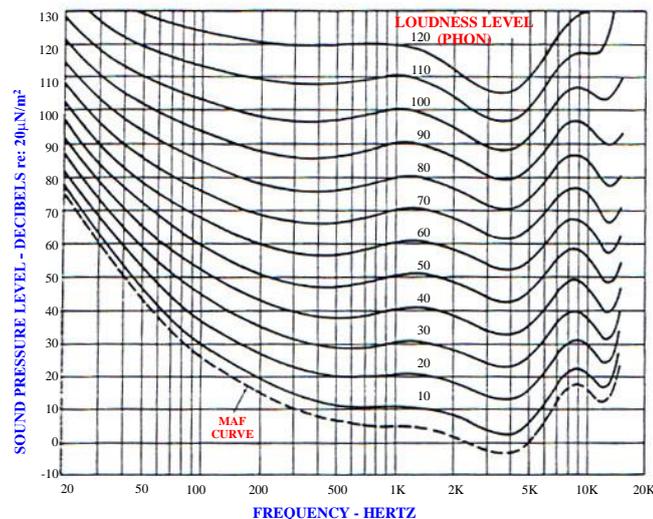
Secara normal, bunyi yang masih dapat didengar oleh manusia memiliki rentang frekuensi audio 20 – 20.000 Hz, tetapi rentang ini dapat lebih sempit atau melebar tergantung usia pendengar, intensitas bunyi, atau tingkat bunyinya. Semakin tua usia, kemampuan mendengar semakin menurun, maka rentang frekuensi semakin sempit.

Rentang frekuensi yang dapat didengar manusia disebut audiosonik (*audible sound*) selain dapat didengar oleh manusia, audiosonik dapat didengar oleh kucing, macan, monyet, ayam, dan rakun. Frekuensi audiosonik masih

digolongkan ke dalam tiga kategori, yaitu: frekuensi rendah yaitu berkisar antara 20 – 1.000 Hz, frekuensi sedang berkisar antara 1.000 – 4.000 Hz, dan frekuensi tinggi yang berkisar antara 4.000 – 20.000 Hz.

Untuk frekuensi di bawah 20 Hz tergolong rendah dan hanya dapat didengar oleh hewan, seperti jangkrik, ikan, ikan hiu, anjing, dan ular. Frekuensi ini juga disebut infrasonik. Sementara itu bunyi dengan frekuensi di atas 20.000 Hz cukup tinggi dan hanya dapat didengar oleh kelelawar. Frekuensi ini juga disebut ultrasonik.

Pada tingkat bunyi yang sama, jika frekuensinya berbeda, telinga tidak dapat mendengar bunyi dengan keras bunyi yang sama. Hal ini disebabkan sensitivitas telinga yang terbatas dan bersifat sensitif, sehingga dilakukan pengukuran keras bunyi dengan satuan phon. Sebagai acuan pengukuran adalah bunyi dengan frekuensi 1.000 Hz terhadap tingkat tekanan bunyi/ $L_p$  (*Sound Pressure Level*) seperti pada gambar di bawah:



Gambar 2.2 Kurva kontur kekerasan bunyi

Berdasarkan gambar 2.2 di atas, sebagai contoh untuk kontur 60 phon dapat dijelaskan sebagai berikut:

$L_p > 60$  dB pada rentang frekuensi sekitar 7.000 – 10.000 Hz

$L_p < 60$  dB pada rentang frekuensi sekitar 2.000 – 5.000 Hz

$L_p = 60$  dB pada frekuensi 1.000 Hz

$L_p < 60$  dB pada frekuensi 200 – 800 Hz

$L_p > 60$  dB pada frekuensi 20 – 200 Hz

Telinga dapat mendengar frekuensi paling rendah dengan rentang 3.000 – 4.000 Hz, di mana dengan SPL yang sama 60 dB bunyi terdengar lebih keras mendekati 70 phon. (Laela, 2015)

### 2.3 Peristiwa Akustik

Peristiwa akustik adalah hal-hal yang dialami bunyi. Mulai dari bunyi tersebut dihasilkan sampai dengan bunyi tersebut didengar oleh alat pendengaran. Baik bunyi tersebut berupa bunyi asli atau buatan oleh *sound system*. Peristiwa yang umum terjadi adalah sebagai berikut:

1. Bunyi dihasilkan sumber bunyi.
2. Propagasi

Yaitu perambatan bunyi ke segala arah oleh medium penghantar yang dipengaruhi kerapatan dan suhu medium. Kecepatan rambat bunyi pada medium udara kurang lebih 340 m/detik. Semakin renggang dan makin tinggi suhu medium, kecepatan rambat makin meningkat.

3. Refleksi

Yaitu pemantulan bunyi oleh suatu medium yang rambatannya berubah kearah sesuai sudut pantulnya, material berupa material *reflector* memiliki kemampuan memantulkan bunyi lebih tinggi dari pada menyerap bunyi.

4. Absorbsi

Yaitu penyerapan energi bunyi oleh medium, yang energinya berubah menjadi energi kinetik dan kalor. Media berupa material *absorber* memiliki kemampuan lebih tinggi menyerap bunyi dari pada memantulkan bunyi.

5. Difusi

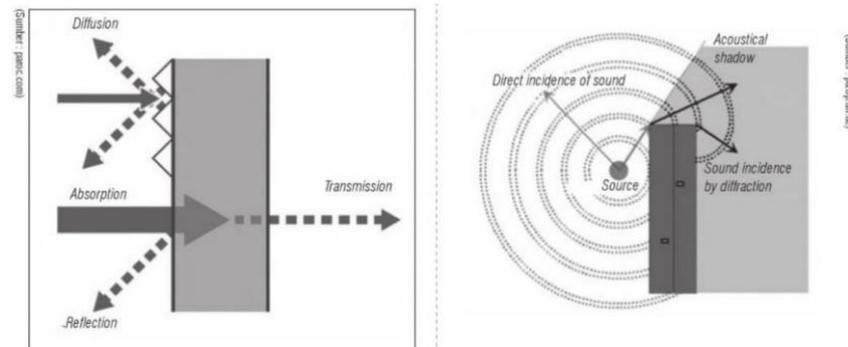
Yaitu menyerap bunyi oleh suatu medium, di mana rambatan bunyi menjadi berubah arah tersebar ke segala Arah. Medium berupa material *diffuser* berfungsi untuk menyerap arah rambat bunyi.

6. Transmisi

Yaitu penerusan bunyi antar medium.

## 7. Difraksi

Yaitu distorsi arah rambat bunyi akibat mengenai penghalang, sehingga membelok arah dari arah lain, dari arah rambat semula atau menuju arah



bayangan bunyi.

Gambar 2.3 Refleksi, absorpsi, difusi, transmisi, dan difraksi gelombang bunyi

(Sumber: Laela, 2015)

Bunyi frekuensi rendah cenderung lebih mudah mengalami difraksi.

## 8. Refraksi

Yaitu pembiasan atau pembelokan gelombang bunyi disertai perubahan kecepatan rambat, akibat perubahan kecepatan massa medium yang dilalui. Kerapatan massa medium berubah karena mengalami perubahan suhu.

## 9. Dispersi

Yaitu perubahan frekuensi bunyi karena perubahan kecepatan rambat akibat perbedaan kerapatan massa atau suhu medium yang dilalui.

## 10. Atenuasi

Yaitu penurunan intensitas bunyi akibat bunyi melalui medium.

## 11. Insulasi

Yaitu terisolasinya bunyi oleh suatu medium material isolator, sehingga bising tidak atau kurang terambatkan ke ruang lain.

## 12. Resonansi

Yaitu bergetarnya suatu benda karena menerima paparan bunyi dengan frekuensi yang sama dengan frekuensi bunyi alaminya.

## 13. Cacat akustik

Cacat akustik ada beberapa macam, yang paling sering terjadi adalah gema dan gaung. (Laela, 2015)

Karena bunyi adalah merupakan gelombang maka bunyi mempunyai cepat rambat yang dipengaruhi oleh 2 faktor yaitu:

1. Medium. kerapatan partikel medium yang dilalui bunyi, semakin rapat susunan partikel medium maka semakin cepat bunyi merambat, sehingga bunyi merambat paling cepat pada zat padat. Pada tabel disajikan beberapa kecepatan bunyi dalam material tertentu.

Tabel 2.3 Cepat rambat bunyi pada berbagai material

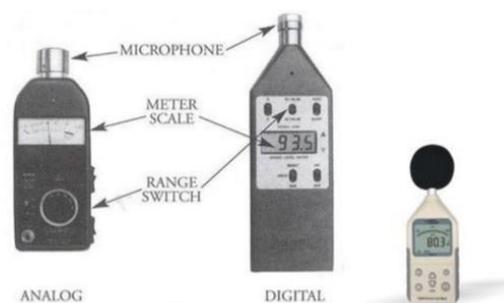
<b>Material</b>	<b>Kecepatan rambat bunyi (m/s)</b>
Udara (-20°C)	319,3
Udara (0 °C)	331,8
Udara (10 °C)	337,4
Udara (20 °C)	343,8
Udara (30 °C)	349,6
Gas hydrogen	1284
Gas O <sub>2</sub>	361
Gas CO <sub>2</sub>	259
Air murni	1437
Air laut	1541
Baja	6100

(Sumber: Christina, 2001)

2. Suhu. Suhu medium, semakin panas suhu medium yang dilalui maka semakin cepat bunyi merambat. Hubungan ini dapat dirumuskan ke dalam persamaan matematis ( $v = v_0 + 0,6.t$ ) di mana  $v_0$  merupakan cepat rambat pada suhu nol derajat dan  $t$  merupakan suhu medium. Besar kecilnya cepat rambat bunyi pada suhu medium sangat tergantung pada temperatur medium tersebut. (Beranek & L'ver, 1992)

## 2.4 Sound Level Meter (SLM)

*Sound Level Meter* (SLM) merupakan sebuah alat yang digunakan untuk mengukur intensitas suara, dan digunakan untuk dapat mengukur antara 30 – 130 dB dalam satuan dBA dari frekuensi antara 20 sampai 20.000 Hz. Penggunaan SLM biasanya digunakan di lingkungan pabrik karena di lingkungan pabrik terdapat beberapa alat yang menimbulkan suara yang cukup mengganggu seperti kompresor, turbin pompa drum, kondensor, dan lain-lain.



Gambar 2.4 *Sound Level Meter* (SLM)

(Sumber: news.ralali.com)

Bagian-bagian dari SLM antara lain mikrofon serta sebuah sirkuit elektronik termasuk *attenuator*, indikator skala, 3 jaringan perespon frekuensi, dan juga *amplifier* yang sudah distandardisasi.

### 2.4.1 Prinsip Kerja Pengukur Tingkat Suara

Prinsip kerja SLM didasarkan pada getaran yang terjadi, apabila ada objek atau benda yang bergetar, maka akan menimbulkan perubahan tekanan udara yang kemudian akan ditangkap oleh sistem peralatan, lalu SLM akan menunjukkan angka dari tingkat yang dinyatakan dengan nilai dB. Pada umumnya SLM akan diarahkan pada sumber suara, telinga, agar bisa menangkap sinyal yang telah tercipta untuk mengukur nilai-nilai pada suatu ruangan kerja.

### 2.4.2 Cara Penggunaan *Sound Level Meter* (SLM)

Cara penggunaan SLM sama dengan penggunaan alat ukur elektronik lainnya. Yaitu perlu mengkalibrasi alat ini terlebih dahulu, kemudian kalibrasi yang ideal

untuk alat ini adalah 90% ke atas. Kalibrasi alat dengan 144 dB (A) dengan menggunakan alat kalibrasi yang dimasukkan ke mikrofon. Lalu 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.

## 2.5 Sumber Kebisingan Pada Pesawat

Kebisingan pesawat telah dikaitkan dengan beberapa efek Kesehatan yang dimediasi oleh stress negatif, dari gangguan tidur hingga gangguan kardiovaskular. Produksi suara di bagi menjadi 3 kategori:

### 1. Kebisingan mekanis

Yaitu putaran bagian mesin, paling terlihat saat bilah kipas mencapai kecepatan supersonik. Mesin turbin gas pesawat (mesin jet) bertanggung jawab atas sebagian besar kebisingan pesawat selama lepas landas yaitu dapat melebihi 140 dB.



