

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Penelitian yang relevan dengan topik pengerjaan tugas akhir ini sudah dilakukan oleh peneliti terdahulu seperti ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 2.1 Daftar Referensi Tinjauan Pustaka

Judul Penelitian (Tahun)	Nama Penulis	Tujuan	Metode	Hasil
<i>An Evaluation of Primary School Students' Views about Noise Levels in School</i> (2017) [9]	Nermin BULUNUZ, Mızrap BULUNUZ, Ali Yurdun ORBAK, Nejla MULU, Ömer Faruk TAVŞANLI	Untuk mengevaluasi pandangan siswa terhadap tingkat kebisingan di sekolah, pengaruhnya, dan cara pengontrolannya.	Data pertama berasal dari kuesioner berisikan 20 pertanyaan yang dibagikan kepada partisipan. Partisipan dari 2 sekolah sebanyak 223 siswa dari sekolah negeri dan 209 siswa dari sekolah swasta dengan rentang umur 9-10 tahun. Data kedua adalah hasil pengukuran tingkat kebisingan dengan alat ukur decibel meter.	Sebanyak 55,5 % siswa swasta dan 66,7% siswa negeri berpendapat bahwa tingkat kebisingan dikategorikan tinggi. Rentang kebisingan saat jam pelajaran pada ruang kelas rata-rata 65,8-66,66 dB, pada aula rata-rata 56,8-58,3 dB, dan pada area <i>outdoor</i> 61,5-61,79 dB. Pengurangan tingkat kebisingan dapat dilakukan dengan beberapa cara seperti mengajarkan siswa agar bersikap tenang selama

Judul Penelitian (Tahun)	Nama Penulis	Tujuan	Metode	Hasil
				jam pembelajaran, menghilangkan penggunaan speaker untuk pengumuman dan bel sekolah, serta pemasangan material akustik penyerap suara untuk mengurangi tingkat kebisingan.
<i>Analysis of noise pollution level in a University campus in South India</i> (2017) [10]	D Thattai, J S Sudarsan, R Sathyanathan and Visalatchi Ramasamy	Untuk mengetahui tingkat kebisingan di beberapa titik Universitas, mengidentifikasi jenis sumbernya, dan pengontrolan kebisingan	24 titik <i>sampling</i> dalam dua tahap. 8-10 am, 12-2 pm, 3-5 pm. 24 <i>minutes noise sample</i> . LeQ in dB(A).	Tingkat kebisingan yang tinggi tercatat pada waktu pagi dan sore, sesuai dengan jam siswa masuk dan siswa keluar. Selain itu, lokasi kampus yang berdekatan dengan jalanan dan rel kereta membuat tingkat kebisingan menjadi tinggi. Beberapa prosedur yang bisa dilakukan adalah melarang siswa menggunakan kendaraan dalam lingkungan kampus, menanam lebih banyak pohon dan instalasi <i>sound barrier</i> ,

Judul Penelitian (Tahun)	Nama Penulis	Tujuan	Metode	Hasil
				<p>pemasangan peredam suara pada ruang kelas, dan sosialisasi tentang pengaruh buruk polusi suara.</p>
<p><i>The impact of noise level on students' learning performance at state elementary school in Medan (2017) [11]</i></p>	<p>Bucahri and Nazaruddin Matondang</p>	<p>Untuk mengetahui tingkat kebisingan di lingkungan sekolah, pengaruh terhadap pembelajaran, serta solusi terhadap masalah.</p>	<p>Penelitian dilakukan selama rentang waktu 4 bulan. Penentuan titik pengukuran menggunakan panduan <i>European Commission Working Group Assessment of Exposure to Noise (WG-AEN)</i> dengan area pengukuran 10 x 10 meter. Pengambilan data survei menggunakan kuesioner dilakukan untuk mendapatkan pemahaman pengaruh kebisingan terhadap individu.</p>	<p>Tingkat kebisingan area sekolah adalah 70,79 dB(A) melewati batas 55 dB(A) yang ditentukan Menteri Lingkungan Indonesia. Pengaruh kebisingan secara subjektif menyebabkan siswa mengalami pusing, ketidaknyamanan, gangguan emosional, serta gangguan pembelajaran akibat sulit mendengar suara guru. Beberapa solusi yang dapat diterapkan dengan vegetasi di area sekolah, pemindahan jendela ruang kelas, serta instalasi material akustik dalam kelas.</p>

