

**AKUSTIK RUANG
PADA RUMAH SAKIT IBNU SINA
MAKASSAR**

**ANSARULLAH
P2306203002**



**PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2007**

KATA PENGANTAR



Puji syukur kami panjatkan ke hadirat Allah SWT atas limpahan karuniaNya, serta tak lupa shalawat dan salam kepada Nabi Besar Muhammad SAW, hingga kami dapat menyelesaikan penyusunan tesis ini. Tesis berjudul *Akustik Ruang pada Rumah Sakit Ibnu Sina Makassar* ini disusun sebagai syarat dalam meraih gelar Magister Teknik Arsitektur Program Pascasarjana Universitas Hasanuddin Makassar.

Pada kesempatan ini kami haturkan ucapan terima kasih yang tak terhingga atas segala bantuan, bimbingan, pengarahan dan petunjuk dalam menyelesaikan segala kesulitan kami, yaitu kepada:

- Yth. Prof. Dr. Ir. H. M. Ramli Rahim, M. Eng. selaku Pembimbing. I
- Yth. Ir. Zenaide Toban, MS. selaku Pembimbing. II
- Yth. Seluruh Dosen Program Pascasarjana Arsitektur.
- Dan semua pihak yang telah membantu penyusunan tesis ini yang tidak dapat kami sebutkan satu persatu.

Juga tidak lupa kami sampaikan ucapan terima kasih yang sedalam-dalamnya khusus kepada:

- Orang tua, adik, saudara, kerabat, sahabat dan teman yang telah memberikan dorongan moral.
- Rekan-rekan seangkatan dan sejawat yang turut membangkitkan semangat dan motivasi.

Walaupun kami telah berbuat maksimal dalam penyusunan tesis ini, namun tidak mungkin hasilnya begitu sempurna dan jauh dari segala kekurangan, baik isi maupun penyajiannya. Untuk itu segala kritik yang positif dan konstruktif akan kami terima dengan hati yang iklas dan terbuka demi kesempurnaan tesis ini. Semoga tesis ini dapat memenuhi tujuan serta bermanfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan, dunia arsitektur dan semua pihak yang berkepentingan.

Makassar, April 2007

Penyusun

ABSTRAK

Ansarullah, *Akustik Ruang pada Rumah Sakit Ibnu Sina Makassar*
(dibimbing oleh **Ramli Rahim** dan **Zenaide Toban**)

Rumah sakit Ibnu Sina merupakan rumah sakit swasta yang berada dibawah naungan Yayasan Badan Wakaf UMI dimana kita ketahui bahwa rumah sakit adalah tempat yang membutuhkan ketenangan ekstra bagi para dokter dan perawat dalam menjalankan aktivitasnya serta pasien baik itu yang hanya datang memeriksa maupun yang diopname.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar tingkat bising, rugi transmisi suara dan besar jumlah kendaraan, waktu dan bising lingkungan yang terjadi dalam lingkungan rumah-sakit Ibnu Sina.

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan : **(1)** Tingkat kebisingan lingkungan sehari-hari baik dalam gedung maupun di luar gedung Rumah Sakit Ibnu Sina amat fluktuatif, dalam hal ini nilai rata-rata bising yang didapat adalah antara 64 dB sampai 67 dB tergantung dari waktu pengukuran tingkat bising yaitu antara jam 06.00 pagi sampai 20.00 malam. Tingkat rata-rata kebisingan dalam ruang perawatan relatif lebih rendah dibanding halaman gedung, dari hasil pengukuran diperoleh nilai kebisingan terendah dan tertinggi yaitu 38 dB dan 41 dB, hal ini dikarenakan jarak dari sumber bising cukup jauh, penataan taman, manajemen fungsi ruangan dan pengolahan material pada gedung yang cukup baik, **(2)** Dari perhitungan rugi transmisi suara untuk keseluruhan ruang perawatan didapat 30 dB. Hal ini berarti kondisi ruang di ruang perawatan Rumah Sakit Ibnu Sina dalam kondisi jendela tertutup mampu meredam suara sampai 30 dB. Intrusi bunyi ke dalam ruang perawatan dihitung dari nilai bising dikurangi rugi transmisi misalnya $68 - 30 \text{ dB} = 38 \text{ dB}$, **(3)** Hubungan antara jumlah kendaraan menunjukkan adanya hubungan antara jumlah kendaraan dengan skala kebisingan yang diperoleh saat itu. Hal tersebut menunjukkan makin banyak kendaraan makin tinggi tingkat kebisingannya, **(4)** Evaluasi akustik ruang menunjukkan bahwa dengan penataan taman yang baik serta penataan komponen pendukung bangunan yang cukup baik, ditambah jarak dari sumber bising ke gedung rumah sakit yang cukup jauh serta dukungan penataan bangunan disekelilingnya menyebabkan faktor-faktor kebisingan yang bersumber dari kendaraan yang lalu-lalang dapat teratasi. Dari hasil penelitian ini menunjukkan bahwa rumah sakit Ibnu Sina dapat dikategorikan memenuhi standar kebisingan yang dianjurkan oleh DEPKES yaitu 35 dB sampai 45 dB dan Kementerian Negara dan Lingkungan Hidup yakni 55 dB, sedangkan nilai kebisingan yang diperoleh dari hasil pengukuran tingkat kebisingan di rumah sakit Ibnu Sina Makassar adalah 31 dB sampai 52 dB.

ABSTRACT

Ansarullah : *Space Acoustic in Hospital of Ibnu Sina Makassar*
(Educated by **Ramli Rahim** And **Zenaide Toban**)

Hospital of Ibnu Sina is private hospital that is belonged by fondation of Badan Wakaf UMI, we know that hospital is place or room is needed to quit for doctor and nurse to handle their activity including for patient that's no just only for coming check up but also hospitalized.

This research aim to know big level of noise, lose transmission voice count of ride, time and enviromental noise is happened in environment hospital of ibnu sina.

Result of research me can find conclution : **(1)** level of environment noise every day in building or outside hospital of ibnu sina are very fluktuatif in this case we find avarage value of noise that is 64 dB to 67 dB. That is depended by time of level noise measurement that is between 06.00 morning to 20.00 night. Level of average of noise in building is lower than hospital yard, me find low level noise and high between 38 dB and 41 dB it is caused by distance of noise source is far, garden settlement, management of room function and material processing is very good. **(2)** calculation of lose transmission voice to all room me find 50 dB, it's meaning room condition hospital of ibnu sina can weaken voice until 50 dB where is window closed. Sound intrusi to internal room is counted from noise value minus lose transmission that is $64 - 48 \text{ dB} = 24 \text{ dB}$. **(3)** Relation amount or ride show there is relation amount ride between scala of noise me find in this time. That is meaning much ride make level of noise is high. **(4)** Evaluation of space acoustic indicate that if me manage good garden also support component of building and distance source of noise is far from hospital, including manage building around of hospital are cause noise factor from ride can be avercome. From this research indicate that hospital of ibnu sina can be categorized fulfill noise standard suggested by Depkes that is 35 dB until 45 dB and state minister and enviroment that is 55 dB, while me find. Value of noise from measurement resulting in hospital of ibnu sina Makassar is 31 dB until 52 dB.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
KATA PENGANTAR	iii
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar belakang	1
B. Rumusan Masalah	4
C. Tujuan Penelitian	4
D. Manfaat Penelitian	5
E. Lingkup Penelitian	5
F. Sistematika Penulisan	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
A. Konsep Akustik	7
B. Intensitas Bunyi	8
C. Akustik Ruang	11
1. Akustik dalam ruang tertutup	11
2. Waktu dengung (Reverberation Time)	17
D. Bising	21
1. Bising lingkungan	21
2. Bising sinambung setara	22
3. Tingkat polusi bising	23
4. Pengaruh bising terhadap manusia	24