Gambar 2.5 Mesin jet pada pesawat

(Sumber: Wikipedia.com)

Suara yang dihasilkan saat ujung bilah kipas mencapai kecepatan supersonic seperti suara gergaji. Mayoritas kebisingan mesin disebabkan oleh kebisingan jet.

## 2. Kebisingan Aerodinamis (gerak udara)

Yaitu dari aliran udara di sekitar permukaan pesawat, terutama saat terbang rendah dengan kecepatan tinggi.



Gambar 2.6 Roda pendaratan dan sayap pesawat

(Sumber: Wikipedia.com)

Kebisingan aerodinamis muncul dari aliran udara di sekitar badan pesawat dan permukaan kontrol. Jenis kebisingan ini meningkat dengan kecepatan pesawat dan juga pada ketinggian rendah karena kepadatan udara dengan tingkat kebisingan 100 dB.

## 3. Kebisingan dari sistem pesawat

Yaitu tekanan kokpit dan kabin serta sistem pengkondisian, dan unit daya bantu. Kokpit dan kabin bertekanan dan sistem pendingin sering kontributor utama dalam kabin dari kedua pesawat sipil dan militer.



Gambar 2.7 APU knalpot ekor pada pesawat, dengan panel asupan terbuka

(Sumber: Wikipedia.com)

Namun, salah satu sumber kebisingan kabin yang paling signifikan dari pesawat jet komersial, selain mesin adalah *Auxiliary Power Unit* (APU) yang hampir mendekati kebisingan dari mesin jet yaitu 140 dB.

## **2.6 Zona Paparan Kebisingan Pada Lapangan Udara**

Berdasarkan peraturan Menteri Kesehatan No 728/Menkes/Per/XI/1987 tentang kebisingan yang berhubungan dengan kesehatan membagi beberapa zona dan kebisingan yang diperbolehkan, zona yang diperuntukkan untuk perumahan, tempat pendidikan dan sejenisnya memiliki tingkat kebisingan maksimum yang dianjurkan untuk zona tersebut adalah 45 dB dan tingkat kebisingan maksimum yang diperbolehkan untuk zona tersebut adalah 55 dB. Dan pada Kawasan bandara di bagi menjadi 3 zona yaitu pada zona 1 yang berjarak radius < 1 km dari ujung landasan pacu mencapai 120 – 100 dB. Zona 2 berjarak radius < 1,5 km dari ujung landasan pacu 100 – 90 dB, dan zona 3 berjarak radius < 2 km sebesar 90 – 50 dB.

## **2.7 Penelitian yang Relevan**

Muralia dkk. (2014), pada penelitian berjudul “Analisis Tingkat kebisingan Kawasan Pemukiman Sekitar Bandara Sultan Hasanuddin dan Dampaknya Terhadap Lingkungan”. Pada penelitian ini dilakukan pengamatan langsung dengan menggunakan SLM TM-103 sebanyak 55 titik lokasi pengamatan dengan kuesioner sebanyak 250 responden untuk mengetahui tingkat kebisingan yang diakibatkan oleh aktivitas pesawat. Hasil penelitian menunjukkan sebanyak 45 titik pada jarak kurang lebih 700 m dari landasan pacu telah melebihi standar baku mutu (>55 dB) dengan nilai kebisingan maksimum sebesar 73,54 dB.

Bongakaraeng dkk. (2013), pada penelitian berjudul “Gambaran Intensitas Kebisingan Aktivitas Bandara dan Kenyamanan Masyarakat di Pemukiman Sekitar Bandar Udara Internasional Sam Ratulangi Manado”. Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui gambaran intensitas kebisingan aktivitas bandara terhadap kenyamanan masyarakat di pemukiman sekitar bandar udara Internasional Sam Ratulangi Manado. Jenis penelitian ini deskriptif, yaitu

pengumpulan data dengan cara observasi dan wawancara langsung dengan menggunakan koisioner, serta hasil dari pengukuran kebisingan. Hasil analisis secara univariat didapatkan hasil yaitu rata-rata intensitas kebisingan di desa Teterusan dan desa Wusa > dari NAB yaitu sebesar 50,9 dBA, dan tingkat kenyamanannya, di mana masyarakat yang merasa nyaman akibat bising oleh aktivitas bandara sebanyak 31,82% dan tidak nyaman sebesar 68,18%.

Fachrul dkk. (2019), pada penelitian berjudul “Kajian Intensitas Kebisingan di Bandar Udara Internasional El Tari Kupang, Provinsi Nusa Tenggara Timur”. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui intensitas kebisingan pada kawasan bandar udara dan pemukiman masyarakat di sekitar bandar udara dan menghitung indeks kebisingan dengan metode WECPNL (*Weight Equivalent Continuous Perceived Noise Level*). Titik pengukuran ditentukan dengan berdasarkan rekomendasi ICAO (*International Civil Aviation Organization*). Hasil penelitian menunjukkan bahwa intensitas kebisingan tertinggi sebesar 94,8 dB (A) berada pada titik 5 dengan jarak 1.000 meter dari ujung landasan pacu dan merupakan posisi awal pesawat.

Rachmi (2017), pada penelitian berjudul “Analisis Tingkat Kebisingan Yang Ditimbulkan Oleh Aktivitas Bandar Udara dan Upaya Pengelolaannya”. Dalam penelitian ini melakukan pengambilan data primer dan sekunder. Pembacaan data primer tingkat kebisingan di bandar udara pada 7 waktu sesuai dengan KEPMEN LH RI No.48 Tahun 1996 dengan menggunakan SLM dan GPS sebagai penentuan titik kordinat lokasi pengambilan sampel, tujuan dari penelitian ini adalah melakukan pengambilan dan pembacaan data tingkat kebisingan di bandar udara pada waktu tertentu, mengetahui tingkat kebisingan dan membandingkan hasil pengukuran dengan baku mutu tingkat kebisingan yang telah ditetapkan. Penelitian ini menggunakan *Software Surfer Golden* untuk mengolah data, dengan 16 titik sampling yang berbeda dengan tingkat kebisingan dan faktor yang mempengaruhinya.

## **2.8 Hipotesis Penelitian**

Hipotesis penelitian ini adalah tingkat kebisingan pada kawasan pemukiman sekitar Bandara Internasional Kualanamu tergolong pada kategori kuat.

## **BAB III**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

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

##### **3.1.1 Waktu Penelitian**

Penelitian ini dilakukan pada bulan Februari 2021.

##### **3.1.2 Tempat Penelitian**

Lokasi penelitian ini adalah di daerah Kecamatan Beringin dan Pantai Labu, Kabupaten Deli Serdang, Provinsi Sumatera Utara.

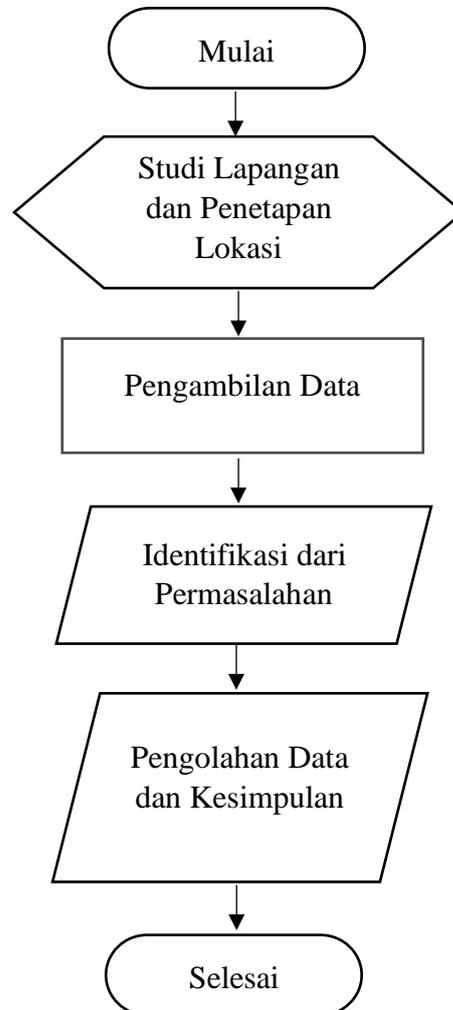
#### **3.2 Peralatan Penelitian**

Adapun peralatan yang digunakan dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Satu set alat ukur SLM (*Sound Level Meter*) tipe GM1356; merupakan alat untuk mengukur Tingkat Tekanan Bunyi (TTB) dalam satuan dB dengan skala 30 – 130 dB dan frekuensi 20 – 20.000 Hz.
2. *Software Surfer Golden V20*; merupakan piranti lunak yang digunakan untuk menggambar *Contour Map* 2D dan 3D dari data yang didapatkan.
3. Laptop; merupakan alat yang digunakan untuk membaca hasil pengukuran dari SLM.
4. Meteran; merupakan alat yang digunakan untuk mengukur jarak panjang, lebar, dan tinggi.
5. *Stopwatch*; merupakan alat yang digunakan untuk mengukur interval waktu.
6. Penyangga/Tripod; merupakan alat yang digunakan untuk menyangga posisi SLM agar sesuai dengan letak yang diinginkan.

### 3.3 Diagram Alir Penelitian

Tahapan penelitian yang akan dilakukan secara garis besar sebagai berikut:



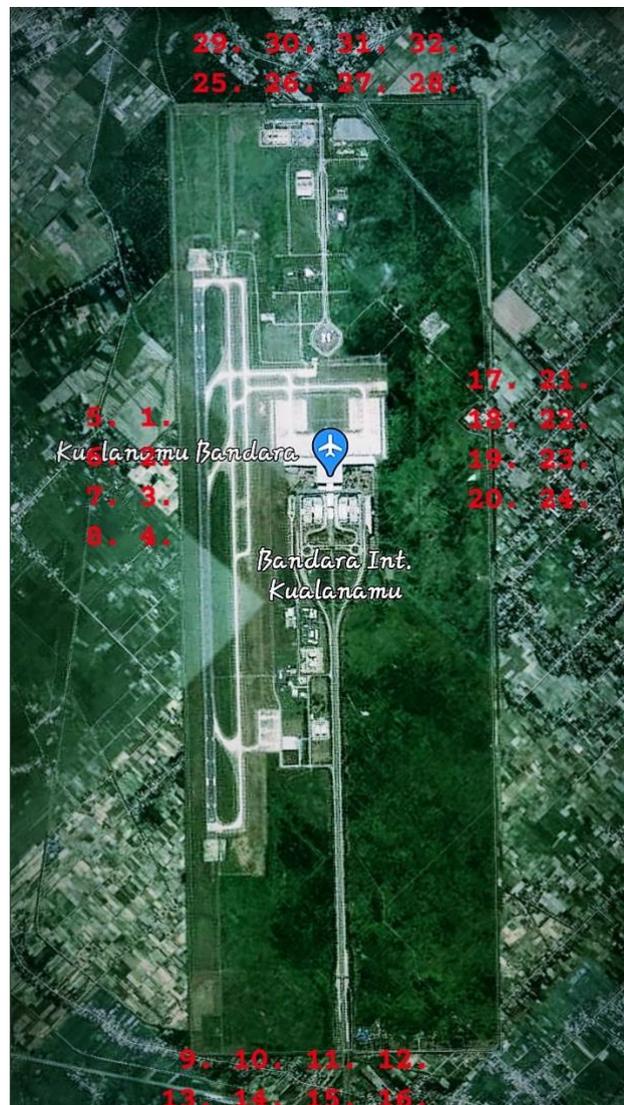
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

### 3.4 Studi Lapangan

Studi lapangan merupakan tahap di mana peneliti mengamati keadaan daerah yang ingin diteliti sebelum melakukan penelitian. Adapun tahap studi lapangan dilakukan dengan secara langsung ke lapangan yaitu di daerah pemukiman sekitar Bandara Internasional Kualanamu Sumatera Utara.