Judul Penelitian (Tahun)	Nama Penulis	Tujuan	Metode	Hasil
Kajian Tingkat Kebisingan Lingkungan pada Kawasan Pendidikan (2018) [12]	Arini Prasetyani, Bambang Iswanto, Hernani Yulinawati	Untuk mengetahui tingkat kebisingan pada kawasan pendidikan SDN Jatinegara Kaum 03 Pagi dan 01 Pagi	Pengukuran dilakukan pada hari Senin 16 Agustus 2017 hingga Minggu 29 Agustus 2017, selama 16 jam (06:00-22:00) sesuai KepMenLH 48/1996. Pengukuran dilakukan pada 12 titik <i>sampling</i> selama masing-masing 10 menit. Hasil pengukuran dicari nilai Leq 1 menit dan Leq 10 menit.	Tingkat kebisingan tertinggi sebesar 77,3 dB(A) terjadi pada lantai 2 SDN 03. Hal tersebut karena titik menghadap langsung ke jalan dengan jarak 32 meter tanpa ada <i>noise barrier</i> .
<i>Study Noise Effects on The Students of The Faculty of Engineering/Mustansiriyah University</i> (2018) [13]	Shatha Ibrahim	Untuk memahami opini dan persepsi siswa terhadap kebisingan.	438 siswa berpartisipasi dalam pengisian kuesioner yang berasal dari 8 jurusan Teknik di Fakultas Teknik Mustansiriyah University. Kuesioner diberikan pada <i>target sample</i> berumur 18-25 tahun. Pengukuran dilakukan menggunakan alat ukur SVAN957 Type 1	39,5% siswa merasa terganggu dengan kebisingan dalam ruang kelas. 46% siswa merasa terganggu dengan kebisingan dalam ruang lab. 32% siswa merasa terganggu dengan kebisingan siswa di taman. 26% siswa merasa terganggu dengan kebisingan genset. Kebanyakan area pada

Judul Penelitian (Tahun)	Nama Penulis	Tujuan	Metode	Hasil
			sesuai dengan acuan ISO1996-1.	tempat uji memiliki tingkat kebisingan melewati batas standar.
<i>Analysis of Noise Level in a Campus Area:Case Study for Gazi University Maltepe Campus</i> (2019) [14]	Erman Cakit	Untuk melakukan pengukuran tingkat kebisingan pada <i>Gazi University Engineering Faculty Campus</i>	Pengukuran dilakukan pada 16 titik <i>sampling</i> pada pukul 09:00-16:00 dengan selang waktu 1 jam.	9 dari 16 titik lokasi pengukuran memiliki tingkat kebisingan yang melebihi batas nilai yang diizinkan. Untuk meminimalisir tingkat kebisingan, maka perlu dilakukan penanganan seperti instalasi material insulasi dan penggunaan kaca <i>double</i> .
<i>Investigation of Noise Pollution in the Sultan Qaboos University, Muscat</i> (2019) [15]	Issa Al Harthy, Taher Ba Omar	Untuk menginvestigasi keberadaan polusi kebisingan di <i>Sultan Qaboos University campus</i>	Penelitian dilakukan dengan menggunakan data hasil survei dan data pengukuran. Survei dilakukan untuk mengetahui persepsi kebisingan yang dirasakan siswa, staff, administratif, dan pihak lainnya. Selanjutnya pada data pengukuran, pengambilan data dilakukan pada 25 titik	Hasil survei menunjukkan bahwa 26,8% merasa lalu lintas adalah sumber kebisingan paling mengganggu dari luar, 49,8% merasa mesin laboratorium adalah sumber paling mengganggu dari dalam, dan 23,2% merasa pekerjaan konstruksi adalah sumber kebisingan kategori lain yang paling