BAB III METODE PENELITIAN

A. Metode	33
B. Lokasi Penelitian	33
C. Waktu Penelitian	34
D. Populasi dan Sampel	34
E. Variabel Penelitian	35
1. Bising	35
2. Waktu Dengung	35
3. Bising Sinabung Sitara	35
F. Teknik Pengumpulan Data.	36
G. Alat Ukur Penelitian	39
H. Teknik Analisis	40

BAB IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Gambaran Lokasi Penelitian	42
B. Hasil Penelitian dan Evaluasi	45
1. Bising	45
2. Rugi Transmisi Suara (Sound Transmission Loss)	52
3. Jumlah Kendaraan dan Waktu	55
C. Evaluasi Akustik Ruang Perawatan Kelas III	57
1. Lokasi	57
2. Tata Massa	60
3. Lansekap	63
4. Bahan Bangunan	66
5. Manusia	70

BAB V PENUTUP

A. Kesimpulan	71
1. Bising	71
2. Rugi Transmisi Suara	73
3. Hubungan Waktu, Bising Lingkungan, Jumlah Kendaraan	73
4. Evaluasi Akustik Ruang Perawatan kelas tiga lantai tiga	74

B.Saran	76
DAFTAR PUSTAKA	78
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Hubungan tingkat tekanan bunyi dan intensitas bunyi	9
2. Koefisien penyerapan bahan-bahan bangunan dan bahan akustik	13
3. Koefisien penyerapan suara oleh udara pada suhu 20 ⁰ C	14
4. Koefisien penyerapan suara oleh manusia	15
5. Tingkat bisung rata-rata	21
6. Percakapan pada berbagai tingkat kebisingan	28
7. Tingkat Rata-rata Kebisingan pada jam 06.00 - 07.00	45
8. Tingkat Rata-rata Kebisingan pada jam 09.00 -10.00	45
9. Tingkat Rata-rata Kebisingan pada jam 12.00 - 13.00	46
10. Tingkat Rata-rata Kebisingan pada jam 15.00 – 16.00	46
11. Tingkat Rata-rata Kebisingan pada jam 18.00 – 19.00	46
12. Tingkat Rata-rata Kebisingan pada jam 20.00 -21.00	46
13. Tingkat rata-rata kebisingan di titik 1 sampai titik 8	47
14. Tingkat Kebisingan Rata-rata Titik 1 - 2, jam 06.00- 07.00	48
15. Tingkat Kebisingan Rata-rata Titik 3 - 8, jam 06.00 - 07.00	48
16. Tingkat Kebisingan Rata-rata Titik 1 - 2, jam 09.00-10.00	48
17. Tingkat Kebisingan Rata-rata Titik 3 - 8, jam 09.00-10.00	48
18. Tingkat Kebisingan Rata-rata Titik 1 - 2, jam 12.00-13.00	48
19. Tingkat Kebisingan Rata-rata Titik 3 - 8, jam 12.00- 13.00	49
20. Tingkat Kebisingan Rata-rata Titik 1 - 2, jam 15.00– 16.00	49
21. Tingkat Kebisingan Rata-rata Titik 3 - 8, jam 15.00– 16.00	49
22. Tingkat Kebisingan Rata-rata Titik 1 - 2, jam 18.00– 19.00	49
23. Tingkat Kebisingan Rata-rata Titik 3 - 8, jam 18.00– 19.00	49
24. Tingkat Kebisingan Rata-rata Titik 1 - 2, jam 20.00-21.00	49
25. Tingkat Kebisingan Rata-rata Titik 3 - 8, jam 20.00-21.00	50
26. Hubungan hari dengan tingkat rata-rata kebisingan (dB)	50
27. Nilai interval waktu tertinggi-terendah tingkat rata-rata kebisingan	51
28. Hubungan Waktu, Tingkat Kebisingan dan Jumlah Kendaraan	56

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Batas-batas bunyi yang terdengar	10
2. Hubungan intensitas (I) dB, jarak (d) m, dan luas daerah (A) m^2	11
3. Suara yang datang berbanding sama dengan yang dipantulkan	12
4. Waktu dengung	17
5. Bagian-bagian utama dari sistem pendengaran manusia	26
6. Perletakan Titik Ukur	38
7. Sound Level Meter	39
8. Rol meter	39
9. Peta Lokasi Penelitian (Rumah Sakit Ibnu Sina)	44
10. Tingkat kebisingan Rata-rata di titik 1 sampai 8	47
11. Hubungan hari dengan tingkat rata-rata kebisingan	50
12. Hubungan waktu, tingkat kebisingan dan jumlah kendaraan	55
13. Penzoning untuk Tingkat Bising dari Lalu Lintas	61
14. Sketsa Tata Massa Kompleks Rumah Sakit Ibnu Sina	62
15. Hubungan waktu dengan tingkat rata-rata kebisingan	71
16. Hubungan hari dengan tingkat kebisingan	72
17. Hubungan waktu, bising lingkungan dan jumlah kendaraan	73

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran

1. Data Bising pada pukul 06.00
2. Data Bising pada pukul 09.00
3. Data Bising pada pukul 12.00
4. Data Bising pada pukul 15.00
5. Data Bising pada pukul 18.00
6. Data Bising pada pukul 20.00
7. Tabel Luas Permukaan dan Koefien Serapuh Bahan
8. Perhitungan Waktu Dengung
9. Data Bising Sinabung Sitara
10. Tampak Depan Rumah Sakit Ibnu Sina
11. Tampak Samping Kiri Rumah Sakit Ibnu Sina
12. Tampak Belakang Rumah Sakit Ibnu Sina
13. Sketsa Sistem reduksi bunyi Jarak, Penataan Landscapping dan Sistem Penataan Bangunan

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar belakang

Penataan bunyi pada bangunan mempunyai dua tujuan, yaitu untuk kesehatan (mutlak) dan untuk kenikmatan (diusahakan). Penataan bunyi akan melibatkan empat elemen yang harus dipahami yaitu: sumber bunyi (sound source), penerima bunyi (receiver), media, dan gelombang bunyi soundwave Satwiko, Prasasto (2003).

Gelombang bunyi dapat merambat langsung melalui udara dari sumbernya ke telinga manusia. Selain itu, sebelum sampai ke telinga manusia, gelombang bunyi dapat juga terpantul-pantul terlebih dahulu oleh permukaan-permukaan bangunan, menembus dinding, atau merambat melalui struktur bangunan. Perjalanan bunyi dari sumbernya ke telinga akan sangat menentukan karakter (kualitas dan kuantitas) bunyi tersebut.

Semua bunyi yang mengalihkan perhatian, mengganggu atau membahayakan aktivitas sehari-hari (misalnya bekerja, belajar, istirahat) dianggap sebagai bising. Secara umum semua bunyi yang dianggap tidak diinginkan oleh yang menerima atau mendengar dikategorikan sebagai bising, Doelle (1990).