### 3.5 Penentuan Titik Ukur Penelitian

Penentuan lokasi titik ukur ini dilakukan di daerah pemukiman sekitar Bandara Internasional Kualanamu, ada 4 sisi yang telah diukur jarak antara lokasi kedatangan dan keberangkatan pesawat dari pembatas bandara ke sisi Utara 75 m, Selatan 75 m, Timur 75 m, dan Barat 75 m, dengan jumlah 32 titik yang terbagi dalam masing-masing sisi sebanyak 8 titik ukur dengan jarak 100 meter antar titik ukur. Lokasi penempatan titik ukur penelitian pada daerah pemukiman sekitar Bandara Internasional Kualanamu sebagai berikut:



Skala: 1:33.333

Gambar 3.2 Denah lokasi penempatan titik ukur penelitian

(Sumber: Google. Earth)

Adapun letak koordinat titik ukur penelitian pada kawasan Pemukiman sekitar Bandara Internasional Kualanamu sebagai berikut:

Tabel 3.1 Letak koordinat titik ukur penelitian

<b>Titik ukur</b>	<b>Koordinat GPS Lokasi Pengukuran LU/LB</b>	<b>Titik Ukur</b>	<b>Koordinat GPS Lokasi Pengukuran LU/LB</b>
1	3,628790/98,889369	17	3,644817/98,871290
2	3,629222/98,889841	18	3,645028/98,871616
3	3,629725/98,890346	19	3,645229/98,872000
4	3,630182/98,890785	20	3,645538/98,872355
5	3,630565/98,890235	21	3,645033/98,871103
6	3,630177/89,889840	22	3,645319/98,871474
7	3,629808/98,889508	23	3,645580/98,871871
8	3,629341/98,889190	24	3,645758/98,872210
9	3,654185/98,896164	25	3,608963/98,852329
10	3,653848/98,896498	26	3,609445/98,851874
11	3,653501/98,896875	27	3,609778/98,851577
12	3,653198/98,897259	28	3,610127/98,851322
13	3,653568/98,897686	29	3,609781/98,850761
14	3,653962/98,897309	30	3,609415/98,851201
15	3,654153/98,897074	31	3,609063/98,851675
16	3,654500/98,896674	32	3,608667/98,856020

Adapun keadaan lingkungan pada lokasi penelitian adalah sebagai berikut:

Temperatur max/min : 30 °C/20 °C (saat penelitian 27 °C)

Arah kecepatan mata angin : 6 km/j ke arah tenggara

Kelembaban : 84%

Tekanan : ↑1.012,9 mbar

Jarak Pandang : 14,48 km

### **3.6 Tipe Pesawat yang Dijadikan Sebagai Sumber Suara**

Pada penelitian ini ada 2 tipe pesawat yang dijadikan sebagai sumber suara yaitu:

1. Tipe Boeing 737

Tipe pesawat ini sering digunakan untuk rute pendek hingga menengah dengan tipe pesawat jet bermesin ganda, kapasitasnya beragam mulai dari 85 hingga 215 orang. Boeing 737 diproduksi pada tahun 1967, di Indonesia perusahaan penerbangan yang menggunakan Boeing 737 adalah Garuda Indonesia dan Lion Air. Sementara, maskapai penerbangan luar negeri yang menggunakan Boeing 737 adalah China Southern Airlines, Egypt Air, Malaysia Airlines, dan Korean Air.

2. Tipe Airbus A320

Seri pesawat lain yang sering dipakai dalam industri penerbangan adalah Airbus A320. Sama seperti Boeing 737 Airbus A320 juga merupakan tipe pesawat jet bermesin ganda dengan jarak pendek hingga menengah dapat menampung hingga 236 penumpang dan mampu terbang dengan jarak 3.100 km hingga 12.000 km. Airbus 320 pertama kali diluncurkan pada Maret 1984, perusahaan penerbangan dalam negeri yang memakai Airbus A320 adalah Lion Air, Citilink, dan Batik air.

### **3.7 Prosedur Penelitian**

Setelah ditentukan lokasi penelitian, maka selanjutnya dilakukan pengukuran intensitas bunyi di daerah pemukiman sekitar Bandara Internasional Kualanamu Sumatera Utara. Dengan menggunakan serangkaian alat SLM tipe GM1356 yang telah terhubung dengan laptop, dengan posisi SLM setinggi telinga manusia yaitu 1,5 meter dari lantai/tanah. Dari hasil pengukuran yang dilakukan maka akan diperoleh beberapa data sesuai dengan yang diperoleh pada layar SLM dalam satuan dB.

### **3.8 Pengolahan Data Dengan *Software Surfer Golden***

Dari data yang diperoleh dibuat *Contour Map* atau pola perambatan suara yang menyebar dengan menggunakan *Software Surfer Golden V20* 2D dan 3D.

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengukuran tingkat kebisingan pada Kawasan pemukiman sekitar bandara internasional kwalanamu dilakukan dengan menempatkan sejumlah titik ukur di bagian sisi utara, selatan, timur, dan barat masing-masing 8 titik sehingga jumlah keseluruhan titik yaitu 32 titik.

#### 4.1 Hasil Pengukuran Tingkat Kebisingan

Adapun hasil pengukuran tingkat kebisingan maksimum pada Kawasan Pemukiman Sekitar Bandara Internasional adalah sebagai berikut:

Tabel 4.1 Data pengukuran tingkat kebisingan maksimum Bandara Internasional Kualanamu

Titik ukur	Tipe Pesawat	ECPNL/Kebisingan Maksimum (dB)
1	Airbus A320	89,20
2	Airbus A320	84,40
3	Airbus A320	88,60
4	Boeing 737	87,30
5	Airbus A320	87,10
6	Airbus A320	86,60
7	Airbus A320	86,40
8	Boeing 737	77,10
9	Airbus A320	86,50
10	Airbus A320	84,40
11	Airbus A320	83,70
12	Boeing 737	82,20
13	Boeing 737	81,50
14	Boeing 737	80,50
15	Airbus A320	77,30
16	Airbus A320	74,60
17	Boeing 737	72,50
18	Boeing 737	70,40
19	Boeing 737	72,50
20	Airbus A320	69,10
21	Airbus A320	68,20
22	Boeing 737	68,30
23	Boeing 737	63,80
24	Boeing 737	65,10
25	Boeing 737	83,40
26	Boeing 737	81,10
27	Airbus A320	80,40
28	Airbus A320	80,90

29	Boeing 737	79,20
30	Boeing 737	77,50
31	Boeing 737	77,70
32	Boeing 737	74,20

Dari Tabel 4.1 di atas dapat dilihat bahwa pengukuran kebisingan dilakukan pada beberapa tipe pesawat.

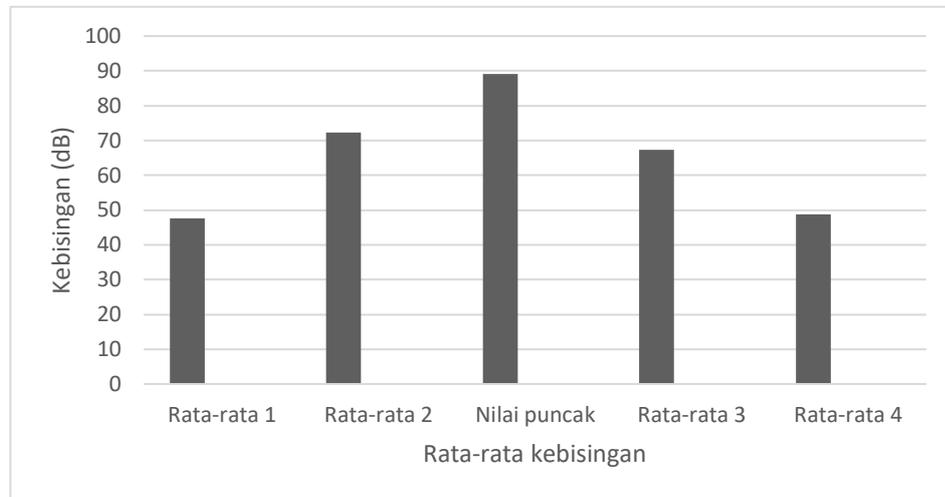
Setelah ditetapkan 32 titik pengukuran, kemudian pada masing-masing titik ukur pada tiap sisi diberi jarak sejauh 100 meter. Sehingga diperoleh nilai rata-rata pengukuran kebisingan pada sisi utara, selatan, timur, dan barat sebagai berikut:

Tabel 4.2 Kebisingan rata-rata pada kondisi normal (sebelum pesawat lewat)

Titik Ukur	Barat (dB)	Titik Ukur	Selatan (dB)	Titik Ukur	Timur (dB)	Titik Ukur	Utara (dB)
1	47,71	9	60,68	17	55,60	25	52,26
2	52,62	10	52,63	18	57,90	26	60,00
3	46,06	11	56,36	19	61,40	27	57,07
4	53,15	12	65,22	20	52,58	28	56,49
5	54,01	13	53,84	21	50,44	29	50,29
6	49,62	14	66,06	22	56,42	30	57,10
7	48,24	15	53,69	23	46,00	31	60,31
8	54,79	16	55,75	24	54,68	32	54,72

Dari Tabel 4.2 di atas dapat dilihat bahwa kebisingan rata-rata pada kondisi normal (sebelum pesawat lewat) masih terdapat tingkat kebisingan yang masih memenuhi standar baku mutu yaitu 55 dB di beberapa titik ukur seperti pada titik ukur 1 sebesar 47,71 dB, titik ukur 10 sebesar 52,63, titik ukur 20 sebesar 52,58, titik ukur 29 sebesar 50,29 dB, dan di beberapa titik lainnya.

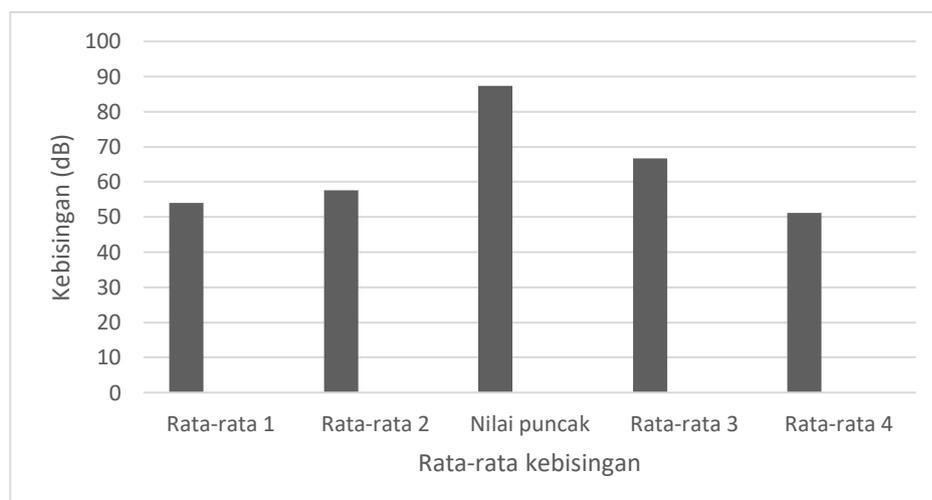
Hasil pengukuran pada titik ukur 1 dapat dilihat pada Gambar 4.1 di bawah ini:



Gambar 4.1 Grafik tingkat kebisingan pada titik ukur 1

Grafik pada Gambar 4.1 mengalami kenaikan yang tinggi pada kondisi normal (sebelum pesawat lewat) dengan kebisingan 47,71 dB mencapai kebisingan maksimum 89,20 dB dan kemudian tingkat kebisingan kembali mengalami penurunan menjadi 48,70 dB pada kondisi normal (setelah pesawat lewat).