Judul Penelitian (Tahun)	Nama Penulis	Tujuan	Metode	Hasil
			lokasi sepanjang bulan Februari 2018 hingga bulan April 2018. Pengukuran dilakukan pada tiga interval waktu pagi (07:30 - 08:00), siang (13:00 - 14:00), dan malam (18:00 - 20:00). Pengambilan data menggunakan <i>Sound Level meter</i> dilakukan selama periode 3 menit setiap 10 detik dan dilakukan berulang 2 kali.	mengganggu. Terdapat 10 lokasi dari 25 titik ukur yang memiliki tingkat kebisingan diatas batas yang ditentukan WHO. Rentang kebisingan yang melebihi batas adalah 56,7 - 67,9 dBA di pagi hari, 55,8 - 67,8 dBA di siang hari, dan 38,6 - 58,6 dBA di malam hari. Penanganan yang dapat dilakukan adalah membatasi jumlah kendaraan yang berada di lingkungan kampus.
<i>Investigation and Measurement Analysis of Campus Noise Pollution Based on a University in Hengyang</i> (2019) [16]	Xin Zhang, Yan Hu, Xuanhao Ran, Yang Zhang, Yi Zhong, Jueting Zeng and Huihui Zheng	Untuk melakukan pengukuran tingkat kebisingan dan pengambilan data survei guna memahami level polusi suara pada lingkungan kampus	Pengukuran dilakukan selama 7 hari pada November 2018. Waktu pengukuran dilakukan pada 08:00-12:00, 12:00-14:00, 15:00-19:00, dan 21:00-01:00. Alat ukur dipasang pada ketinggian 1,2 m dari tanah dan pengambilan data dilakukan selama	Tingkat kebisingan di kampus melebihi batas standar. Tingkat kebisingan pada siang hari antara 50-73 dB dan pada malam hari antara 40-71 dB. Pihak kampus dapat meningkatkan manajemen lalu lintas pada lingkungan kampus,

Judul Penelitian (Tahun)	Nama Penulis	Tujuan	Metode	Hasil
			20 menit. Data diambil berupa L10, L50, L90, dan Leq.	dan mengatur regulasi aktivitas siswa.
<i>Assessment of Noise Levels in Primary and Secondary Schools in Nnewi, Anambra State</i> (2021) [17]	Ogochukwu M. T. B. Ochiabuto, Isaiah C. Abonyi, Rebecca N. Ofili, Onyinye S. Obiagwu, Alison O. Ede, Monique Okeke, Peter M. Eze	Untuk mengevaluasi tingkat kebisingan sekolah dasar dan sekolah menengah di <i>Otolo area of Nnewi, Anambra State, Nigeria</i>	Pengukuran dilakukan pada 8 sekolah yang dipilih acak. Alat ukur yang digunakan adalah BENETECH model GM 1357 dengan <i>slow response mode A weighted</i> . Pengukuran dilakukan pada pukul 13:00 - 14:00 waktu istirahat di dua lokasi kelas dan taman.	Tingkat kebisingan pada ruang kelas dan taman adalah 78 - 92 dB(A) dan 61 - 97 dB(A). Rekomendasi yang dapat dilakukan adalah pihak manajemen sekolah untuk membatasi aktivitas agar tingkat kebisingan dapat dikontrol.
<i>Effects of Environmental Noise Pollution Towards School Children</i> (2021) [18]	Samsuri Abdullah, Al-Mahfoodh Najah, Nazri Che Dom, Ku Mohd Kalkausar Ku Yusof	Untuk mengetahui pengaruh polusi kebisingan terhadap persepsi pembelajaran di sekolah.	<i>Sound Level Monitor</i> digunakan untuk pengambilan data dipasang pada tripod dengan ketinggian 1,5 m dari tanah. <i>Sampling</i> dilakukan selama 15 jam dari pukul 07:00 hingga 22:00 selama 3 hari sekolah dan 3 hari non sekolah. Interval waktu pengukuran	Hanya 26% dari siswa yang merasa terganggu secara subjektif dengan kebisingan jalan. Namun tingkat kebisingan area uji melewati batas yang telah ditentukan oleh Menteri Lingkungan Malaysia

Judul Penelitian (Tahun)	Nama Penulis	Tujuan	Metode	Hasil
			untuk tiap titik adalah 15 menit.	
<i>Traffic-Related Noise at Roadside Schools Assessment and Prediction in Urban Setting</i> (2021) [19]	Mila Dirgawati, Gita Nur Apriani, Astien Artsen Asyari, dan R. Triyogo	Untuk mengukur tingkat kebisingan akibat lalu lintas pada sekolah yang berada di pinggir jalan. Untuk membandingkan hasil pengukuran lapangan dan prediksi model CoRTN. Untuk memberi rekomendasi pengurangan tingkat kebisingan yang dapat dilakukan.	Studi dilakukan di dua jalan arteri (Jalan Surapati dan Jalan Ir H Djuanda) di Kota Bandung. Alat ukur yang digunakan adalah SLM Luthron 2310L pada ketinggian 1,2-1,5 m dari tanah. Pengukuran dilakukan selama durasi 10 menit dengan pengambilan data setiap 5 detik. Pengukuran Jalan Surapati dilaksanakan di 4 titik lokasi pada 23 September 2019 pukul 07:00, 09:00, 12:00, sementara pengukuran Jalan Ir H Djuanda dilaksanakan di 3 titik lokasi pada 20-21 May 2019 pukul 07:00, 09:00, 15:00, 17:00.	Tingkat kebisingan pada Jalan Surapati memiliki rentang 70,9 - 80,5 Leq dB(A) pukul 07:00, 70,7 - 79,1 Leq dB(A) pukul 09:00, 71,8 - 86,2 Leq dB(A) pukul 12:00. Tingkat kebisingan pada Jalan Ir H Djuanda memiliki rentang 57,2 - 76,2 Leq dB(A) pukul 07:00, 59,7 - 76,5 Leq dB(A) pukul 09:00, 60,1 - 78 Leq dB(A) pukul 15:00, dan 61,6 - 78 Leq dB(A) pukul 17:00.