Berdasarkan keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup tentang Pedoman Penerapan Baku Mutu Tingkat Kebisingan yaitu Kep.48/MENLHJ/11/1996 yaitu:

1. Pemukiman, perumahan : 55 dB
2. Pendidikan, rumah sakit : 55 dB
3. Fasilitas, umum : 60 dB
4. Perdagangan, industri : 70 dB
5. Perkantoran : 65 dB

Tingkat Kebisingan yang dianjurkan berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan No. No.718/Menkes/Per/XI/1987 yaitu:

1. Zona A : Rumah sakit, fasilitas sosial : 35 dB – 45 dB
2. Zona B : Pemukiman, pendidikan : 45 dB – 55 dB
3. Zona C : Perkantoran, perdagangan : 50 dB – 60 dB
4. Zona d : Terminal, bandara, industri : 60 dB – 70 dB

Berdasarkan penelitian, bising di atas 70 dB secara terus menerus dapat mengakibatkan orang nervous, linglung, pendengaran peka, tidak dapat mencerna makanan secara normal atau dapat dikatakan terjadi gangguan kesehatan. Bising di atas 85 dB dapat menyebabkan kondisi tubuh menurun serta pendengaran menjadi rusak, menurunkan efisiensi dan produktifitas kerja, Doelle (1990).

Rumah sakit Ibnu Sina merupakan rumah sakit swasta yang berada dibawah naungan Yayasan Badan Wakaf UMI dimana kita ketahui bahwa rumah sakit adalah tempat yang membutuhkan

ketenangan ekstra bagi para dokter dan perawat dalam menjalankan aktivitasnya serta pasien baik itu yang hanya datang memeriksa maupun yang diopname.

Rumah sakit Ibnu Sina Makassar yang berada pada jalan protokol Urip Sumoharjo merupakan rumah sakit dengan bangunan berlantai banyak dan aktivitas didalam dan diluar bangunan sangat padat, untuk area jalan Urip Sumoharjo arus kendaraan sangat padat, begitu juga untuk bangunan rumah sakit disetiap lantainya sangat banyak aktivitas yang terjadi antara pasien, perawat, dokter dan pengunjung yang lalu-lalang, terutama pada lantai tiga yang merupakan ruang perawatan umum yang dapat dijangkau oleh setiap kalangan bawah menengah keatas dan secara tidak langsung berakibat banyaknya kunjungan dari berbagai kalangan sekaligus dalam pencapaiannya tidak terlalu tinggi pas berada pada pusat bangunan.

Pada penelitian tahun 1995 yang dilakukan oleh Ediologito tentang tingkat bising pada jalan jalan utama di Kota Makassar, diketahui bahwa umumnya bising yang terjadi telah melampaui standar baku mutu kebisingan yang diterbitkan oleh Menteri Negara Lingkungan Hidup dan Menteri Kesehatan Republik Indonesia, yaitu 67,38 dB sedangkan peraturan kebisingan untuk rumah sakit yang dikeluarkan oleh Kementerian lingkungan Hidup adalah 55 dB dan 35 dB – 45 dB yang dianjurkan oleh menteri kesehatan.

Kebisingan yang terjadi dikawasan rumah sakit tersebut yang mana lokasinya merupakan jalur jalan poros dan kedepannya akan terjadi pelebaran jalan sehingga jarak antara bangunan dengan sumber kebisingan semakin dekat.

B. Rumusan Masalah

1. Seberapa besar tingkat bising yang terjadi pada halaman luar dan dalam bangunan rumah sakit Ibnu Sina?
2. Seberapa besar waktu dengung yang terjadi dalam ruang rumah sakit Ibnu Sina ?
3. Seberapa besar tingkat bising sinambung setara di lingkungan rumah sakit Ibnu Sina ?
4. Bagaimana evaluasi akustik ruang perawatan kelas tiga lantai tiga rumah sakit Ibnu Sina bila di kaitkan dengan tingkat bising ,waktu dengung,dan tingkat bising sinambung setara yang memenuhi standar baku mutu tingkat kebisingan untuk ruang perawatan pada sebuah rumah sakit.

C. Tujuan Penelitian

1. Mengetahui seberapa besar tingkat bising yang terjadi pada luar dan dalam ruang perawatan kelas tiga rumah sakit Ibnu Sina?
2. Mengetahui seberapa besar waktu dengung dari ruang perawatan rumah sakit Ibnu Sina.

3. Mengetahui seberapa besar tingkat bising sinambung setera yang terjadi dalam lingkungan rumah sakit Ibnu Sina.
4. Mengevaluasi akustik pada ruang perawatan kelas tiga yang diteliti.

D. Manfaat Penelitian

Penelitian diharapkan dapat memberikan beberapa manfaat, antara lain :

1. Sebagai sumbangan bagi ilmu pengetahuan khususnya arsitektur dalam menentukan kondisi akustik pada bangunan serta memberikan masukan dalam penataan akustik pada rumah sakit Ibnu Sina sehingga dapat memberikan kenyamanan bagi pengelola, dokter, suster/perawat, dan pasien dalam beraktivitas.
2. Memberikan masukan kepada para arsitek dan praktisi dalam perencanaan, pengembangan perencanaan, serta para akademisi dalam pengembangan ilmu khususnya dalam bidang arsitektur.
3. Masukan bagi pemerintah dan pihak-pihak terkait dalam penentuan kebijakan yang dipandang tepat dalam merencanakan suatu bangunan.

E. Lingkup Penelitian

Lingkup penelitian dibatasi pada ruang-ruang yang membutuhkan ketenangan ekstra yaitu :

1. Ruang perawatan kelas tiga lantai tiga rumah sakit Ibnu Sina Makassar.

Sistematika Penulisan

Penulisan akan menyajikan dalam sistematika sebagai berikut :

- Bab I Pendahuluan, memuat latar belakang penulisan yang kemudian mengemukakan rumusan masalah yang akan menjadi perhatian untuk diteliti. Selanjutnya dirumuskan tujuan dan manfaat penelitian. Bab ini juga memuat lingkup penelitian menyangkut batasan-batasan penelitian.
- Bab II Tinjauan Pustaka, berisi teori-teori yang mendukung pencapaian tujuan penelitian dan teori yang mendukung penemuan jawaban dari rumusan masalah.
- Bab III Metode Penelitian, menguraikan secara rinci tentang kondisi fisik lokasi dan waktu penelitian, variabel, alat ukur, teknik analisis, kerangka pikir dan data-data yang mendukung.
- Bab IV Uraian pelaksanaan kegiatan penelitian hingga hasil yang diperoleh diolah dan dianalisis berdasarkan metodologi yang telah ditentukan sehingga pada bagian akhir diuraikan mengenai hasil analisis yang akan menjadi landasan untuk mengambil kesimpulan
- Bab V Merupakan bab terakhir yang memberikan kesimpulan berdasarkan hasil penelitian dan melanjutkan dengan menyusun rekomendasi bagi perancangan rumah sakit.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Konsep Akustik

Akustik adalah ilmu pengetahuan yang mempelajari tentang suara, yang dalam perkembangannya bersentuhan dengan berbagai disiplin ilmu seperti fisiologi, psikologi, audiologi, musik, komunikasi, kedirgantaraan, kelautan arsitektur, perencanaan kota, rekayasa, dan lain-lain. Suara atau biasa disebut pula dengan istilah "bunyi" adalah suatu bentuk gelombang sebagaimana bentuk gelombang yang lain, yang berperan dalam membawa informasi dalam berbagai medium perambatannya, Bunyi merupakan sensasi pendengaran lewat telinga yang timbul akibat penyimpangan tekanan udara akibat benda yang bergetar. Kecepatan rambat gelombang bunyi di udara pada temperatur ruang (20°C) sekitar 344 m per detik, Mangunwijaya (1997).