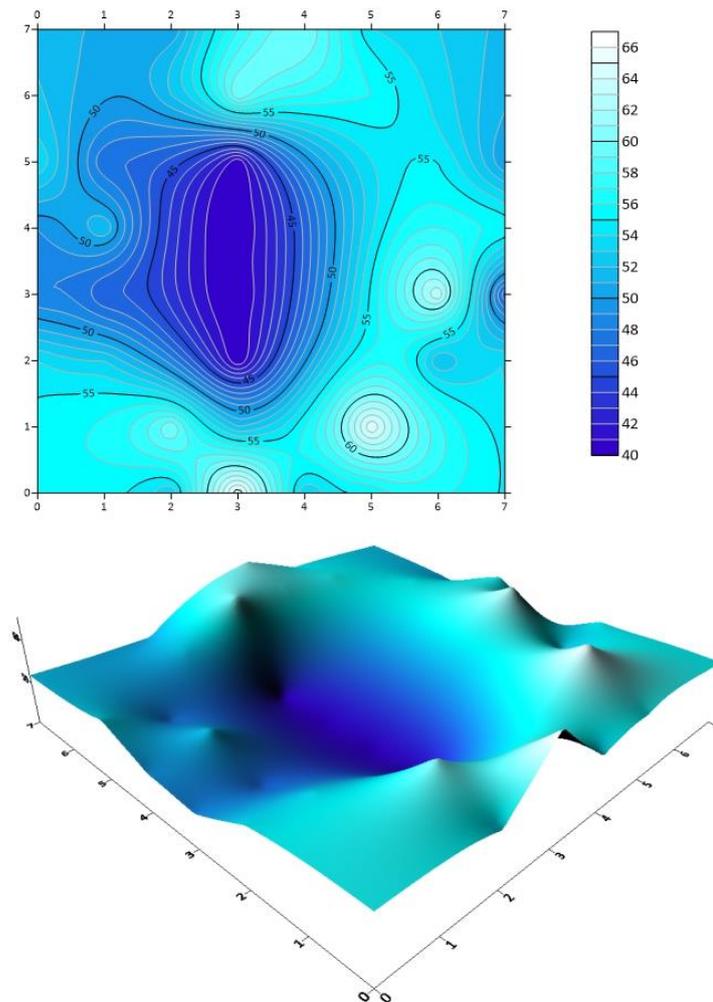
Hasil pengukuran pada titik ukur 5 dapat dilihat pada Gambar 4.2 di bawah ini:



Gambar 4.2 Grafik tingkat kebisingan pada titik ukur 5

Dari Gambar 4.2 pada titik ukur 5 dapat dilihat tingkat kebisingan mengalami kenaikan yang tinggi pada kondisi normal (sebelum pesawat lewat) dengan kebisingan 54,01 dB mencapai kebisingan maksimum 87,10 dB dan kemudian tingkat kebisingan kembali mengalami penurunan menjadi 51,10 dB pada kondisi normal (setelah pesawat lewat).

Peta kontur kebisingan pada kondisi normal (sebelum pesawat lewat) dapat dilihat pada Gambar 4.3 di bawah ini:



Gambar 4.3 Peta kontur kebisingan 2D dan 3D pada kondisi normal (sebelum pesawat lewat)

Berdasarkan gambar kontur di atas warna kontur terdiri atas putih, biru muda, dan biru pekat, ini menandakan bahwa semakin putih warna pada kontur maka semakin tinggi tingkat kebisingan di daerah tersebut, dan sebaliknya jika

semakin biru dan pekat maka menandakan semakin rendah tingkat kebisingannya, dari kontur di atas menunjukkan kebisingan kondisi normal sebelum adanya aktifitas pesawat pada kawasan pemukiman sekitar bandara. Dengan jelas terlihat pada bagian tengah yaitu lokasi lepas landas pesawat yang diasumsikan sebagai pusat sumber kebisingan pada penelitian ini memiliki warna yang biru pekat berarti menunjukkan kebisingan yang rendah, dimana belum ada aktivitas pesawat, sedangkan pada bagian pemukiman terlihat sebagian besar tingkat kebisingan masih berada pada standar baku mutu yang telah ditetapkan yaitu <55 dB, meskipun ada beberapa titik yang melebihi standar baku mutu seperti pada titik 14 sebesar 66,06 dB, titik 12 sebesar 65,22 dB karena titik-titik tersebut berdekatan dengan jalan raya.

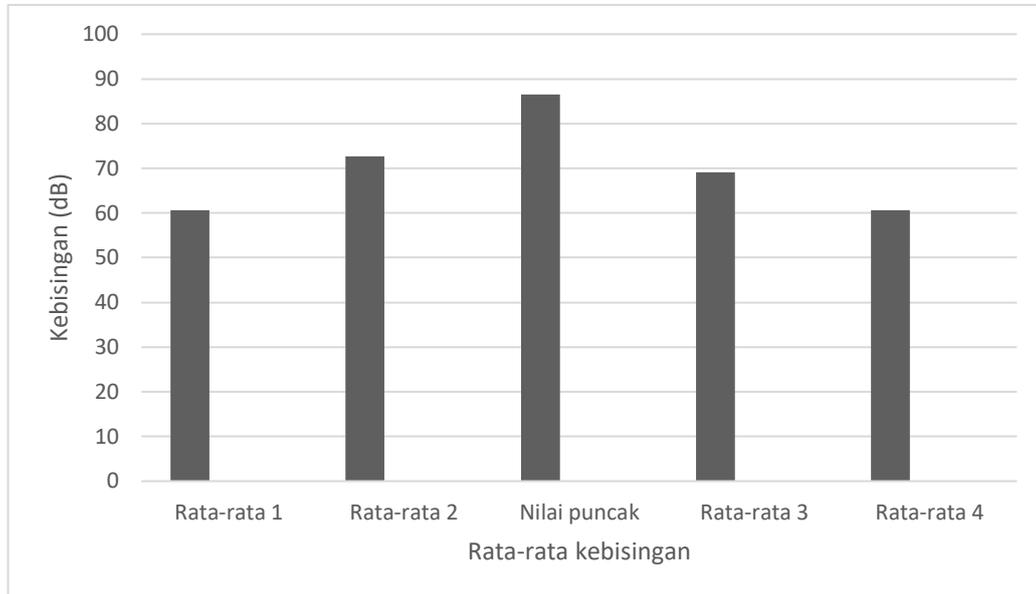
Berikut adalah tabel pengukuran tingkat kebisingan rata-rata pada kondisi suara pesawat mulai terdengar:

Tabel 4.3 Kebisingan rata-rata pada kondisi suara pesawat mulai terdengar

Titik Ukur	Barat (dB)	Titik Ukur	Selatan (dB)	Titik Ukur	Timur (dB)	Titik Ukur	Utara (dB)
1	72,25	9	72,65	17	62,39	25	62,65
2	75,43	10	70,32	18	58,55	26	68,46
3	70,73	11	68,20	19	62,80	27	69,16
4	69,94	12	75,38	20	57,73	28	68,87
5	57,52	13	64,28	21	57,59	29	68,06
6	67,71	14	72,33	22	59,46	30	63,70
7	69,89	15	61,63	23	53,52	31	71,33
8	65,05	16	64,64	24	58,36	32	66,26

Berdasarkan Tabel 4.3 di atas dapat dilihat bahwa hampir di seluruh titik ukur memiliki tingkat kebisingan yang melebihi standar baku mutu yang ditetapkan yaitu sebesar <55 dB dan hanya titik ukur 23 yang memenuhi standar baku mutu yaitu dengan kebisingan 53,52 dB hal ini terjadi karena titik ini berada pada daerah yang memiliki pepohonan yang rimbun dan tenang sehingga bisa menghalau kebisingan.

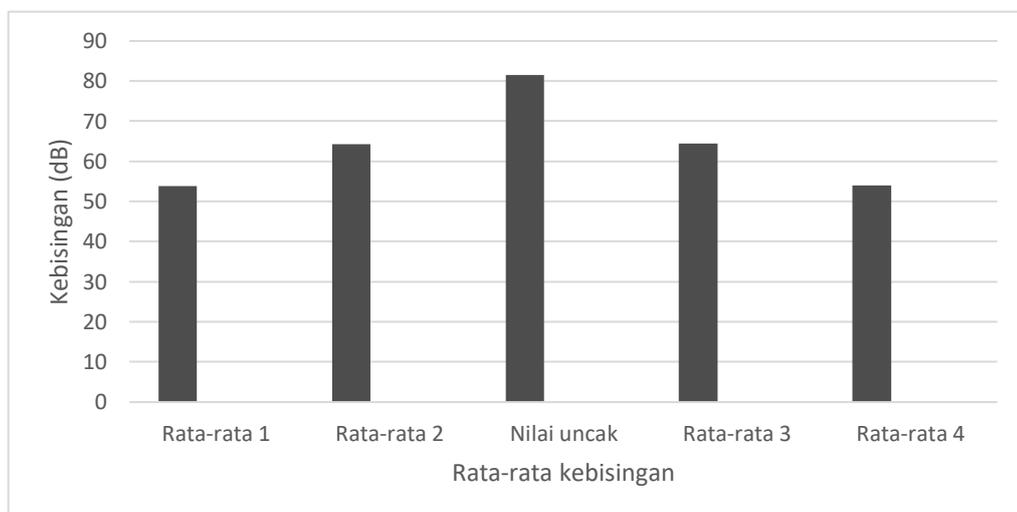
Grafik tingkat kebisingan pada titik ukur 9 dapat dilihat pada Gambar 4.4 di bawah ini:



Gambar 4.4 Grafik tingkat kebisingan pada titik ukur 9

Pada grafik di atas dapat dilihat pada titik ukur 9 pada kondisi normal (sebelum pesawat lewat) tingkat kebisingannya sebesar 60,68 dB, kemudian mencapai 86,50 dB pada kondisi maksimum, dan kembali ke tingkat kebisingan normal (setelah pesawat lewat) yaitu 60,59 dB.

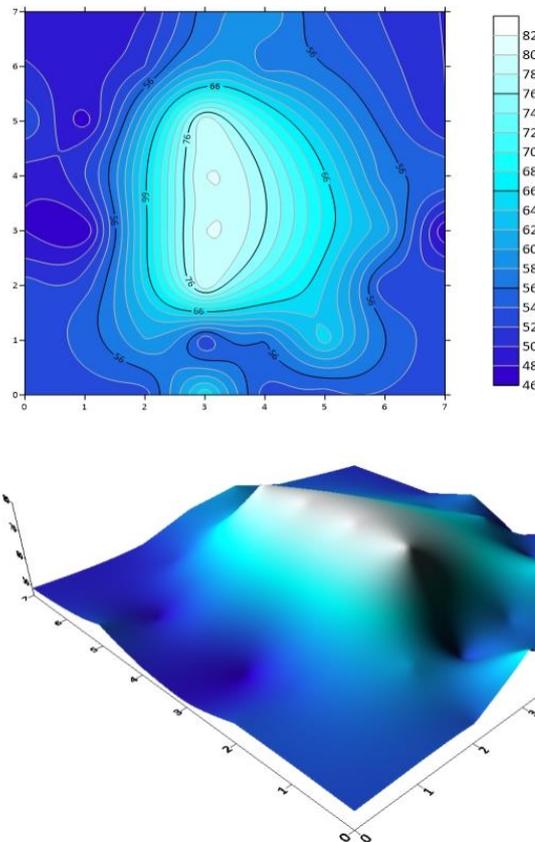
Grafik tingkat kebisingan pada titik ukur 13 dapat dilihat pada Gambar 4.5 di bawah ini:



Gambar 4.5 Grafik tingkat kebisingan pada titik ukur 13

Seperti ditunjukkan oleh Gambar 4.5 di atas bahwa pada titik ukur 13 tingkat kebisingan mengalami kenaikan dari kondisi normal (sebelum pesawat lewat) sebesar 53,84 dB menjadi 81,50 dB pada kondisi maksimum dan turun menjadi 53,98 dB pada kondisi normal (setelah pesawat lewat)

Peta kontur kebisingan pada kondisi suara pesawat mulai terdengar dapat dilihat pada Gambar 4.6 di bawah ini:



Gambar 4.6 Peta kontur kebisingan 2D dan 3D pada kondisi suara pesawat mulai terdengar

Gambar kontur di atas dengan jelas menunjukkan perubahan jika dibandingkan dengan kontur Gambar 4.3, di mana pada kontur Gambar 4.6 di atas menunjukkan kenaikan tingkat kebisingan sumber bunyi pada bagian daerah lepas landas pesawat yaitu pada bagian tengah berwarna putih, hal ini menunjukkan secara perlahan mengakibatkan kenaikan tingkat kebisingan pada pada kawasan

pemukiman sekitar bandara, dan semua titik penelitian berada di atas standar baku mutu <55 dB kecuali titik 23 sebesar 53,17 dB.