Judul Penelitian (Tahun)	Nama Penulis	Tujuan	Metode	Hasil
<i>A review on the current condition and control of campus noise pollution in central region of China</i> (2021) [20]	Yang Ou, Xiyang Zhang, Lai Zhang, Songlin Yu	Untuk merangkum situasi dan penyebab polusi kebisingan area kampus di China dan rekomendasi untuk meningkatkan kualitas kondisi akustik di kampus.	Penelitian dilakukan dengan merangkum beberapa penelitian serupa yang pernah dilakukan.	Dari 6 universitas yang dijadikan subjek, perbedaan metode pengukuran, referensi, alat ukur yang digunakan membuat kompatibilitas antar hasil penelitian sedikit sulit. Beberapa rekomendasi pengontrolan kebisingan berupa penyesuaian jadwal konstruksi dan jam pelajaran, pembatasan lalu lintas untuk mengurangi kebisingan lalu lintas, meningkatkan penghijauan untuk mengurangi kebisingan, sosialisasi pengaruh buruk dari polusi kebisingan, manajemen agar seluruh pihak kampus paham dan dapat melaksanakan kegiatan yang menimbulkan kebisingan pada jam

Judul Penelitian (Tahun)	Nama Penulis	Tujuan	Metode	Hasil
				berbeda dari jam pelajaran, pembuatan zona sesuai fungsi agar kebisingan bisa dikurangi, dan pembatasan aktivitas rekreasi.
<i>Traffic noise exposure of high-rise residential buildings in urban area</i> (2018) [21]	Jie Wu, Chao Zou, Shaohua He, Xiaolong Sun, Xiaoxia Wang, Quansheng Yan	Untuk menganalisis distribusi kebisingan sepanjang ketinggian gedung dan pengaruh kebisingan terhadap lingkungan tempat tinggal.	Kuesioner yang dibagikan secara random mendapatkan 528 hasil valid dari 3 gedung yang dijadikan subjek penelitian. Pengukuran dilakukan pada 42 titik sepanjang jam sibuk pagi 7:00-10:00 dan malam 17:30-21:00. Sound Level Meter dipasang 1,5 m di atas tanah dan berjarak 2 m minimal dari tembok terdekat. Interval waktu pengukuran adalah 10 menit.	Pada ketiga gedung, tingkat kebisingan meningkat drastis pada lantai bawah dan menurun sedikit pada lantai atas. Dengan beda ketinggian gedung, maka distribusi vertikal kebisingan akan berbeda. Sekitar 40% partisipan merasa kebisingan jalan memiliki pengaruh negatif terhadap kenyamanan fisik dan psikologi
<i>Measurements and prediction of road traffic noise along high-rise</i>	Alexandra Sotiropoulou, Ioannis Karagiannis,	Untuk mengetahui pengaruh karakteristik urban	Untuk pengukuran lapangan, pengambilan data dilakukan pada	Hasil prediksi dan pengukuran memiliki tingkat koherensi yang