Getaran mekanik atau gelombang fisik yang dapat merambat melalui media gas, cair, atau medium padat elastis dengan memindahkan energi dari sumber ke penerima melalui mekanisme perambatan gelombang, sehingga suatu benda yang bergetar akan melepaskan sebagian kecil dari energi yang dikandungnya ke medium sekitarnya sebagai suara.

Dalam studi yang mempelajari tentang akustik ruang, suara diartikan sebagai sinyal yang dapat didengarkan oleh telinga manusia, yang mempunyai jangkauan kepekaan dengar dari 20 Hz hingga 20 kHz. Hertz adalah satuan frekuensi suara. Bunyi yang paling lemah yang masih bisa ditangkap oleh telinga manusia pada frekuensi 1000 hz bertekanan $P_{\min} = 0.0003 \text{ dyn/cm}^2$. Intensitas standar bunyi yang diterima manusia adalah 10^{-12} w/m^2 .

Diluar daerah ini terdapat suara yang tidak dapat didengar oleh telinga manusia, yaitu yang dikenal sebagai sinyal subsonik atau ultrasonik. Suara dapat mengandung satu nada murni tunggal, tetapi dalam banyak kasus mengandung beberapa nada pada frekwensi dan intensitas yang berbeda.

B. Intensitas Bunyi

Intensitas gelombang bunyi adalah energi yang merambat dalam tiap satuan luas dan waktu (Edioloegito, 1982). Kekerasan bunyi yang didengar oleh manusia adalah suatu energi gelombang bunyi yang disebut kuantitas gelombang phisical. Intensitas bunyi dan pendengaran manusia adalah sangat peka, maka intesitas bunyi diukur dalam logaritma skala level intensitas yang disebut skala decibel (dB). Skala decibel untuk manusia berkisar antara 0 dB sampai 140 dB.

Satuan tingkat tekanan bunyi adalah decibel (dB) merupakan perubahan terkecil dalam tekanan bunyi yang dapat dideteksi telinga

pada umumnya. Tingkat tekanan bunyi diukur dengan sound level meter yang terdiri dari mikrofon, penguat dan instrumen keluaran/output. Mangunwijaya (1997).

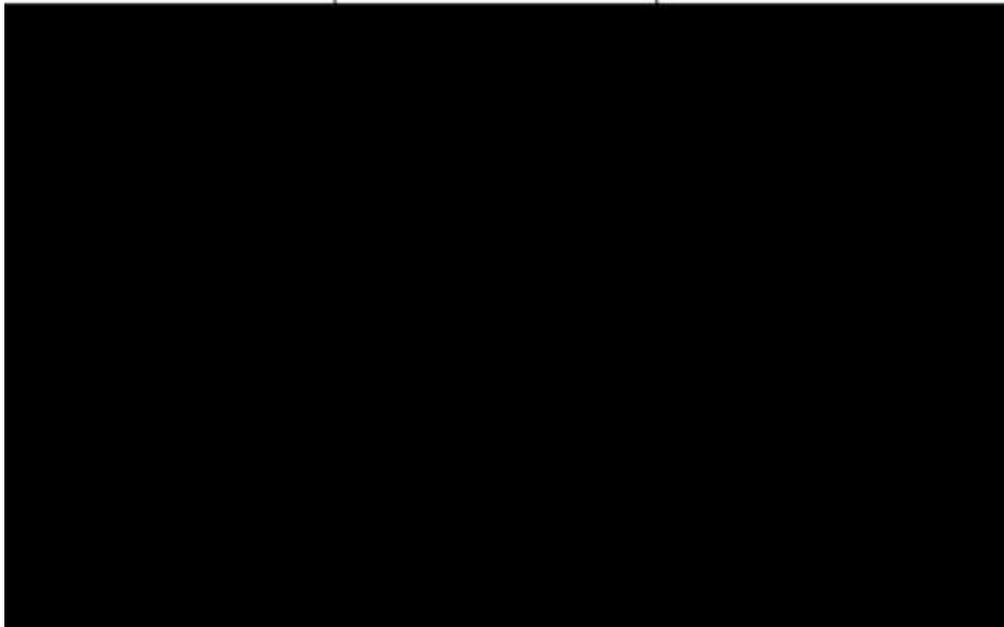
Tingkat Tekanan Bunyi, Intensitas dan Level bunyi dapat dilihat pada Tabel berikut :

Tabel. 1 Hubungan tingkat tekanan bunyi dan intensitas bunyi

Tingkat Tekanan Bunyi (dB)	Intensitas Watt/m ²	Keterangan
0	10 ⁻¹²	Tidak dapat didengar
10	10 ⁻¹¹	-
20	10 ⁻¹⁰	-
30	10 ⁻⁹	Rumah
40	10 ⁻⁸	Rumah, Kantor, Perpustakaan
50	10 ⁻⁷	Kantor
60	10 ⁻⁶	Normal
70	10 ⁻⁵	Kantor yang bising
80	10 ⁻⁴	Kesibukan kendaraan
90	10 ⁻³	Jalan kereta api
100	10 ⁻²	Mesin
120	10 ⁰	-
140	10 ²	Jet (jarak 30 m)

Sumber. Edioloeigito, 1982

Pada saat suara menyebar keluar dari sumbernya tingkat intensitasnya berkurang. Intensitas suatu suara dalam lapangan bebas (tanpa pemantulan dan penyerapan) berkurang sesuai dengan kuadrat jaraknya dari sumber sementara daerah yang disebari suara tersebut bertambah, Snyder (1997).



Gambar 1. Batas-batas bunyi yang terdengar Intensitas Bunyi
 Sumber. Prasasto Satwiko, 2004

$$I = \frac{W}{4\pi D^2}$$

Dimana :

I = Intensitas bunyi (W/m²)

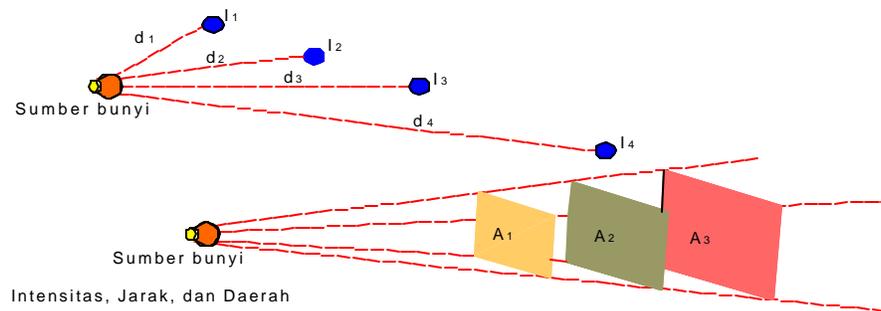
W = Energi yang dikeluarkan oleh sumber bunyi (watt)

D = Jarak (m)