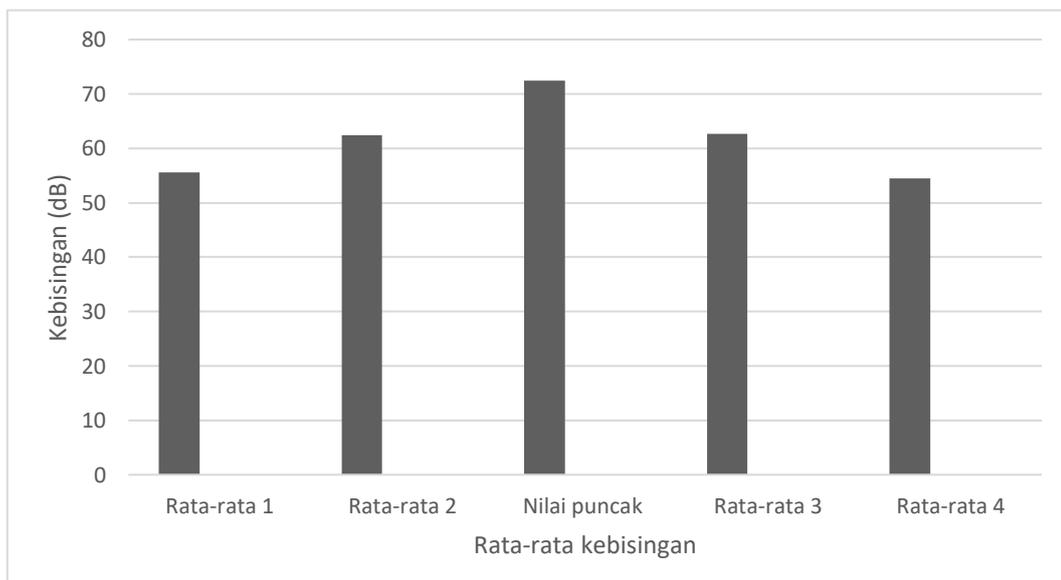
Berikut adalah tabel pengukuran tingkat kebisingan rata-rata pada kondisi maksimum (saat pesawat lewat):

Tabel 4.4 Kebisingan pada kondisi maksimum (saat pesawat lewat)

Titik Ukur	Barat (dB)	Titik Ukur	Selatan (dB)	Titik Ukur	Timur (dB)	Titik Ukur	Utara (dB)
1	89,20	9	86,50	17	72,50	25	83,40
2	84,40	10	84,40	18	70,40	26	81,10
3	88,60	11	83,70	19	72,50	27	80,40
4	87,30	12	82,20	20	69,10	28	80,90
5	87,10	13	81,50	21	68,20	29	79,20
6	86,60	14	80,50	22	68,30	30	77,50
7	86,40	15	77,30	23	63,80	31	77,70
8	77,10	16	74,60	24	65,10	32	74,20
Rata-Rata 85,84		Rata-Rata 81,34		Rata-Rata 68,74		Rata-Rata 79,30	

Pada Tabel 4.4 di atas dapat dilihat bahwa tingkat kebisingan pada kondisi maksimum di semua titik ukur melebihi dan bahkan jauh dari baku mutu <55 dB terutama pada titik ukur 1 sebesar 89,20 dB dan tingkat kebisingan maksimum yang paling kecil bahkan telah melebihi baku mutu yaitu pada titik ukur 23 sebesar 63,80 dB. Maka sesuai dengan hipotesis penelitian tingkat kebisingan maksimum pada kawasan pemukiman sekitar Bandara Internasional Kualanamu tergolong kuat, dengan rata-rata kebisingan pada sisi barat 85,84 dB tergolong kuat, selatan 81,34 dB tergolong kuat, timur 68,74 dB tergolong sedang, dan utara 79,30 dB tergolong sedang mendekati kuat.

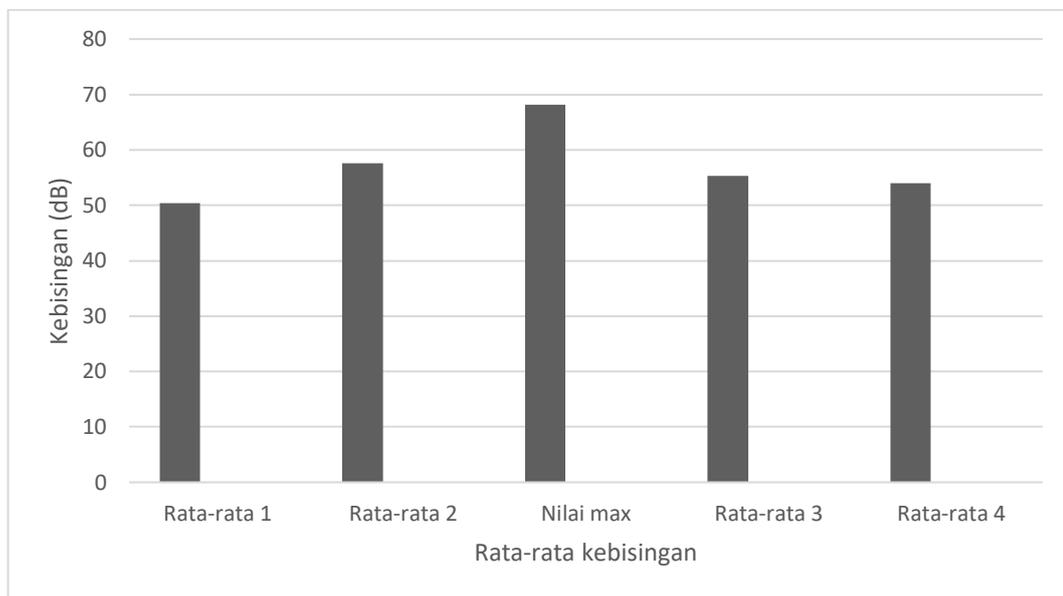
Grafik pengukuran tingkat kebisingan pada titik ukur 17 dapat dilihat pada Gambar 4.7 di bawah ini:



Gambar 4.7 Grafik tingkat kebisingan pada titik ukur 17

Pada Gambar 4.7 di atas tingkat kebisingan pada titik ukur 17 pada kondisi normal (sebelum pesawat lewat) dengan kebisingan 55,60 dB mencapai kebisingan maksimum 72,50 dB dan kemudian tingkat kebisingan kembali mengalami penurunan menjadi 54,50 dB pada kondisi normal (setelah pesawat lewat).

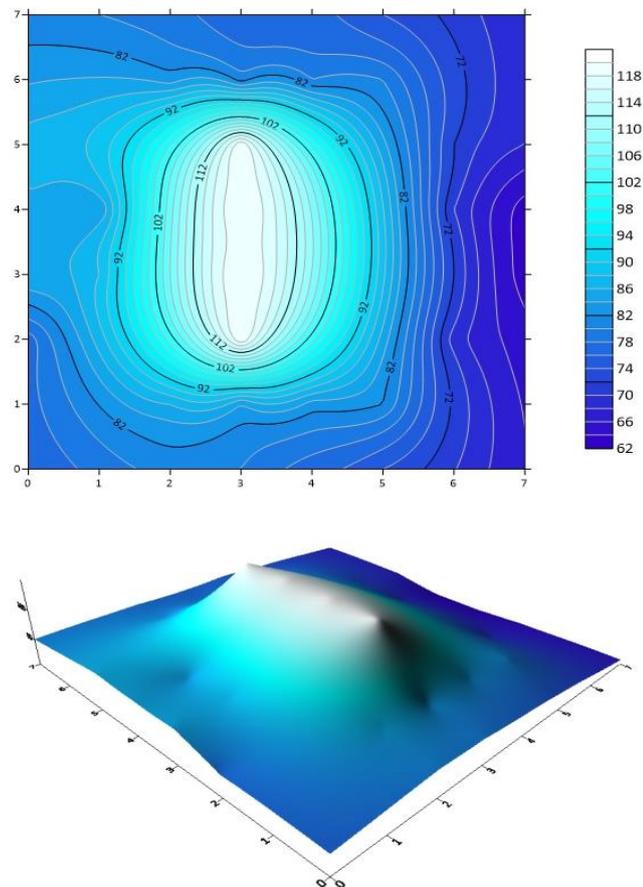
Grafik pengukuran tingkat kebisingan pada titik ukur 21 dapat dilihat pada Gambar 4.8 di bawah ini:



Gambar 4.8 Grafik tingkat kebisingan pada titik ukur 21

Pada Gambar 4.8 di atas menunjukkan tingkat kebisingan pada titik ukur 21 pada kondisi normal (sebelum pesawat lewat) dengan kebisingan 50,44 dB mencapai kenaikan kebisingan maksimum 68,20 dB dan kemudian tingkat kebisingan kembali mengalami penurunan menjadi 54,04 dB pada kondisi normal (setelah pesawat lewat).

Peta kontur kebisingan pada kondisi maksimum (saat pesawat lewat) dapat dilihat pada Gambar 4.9 di bawah ini:



Gambar 4.9 Peta kontur kebisingan 2D dan 3D pada kondisi maksimum (saat pesawat lewat)

Gambar kontur di atas menunjukkan tingkat kebisingan maksimum pada kawasan pemukiman sekitar bandara, di mana terjadi kenaikan tingkat kebisingan paling tinggi akibat aktifitas pesawat dan sudah jauh melampaui standar baku mutu yaitu sebesar  $<55$  dB seperti pada titik ukur 1 sebesar 89,20 dB, titik ukur 3 sebesar 88,60 dB, titik ukur 4 sebesar 87,30 dB.

Berikut adalah tabel pengukuran tingkat kebisingan rata-rata pada kondisi suara pesawat mulai hilang:

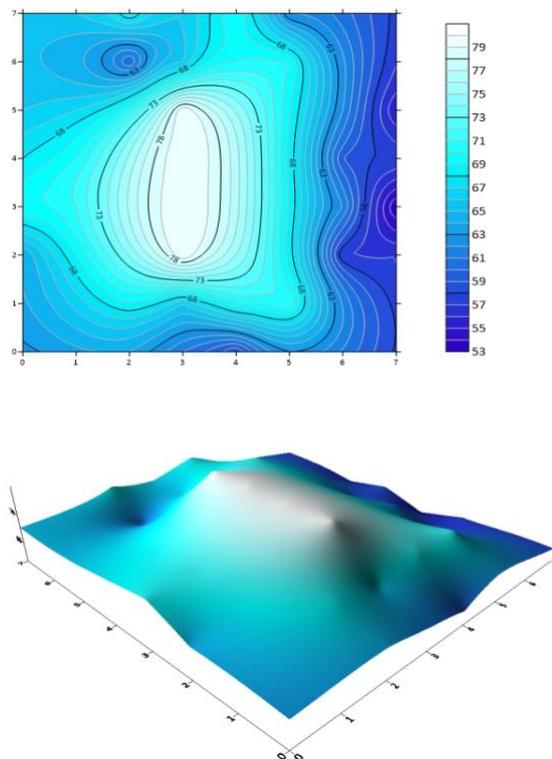
Tabel 4.5 Kebisingan rata-rata pada kondisi suara pesawat mulai hilang

Titik Ukur	Barat (dB)	Titik Ukur	Selatan (dB)	Titik Ukur	Timur (dB)	Titik Ukur	Utara (dB)
1	67,33	9	69,12	17	62,61	25	60,41
2	70,55	10	66,50	18	59,84	26	66,41
3	71,45	11	70,61	19	62,05	27	70,28

4	69,91	12	71,06	20	57,50	28	70,82
5	66,64	13	64,51	21	55,27	29	69,04
6	68,57	14	61,98	22	58,30	30	66,06
7	70,13	15	58,32	23	53,17	31	70,15
8	64,46	16	63,85	24	57,47	32	62,58

Tabel 4.5 di atas menunjukkan bahwa tingkat kebisingan rata-rata pada kondisi suara pesawat mulai hilang, di mana sudah ada yang memenuhi baku mutu <55 dB seperti pada titik ukur 23 sebesar 53,17 dB hal ini terjadi karena titik ini berada pada daerah yang memiliki pepohonan yang rimbun dan tenang sehingga bisa menghalau kebisingan.