Judul Penelitian (Tahun)	Nama Penulis	Tujuan	Metode	Hasil
<i>building facades in Athens</i> (2020) [22]	Emmanouil Vougioukas, Athanassios Ballis, dan Aspasia Bouki	terhadap akurasi CRTN model dalam memprediksi distribusi vertikal dari kebisingan lalu lintas	pukul 13:00 - 15:30 14 July 2017. Alat ukur B&K 2270 dipasang pada ketinggian 1,4 m di atas tanah. Untuk prediksi, menggunakan model CRTN.	tinggi. Tetapi hasil prediksi terdapat kecenderungan untuk miscalculasi dengan perbedaan rata-rata -2,2 dB(A)
<i>Analysis of the impact of the urban traffic noise on the vertical distribution of high-rise residential buildings</i> (2020) [23]	Chan Gao, Kim Eunyong, Genfeng Zhao, Sen Gao	Untuk mengetahui distribusi vertikal dari kebisingan lalu lintas terhadap gedung bertingkat di sebelah jalan.	Untuk prediksi simulasi menggunakan aplikasi SoundPLAN. Untuk pengukuran dilakukan dengan mengikuti acuan GB 3096-2008.	Gedung yang lebih tinggi dan lebih jauh dari jalan belum tentu memiliki kebisingan yang lebih rendah. Hasil pengukuran pada gedung bertingkat menunjukkan bahwa kebisingan tertinggi ada pada ketinggian sekitar 23 m.

UMMN

2.2 Tinjauan Teori

2.2.1 Tingkat Tekanan Suara dan Filter Pembobotan

Tingkat Tekanan Suara atau *Sound Pressure Level* (SPL) adalah suatu parameter yang digunakan untuk menunjukkan seberapa kencang suatu sumber suara [24]. Parameter ini digunakan karena serupa dengan persepsi pendengaran manusia terhadap suara. Hubungan tekanan suara dengan tingkat tekanan suara ditunjukkan pada persamaan berikut:

$$L_p = 10 \log \frac{p^2}{p_{ref}^2} \quad (2.1)$$

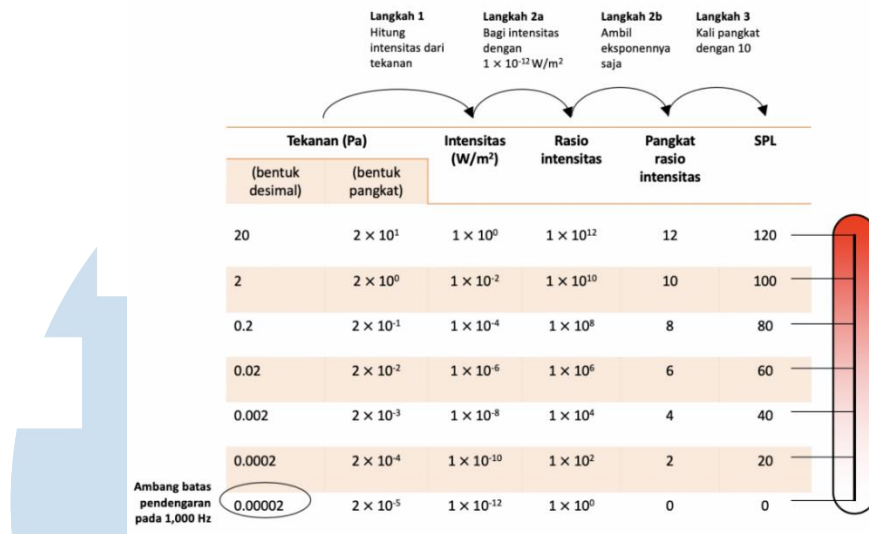
dimana

L_p = tingkat tekanan suara (desibel)

p = tekanan suara (Pa)

p_{ref} = tekanan referensi, $2 \times 10^{-5} Pa$

Tekanan referensi, $2 \times 10^{-5} Pa$, adalah ambang batas pendengaran telinga manusia pada frekuensi 1000 Hertz [25]. Untuk mempermudah kuantifikasi, tekanan suara diproses untuk mendapatkan bilangan yang lebih sederhana yaitu tingkat tekanan suara dengan satuan desibel. Gambar 2.1 menunjukkan proses konversi tekanan suara hingga menjadi tingkat tekanan suara.



Gambar 2.1 Konversi Tekanan Suara [25]

Intensitas suara bersifat proporsional terhadap akar dari tekanan suara, dengan perbedaan yang minim antara nilai sebenarnya dan nilai referensi dari karakteristik impedansi udara. Karena itu, intensitas sering digunakan untuk kalkulasi perhitungan meskipun manusia mendengar dan mengukur dalam tekanan suara.

Pada alat ukur tingkat tekanan suara, terdapat filter pembobotan (*frequency weighted filter*) yang dapat dipilih sesuai dengan fungsi dan penggunaan data pengukuran [26]. Filter pembobotan yang sering digunakan adalah *A-weighting*, *C-weighting*, *Z-weighting* [27].