Hubungan antara Intensitas suara (I) dB, jarak (d) meter dan daerah luasannya (A) m², dapat dilihat pada Gambar berikut :

$$I_1 = I_s / (d_1)^2 \text{ dan } I_2 = I_s / (d_2)^2 \text{ dan } I_3 = I_s / (d_3)^2 \dots$$

Intensitas dan Jarak : Hukum Lambert



Gambar 2. Hubungan antara intensitas (I) dB, jarak (d) m, dan luas daerah (A) m^2
 Sumber. Snyder, J.C, 1997

C. Akustik Ruang

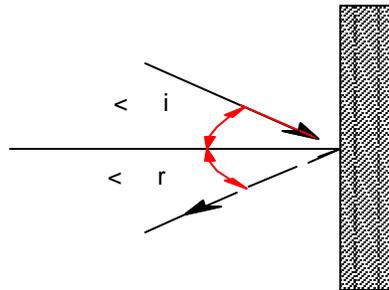
1. Akustik dalam ruang tertutup

Suara yang keluar dari satu atau beberapa sumber di dalam ruang tertutup akan menyebar ke segala penjuru ruang dengan karakteristik yang berbeda dengan perambatan suara di ruang terbuka, misal di lapangan datar. Suara yang dirambatkan dalam ruang, tertutup pada suatu saat akan membentur suatu penghalang (partisi) atau pembatas ruang, seperti lantai, dinding, atau langit-langit. Energi suara yang datang pada penghalang atau dinding pembatas ini, sebagian dipantulkan dan sebagian lagi diserap atau ditransmisikan.

a. Pemantulan bunyi

Permukaan yang keras, tegar dan rata seperti beton, bata, batu, plester atau gelas memantulkan hampir semua energi bunyi yang

jatuh padanya. Gejala pemantulan bunyi hampir serupa dengan pemantulan cahaya. Bunyi datang dan bunyi pantul berada pada bidang datar yang sama dan sudut gelombang bunyi datang sama dengan sudut gelombang bunyi pantul, Doelle (1990).



Gambar 3. Suara yang datang berbanding sama dengan yang dipantulkan
 Sumber. *Pengantar Fisika Bangunan, 2000*

b. Penyerapan bunyi

Penyerapan bunyi adalah perubahan energi bunyi menjadi suatu bentuk lain, biasanya adalah energi panas. Pengendalian akustik bangunan yang baik membutuhkan penggunaan bahan-bahan dengan tingkat penyerapan bunyi yang tinggi .

Penyerapan bunyi (Sound-absorbing), adalah kemampuan suatu bahan untuk meredam bunyi yang datang, dihitung dalam persen, atau pecahan bernilai $0 \leq a \leq 1$. Nilai 0 berarti tidak ada peredaman bunyi (seluruh bunyi yang datang dipantulkan sempurna). Sedangkan, nilai 1 berarti bunyi yang datang diserap seluruhnya (tidak ada yang dipantulkan kembali. Jendela yang terbuka dianggap mempunyai $a = 1$ karena seluruh bunyi tidak dipantulkan. (Sabine)

derajat serap, perbandingan antara energi yang tidak dipantulkan kembali dan energi bunyi keseluruhan yang datang. 1 m² Sabine diartikan sebagai nilai serapan bunyi yang setara dengan 1 m² jendela terbuka (tidak ada yang terpantul, alias terserap semua). Sedangkan, 1 ft² Sabine setara dengan serapan 1 ft² jendela terbuka.

1) Penyerapan bahan.

Derajat serap bunyi suatu bahan adalah perbandingan antara energi yang tidak dipantulkan kembali dan energi bunyi keseluruhan yang datang. Bahan penyerap yang baik adalah yang memiliki ohm akustik mendekati udara, biasanya berupa bahan yang ringan elastis, mengandung rongga udara yang banyak. Koefisien penyerapan beberapa bahan dapat dilihat pada Tabel berikut :

Tabel. 2 Koefisien penyerapan bahan bangunan dan bahan akustik

Bahan	Frekuensi		
	1000	2000	4000
Acoustic plester rata-rata	0.60	0.68	0.66
Udara per volume 100 m ³ kelembaban relatif 50%	0.3	0.9	0.66
Karpet berat pada beton	0.37	0.6	0.65
Balok beton tidak dicat	0.29	0.39	0.25
Balok beton dicat	0.02	0.02	0.03
Kain velour medium digantung	0.75	0.7	0.6
Lantai beton atau teraso	0.03	0.03	0.02
Kayu	0.07	0.06	0.07
Tegel per unit	2.53	2.03	1.73
Kaca pada jendela biasa	0.03	0.02	0.02
Plywood 6 mm	0.09	0.09	0.09

Sumber. Doelle, 1990

Ketika gelombang suara membentur suatu permukaan penyerap suara, sebagian energi dipantulkan dari sebagian lagi diserap oleh permukaan. Koefisien serapan suara α dari permukaan dirumuskan sebagai berikut :

$$\alpha = \frac{W_a}{W_i} = \frac{I_a}{I_i}$$

Dimana :

W_a = Energi suara yang diserap oleh permukaan

W_i = Energi suara yang datang pada permukaan

I_a = Intensitas suara yang diserap oleh permukaan

I_i = Intensitas suara yang datang pada permukaan

2) Penyerapan udara

Udara merupakan salah satu penyerap suara, koefisien penyerapan suara oleh udara dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel. 3 Koefisien penyerapan suara oleh udara pada suhu 20°C oleh

Frekuensi (Hz)	Kelembaban relative			
	30%	40%	50%	60%
2000	0.012	0.010	0.010	0.009
4000	0.038	0.029	0.024	0.022
6300	0.084	0.062	0.050	0.043

Sumber. Harris Lawrence, 1970

3) Penyerapan audiens (Manusia)

Pada beberapa ruang penyerapan terbesar suara adalah audiens (manusia). Koefisien penyerapan suara oleh manusia dapat dilihat pada Tabel berikut :

Tabel. 4 Koefisien penyerapan suara oleh manusia.

Frekuensi (Hz)	a m ² (Sabin)
63	0.34
125	0.52
250	0.68
500	0.85
1000	0.97
2000	0.93
4000	0.85
6000	0.85

Sumber. Lawrence, 1970

4) Penyebaran bunyi (*Difusi*)

Difusi atau penyebaran bunyi terjadi dalam ruang bila tekanan bunyi sama pada seluruh ruang dan gelombang bunyi dapat merambat dalam semua arah, dan medan bunyi homogen. Difusi bunyi dapat diciptakan dengan beberapa cara:

- ? Pemakaian permukaan dan elemen penyebar yang tidak teratur dalam jumlah banyak.
- ? Penggunaan lapisan permukaan pemantul bunyi dan penyerap bunyi.

5) Kekedapan bunyi (*Sound-proqfing*)

kemampuan suatu bahan untuk menahan bunyi atau mengurangi intensitas bunyi yang datang dari satu sisi kesisi lainnya, dihitung dalam dB. Papan akustik (*acoustics board*) adalah bahan khusus dibuat untuk fungsi menyerap bunyi pada frekuensi tertentu.