Peta kontur kebisingan pada kondisi suara pesawat mulai hilang dapat dilihat pada Gambar 4.10 di bawah ini:



Gambar 4.10 Peta kontur kebisingan 2D dan 3D pada kondisi suara pesawat mulai hilang

Gambar kontur di atas menunjukkan tingkat kebisingan pada Kawasan pemukiman bandara yang mengalami penurunan secara perlahan dari kondisi tingkat kebisingan maksimum namun sebagian besar titik masih tetap berada di atas standar baku mutu yang telah ditetapkan yaitu sebesar <55 dB dan hanya beberapa titik yang berada di bawah standar baku mutu yaitu pada titik ukur 23

sebesar 53,17 dB, dan 5 titik ukur pada sisi timur lainnya yang mendekati standar baku mutu, hal ini di karenakan pada sisi ini pesawat memiliki posisi yang cukup jauh ketika beraktifitas seperti titik ukur 18, 20, 21, 22, 24 berturut-turut sebesar 59,84 dB, 57,50 dB, 55,27 dB, 58,30 dB, 57,47 dB.

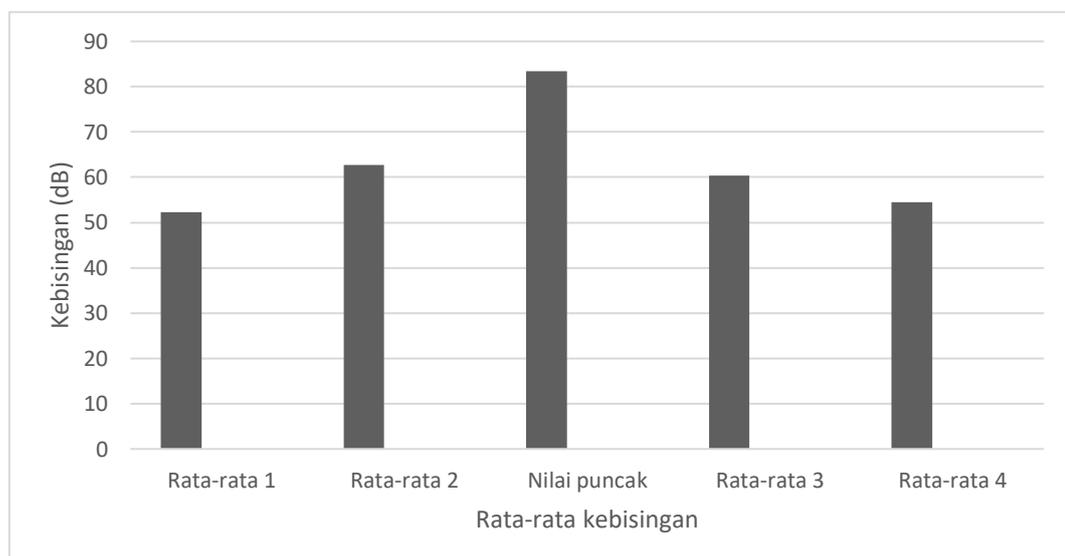
Berikut adalah tabel pengukuran tingkat kebisingan rata-rata pada kondisi normal (setelah pesawat lewat):

Tabel 4.6 Kebisingan rata-rata pada kondisi normal (setelah pesawat lewat)

Titik Ukur	Barat (dB)	Titik Ukur	Selatan (dB)	Titik Ukur	Timur (dB)	Titik Ukur	Utara (dB)
1	48,70	9	60,59	17	54,50	25	54,56
2	50,60	10	50,53	18	55,95	26	61,82
3	50,79	11	58,28	19	60,36	27	55,73
4	48,62	12	69,46	20	56,75	28	55,21
5	51,10	13	53,98	21	54,04	29	52,34
6	48,02	14	55,09	22	52,71	30	50,99
7	51,98	15	56,50	23	43,78	31	60,58
8	53,67	16	52,54	24	57,17	32	54,56

Pada Tabel 4.6 di atas dapat dilihat bahwa tingkat kebisingan rata-rata pada kondisi normal (setelah pesawat lewat) telah kembali ke tingkat kebisingan hampir memenuhi baku mutu <55 dB, hal ini menunjukkan bahwa aktivitas pesawat menghasilkan dampak kebisingan negatif bagi pemukiman sekitar Bandara Internasional Kualanmu.

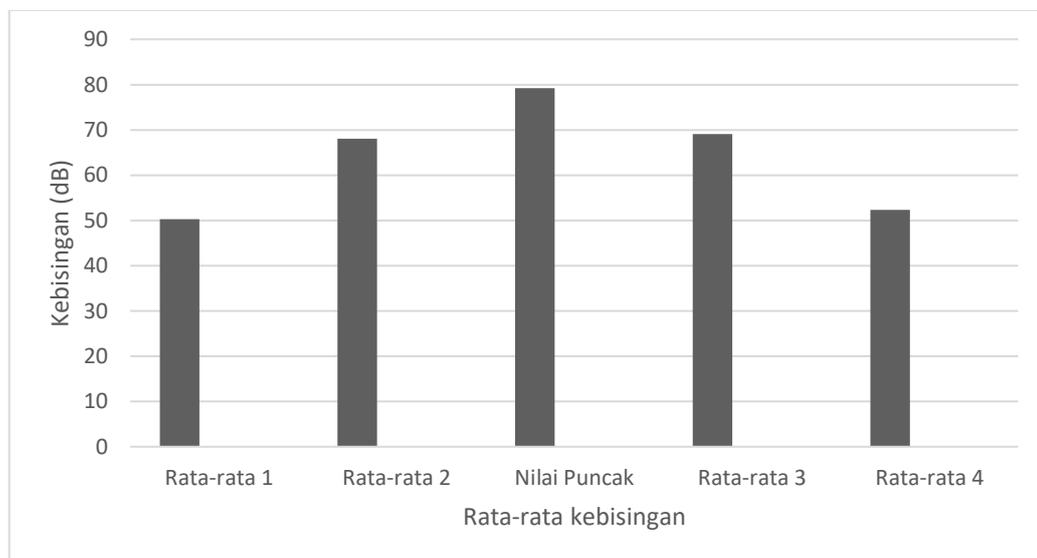
Grafik pengukuran tingkat kebisingan pada titik ukur 25 dapat dilihat pada Gambar 4.11 di bawah ini:



Gambar 4.11 Grafik tingkat kebisingan pada titik ukur 25

Pada Gambar 4.11 menunjukkan tingkat kebisingan pada kondisi normal (sebelum pesawat lewat) dengan kebisingan 52,26 dB mencapai kebisingan maksimum 83,40 dB dan kemudian tingkat kebisingan kembali turun menjadi 54,56 dB pada kondisi normal (setelah pesawat lewat).

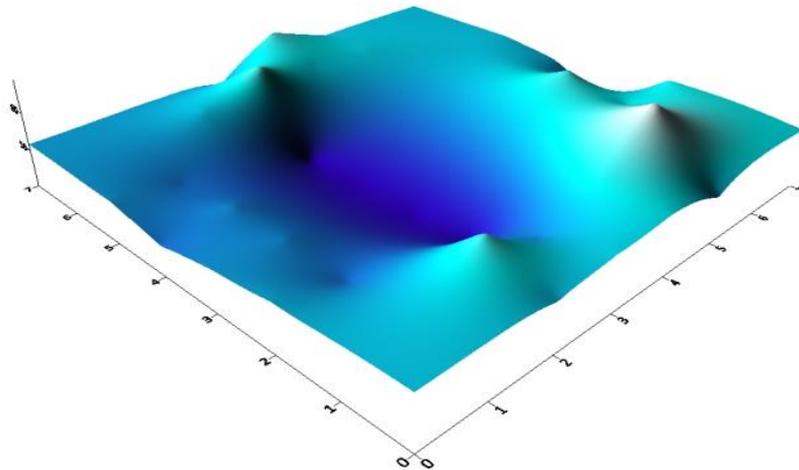
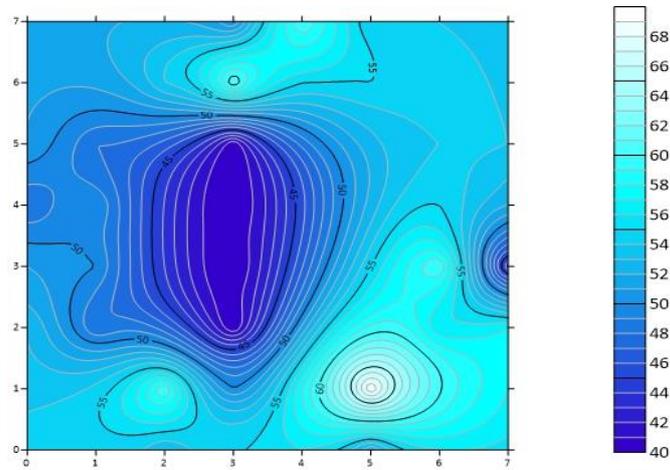
Grafik pengukuran tingkat kebisingan pada titik ukur 29 dapat dilihat pada gambar 4.12 di bawah ini



Gambar 4.12 Grafik tingkat kebisingan pada titik ukur 29

Pada Gambar 4.12 menunjukkan tingkat kebisingan pada titik ukur 29 kondisi normal (sebelum pesawat lewat) dengan kebisingan 50,29 dB mencapai kebisingan maksimum 79,20 dB dan kemudian tingkat kebisingan kembali mengalami penurunan menjadi 52,34 dB pada kondisi normal (setelah pesawat lewat).

Peta kontur kebisingan pada kondisi normal (setelah pesawat lewat) dapat



dilihat pada Gambar 4.13 di bawah ini:

Gambar 4.13 Peta kontur kebisingan 2D dan 3D pada kondisi normal (setelah pesawat lewat)

Gambar kontur di atas menunjukkan bahwa tingkat kebisingan pada kawasan pemukiman sekitar bandara kembali seperti normal, di mana tidak terdapat kebisingan akibat aktivitas dari pesawat.

## 4.2 Pengukuran Tingkat Kebisingan di Dalam Ruangan

Berikut adalah tabel pengukuran tingkat kebisingan rata-rata di dalam ruangan:

Tabel 4.7 Tingkat kebisingan di dalam ruangan

NO	Titik Ukur	Tingkat Kebisingan (dB)				
		Rata-rata 1	Rata-rata 2	maksimum	Rata-rata 3	Rata-rata 4
1	1 barat	45,42	70,25	81,50	65,80	47,03
2	9 selatan	55,46	67,27	78,40	66,30	55,87
3	17 timur	50,83	56,29	65,50	59,06	50,34
4	25 utara	54,30	57,99	69,80	59,45	52,89

Penelitian tingkat kebisingan maksimum di dalam ruangan dilakukan pada 4 arah titik ukur yang berbeda, hal ini dianggap dapat mewakili 7 titik lainnya pada setiap arah yaitu titik ukur 1 barat, titik ukur 9 selatan, titik ukur 17 timur, dan titik ukur 25 utara, maka diperoleh data seperti tabel 4.7 di atas, pada titik ukur 1 barat di luar ruangan 89,20 dB dan di dalam ruangan 81,50 dB, maka diperoleh selisih kebisingan 7,70 dB, titik ukur 9 selatan di luar ruangan 86,50 dB dan di dalam ruangan 78,40 dB, diperoleh selisih kebisingan 8,10 dB, titik ukur 17 timur di luar ruangan 72,50 dB dan di dalam ruangan 65,50 dB, maka diperoleh selisih kebisingan 7 dB, sedangkan pada titik ukur 25 utara di luar ruangan 83,40 dB dan di dalam ruangan 69,80 dB, diperoleh selisih kebisingan 13,60 dB, dimana selisih ini dianggap sebagai pengurangan kebisingan di dalam ruangan atau yang disebut sebagai pengurangan kebisingan *Noise Reduction* (NR).