A-weighting adalah filter yang memiliki respons menyerupai pendengaran manusia. Telinga manusia sensitif pada frekuensi suara 500 Hz – 6000 Hz, sementara kurang sensitif pada frekuensi yang lebih rendah maupun yang lebih tinggi. Oleh karena itu, *A-weighting* sering digunakan

untuk mengukur sumber suara yang berpotensi dianggap bising oleh persepsi pendengaran manusia.

2.2.2 Kebisingan

Kebisingan dalam konteks suara diartikan sebagai segala suara yang tidak diinginkan atau mengganggu pendengaran manusia. Tingkat kebisingan diukur dalam satuan desibel (dB) [28]. Gambar 2.2 menunjukkan tingkat kebisingan beserta contoh dan reaksi manusia. Suara-suara dalam satuan desibel yang tinggi dapat menyebabkan polusi suara [28]. Polusi suara dapat disebabkan salah satunya oleh konstruksi seperti pada Gambar 2.3.

Level Bising (dBA)	Sumber Suara	Respons Manusia
140	Pesawat lepas landas jarak 50 m	Sakit tak tertahankan
130	Jackhammer, mesin pneumatik	Terasa sakit
120	Sirene, pesawat lepas landas jarak 300 m	Mulai terasa sakit
110	Konser kencang, klub rekreasi	Bisa diterima dalam waktu singkat
100	Bor listrik, gerjaji mesin, motor	
90	Alarm, kereta bawah tanah, pemotong rumput	
80	Alarm jam, pabrik, restoran	Sulit berbicara, terasa bising
70	Jalanan sibuk, penyedot debu	Gangguan ketika sedang menelfon
60	Perbincangan normal	
50	Hujan, mesin cuci	Mulai terganggu
40	Perpustakaan, kulkas, jalan sepi pada malam hari	Suasana hening
30	Perbincangan halus	Suasana tenang
20	Bisik, angin ringan	Suasana sangat tenang
10	Pernafasan manusia	Suara hampir tidak terdengar
0	Tidak ada sumber suara yang jelas	Batas pendengaran manusia

Gambar 2.2 Tingkat Kebisingan dalam Satuan Desibel [27]



Gambar 2.3 Lokasi Konstruksi Penyebab Kebisingan [28]

Mayoritas sumber kebisingan berada di sekitar kehidupan sehari – hari tanpa disadari. Mulai dari sumber kebisingan lalu lintas, mesin konstruksi bangunan, bandar udara, kereta, musik yang kencang, dan sebagainya [29]. Namun sayangnya polusi suara sering tidak dihiraukan oleh sebagian besar manusia.

2.2.3 Pengaruh Kebisingan

Polusi suara akibat kebisingan dari berbagai sumber memiliki pengaruh yang buruk terhadap manusia. Pengaruh ini dapat dibagi menjadi beberapa kategori, yaitu pengaruh terhadap kesehatan mental, kesehatan fisik, dan prestasi akademik.

Otak manusia selalu mendengar suara, bahkan ketika tidur, sehingga paparan polusi suara yang tinggi dapat meningkatkan stres pada manusia [30]. Stres yang meningkat dapat merusak kesehatan mental manusia. Selain itu polusi suara dapat mengakibatkan seseorang untuk mengalami gangguan tidur.

Sebuah studi yang dilakukan pada tahun 2011 menunjukkan bahwa peningkatan 10 desibel suara pesawat berkaitan dengan peningkatan 28% penggunaan obat gangguan kecemasan [31]. Studi yang berbeda menunjukkan bahwa orang yang terpapar kebisingan jalan raya lebih banyak memiliki potensi 25% lebih banyak untuk mengalami depresi. Gambar 2.4 menunjukkan lalu lintas padat penyebab kebisingan jalan raya.



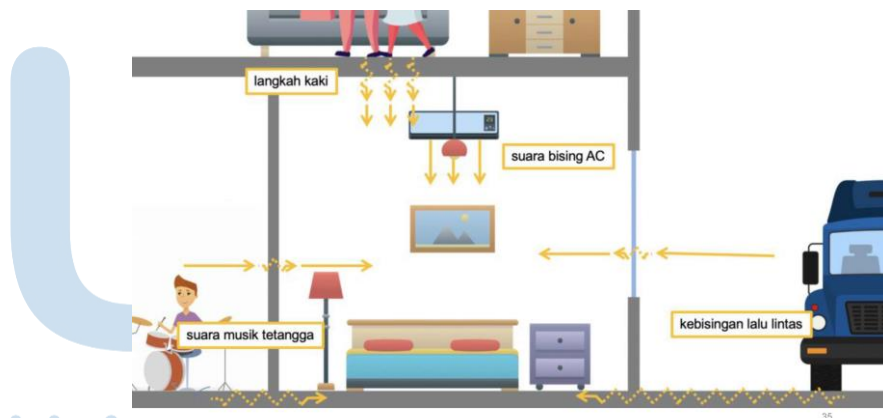
Gambar 2.4 Kebisingan Jalan Raya Akibat Lalu Lintas yang Padat [31]