Suara pada suatu titik di dalam ruang merupakan gabungan atau kombinasi dari suara langsung dari sumber dan suara pantul dari penghalang atau pembatas ruang. Jika suara yang dipantulkan sedemikian besar sehingga tingkat suara menjadi merata di seluruh bagian ruang, medan yang terjadi di dalam ruang tersebut disebut "difus". Pada kenyataannya banyak dijumpai ruang yang tidak memberikan medan difus, melainkan memberikan karakteristik medan "dekat" (*near field*) di dekat sumber, medan "bebas" (*free field*) pada suatu jarak, dan medan "dengung" (*reverberant field*) di dekat dinding. Ketiga jenis medan di atas dihasilkan oleh suara sinambung di dalam ruang tertutup dan dapat diuraikan lebih lanjut sebagai berikut :

a. Medan "dekat" (*near field*)

Medan dekat umumnya terjadi dalam suatu panjang gelombang dari frekuensi suara terendah yang dihasilkan oleh sumber. Dalam jarak demikian, tingkat tekanan suara yang diukur berubah secara luas sehingga sulit untuk diamati.

b. Medan "dengung" (*reverberant field*)

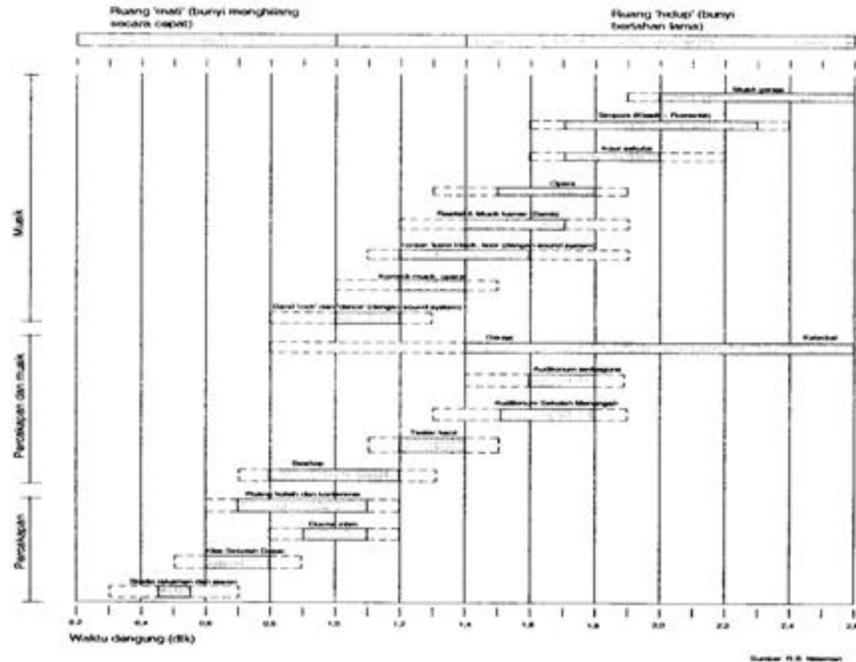
Medan dengung terjadi di dekat dinding besar dan dominan, serta mendekati difus. Tingkat tekanan suara dalam keadaan demikian relatif tetap.

c. Medan "bebas" (*free field*)

Medan bebas adalah medan suara antara medan dekat dan medan dengung. Dalam medan bebas tingkat tekanan suara turun 6 dB setiap jarak dari sumber bertambah dua kali lipat.

2. Waktu dengung (*Reverberation Time*)

Dengung adalah bunyi yang berkepanjangan akibat pemantulan yang berturut-turut dalam ruang tertutup setelah sumber bunyi dihentikan



Gambar. 4 Waktu dengung
Sumber, Doelle. 1990

Waktu dengung (*Reverberation Time*) adalah waktu yang diperlukan oleh bunyi untuk berkurang 60 dB, dihitung dalam detik (dtk). Setiap ruang membutuhkan waktu dengung berbeda-beda tergantung dari penggunaannya, Satwiko (2003).

Waktu dengung yang berlebihan mempunyai pengaruh merusak inteligibilitas pembicaraan. Pentingnya pengendalian dengung dalam rancangan akustik telah mengharuskan masuknya besaran standar yang relevan. Untuk mengetahui waktu dengung suatu ruang dapat dihitung dengan menggunakan salah satu dari beberapa metode yang ada, Lawrence (1970).

a. Metode RT.W.C.Sabine

$$RT_{60dB} = \frac{K \cdot V}{A}$$

Dimana RT adalah *reverberation time*, detik

K adalah konstanta 0.161 (metrik)

Dan 0.049 (British)

V adalah volume ruang, ft³ , m³

A adalah total penyerapan dalam ruang.

b. Persamaan Reverberation Time Eyring

$$\bar{RT} = \frac{2.4V}{S_1 \alpha_1 + S_2 \alpha_2 + S_3 \alpha_3 + S_4 \alpha_4 + \dots + S_n \alpha_n}$$

Dimana S_1, \dots, S_n adalah luas masing-masing permukaan

$\alpha_1, \dots, \alpha_n$ adalah koefisien penyerapan permukaan

$$I = I_0 (1 - ?)^{c/4v/s} \quad \text{setelah satu detik}$$

Dimana I adalah intensitas, w/m^2

C adalah kecepatan suara di udara, m/s

V adalah volume ruang, m^3

S adalah total luas permukaan, m^2

$$D = 10 \log_{10} \times I_0/I \text{ dB perdetik}$$

$$RT = 60 / D$$

$$\text{Sehingga} \quad RT = \frac{0.07 V}{S \log_{10} \frac{I_0}{I}} \quad (\text{SI})$$

$$RT = \frac{0.0212 V}{S \log_{10} \frac{I_0}{I}} \quad (\text{British})$$

c. Persamaan Fitzroy – Eyring

$$RT = \frac{x}{s} \frac{KV}{S \log_{10} \frac{I_0}{I}} + \frac{y}{s} \frac{KV}{S \log_{10} \frac{I_0}{I}} + \frac{z}{s} \frac{KV}{S \log_{10} \frac{I_0}{I}}$$

Dimana RT adalah reverberation time, detik

X adalah total luas dinding samping, m^2

y adalah total luas lantai dan langit-langit, m

z adalah total luas dinding belakang, m^2

K adalah konstanta 0.07 (SI) dan 0.0212 (British)

V adalah volume ruang ,m³

S adalah total luas permukaan,m²

d. Reverberation Time (Doelle,Leslie L,1990,hal 29) menggunakan

rumus
$$RT = \frac{0.05.V}{A \cdot X} \quad (SI)$$

$$RT = \frac{0.16.V}{A \cdot X} \quad (British)$$

Di mana RT adalah reverberation time,detik

V adalah volume ruangan,ft³, m³

A adalah total luas penyerapan ruang m² sabin

X adalah koefisien penyerapan udarah.m² sabin

Penyerapan permukaan diperoleh dengan mengalikan luasnya (S) dengan koefisien penyerapan a.

$$A = S_1 a_1 + S_2 a_2 + S_3 a_3 + S_4 a_4 + \dots + S_n a_n$$

S_1, \dots, S_n Adalah luas masing-masing permukaan.

a_1, \dots, a_n Adalah koefisien penyerapan permukaan

Koefisien penyerapan masing – masing bahan dapat dilihat pada tabel 2.

Nilai koefisien penyerapan udara α yang diperhatikan hanya pada frekwensi 1000 Hz ke atas.

D. Bising

Kebisingan adalah bunyi atau suara yang tidak dikehendaki atau mengganggu. Gangguan bunyi hingga tingkat tertentu dapat diadaptasi oleh fisik, namun syaraf yang dapat terganggu,

Tabel. 5 Tingkat bising rata-rata.