### 4.3 Penentuan WECPNL Pemukiman Sekitar Bandara

WECPNL (*Weighted Equivalent Continuous Perceived noise Level*) adalah salah satu salah satu diantara beberapa index tingkat kebisingan pesawat udara yang ditetapkan dan direkomendasikan oleh *International Civil Aviation Organization* (ICAO)

Adapun persamaan untuk menentukan nilai WECPNL adalah sebagai berikut:

$$WECPNL = ECPNL + 10 \log N - 27$$

Nilai N merupakan jumlah kedatangan dan keberangkatan pesawat udara yang dihitung berdasarkan pemberian bobot yang berbeda untuk pagi, petang, dan malam di mana terdapat sebanyak 231 penerbangan . Dengan persamaan sebagai berikut:

$$N = 10N_1 + N_2 + 3N_3 + 10N_4$$

$N_1$  = Jumlah kedatangan dan keberangkatan pesawat udara dari jam 00.00-07.00

$N_2$  = Jumlah kedatangan dan keberangkatan pesawat udara dari jam 07.00-19.00

$N_3$  = Jumlah kedatangan dan keberangkatan pesawat udara dari jam 19.00-22.00

$N_4$  = Jumlah kedatangan dan keberangkatan pesawat udara dari jam 22.00-24.00

Sehingga:

$$N = 10N_1 + N_2 + 3N_3 + 10N_4$$

$$N = 10(11) + 193 + 3(27) + 10(0)$$

$$N = 110 + 193 + 81 + 0$$

$$N = 384$$

Maka nilai dari N adalah 384

Untuk menentukan nilai dari WECPNL sebagai berikut:

Pada titik ukur 5 barat

$$WECPNL = 87,10 + 10 \log 384 - 27$$

$$WECPNL = 87,10 + 10(2,584) - 27$$

$$WECPNL = 87,10 + 25,843 - 27$$

$$WECPNL = 87,10 - 1,16$$

$$WECPNL = 85,94 \text{ dB}$$

Dengan kebisingan maksimum/ECPNL pada titik ukur 5 barat 87,10 dB, maka diperoleh nilai WECPNL adalah 85,94 dB.

Pada titik ukur 13 selatan

$$WECPNL = 81,50 + 10 \log 384 - 27$$

$$WECPNL = 81,50 + 10(2,584) - 27$$

$$WECPNL = 81,50 + 25,843 - 27$$

$$WECPNL = 81,50 - 1,16$$

$$WECPNL = 80,34 \text{ dB}$$

Dengan kebisingan maksimum/ECPNL pada titik ukur 13 selatan 81,50 dB, maka diperoleh nilai WECPNL adalah 80,34 dB.

Pada titik ukur 21 timur

$$WECPNL = 68,20 + 10 \log 384 - 27$$

$$WECPNL = 68,20 + 10(2,584) - 27$$

$$WECPNL = 68,20 + 25,843 - 27$$

$$WECPNL = 68,20 - 1,16$$

$$WECPNL = 67,04 \text{ dB}$$

Dengan kebisingan maksimum/ECPNL pada titik ukur 21 timur 68,20 dB, maka diperoleh nilai WECPNL adalah 67,04 dB.

Pada titik ukur 29 utara

$$WECPNL = 79,20 + 10 \log 384 - 27$$

$$WECPNL = 79,20 + 10(2,584) - 27$$

$$WECPNL = 79,20 + 25,843 - 27$$

$$WECPNL = 79,20 - 1,16$$

$$WECPNL = 78,04 \text{ dB}$$

Dengan kebisingan maksimum/ECPNL pada titik ukur 29 utara 79,20 dB, maka diperoleh nilai WECPNL adalah 78,04 dB.

Adapun tingkat kebisingan WECPNL pada kawasan pemukiman sekitar Bandara Internasional Kualanamu sebagai berikut:

Tabel 4.8 Data kebisingan WECPNL pada Bandara Internasional Kualanamu

Titik ukur	Tipe Pesawat	WECPNL (dB)
1	Airbus A320	88,04
2	Airbus A320	83,24
3	Airbus A320	87,44
4	Boeing 737	86,14
5	Airbus A320	85,94
6	Airbus A320	85,44
7	Airbus A320	85,24
8	Boeing 737	75,94
9	Airbus A320	85,34
10	Airbus A320	83,24
11	Airbus A320	82,54
12	Boeing 737	81,04
13	Boeing 737	80,34
14	Boeing 737	79,34
15	Airbus A320	76,14
16	Airbus A320	73,44
17	Boeing 737	71,34
18	Boeing 737	69,24
19	Boeing 737	71,34
20	Airbus A320	67,94
21	Airbus A320	67,04
22	Boeing 737	67,14
23	Boeing 737	62,64
24	Boeing 737	63,94
25	Boeing 737	82,24
26	Boeing 737	79,94
27	Airbus A320	79,24
28	Airbus A320	79,74
29	Boeing 737	78,04
30	Boeing 737	76,34
31	Boeing 737	76,54
32	Boeing 737	73,04

Tabel di atas menunjukkan nilai WECPNL pada 32 titik ukur penelitian.

#### 4.4 Jarak Ideal Antara Pemukiman dan Bandara

Adapun persamaan untuk menentukan jarak ideal bandara dengan pemukiman ( $r_2$ ) adalah sebagai berikut:

$$TI_2 = TI_1 - 10 \log(r_2/r_1)^2$$

Di mana:

$TI_2$  = besar dB baku mutu (55 dB).

$TI_1$  = besar dB hasil WECPNL.

$r_2$  = jarak ideal bandara dengan pemukiman.

$r_1$  = jarak bandara dengan titik ukur sesuai dengan pengukuran.

Pada titik ukur barat

$$55 = 85,94 - 10 \log(r_2/75)^2$$

$$30,94 = 10 \log(r_2/75)^2$$

$$30,94 = 20 \log(r_2/75)$$

$$1,547 = \log(r_2/75)$$

$$\frac{r_2}{75} = 10^{1,547}$$

$$\frac{r_2}{75} = 35,237$$

$$r_2 = 2,642 \text{ km}$$

Dengan kebisingan maksimum titik ukur arah barat 85,94 dB, maka diperoleh jarak ideal bandara dengan pemukiman ( $r_2$ ) adalah 2,642 km.

Pada titik ukur selatan

$$55 = 80,34 - 10 \log(r_2/75)^2$$

$$25,34 = 10 \log(r_2/75)^2$$

$$25,34 = 20 \log(r_2/75)$$

$$1,267 = \log(r_2/75)$$

$$\frac{r_2}{75} = 10^{1,267}$$

$$\frac{r_2}{75} = 18,493$$

$$r_2 = 1,386 \text{ km}$$

Dengan kebisingan maksimum titik ukur arah selatan 80,34 dB, maka diperoleh jarak ideal bandara dengan pemukiman ( $r_2$ ) adalah 1,386 km.

Pada titik ukur timur

$$55 = 67,04 - 10 \log(r_2/75)^2$$

$$12,04 = 10 \log(r_2/75)^2$$

$$12,04 = 20 \log(r_2/75)$$

$$0,602 = \log r_2/75$$

$$\frac{r_2}{75} = 10^{0,602}$$

$$\frac{r_2}{75} = 3,999$$

$$r_2 = 0,299 \text{ km}$$

Dengan kebisingan maksimum titik ukur arah timur 67,04 dB, maka diperoleh jarak ideal bandara dengan pemukiman ( $r_2$ ) adalah 0,299 km.

Pada titik ukur utara

$$55 = 78,04 - 10 \log(r_2/75)^2$$

$$23,04 = 10 \log(r_2/75)^2$$

$$23,04 = 20 \log(r_2/75)$$

$$1,152 = \log(r_2/75)$$

$$\frac{r_2}{75} = 10^{1,152}$$

$$\frac{r_2}{75} = 14,191$$

$$r_2 = 1,064 \text{ km}$$

Dengan kebisingan maksimum titik ukur arah utara 78,04 dB, maka diperoleh jarak ideal bandara dengan pemukiman ( $r_2$ ) adalah 1,064 km.

Berdasarkan hasil perhitungan di atas, maka diperoleh  $r_2$  atau jarak ideal antara pemukiman penduduk dengan Bandara Internasional Kualanamu sesuai dengan kondisi dari sekitar pada saat penelitian yaitu ke arah Barat, Selatan, Timur, dan Utara secara berturut-turut adalah 2,642 km, 1,386 km, 0,299 km, dan

1,064 km, jarak tersebut merupakan jarak minimum sehingga, sesuai dengan Permenperin No. 35/M-IND/PER/3/2010 tentang Pedoman Teknis Kawasan Industri, di mana diatur bahwasanya jarak dengan pemukiman yang ideal adalah minimal sejauh 2 (dua) km dari lokasi kegiatan industri.

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Dari analisis penelitian yang dilakukan, maka dapat disimpulkan yaitu:

1. Tingkat kebisingan pada kawasan pemukiman sekitar Bandara Internasional Kualanamu masih melebihi baku mutu yang ditetapkan oleh Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup RI Nomor: Kep-48/MENLH/11/1996 untuk kebisingan pemukiman sekitar bandara yaitu maksimal 55 dB. Tingkat kebisingan tertinggi pada sisi Barat yaitu pada titik ukur 1 sebesar 89,20 dB, titik ukur 9 selatan 86,50 dB, titik ukur 17 utara 83,40 dB, dan titik ukur 25 timur 72,50 dB.
2. Nilai *Noise Reduction* pada kawasan pemukiman sekitar Bandara Internasional Kualanamu adalah sebesar 7 – 13,60 dB.
3. Jarak ideal antara pemukiman penduduk dengan Bandara Internasional Kualanamu agar sesuai standar baku mutu pada arah Barat, Selatan, Timur, dan Utara secara berturut-turut adalah 2,642 km, 1,386 km, 0,299 km, dan 1,064 km dari pembatas bandara.

#### **5.2 Saran**

Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh maka dapat diajukan saran-saran sebagai berikut ini:

1. Untuk penelitian selanjutnya perlu dilakukan penambahan jumlah SLM yang cukup agar pengambilan data pada beberapa titik dapat dilakukan sekaligus untuk hasil yang lebih akurat.
2. Untuk memperoleh persebaran yang lebih merata maka perlu ditambah jumlah titik yang lebih banyak lagi.
3. Untuk mengurangi tingkat kebisingan pada kawasan pemukiman perlu dibangun tembok pembatas yang lebih tinggi lagi dan menanam pepohonan pada pembatas bandara.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ali, Sumarni Hamid. Hustim Muralia, dan Purnamasari Tika. 2014. *Analisis Tingkat Kebisingan pada Kawasan Pemukiman Sekitar Bandara Sultan Hasanuddin dan Dampaknya Terhadap Lingkungan*. Universitas Hasanuddin.
- Chimayati, dan Rachmi Layina. 2017. *Analisis Tingkat Kebisingan yang Ditimbulkan Oleh Aktivitas Bandar Udara dan Pengelolaannya*. [Tesis]. Surabaya. Institut Teknologi Sepuluh November.
- Doelle, L. L. 1990. *Akustik Lingkungan*. Jakarta: Erlangga.
- Husin, S.H.,LL.M Dr. Sukanda. 2020. *Penegakan Hukum Lingkungan*. Jakarta: Sinar Grafika.
- Jati Eka Murdaka Bambang. 2020. *Pengantar Fisika Kedokteran*. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.
- Juwita Ratnasari. 2007. *Mengenal Penemu Sains dan Penemuannya*. Jakarta: Logika Galileo.
- Klobor, I M, Fachrul, dan M.F, Yulinawati. H. 2019. *Kajian Intensitas Kebisingan Di Bandar Udara Internasional El Tari Kupang, Provinsi Nusa Tenggara Timur*. Jakarta: Universitas Trisakti.
- Knudsen, V.O., dan M. Harris, C. 1950. *Acoustical Designing in Architecture*. New York: John Wiley &Son, Inc.
- Latifah Laela Nur,ST., MT. 2015. *Fisika Bangunan 2*. Jakarta: Griya Kreasi.
- Lawrence E. Kinsler, A. R. 1982. *Fundamentals of Acoustics*. New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Mediastika, Ph.D, Christina E. 2001. *Akustika Bangunan*. Jakarta: Erlangga.
- Siswanto, Dr.Hadi. 2002. *Kamus Populer Kesehatan Lingkungan*. Jakarta: Buku kedokteran EGC.
- Wungkana, Vili Vita, Bongakaraeng, Rambli, dan Elne Vieke. 2013. *Gambaran Intensitas Kebisingan Aktivitas Bandara dan Kenyamanan Masyarakat di Pemukiman Sekitar Bandar Udara Internasional Sam Ratulangi Manado*. Poltekkes Kemenkes Manado.