Pada pengaruh terhadap kesehatan fisik, efek samping kebisingan yang dapat secara langsung diamati adalah gangguan pendengaran seperti *tinnitus* (dengung pada frekuensi tinggi), *paracusis* (pendengaran terdistorsi), dan persepsi suara yang tidak wajar [30]. Pengaruh lain dari paparan kebisingan adalah penyakit jantung dalam bentuk *hypertension* (tekanan darah tinggi) atau *heart attack* (serangan jantung) [32].

Prestasi akademik juga dapat dipengaruhi oleh paparan kebisingan di area sekolah. Walau *background noise* pada level yang rendah telah terbukti dapat meningkatkan kreativitas dan ketenangan ketika proses pembelajaran, *background noise* yang berlebihan malah bersifat sebagai distraksi dan menyulitkan untuk berkonsentrasi [33]. Sebuah studi menunjukkan bahwa kebisingan tinggi pada lingkungan dapat menyebabkan gangguan kenyamanan serta memengaruhi performa secara negatif dalam melaksanakan pekerjaan [34].

2.2.4 Propagasi Suara Kebisingan

Berdasarkan media propagasinya, kebisingan dibagi menjadi *airborne noise* dan *impact noise* [35]. *Airborne noise* adalah bising yang ditransmisikan melalui media udara seperti suara televisi, perbincangan orang, dan sejenisnya. *Impact noise* adalah bising dari getaran yang ditransmisikan melalui material padat dan struktur bangunan. Contohnya seperti getaran mesin cuci, langkah kaki, ketukan palu pada dinding, dan sejenisnya. Gambar 2.5 menunjukkan beberapa contoh sumber kebisingan yang terjadi sehari-hari; suara bising AC adalah *airborne noise* karena ditransmisikan melalui media udara; langkah kaki adalah *impact noise* karena ditransmisikan melalui getaran struktur bangunan; kebisingan lalu lintas dan suara musik tetangga adalah *airborne noise* dan *impact noise* karena ditransmisikan baik melalui media udara maupun getaran struktur bangunan.



Gambar 2.5 Sumber Kebisingan dan Media Propagasinya [36]

Penanganan *airborne noise* relatif mudah dilakukan dengan dengan penggunaan bahan material bangunan yang tebal agar energi suara tidak dapat tembus melalui material. Namun pada *impact noise*, reduksi suara

bising lebih sulit dilakukan akibat perlunya untuk memutus alur getaran dari sumber bising ke penerima.

2.2.5 Standar Baku Kebisingan

Baku kebisingan di dalam ruangan diatur dalam standar SNI 03-6386-2000 mengenai spesifikasi tingkat bunyi dan waktu dengung dalam bangunan gedung dan perumahan [5]. Disebutkan bahwa standar tersebut memberikan kriteria desain untuk ruang hunian. Pengukuran tingkat bunyi dilakukan pada ruangan tanpa aktivitas. Pada standar tersebut, ditunjukkan batas tingkat kebisingan dalam desibel pembobotan filter A (dBA) untuk berbagai jenis hunian dengan fungsi yang berbeda-beda. Seperti misalnya untuk ruang koridor dan lobi pada area kantor memiliki tingkat bunyi yang dianjurkan sebesar 45 dBA, sementara untuk ruang kelas pada area pendidikan memiliki tingkat bunyi yang dianjurkan sebesar 35 dBA dengan toleransi maksimum sebesar 40 dBA.

Baku kebisingan yang berlaku di Amerika yaitu ANSI/ASA S12.60-2010/*Part 1 American National Standar Acoustical Performance Criteria, Design Requirements, and Guidelines for Schools, Part 1: Permanent Schools* [6]. Standar ini berlaku pada ruang kelas atau ruang pembelajaran dengan volume tidak melebihi 566 m³. Tujuan dari standar ini adalah menetapkan kebutuhan minimum untuk memastikan kondisi akustik pada ruang kelas atau sejenisnya baik untuk kebutuhan proses pembelajaran. ANSI/ASA S12.60-2010 menetapkan standar kebisingan pada ruang kelas adalah 35 dBA dengan toleransi maksimum sebesar 37 dBA.