Sumber Bising	dB
Pembicaraan normal	62
Mobil penumpang di lalu lintas kota (6 m dari as jalan)	70
Mobil penumpang di jalan raya (6 m dari as jalan)	76
Pembicaraan keras (90 cm dari as jalan)	78
Lalu lintas kota pada jam sibuk (3 m dari as jalan)	90
Motor sport atau truk (9 m dari as jalan)	94
Sirene (30 m dari as jalan)	138

Sumber, Doelle. 1990

1. Bising Lingkungan

Kebisingan lingkungan adalah kebisingan yang ditimbulkan oleh berbagai sumber seperti kendaraan bermotor, suara orang, mesin dan sebagainya; yang dari waktu ke waktu berubah dengan cepat. Kebisingan lingkungan dalam sehari amat berfluktuasi. Pada pagi hari

relatif rendah dan pada jam-jam sibuk yaitu sekitar jam 09.00 dan jam 17.00 merupakan puncak dari kebisingan. Pada malam hari tingkat kebisingan relatif menurun. Bising dapat diukur dengan alat Sound Level Meter.

2. Bising sinambung setara

Tingkat kebisingan sinambung setara atau L_{eq} (*Equivalent Continuous Noise*) adalah tingkat kebisingan dari kebisingan yang berubah-ubah selama selang waktu tertentu yang setara dengan tingkat kebisingan yang ajeg (*steady*) pada selang waktu yang sama. Satuannya adalah decibel (dB).

Perhitungan kebisingan sinambung setara (L_{eq}) tingkat tekanan suara sinambung setara selama waktu tertentu (T) menggunakan Persamaan : (Akustik' 95, 1995:102)

$$L_{eq} = 10 \log \left[\frac{\left(\frac{1}{T} \right) \int P_A(t) dt}{P_0^2} \right]$$

Dimana :

$P_A(t)$ = Tekanan bunyi sesaat, Pascal

P_0^2 = Tekanan bunyi acuan (= 20 mikro pascal)

T = Selang waktu pengukuran, detik

Secara praktis persamaan diatas dapat ditulis sebagai berikut :

$$L_{eq} = 10 \log 1/T + Li$$

Dimana :

T = Waktu referensi total

T_i = Waktu pada level L_i

L_i = Tingkat tekanan suara ke i ; $i = 1, 2, 3, \dots$

Tingkat kebisingan sinambung setara dihitung selama 24 jam yang disebut L_{sm} yang dihitung dengan persamaan :

$$L_{eq} = 10 \log \left(\frac{1}{24} \left(16^{0,1 L_s} + 8 \cdot 10^{0,1(L_m - 5)} \right) \right) dB(A)$$

Dimana :

L_{sm} = L_{eq} selama 24 jam

L_s = L_{eq} pada siang hari (16 jam)

$L_s = 10 \log \frac{1}{16} \left(\sum_{i=1}^{24} 10^{0,1 L_i} \right)$; $i=1$ s/d 24

L_m = L_{eq} pada malam hari (8 jam)

$L_m = 10 \log \frac{1}{8} \left(\sum_{l=1}^7 10^{0,1 L_l} \right)$; $l = 1$ s/d 7

Waktu pengukuran selama aktivitas 24 jam (L_{sm}) dengan cara, pada siang hari tingkat aktivitas yang paling tinggi selama 16 jam (L_s) pada jam 06.00 – 22.00 dan aktivitas malam hari selama 8 jam (L_m) pada jam 22.00 – 06.00. nilai L_{sm} yang dihitung dibandingkan dengan nilai baku tingkat kebisingan yang ditetapkan dengan toleransi +3 dB(A).

3. Tingkat polusi bising

Salah satu Kriteria kebisingan yang digunakan untuk menilai tanggapan manusia terhadap kebisingan adalah tingkat populasi bising (Level Noise Population/LNP). Persamaan untuk menentukan nilai tingkat polusi kebisingan yang dikembangkan oleh Robinson adalah sebagai berikut :

$$LNP = L_{eq} + 2,56.s$$

Dimana

s = Standar deviasi

L_{NP} = Level noise population

Ketentuan standar penilaian L_{NP} berdasarkan *US Departement of Housing and Urban Development* adalah :

- a. L_{NP} kurang dari 62 dB(NP) : dapat diterima
- b. L_{NP} antar 58 – 74 dB(NP) : normal dapat diterima
- c. L_{NP} antar 74 – 88 dB(NP) : normal tidak dapat diterima
- d. L_{NP} lebih besar dari 88 : jelas tidak dapat diterima

Sebagai batas yang masih dapat diterima adalah L_{NP} adalah 74 dB(NP)

4. Pengaruh bising terhadap manusia

a. Bising dangangguan yang ditimbulkannya

Gangguan yang dibangkitkan suara tidak hanya bergantung pada tingkat suara, tetapi juga dipengaruhi oleh frekuensi. Suara dengan frekuensi tinggi lebih mengganggu daripada frekuensi rendah. Pada tingkat tekanan suara yang sama, nada murni lebih mengganggu daripada suara yang mengandung beberapa nada.

Suara yang tidak diinginkan secara umum didefinisikan sebagai bising. Elser Relster, seorang ahli psikolog dari Denmark yang berpengalaman dalam penelitian akustik, mendefinisikan sebagai berikut :

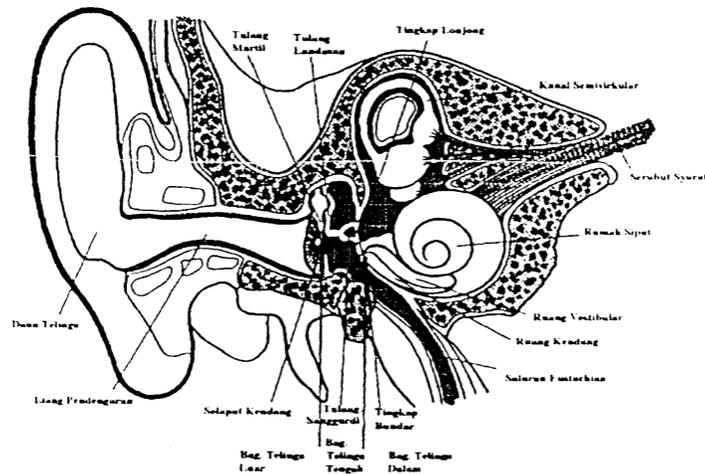
"Noise is sound with a negative effect on the physical and psychological well-being of humans resulting in a change of behaviour and conditions of life that deemed negative by the individual"

Dengan demikian, bising merupakan gangguan yang dipercaya dapat mempengaruhi secara kurang baik terhadap seseorang maupun kelompok.

Dalam perambatannya bising akustik menyebar ke sekitarnya melalui medium udara (*airborne noise*) dan struktur (*structure-borne noise*), kemudian diterima oleh sistem pendengaran manusia.

Penerima dan analisis suara oleh sistem pendengaran manusia merupakan suatu proses rumit yang hingga kini belum di mengerti secara sempurna oleh manusia. Sistem pendengaran ini mampu mendeteksi perubahan tekanan udara karena getaran udara yang berubah sangat kecil dan berlangsung dengan cepat. Hasil deteksi tersebut akan diteruskan sedemikian rupa sehingga memungkinkan system syaraf pusat mengenali sejumlah besar

informasi yang terkandung dalam sinyal suara. Secara fisiologis, seseorang dapat mendengar melalui getaran yang dialirkan melalui udara atau melalui tulang langsung ke rumah siput (*cochlea*).