Young D. Hugh, dan Roger A. Freedman. 2003. *Fisika Universitas*. Jakarta: Erlangga.

[https://m.merdeka.com/jateng/kenapa-pesawat-bisa-terbang-ketahui-komponen - dan-cara-kerjanya-kln.html](https://m.merdeka.com/jateng/kenapa-pesawat-bisa-terbang-ketahui-komponen-dan-cara-kerjanya-kln.html). akses 26/01/2021 21.10 WIB.

<https://news.ralali.com/amp/mengenal-sound-level-meter/>. akses 23/09/2020 22.12 WIB

[https://7uylrefk6bact6wouh3nnvk5omu- mkzbd444dzakkw2-en-m-wikipedia.Org.translate.goog/wiki/Aircraftnoisepollution](https://7uylrefk6bact6wouh3nnvk5omu-mkzbd444dzakkw2-en-m-wikipedia.Org.translate.goog/wiki/Aircraftnoisepollution). Akses 14/04/2021 17.28 WIB

**LAMPIRAN I**  
**ALAT DAN BAHAN PENELITIAN**



SLM tipe GM1356



Tripod



Laptop

**LAMPIRAN II**  
**LOKASI PENELITIAN**



Lokasi penelitian pada arah barat



Lokasi penelitian pada arah barat



Lokasi penelitian pada arah selatan



Lokasi penelitian pada arah selatan



Lokasi penelitian pada arah utara



Lokasi penelitian pada arah Utara



Lokasi penelitian pada arah timur



Lokasi penelitian pada arah timur

**LAMPIRAN III**  
**PENGUKURAN KEBISINGAN**



**LAMPIRAN IV**  
**PERATURAN MENTERI**

**LAMPIRAN I : KEPUTUSAN MENTERI NEGARA**  
**LINGKUNGAN HIDUP**  
**NOMOR : KEP-48/MENLH/11/1996**  
**TANGGAL : 25 NOPEMBER 1996**

**BAKU TINGKAT KEBISINGAN**

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

**Keterangan :**

\*) disesuaikan dengan ketentuan Menteri Perhubungan



**Menteri Perindustrian Republik Indonesia**

PERATURAN  
 MENTERI PERINDUSTRIAN REPUBLIK INDONESIA  
 NOMOR : 35/M-IND/PER/3/2010

TENTANG  
 PEDOMAN TEKNIS KAWASAN INDUSTRI

DENGAN RAHMAT TUHAN YANG MAHA ESA

MENTERI PERINDUSTRIAN REPUBLIK INDONESIA,

- Menimbang :
- a. bahwa dalam rangka pelaksanaan Pasal 5 Peraturan Pemerintah Nomor 24 Tahun 2009 tentang Kawasan Industri perlu ditetapkan Pedoman Teknis Kawasan Industri;
  - b. bahwa untuk pelaksanaan pengembangan kawasan industri diperlukan acuan atau pedoman bagi aparatur pemerintah daerah dan dunia usaha agar pembangunan kawasan industri dapat berdaya guna dan berhasil guna serta berwawasan lingkungan;
  - c. bahwa berdasarkan pertimbangan sebagaimana dimaksud dalam huruf a dan huruf b, perlu menetapkan Peraturan Menteri Perindustrian.
- Mengingat :
1. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 24 Tahun 2009 tentang Kawasan Industri (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2009 Nomor 47, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 4987);
  2. Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 10 Tahun 2005 tentang Unit Organisasi dan Tugas Eselon I Kementerian Negara Republik Indonesia sebagaimana telah beberapa kali diubah terakhir dengan Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 17 Tahun 2007;
  3. Peraturan Presiden Nomor 47/M Tahun 2009 tentang Pembentukan dan Organisasi Kementerian Negara;

Lampiran Peraturan Menteri Perindustrian RI  
Nomor:

sering terjadi areal tanah disekitar lokasi industri menjadi kumuh dan tidak ada lagi jarak antara perumahan dengan kegiatan industri.

- 2) Berdampak negatif karena kegiatan industri menghasilkan polutan dan limbah yang dapat membahayakan bagi kesehatan masyarakat.
- 3) Jarak terhadap permukiman yang ideal minimal 2 (dua) Km dari lokasi kegiatan industri.

c. Jaringan Jalan Yang Melayani

Jaringan bagi kegiatan industri memiliki fungsi yang sangat penting terutama dalam rangka kemudahan mobilitas pergerakan dan tingkat pencapaian (*aksesibilitas*) baik dalam penyediaan bahan baku, pergerakan manusia dan pemasaran hasil-hasil produksi.

Jaringan jalan yang baik untuk kegiatan industri, harus memperhitungkan kapasitas dan jumlah kendaraan yang akan akan melalui jalan tersebut sehingga dapat diantisipasi sejak awal kemungkinan terjadinya kerusakan jalan dan kemacetan. Hal ini penting untuk dipertimbangkan karena dari kenyataan yang ada dari keberadaan Kawasan Industri pada suatu daerah ternyata tidak mudah untuk mengantisipasi dampak yang ditimbulkan oleh kegiatan industri terhadap masalah transportasi. Apabila hal ini kurang mendapat perhatian akan berakibat negatif terhadap upaya promosi kawasan industri.

Untuk pengembangan kawasan industri dengan karakteristik lalu lintas truk kontainer dan akses utama dari dan ke pelabuhan/bandara, maka jaringan jalan arteri primer harus tersedia untuk melayani lalu-lintas kegiatan industri.

PRESIDEN  
REPUBLIK INDONESIAPENJELASAN  
ATAS  
PERATURAN PEMERINTAH REPUBLIK INDONESIA  
NOMOR 40 TAHUN 2012

TENTANG

PEMBANGUNAN DAN PELESTARIAN LINGKUNGAN HIDUP BANDAR UDARA

## i. UMUM

Kegiatan penerbangan merupakan bagian dari sistem transportasi nasional yang memiliki karakteristik mampu bergerak dalam waktu cepat, serta mengalami perkembangan yang sangat pesat, memerlukan jaminan keselamatan, keamanan, dan pelayanan yang optimal, untuk itu diperlukan penyelenggaraan Bandar Udara yang mampu memberikan jaminan keselamatan, keamanan, dan pelayanan sebagai satu kesatuan sistem penerbangan.

Sehubungan dengan hal tersebut Undang-Undang Nomor 1 Tahun 2009 tentang Penerbangan memerintahkan pengaturan lebih lanjut mengenai pembangunan Bandar Udara, dan kelestarian lingkungan di Bandar Udara dalam Peraturan Pemerintah dalam rangka memberikan jaminan keselamatan, keamanan, dan pelayanan yang optimal.

Bandar Udara sebagai satu unsur dalam penyelenggaraan penerbangan memiliki peranan yang sangat penting dan strategis maka penyelenggaraannya dikuasai oleh negara dengan tujuan untuk mewujudkan penyelenggaraan penerbangan yang selamat, aman, lancar, tertib, nyaman, dan berdayaguna; menunjang pemerataan, pertumbuhan, dan stabilitas, sebagai pendorong, penggerak, dan penunjang pembangunan nasional.

Untuk kepentingan tersebut maka dalam Peraturan Pemerintah ini diatur ketentuan mengenai pembangunan dan pengembangan Bandar Udara, pendanaan, kerjasama pembangunan antara Pemerintah, Pemerintah Daerah, badan usaha milik negara dan badan usaha milik daerah serta badan

**Pasal 31**

Yang dimaksud dengan "ambang batas kebisingan" adalah baku mutu kebisingan.

**Pasal 32**

Ayat (1)

**Cukup jelas.**

Ayat (2)

Yang dimaksud dengan "WECPNL (*Weighted Equivalent Continuous Perceived Noise Level*)" adalah satu di antara beberapa Index tingkat kebisingan pesawat udara yang ditetapkan dan direkomendasikan oleh *International Civil Aviation Organization* (ICAO).

**Hubungan dB(A) dan WECPNL**

$$\text{WECPNL} = \text{dB(A)} + 10 \log N - 27$$

$$\text{db(A)} = 10 \log \left( \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n L_i \right)$$

$$N = N_2 + 3 N_3 + 10 (n_1 + N_4)$$

WECPNL = *Weighted Equivalent Continuous Perceived Noise Level* adalah satu diantara beberapa Index tingkat kebisingan pesawat udara yang ditetapkan dan direkomendasikan oleh *International Civil Aviation Organization* (ICAO).

dB(A) = Nilai decibel rata-rata dari setiap puncak kesibukan pesawat udara dalam 1 (satu) hari.

n = Jumlah kedatangan dan keberangkatan pesawat udara selama periode 24 (dua puluh empat) jam.

N = Jumlah kedatangan dan keberangkatan pesawat udara yang dihitung berdasarkan pemberian bobot yang berbeda untuk pagi, petang dan malam.

N1 = Jumlah kedatangan dan keberangkatan pesawat udara dari jam 00.00 - 07.00.

N2 = Jumlah kedatangan dan keberangkatan pesawat udara dari jam 07.00 - 19.00.

N3 = Jumlah kedatangan dan keberangkatan pesawat udara dari jam 19.00 - 22.00.

N4 = Jumlah kedatangan dan keberangkatan pesawat udara dari jam 22.00 - 07.00.

**Pasal 33**

Cukup jelas.

**Pasal 34**

Cukup jelas.

**Pasal 35**

Cukup jelas.

**Pasal 36**

## DAFTAR RIWAYAT HIDUP



Zulkarnain Sihombing adalah nama dari penulis ini. Lahir pada tanggal 06 Februari 1996, Desa Selamat, Kecamatan Purbatua, Kab. Tapanuli Utara. Penulis merupakan anak ke 3 dari 7 bersaudara, dari pasangan Bakri Sihombing dan Koima Sitompul. Penulis pertama kali masuk Pendidikan di MIS Janjiangkola pada tahun 2003 dan tamat 2009 pada tahun yang sama penulis melanjutkan pendidikan ke MTsN Peanornor dan tamat pada tahun 2012. Setelah tamat di MTsN, penulis melanjutkan ke MAN Peanornor dan tamat pada tahun 2015. Dan pada tahun 2016 terdaftar sebagai Mahasiswa di Universitas Islam Negeri Sumatera Utara Fakultas Sains dan teknologi Jurusan Fisika dan tamat pada tahun 2021.

Berkat petunjuk dan pertolongan Allah SWT, usaha dan disertai doa dari kedua orang tua dalam menjalani aktivitas akademik di perguruan Tinggi Universitas Islam Negeri Sumatera Utara Medan. Alhamdulillah penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dengan skripsi yang berjudul "Analisis Tingkat Kebisingan Pada Kawasan Pemukiman Sekitar Bandara Internasional Kualanamu".