2.2.6 Metode Pengukuran Tingkat Kebisingan Jalan

Metode pengukuran tingkat kebisingan jalan menggunakan acuan FHWA-HEP-18-065 [7]. FHWA-HEP-18-065 menjelaskan prosedur pengukuran lapangan untuk berbagai sumber kebisingan diantaranya bising bangunan, bising konstruksi, bising jalan, serta bising pesawat.

Prosedur pengukuran untuk bising jalan dilakukan sebagai berikut:

1. Letakkan alat ukur pada ketinggian 1,5 m dari bidang jalan dan minimal 1 m dari permukaan sekitar yang dapat memantulkan suara.
2. Durasi pengukuran ditentukan dengan fluktuasi tekanan suara. Rentang 10 dB durasi 10 menit; Rentang 10-30 dB durasi 15-20 menit; Rentang lebih dari 30 dB durasi 30 menit atau lebih.
3. *Sampling interval* direkomendasikan setiap 1 menit
4. Catat temperatur, kelembapan udara dan lokasi titik ukur pada waktu pengukuran.

2.2.7 Metode Pengukuran Tingkat Kebisingan dalam Ruangan

Metode pengukuran tingkat kebisingan dalam ruangan menggunakan acuan BS EN ISO 16283-1:2014 [8]. BS EN ISO 16283-1 menjelaskan prosedur pengukuran lapangan insulasi suara untuk suara yang merambat melalui udara. Termasuk di dalamnya dijelaskan prosedur pengukuran untuk suara ambien (*background noise*).

Prosedur pengukuran dilakukan sebagai berikut:

1. Minimal lima (5) posisi alat ukur digunakan pada setiap ruangan. Kelima posisi alat ukur tidak boleh berada pada bidang yang sama dalam ruangan.
2. Jarak minimum antar posisi alat ukur adalah 0,7 m
3. *Averaging time* pada masing-masing posisi minimal 6 detik pada frekuensi 100 Hz – 400 Hz dan 4 detik pada 500 Hz – 5000 Hz.
4. Persamaan untuk rata-rata pada kelima posisi alat ukur adalah:

$$L = 10 \log \left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n 10^{\frac{Li}{10}} \right) \quad (2.2)$$

dimana

L = rerata tingkat tekanan suara (desibel)

Li = tingkat intensitas suara pada titik ukur (desibel)

n = jumlah titik ukur pada ruangan

Metode pengukuran tingkat kebisingan dalam ruangan di Indonesia menggunakan acuan SNI 03-6386-2000 [5]. Metode pengukuran tingkat bunyi ambien (*background noise*) dianjurkan melakukan pengukuran tingkat bunyi setara 60 detik, yaitu $L_{Aeq\ 60}$. Pengukuran dilakukan pada filter pembobotan frekuensi A (*A-weighting*) dan respon pembobotan waktu pada *fast* ($fast = 125\ ms$) [36].

Untuk perhitungan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$L_{Aeq,T} = 10 \log \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n 10^{0,1 Li} \text{ dBA} \quad (2.3)$$

dimana

$L_{Aeq,T}$ = level suara kontinu pembobotan frekuensi A, T

menunjukkan periode waktu dalam jam di mana

fluktuasi level dirata-ratakan (desibel)

L_i = tingkat intensitas suara (desibel)

2.2.8 Analisis Regresi

Analisis regresi adalah metode untuk mengidentifikasi apakah suatu variabel memengaruhi variabel lainnya [39]. Analisis regresi membandingkan variabel dependen yang dipengaruhi oleh variabel independen. Garis regresi dalam bentuk persamaan dapat digunakan untuk memprediksi hasil variabel dependen dengan masukan nilai variabel independen.

Selain garis regresi, analisis regresi juga menampilkan nilai *R-squared* [40]. Rentang nilai *R-squared* mulai dari 0 hingga 1 dengan 0 artinya garis regresi tidak memodelkan data observasi dan 1 artinya garis regresi memodelkan data observasi dengan baik. *R-squared* bernilai 1 hampir tidak mungkin terjadi karena variabel independen tidak selalu menjadi prediktor terhadap variabel dependen.

U N I V E R S I T A S
M U L T I M E D I A
N U S A N T A R A