Gambar. 5 Bagian-bagian utama dari sistem pendengaran manusia.

Sumber. Laporan penelitian ITS, Surabaya 1997.

Pengaruh bising terhadap manusia sering saling berhubungan dan banyak ragamnya. Bising tidak hanya mempengaruhi pendengaran, tetapi bising dapat juga mempengaruhi fisiologi dan psikologis manusia, seperti mempengaruhi peredaran darah, terjadinya dilasi pada pupil mata menyebabkan stress, meningkatkan detak jantung, dan sebagainya. Semua itu pada gilirannya akan mempengaruhi aktivitas manusia, misal dalam komunikasi/percakapan, menimbulkan kelelahan, dan menurunkan efisiensi kerja.

b. Gangguan bising pada percakapan

Gangguan percakapan dan penurunan atau kerusakan pada kualitas pendengaran, manusia merupakan dua hal yang sering menjadi perhatian dalam membahas pengaruh bising terhadap manusia. Penelitian-penelitian akustik telah banyak dilakukan dalam memahami pengaruh bising terhadap manusia, serta untuk mendapatkan kriteria yang sesuai bagi penentuan pengaruh dari medan suara. Kriteria bising yang diperoleh kemudian digunakan untuk mewujudkan suatu baku kebisingan yang sesuai untuk suatu tempat dan keadaan tertentu, yang berkaitan juga aktivitas-aktivitas yang mungkin dilakukan dalam kondisi tersebut.

Kejelasan percakapan (*speech intelligibility*) adalah faktor penting yang dipertimbangkan dalam merancang suatu ruang atau lingkungan kerja. Dua pendekatan yang berbeda dilakukan dalam menangani dua metode utama dari komunikasi, yaitu percakapan tatap muka dan dengan menggunakan alat komunikasi atau piranti elektronik lainnya. Percakapan mempunyai rentang lebar dalam frekwensi dan daya, sebagai contoh, daya suara maksimum dari suara pria mencapai 2000 μ W. pada tabel dibawah diperlihatkan kemungkinan percakapan pada berbagai tingkat bising :

Tabel. 6 Percakapan pada berbagai tingkat kebisingan

Tingkat bising dB	Percakapan tatap muka
50	Suara normal hingga jarak 6 meter
50 – 70	Suara lebih keras hingga jarak 2 meter
70 – 90	Berteriak hingga jarak 0,5 meter
90 – 100	Memekik hingga jarak 0,25 meter
> 100	Sangat sulit/tak mungkin hingga jarak dekatpun

Sumber. Asmoro, 1997

Disamping itu ada cara lain yang digunakan untuk memperkirakan tingkat bising yang masih diperkenankan bagi kelayakan suatu percakapan, yaitu didasarkan pada tingkat suara yang diukur pada tiga frekwensi tengah pita-oktaf, yaitu 500Hz, 1000Hz, dan 2000Hz. Perhitungan rata-rata aritmatika dari tingkat tekanan suara dalam tiga pita-oktaf diatas disebut “tingkat interferensi percakapan” (PSIL : *Preferred speech interference level*).

$$PSIL = \frac{1}{3} (L_{500} + L_{1000} + L_{2000})$$

PSIL ini merupakan ukuran seberapa besar tingkat tekanan suara dari percakapan yang harus dapat diterima dengan jelas oleh pendengar dalam suatu kondisi bising.

c. Resiko kerusakan pendengaran

Beberapa gejala yang mungkin timbul akibat eksposur bising yang diterima telinga manusia adalah :

1) Trauma akustik :

Peristiwa ini terbatas pada keadaan dan tingkat tekanan suara yang tinggi. Suara yang sampai pada struktur telinga dalam dan melampaui batas kemampuan fisiologi yang dimilikinya akan menyebabkan kerusakan pada selaput gendang, trauma akustik biasanya ditimbulkan oleh suara ledakan yang sangat kuat.

2) Pergeseran sementara ambang pendengaran

Terjadinya pergeseran ambang yang bersifat sementara ini sangat ditentukan oleh sifat-sifat fisis suara, seperti tingkat tekanan suara, spectrum frekwensi serta waktu eksposur bising. Peluang untuk terjadinya peristiwa pergeseran ambang sementara berkurang dengan bertambahnya tingkat pendengaran sebelum eksposur.

d. Gangguan bising terhadap tidur

Manusia berada di dalam lingkungan bising adaptasi tidur selama mengalami eksposur bising menunjukkan gangguan fisiologis tampak pada kinerja manusia yang mengalami bising yang berlebihan dan pada situasi tidur memperlihatkan hal-hal berikut :

- ? Adanya peningkatan adaptasi tidur
- ? Waktu tidur yang sering terjaga, dan
- ? Sulit tidur

Adaptasi tidur menyangkut sejumlah perubahan yang terjadi pada perilaku fisiologis manusia ketika dikenai eksposur. Perilaku yang ditunjukkan dapat mengurangi bahkan menghilangkan reaksi dari organisme tubuh terhadap bising yang terjadi selama tidur. Lama eksposur bising memegang peranan penting dalam memberikan tingkat gangguan tidur. Eksposur bising yang dialami manusia dalam beberapa tahun akan memberikan peningkatan dalam adaptasi tidur, sehingga untuk berangkat tidur diperlukan waktu yang lebih lama dibandingkan dengan kondisi sebelumnya.

Berbagai organisasi internasional telah mengeluarkan laporan hasil penelitian mereka, terutama yang berkaitan dengan masalah perlindungan tidur serta proses pemulihan kelelahan fisik dan syaraf sebagai hasil tidur, antara lain :

- ? The Organization for economic cooperation and development merekomendasikan :
 - $Leq = 35$ dBA untuk periode menjelang tidur
 - $Leq = 15$ dBA untuk tidur ringan
 - $Leq = 50$ dBA untuk tidur nyenyak/berat.
- ? The World health organization (WHO) merekomendasikan tingkat bising internal sekitar 35 dBA selama digunakan untuk tidur pada waktu malam hari.

E. Rugi Transmisi (Transmission Loss)

Rugi transmisi (transmission Loss), TL (dB) adalah suatu ukuran untuk menyatakan kualitas insulasi suara dari suatu bahan. Rugi transmisi (TL) merupakan ukuran untuk mengetahui pengurangan bising antara dua ruang bersebelahan yang dipisahkan oleh suatu pembatas ruang atau dinding. (Asmoro, Wiratno. A. 1997, hal 26)

Perhitungan rugi transmisi (Transmission Loss) dipergunakan untuk menghitung berapa besar intrusi bunyi dari arus lalu lintas ke dalam ruang kelas melalui dinding pembatas ruang. Untuk menghitung Rugi Transmisi (TL) dapat digunakan rumus sebagai berikut: (Proceedings Seminar Akustik 95, hal 168)

$$TL = 10 \log (1/t) \text{ dB}$$

Dimana : TL adalah rugi transmisi keseluruhan

T adalah koefisien transmisi

S adalah luas permukaan bahan

t adalah koefisien transmisi bahan

S adalah luas permukaan bahan ; n = 1,2,3,...,n.

F. KERANGKA PIKIR PENELITIAN

